

Milieueffectrapportage

DEFINITIEF

Waterkwaliteitsverbetering Loosdrechtse Plassen

Deel B, onderbouwing

Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht

dossier T0362-61-001

datum 24 juni 2003

registratienummer ML-MR20030368

definitief

© DHV Milieu en Infrastructuur BV

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. drukwerk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV Milieu en Infrastructuur BV, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitssysteem van DHV Milieu en Infrastructuur BV is gecertificeerd volgens NEN ISO 9001.



INHOUD

BLAD

1. UITVOERING	3
1.1 BEOORDELINGSCRITERIA	3
1.2 HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING	3
1.3 EFFECTEN	3
1.4 MITIGERENDE MAATREGELLEN	8
1.5 VERGELIJKEND OVERZICHT EN TOETSING	9
2. SLIBHUISHOUDING	11
2.1 BEOORDELINGSCRITERIA	11
2.2 HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING	12
2.3 EFFECTEN	19
2.4 VERGELIJKEND OVERZICHT EN TOETSING	30
3. HYDROLOGIE EN WATER(BODEM)KWALITEIT	35
3.1 BEOORDELINGSCRITERIA	35
3.1.1 <i>Oppervlaktewaterpeil en compenserende maatregelen</i>	35
3.1.2 <i>Tijdelijke effecten</i>	36
3.1.3 <i>Permanente effecten</i>	38
3.1.4 <i>Samenvatting beoordelingscriteria hydrologie en water(bodem)kwaliteit</i>	40
3.2 HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING	41
3.2.1 <i>Hydrologie</i>	41
3.2.2 <i>Water(bodem)kwaliteit</i>	49
3.3 EFFECTEN	54
3.3.1 <i>Basisalternatief</i>	54
3.3.2 <i>Alternatief 2</i>	60
3.3.3 <i>Alternatief 3</i>	61
3.3.4 <i>Meest Milieuvriendelijke Alternatief</i>	63
3.3.5 <i>Samenvattende beoordeling relatieve effecten</i>	64
3.4 MITIGERENDE MAATREGELLEN	65
3.5 VERGELIJKEND OVERZICHT EN TOETSING	65
4. ECOLOGIE	67
4.1 BEOORDELINGSCRITERIA	67
4.2 HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING	71
4.2.1 <i>Beleid</i>	71
4.2.2 <i>Huidige situatie ecosysteem</i>	75
4.2.3 <i>Toestand na autonome ontwikkeling</i>	84
4.3 EFFECTEN	85
4.3.1 <i>Basisalternatief</i>	86
4.3.2 <i>Alternatief 2: Onderzuigen</i>	92
4.3.3 <i>Alternatief 3: Eilanduitbreiding en Polder Mijnden</i>	93

4.3.4	<i>Meest Milieuvriendelijk Alternatief</i>	95
4.4	MITIGERENDE MAATREGELEN	97
4.5	EFFECTEN IN HET LICHT VAN NATIONALE EN EUROPESE WETGEVING	99
4.6	VERGELIJKEND OVERZICHT EN TOETSING	101
5.	WOON- EN LEEFMILIEU	103
5.1	GELUID.....	103
5.1.1	<i>Beoordelingscriteria</i>	103
5.1.2	<i>Huidige situatie en autonome ontwikkeling</i>	105
5.1.3	<i>Modeluitgangspunten</i>	106
5.1.4	<i>Alternatieven</i>	108
5.1.5	<i>Effecten</i>	111
5.1.6	<i>Effectbeoordeling</i>	113
5.2	RECREATIE	115
5.2.1	<i>Beoordelingscriteria</i>	116
5.2.2	<i>Huidige situatie en autonome ontwikkeling</i>	117
5.2.3	<i>Effecten</i>	121
5.2.4	<i>Mitigerende maatregelen</i>	125
5.2.5	<i>Vergelijkend overzicht en toetsing</i>	126
5.2.6	<i>Aanbeveling</i>	127
5.3	VISUELE HINDER.....	127
5.3.1	<i>Beoordelingscriteria</i>	128
5.3.2	<i>Huidige situatie en autonome ontwikkeling</i>	128
5.3.3	<i>Effecten</i>	128
5.3.4	<i>Vergelijkend overzicht en toetsing</i>	128
5.4	REGIONALE ECONOMIE	130
5.5	VERGELIJKEND OVERZICHT EN TOETSING	130
6.	LEEMTEN IN KENNIS	133
7.	EVALUATIE	137
	COLOFON	139
	BEGRIPPENLIJST	141
	GERAADPLEEGDE LITERATUUR	143
	BIJLAGEN	147

1. UITVOERING

1.1 Beoordelingscriteria

Bij de beoordeling van de uitvoeringstechnische gevolgen van de diverse alternatieven worden de volgende aspecten beschouwd:

- Onzekerheid in uitvoeringsmethode
- Kosten
- Uitvoeringstijd
- Energieverbruik
- Ruimtegebruik
- Onderhoudsbaggerwerkzaamheden havens

1.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

De baggerwerkzaamheden die momenteel in de Loosdrechtse Plassen uitgevoerd worden zijn alleen de onderhoudsbaggerwerkzaamheden van de jachthavens aan de plas. De werkzaamheden zijn over de afgelopen jaren redelijk constant. Globaal wordt er ongeveer 20.000 m³ per jaar gebaggerd. Dit vindt vooral plaats in het voorjaar, gedurende ongeveer tien weken per jaar. Deze werkzaamheden zullen ook in de toekomst moeten worden uitgevoerd.

De hoeveelheid te baggeren materiaal is niet over de gehele plas gelijk. In de noordwest hoek van de Eerste Plas is de aanslibbing het grootst. Hier, in de havens aan de Veendijk en het westelijk gedeelte van de Oud Loosdrechtsedijk, vinden jaarlijks onderhoudsbaggerwerkzaamheden plaats. De overige havens aan de plassen worden minder frequent gebaggerd.

Het materieel dat gebruikt wordt bestaat uit een kraan op een boot. De boot wordt volgeladen met specie. Deze vaart naar het speciedepot aan de Oud Loosdrechtsedijk en daar wordt het specie met dezelfde kraan in het depot gestort. Soms wordt een gedeelte van de specie gebruikt in andere projecten.

1.3 Effecten

Onzekerheid in uitvoeringsmethode

Tussen de verschillende alternatieven bestaan verschillen in zekerheid in uitvoeringsmethode. Bij het Basisalternatief is de belangrijkste factor van onzekerheid het damwanddepot in het meer. De onzekerheid zit in drie delen:

- 1) de grootte van het depot, bij grotere uitlevering van de grond is het depot te klein;
- 2) de constructie van het boven het meer uitstekende damwanddepot;
- 3) het vullen van het depot (diameter van 410 m) met de bovengrond door middel van een kraan langs het depot tot 2 meter boven de waterspiegel.

De feitelijk te winnen hoeveelheid zand, en daarmee de diepte, hangt af van:

- volume van de (teruggestorte) bovengrond in de putten na consolidatie;
- minimaal benodigde diepte en volume van een put om langdurig als slibvang te kunnen functioneren.

De hoeveelheid te winnen zand is per alternatief verschillend: het laagst voor Alternatief 2 (12,4 miljoen m³) en het hoogst voor het Basisalternatief (14,8 miljoen m³).

Bij het Basisalternatief en Alternatief 3 schuilt een onzekerheid in het bezinken van de bovengrond in de put. Voor alle alternatieven geldt ook een onzekerheid in het bezinken van het meegevoerde slib in het retourwater. Mogelijk zal het veen in de bovengrond bij het verwijderen van deze laag niet geheel uiteenvallen. Hierdoor zal het (van nature aanwezige) gas dat zich in het veen bevindt niet ontsnappen en zal het veen bij het storten niet bezinken. In het rapport "Monitoring en procesbewaking baggeren Breukeleveense Plas" (DWR, 2002) zijn de resultaten beschreven van een project waarbij het westelijk deel van de Breukeleveense Plas is gebaggerd. Het fijne slib op de bodem is verwijderd en werd naar een depot aan de zuidelijke rand van de plas gevoerd, waarbij een dosering van ijzerchloride plaatsvond om de bezinkingseigenschappen van het slib te verbeteren. Tijdens de uitvoering bleek dat de specie zich ophoopte rondom het instroompunt; verderop in het depot bleef de waterdiepte relatief onveranderlijk gedurende het werk. Het overgrote deel van de specie is dus relatief snel rondom het instroompunt bezonken. Het bezinken van de bovengrond valt nog onder leemte in kennis. Voor het MER wordt uitgegaan dat geen ijzerchloride toegevoegd wordt. Als geen goede bezinking van de bovengrond optreedt kan als mitigerende maatregel ijzerchloride toegevoegd worden.

Het onderzuigen van zand bij Alternatief 2 en het MMA heeft ook onzekerheden, die vooral in de risicosfeer zitten:

- Met het zuigen van zand onder veenlagen is nog relatief weinig ervaring opgedaan in Nederland. In de Reeuwijkse Plassen is zand gewonnen door middel van onderzuigen. De ervaring hier met deze werkmethode was positief;
- Het onderzuigen is een moeilijker te beheersen volcontinu proces, met een grotere kans op storingen dan bij de andere winmethoden. Hierdoor komt de grootte van de benodigde zand productiecapaciteit (100.000 m³ per week) in gevaar. Mitigerende maatregel is het inzetten van een grotere zuiger;
- De invloedssfeer bij de zuigmond is slechter waarneembaar, waardoor het op te leveren profiel minder goed te beheersen is. Het profiel varieert over de hoogte en zal gemiddeld flauwer verlopen dan 1:4. Voor het MER is uitgegaan van 1:7;
- De veenlaag in de Loosdrechtse Plassen is vermoedelijk slap en bestaat voor een groot deel uit geërodeerd veen, dat een sliblaag heeft gevormd. In 2001 heeft een onderzoek naar de sterkte van de veenlaag plaatsgevonden (DHV, 2001). Uit het onderzoek bleek dat de veenlaag bestaat uit slap tot zeer slap veen. Het veen heeft een laag nat volumegewicht variërend van 8,3 tot 10,2 kN/m³. De gemeten ongedraineerde schuifsterkte van het veen is 9 tot 16 kPa. Dit betekent een redelijke sterkte. De kans op het meezuigen van het slappe veen, slib en bovengrond is daarmee aanwezig. De onzekerheid ligt in de hoeveelheid bovengrond die meegezogen wordt. In het sedimentatiebekken wordt het zand van de bovengrond gescheiden. Uit praktijkervaring met het onderzuigen bij de Reeuwijkse Plassen blijkt dat daar een beperkte hoeveelheid bovengrond meegezogen wordt.

Een belangrijke onzekerheid bij Alternatief 3 ligt in de afmetingen van de depots en het feit dat sprake is van twee depots. In de beide depots (Polder Mijnden en eiland Geitekaai) kan slechts een beperkte hoeveelheid bovengrond geborgen worden. Daardoor is het complexer om continue zandlevering mogelijk te maken. Een belangrijke onzekerheid is de uitlevering van de bovengrond. Bij grotere uitlevering zijn de depots te klein. Voor dit alternatief zijn beide depots noodzakelijk. Dit betekent dat voor beide depots op tijd de juridische aspecten, eigendomssituatie van Polder Mijnden en inrichting geregeld moeten zijn. Dit is een punt van onzekerheid.

Uiteindelijk zijn de scores per alternatief vastgesteld (zie tabel 1.1). Het Basisalternatief en Alternatief 3 scoren beide het slechtst. Dit komt bij het Basisalternatief door de onzekerheid t.a.v. grootte en uitvoering van het tijdelijk damwandendepot. Alternatief 3 scoort slecht vanwege de uitvoerbaarheid van de twee kleine depots in polder Mijnden en eiland Geitekaai.

tabel 1.1: effectscore op onzekerheid in de uitvoeringsmethode

Alternatief	Onzekerheid in uitvoeringsmethode
Autonome ontwikkeling	0
Basisalternatief	--
Alternatief 2	-
Alternatief 3	--
MMA	-

Kosten

Als basis voor de bepaling van de kosten heeft gediend de kostenraming behorende bij de rapportage van "Herstelplan Loosdrechtse Plassen - voorontwerp Zandwinning" en "Herstelplan Loosdrechtse Plassen – definitief ontwerp Zandwinning". Voor de MER zijn de kosten opgenomen tot en met het laden van de schepen in het Amsterdam-Rijnkanaal. De kosten van het verdere transport van het zand naar afnemers van het zand zoals IJburg zijn niet meegenomen.

In de raming "Herstelplan Loosdrechtse Plassen – definitief ontwerp Zandwinning" zijn de kosten opgenomen van winning van 10 miljoen m³ zand. Voor het op diepte krijgen van de putten zal meer zand gewonnen worden, afhankelijk van het alternatief (zie tabel 4.1 in deel A). De kosten van winning en transport van deze extra hoeveelheid zand zijn in de raming voor het MER wel meegenomen. In paragraaf 4.8 van deel A zijn de kosten van de verschillende alternatieven bepaald. De opbrengsten van extra gewonnen zand zijn niet meegenomen. De verschillende alternatieven zijn gewogen op kosten per m³ gewonnen zand. De verschillen tussen de alternatieven zijn zodanig klein (maximaal 5%) dat alle alternatieven een gelijke score krijgen.

tabel 1.2: effectscore op kosten

Alternatief	Kosten
Autonome ontwikkeling	0
Basisalternatief	-
Alternatief 2	-
Alternatief 3	-
MMA	-

Uitvoeringstijd

Het verschil in uitvoeringstijd wordt bepaald door het verwijderen van de bovengrond en de hoeveelheid zand om de putten op diepte te krijgen. Bij het Basisalternatief en Alternatief 3 zal extra zand gewonnen moeten worden om de boven de putten ontgraven bovengrond te bergen. Hierdoor zal de totale uitvoeringstijd van deze alternatieven langer zijn. Het inrichten van de depots van het Basisalternatief (tijdelijk damwanddepot) en Alternatief 3 (landdepot en depot bij eiland Geitekaai) heeft een gelijk negatief effect op de uitvoeringstijd. Alternatief 2 scoort licht negatief t.o.v. de autonome ontwikkeling. De uitvoeringstijd van het MMA is iets langer dan van Alternatief 2 door het grotere oppervlak en inhoud van de putten. Het baggeren van de havens heeft geen vertragend effect op de totale uitvoeringstijd van de inrichting van de putten. Ingeschat wordt daarom dat de uitvoeringstijd van het MMA korter zal zijn van het Basisalternatief.

tabel 1.3: effectscore op uitvoeringstijd

Alternatief	Uitvoeringstijd
Autonome ontwikkeling	0
Basisalternatief	--
Alternatief 2	0/-
Alternatief 3	--
MMA	-

Energieverbruik

Het verschil in energiegebruik zit in het afgraven en opslaan van de bovengrond en het winnen van het zand. In verband met de benodigde bergingscapaciteit voor de bovengrond moet bij het Basisalternatief en Alternatief 3 meer zand gewonnen worden om de putten op diepte te krijgen. Het energiegebruik voor het Basisalternatief (het inrichten van een tijdelijk damwanddepot, ontgraven, transporteren en storten van de bovengrond en het winnen van het zand) en Alternatief 3 (inrichten landdepot en depot bij eiland Geitekaai, afgraven, transporteren en storten bovengrond en het winnen van het zand) zijn gelijkwaardig ingeschat. Bij Alternatief 2 wordt geen bovengrond ontgraven en opgeslagen en wordt het minste zand gewonnen. Dit alternatief is dan ook het gunstigst uit oogpunt van energiegebruik. Het MMA is iets ongunstiger dan Alternatief 2, aangezien er meer zand ontgraven wordt en ook het slib uit de havens verwijderd wordt.

tabel 1.4: effectscore op energieverbruik

Alternatief	Energieverbruik
Autonome ontwikkeling	0
Basisalternatief	--
Alternatief 2	0/-
Alternatief 3	--
MMA	-

Ruimtegebruik

Verschillende activiteiten van de alternatieven hebben een aanzienlijk ruimtebeslag. Het ruimtebeslag van het depot voor het opslaan van de bovengrond is van doorslaggevende betekenis. De effecten van het tijdelijke depot in het meer van het Basisalternatief en het landdepot van Alternatief 3 zijn het grootst. De effecten op het ruimtebeslag van een depot voor bovengrond bij de eilanduitbreiding Geitekaai is kleiner. Alternatief 2: het onderzuigen heeft het kleinste effect op het ruimtegebruik. Het ruimtegebruik van het MMA is gelijk aan Alternatief 2.

tabel 1.5: effectscore op ruimtegebruik

Alternatief	Ruimtegebruik
Autonome ontwikkeling	0
Basisalternatief	--
Alternatief 2	-
Alternatief 3	--
MMA	-

Onderhoudsbaggerwerkzaamheden havens

De putten krijgen in alle alternatieven behalve in het MMA, hetzelfde oppervlak. De diepte is zodanig dat de werking van de putten als slibvang gelijkwaardig zal zijn. Ten opzichte van de huidige situatie krijgen deze alternatieven, door het verminderen van de hoeveelheid slib dat kan opwervelen en dus in de havens kan bezinken, eenzelfde positieve waardering van één plus.

Bij het MMA wordt het oppervlak van de putten vergroot ten opzichte van de andere alternatieven, zodat hier de werking als slibvang en daarmee het verminderen van de onderhoudsbaggerwerkzaamheden in de havens nog beter wordt. Het MMA scoort op dit criterium dus twee plusjes .

tabel 1.6: effectscore op onderhoudsbaggerwerkzaamheden in havens

Alternatief	Onderhouds- baggerwerk
Autonome ontwikkeling	0
Basisalternatief	+
Alternatief 2	+
Alternatief 3	+
MMA	++

1.4 Mitigerende maatregelen

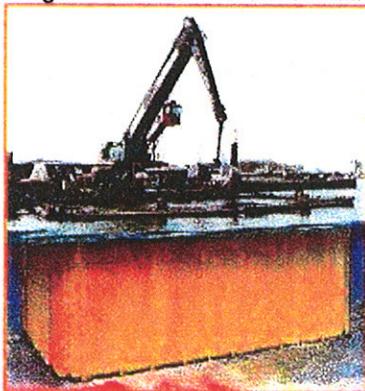
Voor de beschreven effecten met betrekking tot de uitvoering (onzekerheid uitvoeringsmethode, uitvoeringstijd, retourwater bij bovengrond, ruimtegebruik en onderhoudsbaggerwerkzaamheden) zijn weinig mitigerende maatregelen te nemen die deze effecten verminderen.

De volgende mitigerende maatregelen zijn mogelijk:

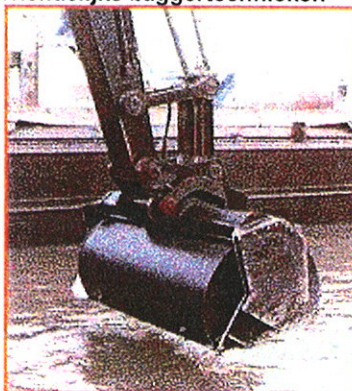
- voorkomen vertroebeling bij baggeren bovengrond door milieuvriendelijke baggertechnieken (zie toelichting hieronder);
- zorgen voor een betere bezinking van bovengrond (zowel bij storten van bovengrond in de putten bij Basisalternatief en Alternatief 3 als bij storten van slib in retourwater bij alle alternatieven) door het toevoegen van ijzerchloride. Het bezinken van de bovengrond valt onder leemtes in kennis;
- Het halen van de productiecapaciteit bij Alternatief 2 en MMA (onderzuigen) is een punt van onzekerheid. Als mitigerende maatregel kan een grotere zuiger ingezet worden.

Bij het baggeren van de bovengrond zal er vertroebeling optreden rond het baggervaartuig. Deze vertroebeling kan geminimaliseerd worden door het gebruik van milieuvriendelijke baggertechnieken. Bij deze technieken wordt door bijvoorbeeld het gebruik van afschermkappen over de ontgravingskop, voorkomen dat het opgewervelde slib zich kan verspreiden. Hiermee kunnen reducties behaald worden op de hoeveelheid slib die in de waterkolom vrijkomt. In de onderstaande figuren zijn voorbeelden van milieuvriendelijke baggertechnieken weergegeven.

figuur 1.1 Voorbeelden van milieuvriendelijke baggertechnieken



Slibscherm. Bron: HAM



Vizierbak. Bron: HAM



Wormwielzuiger. Bron: HAM

1.5 Vergelijkend overzicht en toetsing

In de onderstaande tabel zijn de scores van de deelaspecten samengevoegd. Uiteindelijk is er een eindscore bepaald op basis van het toekennen van gewichten aan de afzonderlijke deelaspecten. Deze gewichten zijn op basis van expert judgement toegekend. Belangrijk is te vermelden dat de effecten die hier bepaald zijn tijdelijke effecten zijn. Er zijn, in het kader van de uitvoering, geen permanente effecten te verwachten omdat na 4 jaar er niet meer zal worden gebaggerd.

tabel 1.7: vergelijkend overzicht van de effectscores op uitvoering

Alternatief	Methode van uitvoering	Kosten	Uitvoeringstijd	Energieverbruik	Ruimtegebruik	Onderhouds- -baggerwerk	Eindoordeel
<i>Weegfactoren</i>	0,15	0,25	0,10	0,05	0,25	0,20	1
Autonome ontwikkeling	0	0	0	0	0	0	0
Basisalternatief	--	-	--	--	--	+	-
Alternatief 2	-	-	0/-	0/-	-	+	0/-
Alternatief 3	--	-	--	--	--	+	-
MMA	-	-	-	-	-	++	0/-

Het eindoordeel van de uitvoeringsaspecten is gebaseerd op de weging van de verschillende effecten. In bovenstaande tabel zijn deze criteria en de waardering van de verschillende alternatieven weergegeven. Niet alle criteria zijn even zwaar wegend. De volgende criteria zijn het zwaarst gewaardeerd: ruimtegebruik, onderhoudsbaggerwerkzaamheden en kosten. Van iets minder belang achten wij de uitvoeringsmethode. Het energiegebruik en de uitvoeringstijd zijn het minst belangrijk.

2. SLIBHUISHOUDING

2.1 Beoordelingscriteria

De criteria om de gevolgen voor de slibhuishouding te beoordelen moeten duidelijkheid geven of de doelstelling al dan niet gehaald wordt. Deze criteria gelden zowel voor de korte termijn als voor de lange termijn. De korte termijn betreft de periode waarin de verdiepingswerkzaamheden worden uitgevoerd. Deze uitvoeringsperiode omvat ca 5 jaar. De periode "korte termijn" zal tot 3 à 5 jaar na afloop van de uitvoeringsperiode duren. In die jaren moet zich een nieuw evenwicht instellen. Totaal omvat de korte termijn dus 8 à 10 jaar na aanvang van de verdiepingswerkzaamheden. De lange termijn is de periode na de korte termijn. Deze periode begint dus 8 à 10 jaar na aanvang van de verdiepingswerkzaamheden en duurt minimaal 80 jaar (WL, 1999).

Primair geldt het criterium "doorzicht", waarbij gestreefd wordt naar een doorzicht van minimaal 1,0 meter, overeenkomend met een zwevende stof concentratie van 3 mg C/l, resp. 6 mg zwevende stof/l. Bij dit doorzicht is er voldoende mogelijkheid voor hogere planten om zich te vestigen en wordt de randvoorwaarde voor een gezond ecologisch systeem geschapen. Secundair geldt het criterium "minimalisatie van de massa slib in omloop". Hoewel dit criterium veel raakvlak heeft met de eerste (hoe minder slib in omloop, hoe beter het doorzicht), is er toch ook nog een andere reden. De beoogde verdiepingen dienen namelijk duurzaam te zijn. Naarmate de massa slib die in omloop is vermindert, zullen de verdiepingen minder snel dichtslibben en zal daarmee de levensduur toenemen.

De primaire doelstelling weegt het zwaarst. Het doel is primair het doorzicht te verbeteren, waardoor als afgeleide de sedimentatie zal verminderen. De primaire doelstelling wordt daarom het zwaarst gewogen, waarbij een weegfactor van 75% wordt toegekend. De secundaire doelstelling krijgt een weegfactor van 25%. De criteria voor de toetsing zijn in tabel 2.1 samengevat

tabel 2.1: toetsingscriteria slibhuishouding

	Criterium	Weegfactor
Primair	doorzicht > 1,0 meter, zwevende stof concentratie < 3 mg C/l of < 6 mg zwevende stof/l	75%
Secundair	Minimalisatie slibmassa in omloop	25%

Bij de toetsingen geldt:

++	: de doelstelling wordt gehaald	waarde: + 1
+	: verbetering van de huidige situatie	waarde: + 0,5
0	: er treedt geen verandering op	waarde: 0
-	: vermindering van de huidige situatie	waarde: -0,5
--	: aanzienlijke verslechtering van de huidige situatie	waarde: -1

De waarden van -1 tot +1 zijn toegekend om een multicriteria-analyse mogelijk te maken.

2.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

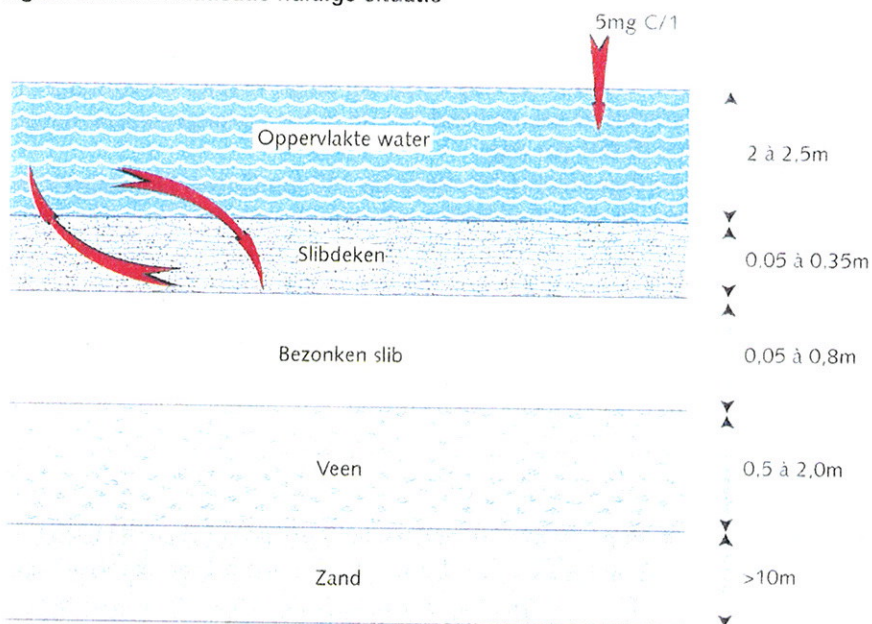
De Loosdrechtse Plassen zijn ontstaan door ontvening. De waterdiepte bedraagt in de open plassen 2 tot 2,5 meter en neemt naar de randen toe af tot ca 1,0 meter (Oranjewoud, 2000). Resten van de oude veenbodem zijn aanwezig in de vorm van de legakkers en de grond onder de plassen, de zogenaamde ondergrond. Daaronder bevindt zich het zandige watervoerend pakket.

Al jaren lang veroorzaakt de productie van fijn slib uit algen een vertroebeling van het oppervlaktewater (Gons 1987; figuur 3.4 verderop in dit MER) en daarmee een beperking van het doorzicht en lichtklimaat in de plassen. Eind jaren '80 was het jaargemiddelde doorzicht ca 0,3 meter. Vanwege de fosfaatreducerende maatregelen in de jaren '90 is het doorzicht toegenomen tot 0,5 meter in 1998. Sindsdien is het doorzicht weer verslechterd en thans (2002) met een gemiddelde van 0,4 meter op het niveau van begin jaren '90 teruggekomen. Wat de oorzaak is van deze trendbreuk is, is niet bekend. Wel is het duidelijk dat met alleen fosfaatbeperkende maatregelen een verbetering van de waterkwaliteit niet bereikt kan worden en dat aanvullende maatregelen nodig zijn. Zonder deze aanvullende maatregelen ziet het er naar uit dat de slibproductie alleen maar zal toenemen en dat daardoor het doorzicht verder zal afnemen. Dit zal onder meer consequenties hebben voor het onderhoud van de jachthavens. Deze zullen bij een toenemende slibproductie steeds eerder dichtslibben en zullen dus ook vaker gebaggerd moeten worden. De aangroei van de bagger in jachthavens en toegangseuilen bedraagt 15.000 tot 25.000 m³ per jaar (Grontmij, 2001). Anno 2003 ligt er circa 200.000 m³ in de jachthavens en toegangseuilen (achterstallig onderhoud).

Doorgaans bestaat slib uit deeltjes met een diameter van 60 µm en kleiner. Deze deeltjes kunnen zowel van organische (humus, veen, algen, detritus) als anorganische (kleimineralen) herkomst zijn. Naarmate de deeltjesgrootte afneemt, neemt de sedimentatie en consolidatie af. Het gehalte aan zwevend stof in de Loosdrechtse Plassen bedraagt gemiddeld circa 10 mg/l. Dit gemiddelde is gebaseerd op langjarige metingen over de periode 1981-1990 (Ebert en Van Liere, 1992). Uitgaande dat daarvan ongeveer 50% koolstof is (De Ruiter, 1999), komt dit neer op een concentratie van 5 gram C/m³. Als streefwaarde wordt een doorzicht van 1,0 meter (WL, 1999; Programma van Eisen, 2000) gehanteerd, overeenkomend met een zwevende stof concentratie van 3 gC/m³. Bij dit doorzicht moeten hogere planten in staat zijn zich te ontwikkelen. Het doorzicht van 1,0 meter is dan ook geen harde eis, maar meer een randvoorwaarde om een gezond ecosysteem te krijgen.

Het zwevende en bezonken slib in de Loosdrechtse Plassen bestaat uit grotendeels organisch materiaal, dat voor ongeveer de helft afkomstig is van de productie en afsterving van algen en voor ongeveer de helft uit geërodeerd veen. Uit metingen (Los et al, 1997) blijkt dat de vertroebeling van het oppervlaktewater en de vermindering van het doorzicht voor een belangrijk deel wordt veroorzaakt door de slibdeeltjes kleiner dan 10 µm. Deze fractie vertegenwoordigt voor ca 50% de hoeveelheid zwevende stof in de waterkolom. Vanwege de geringe waterdiepte heeft de wind een forse invloed op bezonken slib waardoor snel opwerveling optreedt. Het gevolg is dat er een continu proces van opwerveling en bezinking in combinatie met de productie van algen voorkomt. Figuur 2.1 illustreert dit. De luwe gebieden, zoals de havens, slibben hierdoor dicht.

figuur 2.1: schematisatie huidige situatie



In de loop van de jaren heeft zich een laag niet tot licht verontreinigd slib afgezet van 0,1 à 1,0 meter. Deze laag is opgebouwd uit een laag zwevend slib (de slibdeken, zijnde het mobiele slib dat continu sedimenteert en resuspendeert), van maximaal 0,35 meter en een laag vast slib van maximaal 0,8 meter. Het totale oppervlak waar zich slib heeft afgezet, bedraagt in de huidige situatie 100 à 150 ha (afgeleid uit Oranjewoud, 2000; Medusa 2002). Totaal heeft zich op de bodem van de plassen ca 150.000 ton slib (als organisch koolstof) afgezet, overeenkomend met ca 300.000 ton slib op basis van droge stof (WL, 1999). Het WL gaat uit van een effectief sedimentatieoppervlak van 20 à 100 ha (WL, 1999). Dit oppervlak is berekend aan de hand van windsnelheden en -richting in combinatie met de schuifspanning. De sedimentatie waar in dit MER over gesproken wordt betreft het fijne slib, dat met enkele honderden tonnen voorkomt in de waterfase en in het slib. Uit het Medusa-onderzoek is gebleken dat het meeste materiaal sedimenteert aan de westzijde van de plassen. Het is voornamelijk dit slib dat zorgt voor de vertroebeling en niet de vele duizenden tonnen grof slib die op de bodem van de plassen liggen. In het Intermezzo verderop wordt dieper op deze relatie zwevende stof - vertroebeling ingegaan.

Massabalansen

Onder de aanname dat er evenwicht is, heeft WL/Delft Hydraulics een massabalans voor de Loosdrechtse Plassen opgesteld voor een effectief sedimentatieoppervlak voor fijn slib van 100 ha (WL, 1999). Dit rapport is als bijlage 1 bij het MER opgenomen. In de berekeningen speelt de onzekerheid mee van de grootte van het huidige sedimentatieoppervlak voor het fijne slib. In 2002 heeft DWR nader (veld)onderzoek laten uitvoeren naar de slibbalans van de Loosdrechtse Plassen (Medusa, 2003). Ook hieruit bleek dat het niet mogelijk is om afzonderlijke balansen op te stellen voor slib van een bepaalde deeltjesgrootte. Voor de effectbeschrijving is daarom uitgegaan van 2 mogelijke sedimentatieoppervlakken, één van 60 ha en één van 100 ha (zie ook intermezzo verderop).

De vorming van zeer fijn slib uit algen (bepaald op basis van het algenmodel DBS; WL Delft Hydraulics, 1999) wordt met name bepaald door de beschikbaarheid van nutriënten. Op basis van de situatie in de jaren '82-'87, die model heeft gestaan voor de huidige situatie, is berekend dat de huidige productie uit algen 180 ton C/jaar is. De laatste jaren is de fosfaatbelasting al sterk gereduceerd. De verwachting is dat op lange termijn de vorming uit algen daalt tot 120 ton C/jaar. De afbraak is aan de hand van de in het bovengenoemde model gehanteerde afbraaksnelheid geschat (0,001 per dag).

Het transport van fijn slib is in de huidige situatie berekend op 140 ton C/jaar. Dit transport is berekend uit het uitstromende debiet en de gemiddelde concentratie van 5 g C/m³. De totale uitstroming is gemiddeld 28*10⁶ m³ (WL Delft Hydraulics, 1999). Door afname van de concentratie van het zwevende stof zal ook het transport van zwevende stof teruglopen.

De productie uit veen heeft het WL als een sluitpost aangenomen. De totale balans moet in een evenwichtsituatie op 0 uitkomen. Het gevolg is dat het WL in de uitgangssituatie (midden jaren tachtig) de productie van fijn slib uit veen berekent op 83 ton. Deze lagere productie heeft zijn impact op de massabalansen bij en na de verdiepingen.

Een voorbeeld van de resultaten van een balansberekening voor dit MER is weergegeven in tabel 2.2. Deze tabel betreft de zogenaamde basisvariant, waarbij een berekening is uitgevoerd voor een accumulatie oppervlak van 60 ha. Verder is onderscheid gemaakt tussen de effecten op korte termijn (KT) en lange termijn (LT). De korte termijn betreft de periode van uitvoering en enkele jaren daarna. In die periode is er nog geen sprake van een nieuw evenwicht, maar van een evenwicht dat verstoord is. Dit evenwicht zal zich in enkele jaren na de realisatie gaan herstellen.

De lange termijn betreft de periode vanaf enkele jaren na uitvoering van de verdiepingswerken. Deze periode duurt dan tot ca 80 jaar daarna. Deze 80 jaar is de geschatte capaciteit van de verdiepingen voor de opvang van het fijne slib.

tabel 2.2: voorbeeld van een balansberekening

Massabalans zeer fijn slib, voor en na verdieping					
<i>accumulatieopp., ha</i>	<i>60</i>	<i>164</i>	<i>164</i>	<i>sluitpost</i>	
	Voor verdieping	KT na verdieping, minder prod. uit veen	KT na verdieping, minder prod. uit veen én algen	LT na verdieping, minder prod. uit veen én algen	
- transport (netto afvoer)	-140	-84	-84	-58	ton C/jaar
- productie uit algen	180	180	120	120	ton C/jaar
- productie uit veen	110	83	83	83	ton C/jaar
- afbraak	-40	-40	-40	-40	ton C/jaar
- accumulatie	<u>-110</u>	<u>-191</u>	<u>-191</u>	<u>-104</u>	ton C/jaar
Totaal	0	-52	-112	0	ton C/jaar

Deze berekeningen zijn in het navolgende niet meer in tabellen gepresenteerd, maar in de vorm van staafdiagrammen (zie § 2.4).

Sedimentatieoppervlak in de huidige situatie en autonome ontwikkeling

Aan de vermindering van de eutrofiëring en vertroebeling van de plassen wordt al vele jaren aandacht besteed (Van Liere, 1992). Dit heeft geleid tot de volgende maatregelen, die ongeacht de verdiepingen, zullen worden uitgevoerd (WL, 1999) en daarmee als de autonome ontwikkeling kunnen worden beschouwd:

- reductie van de fosfaatbelasting met 75% ten opzichte van het huidige niveau
- omleiden van het water van de Bethunepolder en het dichten van sluislekken

In tabel 2.3 en tabel 2.4 (WL, 1999; Gons, 1987) zijn de vertroebeling en het doorzicht weergegeven voor de huidige situatie en de autonome ontwikkeling. De samenhang van deze grootheden wordt in het intermezzo verderop toegelicht.

tabel 2.3: huidige situatie en autonome ontwikkeling: sedimentatieoppervlak is 60 ha

	Huidige situatie	Autonome ontwikkeling
Zwevend stof gehalte [g C/m ³]	5	4
Doorzicht [dm]		
- zomermaanden	4-5	4
- wintermaanden	5-6	5

tabel 2.4: huidige situatie en autonome ontwikkeling: sedimentatieoppervlak is 100 ha

	Huidige situatie	Autonome ontwikkeling
Zwevend stof gehalte [g C/m ³]	5	4
Doorzicht [dm]		
- zomermaanden	4-5	5
- wintermaanden	5-6	5

Hieruit komt naar voren dat zowel in de huidige situatie als in de autonome ontwikkeling de maatregelen nog niet leiden tot de gewenste streefwaarden van resp. 3 mg C/l en 1,0 meter doorzicht. Derhalve zijn verdergaande maatregelen nodig, die gevonden zijn in het aanleggen van verdiepingen in de plassen. Aan de hand van massabalansen heeft het WL (WL, 1999) de relatie zwevende stof (als mg C/l) vs sedimentatieoppervlak berekend voor de Loosdrechtse Plassen. Dit rapport is als bijlage 1 bij het MER opgenomen.

Chemische kwaliteit van het slib

De kwaliteit van de slibdeken is in de plassen klasse 0 tot 2 met incidenteel klasse 3 tussen de legakkers. In de havens valt de slibdeken in de kwaliteitsklassen 2 en 3. De kwaliteit van het vaste slib en de vaste waterbodem is in de plassen klasse 0 tot 2. In de havens is dit klasse 2 tot 4. Het totale volume slib op de bodem van de Loosdrechtse Plassen wordt geschat op $3,3 \times 10^6 \text{ m}^3$ (WL, 1999).

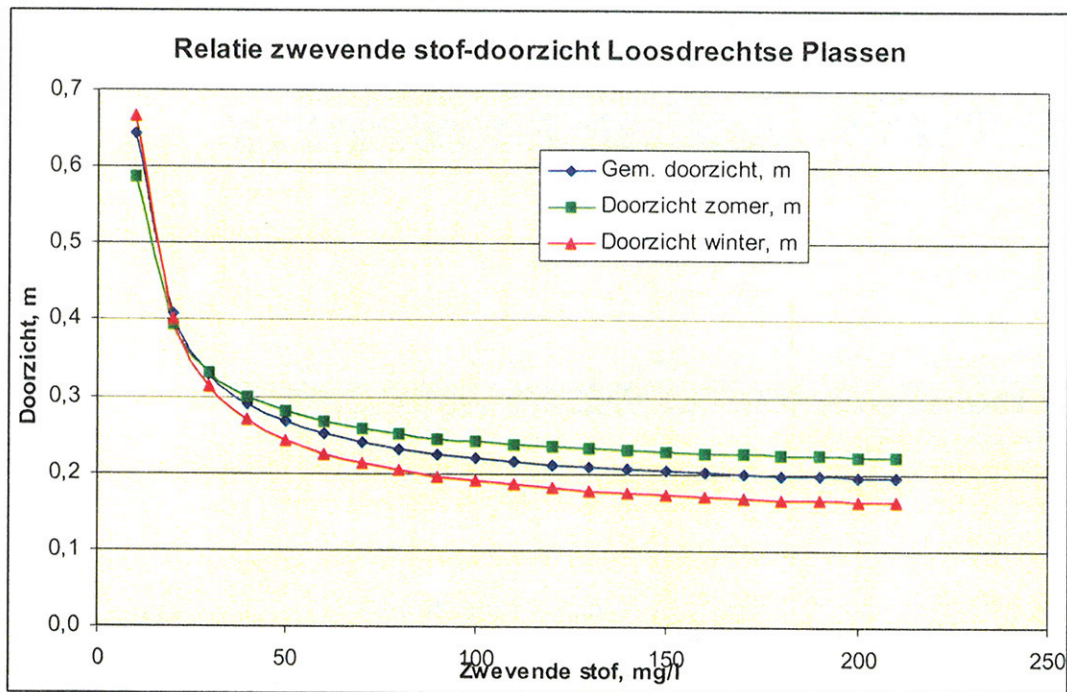
Door opwerveling kan theoretisch ook klasse 4 slib uit havens over de plassen worden verspreid en dus ook in de putten terecht komen. Aangezien havens als relatief luwe gebieden worden beschouwd (zie verderop) wordt deze kans echter niet groot geacht.

Intermezzo: Zwevende stof en vertroebeling

De aanwezigheid van zwevende stof en algen heeft tot gevolg dat licht minder diep kan doordringen. Dit heeft effect op bodemleven in de plas.

Bij een doorzicht van ca 1 meter, overeenkomend met 3 mg C/l (WL, 1999) is er een goed lichtklimaat aanwezig om hogere planten te laten ontwikkelen. Aan de hand van een uitgebreid meetprogramma (Gons, 1987) zijn empirische relaties tussen doorzicht, extinctie en zwevende stof afgeleid. Dit zijn deels niet-lineaire relaties, waarvan er een aantal in onderstaande figuur zijn opgenomen.

figuur 2.2: relatie zwevend stof en doorzicht



Uit figuur 2.2. blijkt dat bij een verdubbeling van het zwevend stof gehalte het doorzicht daalt naar 30 cm.

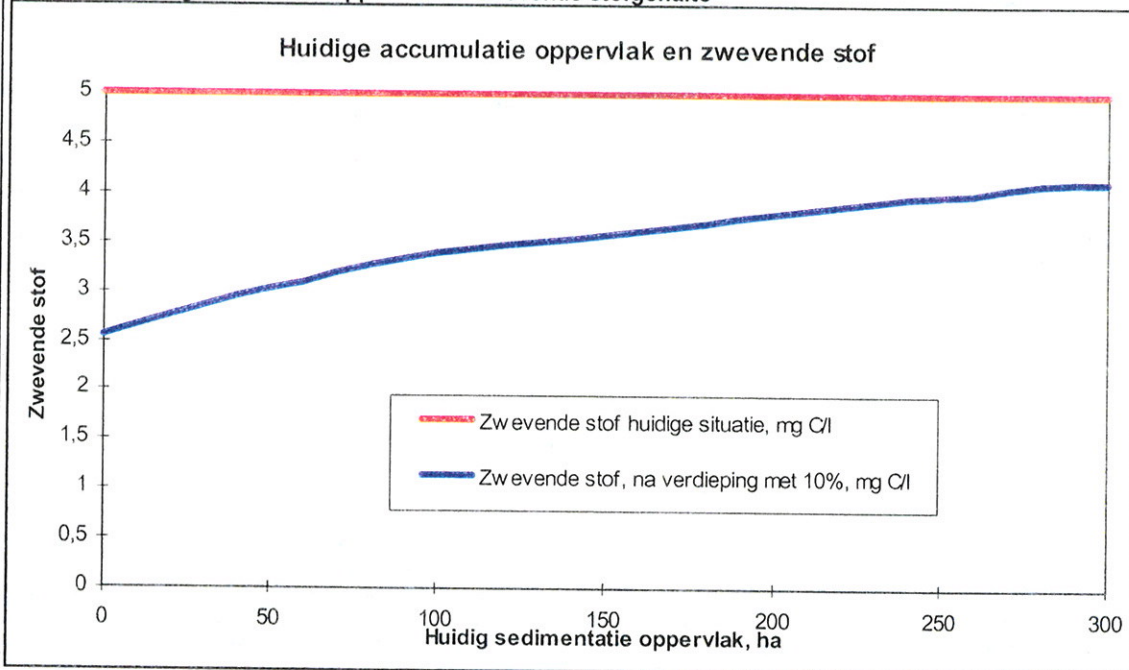
Het doorzicht wordt gemeten met een Secchi-schijf, een ronde witte schijf met een diameter van ca 40 cm. In de schijf zijn gaten aangebracht. Wanneer de gaten niet meer waargenomen kunnen worden, is dat de doorzicht diepte. Deze metingen zijn gebaseerd op zintuiglijke waarneming en daarmee afhankelijk van de persoon die dit uitvoert. In figuur 3.4 zijn de doorzichtmetingen vanaf begin jaren '80 tot eind jaren '90 opgenomen. De trendbreuk rond 1997 heeft vermoedelijk te maken met de overdracht van de metingen van de provincie Utrecht naar DWR.

De zwevende stof wordt uitgedrukt in mg droge stof per liter. Het WL drukt het zwevende stof uit in mg koolstof (C)/l, gebruik makend van de relatie 1 mg zwevende stof per liter \approx 0,5 mg C/l (De Ruiter, 1999). De biomassa algen wordt uitgedrukt in chlorofyl- α eenheden.

Één van de grote onzekerheden is de grootte van het huidige oppervlak waar fijn slib sedimenteert. De Loosdrechtse Plassen hebben een oppervlak dat ca 1200 ha is. Op een deel van dit oppervlak bezinkt het fijne slib. Dit oppervlak is niet eenvoudig te bepalen, omdat het hier om het fijne slib gaat wat maar een klein deel is van het totale slibvolume in de plassen. Indien het huidige oppervlak waar slib accumuleert (bezinkt en blijft liggen) klein is, zal vergroting van dit accumulatie oppervlak door verdiepingen aan te leggen veel meer effect hebben dan wanneer het huidige accumulatie oppervlak al groot is.

Daarmee is de grootte van dit oppervlak dus een belangrijk gegeven voor de slaagkans van de beoogde verdieping, die ca 10% van het plassenoppervlak beslaat. Het WL (1999) heeft in de balansstudie uitgezocht wat de relatie is tussen de grootte van het huidige accumulatie oppervlak en de aanleg van de beoogde verdieping. Het resultaat is opgenomen in figuur 14 van het WL-rapport. De grafieken in deze figuur zijn alle van de vorm zoals weergegeven in onderstaande figuur 2.3

figuur 2.3: huidig accumulatieoppervlak en zwevende stofgehalte

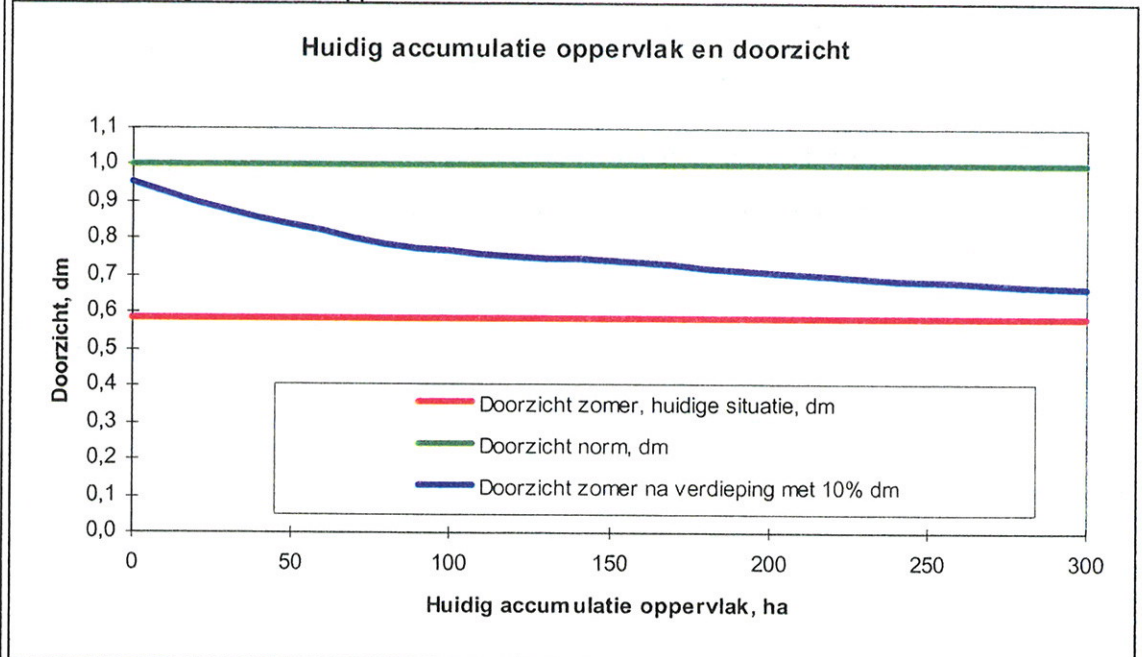


In figuur 2.3 zijn als voorbeeld de berekende zwevende stof gehalten weergegeven die ontstaan ná het aanleggen van verdiepingen die 10% van het huidige plasoppervlak beslaan. In dit voorbeeld zijn geen verdere maatregelen voorzien, zoals vermindering van het fosfaatgehalte om de productie van algen te beperken. Met de rode lijn is weergegeven wat de huidige zwevende stof concentratie is. Uit dit voorbeeld kan afgeleid worden dat, bij een huidig accumulatie oppervlak 100 ha zwevende stofgehalten van 3 à 3,5 mg C/l ontstaan. Bij een huidig oppervlak van 50 ha is dit ca 3 mg C/l en bij 200 ha zal het zwevende stof gehalte niet verder dalen dan zo'n 3,5 à 4 mg C/l.

Op deze wijze heeft het WL de effecten van de verdieping voor de verschillende scenario's (minder productie van algen door fosfaatreductie, minder productie van zwevende stof uit veen) doorgerekend en dit in één grafiek (figuur 14 van het WL-rapport) geplaatst. Daarbij is het WL uitgegaan van het bereiken van de normconcentratie van 3 mg C/l.

Het draait hier echter niet om de concentratie zwevende stof, maar om het doorzicht. Er moet een doorzicht bereikt worden van minimaal 1,0 meter. Met de eerder genoemde relaties (Gons, 1987) tussen doorzicht en zwevende stof is het bovenstaande voorbeeld (figuur 2.3) omgerekend naar figuur 2.4.

figuur 2.4: huidig accumulatieoppervlak en doorzicht



In figuur 2.4 zijn de doorzichten weergegeven die afgeleid zijn van de zwevende stof gehalten uit het voorbeeld. Dit zijn dus de doorzichten die verkregen worden na het aanleggen van de verdiepingen die 10% van het huidige plasoppervlak beslaan, zonder de eerder genoemde aanvullende maatregelen. In rood is aangegeven wat het huidige doorzicht is en in groen de norm/doelstelling van 1 meter doorzicht. Uit figuur 2.4 kan afgelezen worden dat bij een huidig accumulatie oppervlak van 100 ha een doorzicht van ca 8 dm wordt verkregen. Bij een huidig oppervlak van 50 ha is dit iets meer en bij 200 ha ca 7 dm. Naarmate het huidige accumulatie oppervlak groter is, is de toename van het doorzicht bij de beoogde verdieping dus minder. In het onderhavige voorbeeld blijkt dat, ongeacht de grootte (of de kleinte) van het huidige accumulatie oppervlak de doelstelling van 1 meter doorzicht niet gehaald wordt. Aanvullende maatregelen ter beperking van de algengroei en de productie uit sliblagen zijn dus noodzakelijk.

Het huidige accumulatie oppervlak blijft daarmee een onzekere factor. Het WL schat dit oppervlak op 20 à 100 ha, en is voor de verdere berekeningen uitgegaan van 100 ha. Dit oppervlak is ingeschat aan de hand van modelberekeningen op basis van wind-, stromings- en golfbewegingen en valsnelheden van fijn slib. Omdat dit het maximum oppervlak is van de range, is dit een pessimistische inschatting van de effectiviteit. Voor een meer optimistische inschatting is in dit MER een tweede oppervlak gekozen, namelijk 60 ha, zijnde het midden van de range. Het kiezen van het andere uiterste - 20 ha - als basis optimistische inschatting achten wij niet realistisch en daardoor niet verantwoord. Uit het rapport over het waterbodemonderzoek (Oranjewoud, 2000) kan afgeleid worden dat het oppervlak waar het meeste bodemslib zich bevindt, ca 125 ha is. Dit betreft al het bodemslib, dus inclusief het grove en makkelijker bezinkbaar materiaal. Daar het fijne slib moeilijker bezinkt, zal dit oppervlak voor fijn slib dus kleiner moeten zijn en is op de helft geschat.

2.3 Effecten

Bij de effectbepaling kan onderscheid worden gemaakt in tijdelijke en permanente effecten. De tijdelijke en permanente effecten worden per alternatief beschreven en beoordeeld. Allereerst worden de effecten van de verdiepingen in het algemeen behandeld, omdat de verdiepingen het uitgangspunt vormen van het herstelplan. Daarna volgende de verschillende alternatieven en varianten.

Verdiepingen en alternatieven

De verdiepingen worden aangelegd om de troebelheid van de plassen te bestrijden (en daarmee de ontwikkeling van waterplanten mogelijk te maken). De plassen zijn zo troebel omdat ze ondiep zijn, waardoor er voortdurend bodemslib opwerfelt. Daarnaast zijn de plassen eutroof (ze bevatten veel voedingsstoffen, met name het slib), waardoor in de zomerperiode veelvuldig ook algenbloei voorkomt. Deze algen zorgen ook voor vertroebeling en voor de vorming van slib na te zijn afgestorven in het najaar. Van de verschillende slibcategorieën draagt vooral de fijnste categorie bij aan de vertroebeling. Deze bevindt zich vrijwel voortdurend in de waterkolom. De grote massa slib op de bodem fungeert indirect als bron bij bijvoorbeeld harde wind, door scheepvaart en opwoeling door vis als brasem.

Deze kringloop houdt zichzelf in stand en kan alleen doorbroken worden door:

- het aanleggen van diepere delen in de plassen, waarin het moeilijk bezinkbare slib kan bezinken en niet meer kan opwerpen
- het terugdringen van de eutrofiëring door vermindering van de fosfaatbelasting

De terugdringing van de eutrofiëring is een proces dat al autonoom loopt. DWR heeft plannen om de huidige bronnen van fosfaat met 75% terug te dringen. Dit staat los van het MER, maar heeft wel het zelfde doel: het verbeteren van de waterkwaliteit. Om deze reden gaat het MER primair in op de effecten van de verdiepingen, maar wordt wel rekening gehouden met de autonoom lopende vermindering van de eutrofiëring. De effecten worden vergeleken met de autonome ontwikkeling, niet met de bestaande situatie.

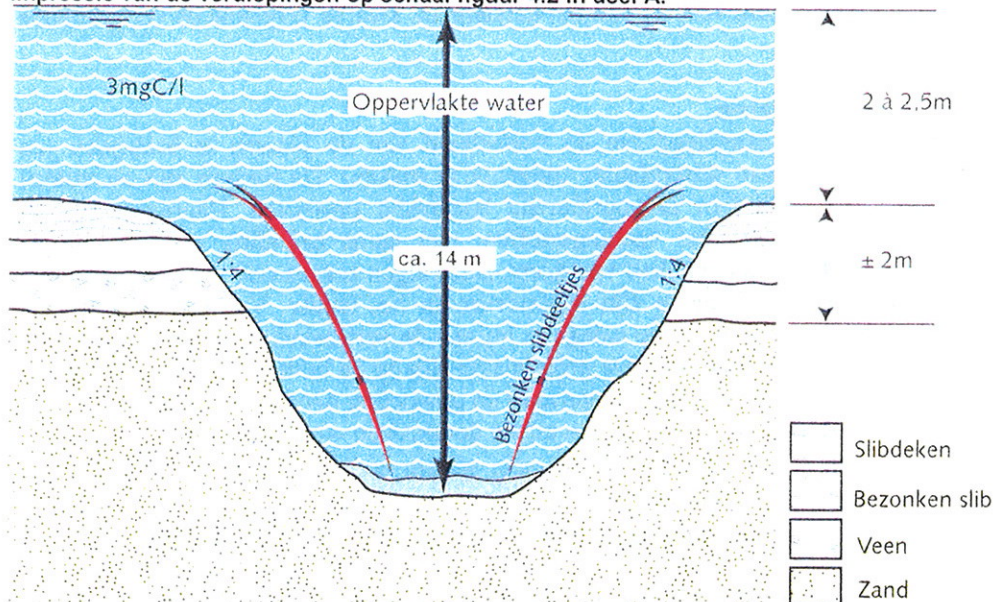
Met deze berekeningen, aangevuld met onderzoeksresultaten van onder andere het WOL, is nagegaan tot welke situatie de combinatie van verdiepingen en autonome ontwikkelingen kunnen leiden.

Ten gevolge van de verdiepingen veranderen met name de volgende termen in de massabalans:

- Een direct gevolg van de verdiepingen is dat het accumulatie oppervlak toeneemt tot 95 à 113 hectare. Het totale verdiepingsoppervlak bedraagt weliswaar 121 ha, maar het rendement van de verdiepingen ligt tussen de 79% en 94%. Het *effectieve* oppervlak is dus kleiner dan het werkelijke oppervlak. Het gehanteerde rendement is afhankelijk van de gekozen kritische schuifspanning waarbij het slib in suspensie komt. (WL, 1999);
- Op een langere termijn neemt tevens de productie uit veen af, doordat het opwervbare deel zich zal verzamelen in de put. Het grove slib zal in de verdiepingen gevangen worden zodat ook de productie van fijn slib door uiteenvallen van grover materiaal minder wordt. In het WL rapport wordt deze afname op 25% geschat;
- Door de te verwachten daling van het gehalte aan zwevend stof zal tenslotte de transportterm met evenredig percentage dalen.

In figuur 2.5 is de verdieping en het effect daarvan schetsmatig weergegeven.

figuur 2.5: schematische weergave van de werking van een verdieping als slibvang'. Zie voor een impressie van de verdiepingen op schaal figuur 4.2 in deel A.



Met de WL-berekeningen zijn de volgende drie verdiepingalternatieven uitgewerkt:

- 0) Huidige situatie en autonome ontwikkeling
- 1) Basisalternatief
- 2) Alternatief met onderzuigen
- 3) Alternatief waarbij een deel van het slib en ondergrond op land wordt geborgen
- 4) MMA

Deze alternatieven zijn onderstaand uitgewerkt tot beschrijvingen van de effecten. In de uitwerking zijn figuren en tabellen opgenomen. Deze figuren en tabellen zijn gebaseerd op:

- a) de relatie huidig accumulatie oppervlak vs resulterende concentratie zeer fijn slib (figuur 14 uit WL, 1999; dit rapport is als bijlage 1 bij het MER opgenomen);
- b) de relaties tussen zwevende stof en doorzicht (Gons, 1987);
- c) de relatie tussen droge stof en organische stof (De Ruiter, 1999).

Beschrijving van de effecten

Tijdens de verdiepingswerkzaamheden zal er tijdelijk en lokaal een toename van de zwevende stof mogelijk zijn, tot ca 100 mg/l op een afstand van enkele tientallen meters van de baggeraartuigen. Deze toename wordt veroorzaakt door mors en vertroebeling tijdens het baggeren. Deze toename is gebaseerd op ervaringen met metingen bij waterbodemsaneringen in ondiep water (DHV, 1997a en b) en op metingen in de Breukeleveense plas (J.Kamminga, J.W.Voort, april 2002). De effecten zijn tijdelijk en lokaal:

- Tijdelijk: na maximaal enkele uren na het baggerwerk is de vertroebeling weer teruggebracht tot het achtergrondniveau;
- Lokaal: de vertroebeling beperkt zich tot een straal van maximaal enkele tientallen meters van het baggervertuig.

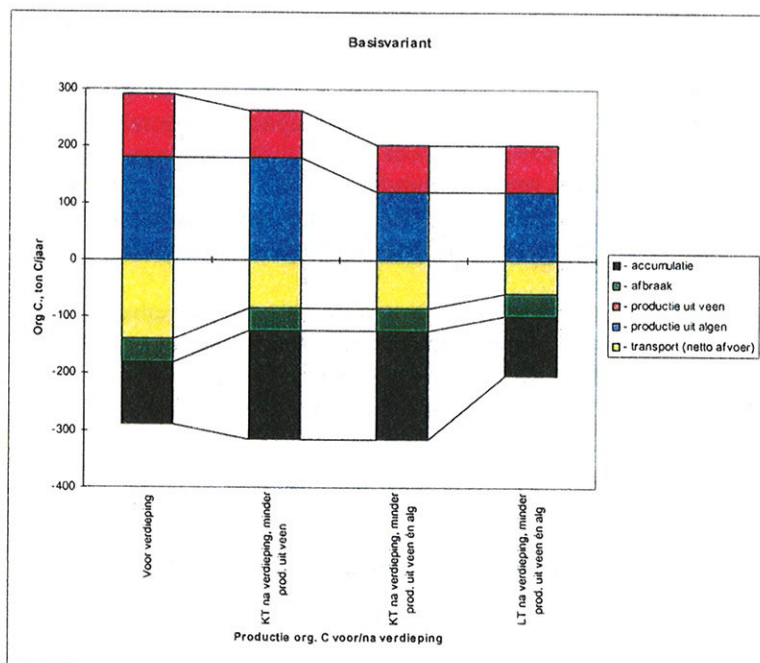
Door gebruik te maken van speciaal baggermateriaal en voorzieningen kan dit effect worden beperkt (zie ook paragraaf "mitigerende maatregelen").

Basisalternatief

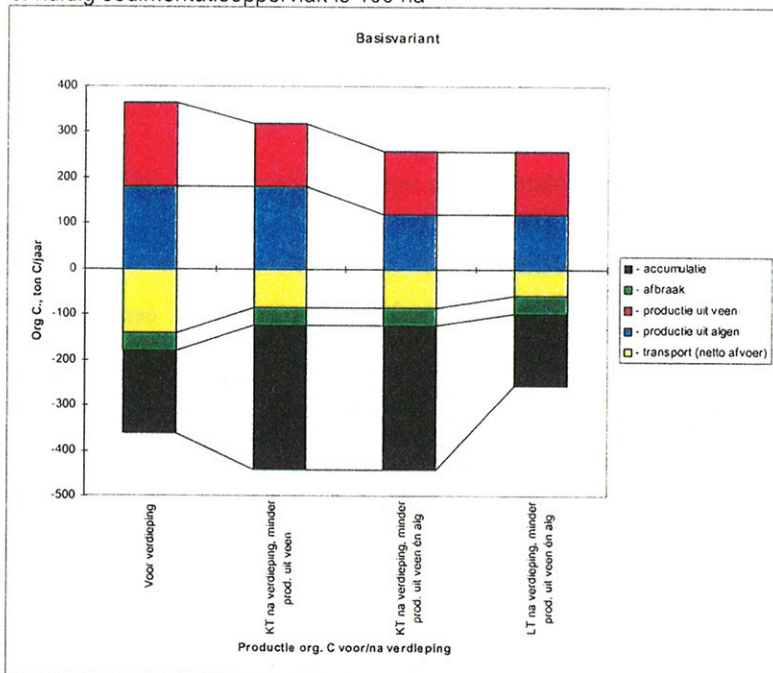
In het Basisalternatief worden de bovengrond en het slib eerst in een tijdelijk damwandendepot in de Loosdrechtse Plassen geborgen. Na verwijdering van deze toplaag wordt het benodigde zand gewonnen. Vervolgens wordt de bovengrond op een nieuwe zandwinlocatie verwijderd en gestort in de reeds ontstane zandwinput. Aan het eind van dit "omputten" wordt de bovengrond en het slib uit het tijdelijke damwandendepot verwijderd en gestort in één van de putten. De totale in de Loosdrechtse Plassen aanwezige hoeveelheid ondergrond en slib verandert dus niet. Het slib en de ondergrond uit de aan te leggen verdiepingen komt namelijk weer op een andere locatie in de plassen in verdiepingen terecht. In de figuren 2.6a en b zijn de massabalansen beschreven voor de korte en de lange termijn na realisatie van de verdiepingen, uitgaande van het huidige sedimentatieoppervlak van 60 ha.

figuur 2.6: massabalansen Basisalternatief (korte termijn (KT) en lange termijn (LT)) voor en na verdieping

a: huidig sedimentatieoppervlak is 60 ha



b: huidig sedimentatieoppervlak is 100 ha



In de huidige situatie is er bij een sedimentatieoppervlak van ca 60 ha sprake van een evenwichtssituatie: er wordt evenveel koolstof geproduceerd als er verdwijnt. In figuur 2.6a is dit weergegeven doordat het gedeelte boven de nullijn (productietermen) gelijk is aan het gedeelte onder de lijn (verdwijntermen).

Kort na de verdieping, vermoedelijk de eerste paar jaar, ontstaat een situatie waarin het evenwicht verstoord is. Er wordt namelijk extra sedimentatiecapaciteit gecreëerd (van gemiddeld ca 60 ha naar ca 164 ha; WL, 1999), waardoor er tijdelijk netto meer koolstof accumuleert dan wordt geproduceerd. Tevens wordt er minder koolstof uit veen en mogelijk ook al uit algen geproduceerd. De lagere productie en grotere sedimentatie leidt ertoe dat ook minder koolstof kan worden afgevoerd. Het resultaat is een negatieve slibbalans (tweede en derde kolom in figuur 2.6a).

Over de lange termijn stelt zich een nieuw evenwicht in, waardoor de netto massabalans weer 0 is. De sedimentatie is dan minder geworden, omdat het voor die situatie overmatige slib dan reeds gesedimenteerd is, er minder productie van fijn slib is en de concentratie fijn slib in de waterfase is afgenomen tot ca 3 mgC/l. In deze lange termijn ontwikkeling is de autonome ontwikkeling, om tot ca. 25% van de huidige fosfaatbelasting te komen, inbegrepen.

Figuur 2.6 a betreft de massabalansen bij een huidig sedimentatieoppervlak van 60 ha. In figuur 2.6b zijn de balansen opgenomen voor een huidige maximum sedimentatie, uitgaande van 100 ha. De mechanismen zijn daarbij gelijk aan die van figuur 2.6a, zij het dat de absolute getallen groter zijn.

Uit deze massabalansen kan afgeleid worden dat een huidig sedimentatieoppervlak van 60 ha effectiever is dan een oppervlak van 100 ha. De belangrijkste reden is dat bij 60 ha minder fijn slib uit veen wordt geproduceerd. De achterliggende reden is dat het WL heeft

aangenomen dat na de verdiepingen de productie van fijn slib uit veen 75% is van de productie zonder verdieping. Bij een kleiner uitgangsoppervlak voor sedimentatie (60 i.p.v. 100 ha) leidt dit dan direct tot een lagere productie uit veen. Voor de korte termijn leidt dit tot een verhoogde accumulatie tot een nieuw evenwicht wordt bereikt en de lange termijn situatie is ingesteld.

De verdiepingen leiden bij de basisvariant tot in tabel 2.5 en tabel 2.6 weergegeven concentraties aan zwevend stof (WL, 1999) en het daarmee samenhangende doorzicht (Gons, 1987). Hieruit blijkt dat voor de lange termijn voldaan wordt aan het gewenste doorzicht. Dit geldt zowel voor het sedimentatieoppervlak van 60 als 100 ha en voor de zomer en winter. Voor de korte termijn is er een overgangssituatie, die al aanzienlijk beter is dan de huidige situatie, maar nog niet voldoet aan de streefwaarde.

tabel 2.5: resultaten Basisalternatief, huidig sedimentatieoppervlak is 60 ha

	korte termijn	lange termijn
Zwevend stof gehalte [g C/m ³]	3	2
Doorzicht [dm]		
- zomermaanden	8-9	11-12
- wintermaanden	10-11	13 - 15

tabel 2.6: resultaten Basisalternatief, huidig sedimentatieoppervlak is 100 ha

	Korte termijn	Lange termijn
Zwevend stof gehalte [g C/m ³]	3	2
Doorzicht [dm]		
- zomermaanden	7 - 8	10 - 11
- wintermaanden	9 - 10	12 - 13

Uit deze tabellen kan afgeleid worden dat, naarmate het huidige sedimentatieoppervlak groter is, de effectiviteit van de voorgenomen verdieping minder is. In het rapport van WL/Delft Hydraulics (1999) is dit voor de gehele range aan sedimentatieoppervlakken tussen 0 en 250 ha uitgewerkt (figuur 14). Uit deze figuur kan afgeleid worden dat bij een bestaand sedimentatieoppervlak van ca 130 ha een soort "break even point" bereikt wordt: daarboven zijn de voorgenomen verdiepingen, niet meer effectief, daaronder nog deels wel.

Alternatief 2 (onderzuigen)

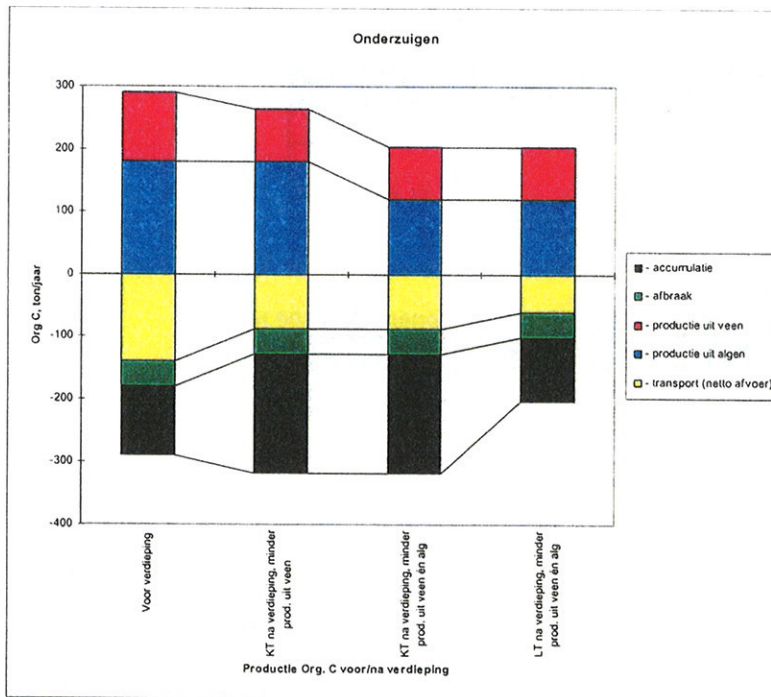
Bij dit alternatief wordt zand gewonnen via het systeem van diepzuigen. Hierdoor blijft het slibpakket en de ondergrond op de betreffende winlocatie achter en zakt geleidelijk aan naar beneden in de put die dan ontstaat. De firma De Vries en Van de Wiel heeft met deze methode een proef in het Markermeer uitgevoerd en de bevindingen kort op papier gezet (De Vries en Van de Wiel, 1995). De kans dat de bovengrond van slap veen en slib wordt meegezogen is aanwezig. Er is veel ervaring met deze techniek in Nederland. Publicaties over de methode zijn echter weinig voorhanden, omdat bij de methode veel vakmanschap komt kijken en dit beschermd wordt door de aannemerij. Er wordt van uitgegaan dat voor het scheiden van zand en het meegezogen slib en/of veen een sedimentatiebekken bij het tussendepot nodig is. Indien de eerste put op diepte gebracht is kan het afgescheiden slib met het retourwater

teruggebracht worden in de put. Er zijn dan ook geen extra voorzieningen nodig om veen/slib af te scheiden uit het gewonnen zand, anders dan een reservering van extra sedimentatiecapaciteit om onvoorziene situaties het hoofd te kunnen bieden.

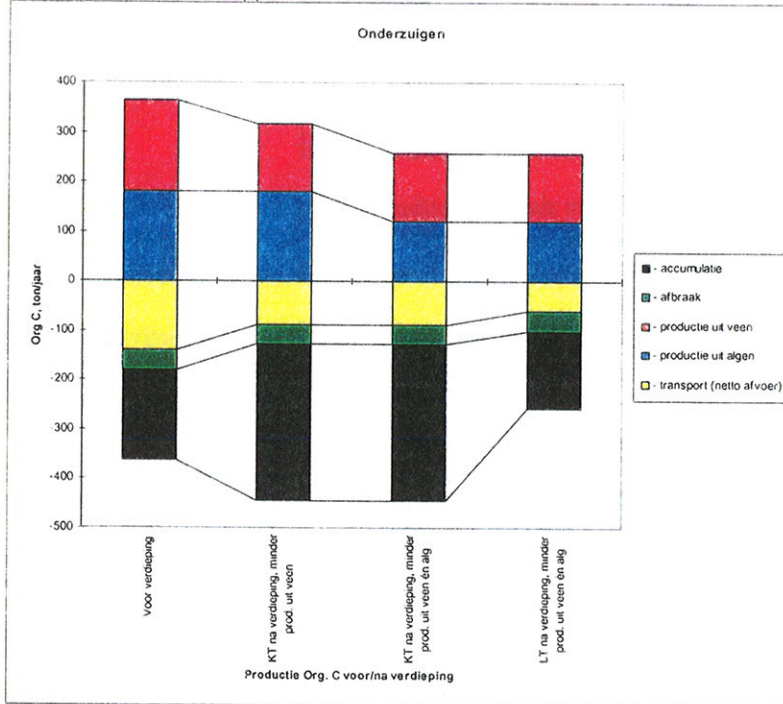
Deze reservering zal vrijwel niet kostenverhogend werken. Verder moet bedacht worden dat er geen kosten voor een tijdelijk damwanden depot en voor het omputten gemaakt hoeven te worden. Dit alternatief resulteert in de volgende massabalans (figuur 2.7 a en b).

figuur 2.7: massabalansen Alternatief 2 (korte termijn (KT) en lange termijn (LT)) voor en na verdieping

a: huidig sedimentatieoppervlak is 60 ha



b: huidig sedimentatieoppervlak is 100 ha



Uit de massabalansen, weergegeven in tabel 2.7, tabel 2.8 en figuur 2.7, kan afgeleid worden dat een huidig sedimentatieoppervlak van 60 ha ook hier effectiever is dan een oppervlak van 100 ha.

Aangenomen is in deze variant dat na verdieping de helft van het dan in de verdiepingen liggende ondergrond- en slibpakket nog beschikbaar is voor opwerveling. De reden voor deze aanname is dat er, ondanks alle positieve ervaringen, toch tegenvallers kunnen optreden, waardoor er tijdens de zandwinning toch nog slib of veen opgewerveld of meegezogen kan worden. Ten tweede zal, in tegenstelling tot de andere alternatieven, het fijne slib bovenop de ondergrond blijven liggen, met mogelijk toch nog een kans op opwerveling. Vanwege deze onzekerheden is een onzekerheidsfactor van 50% aangehouden. Deze factor houdt in dat de helft van het slib in de put (dus 50% van de 7% slib die in de verdiepingen verdwijnt) nog steeds beschikbaar is voor opwerveling, waardoor de uiteindelijke concentratie fijn slib vergelijkbaar is met het Basisalternatief. Dit resulteert in de volgende zwevende stof concentraties en doorzichten:

tabel 2.7: resultaten Alternatief 2 huidig sedimentatieoppervlak is 60 ha

	Korte termijn	Lange termijn
Zwevend stof gehalte [g C/m ³]	3	2
Doorzicht [dm]		
- zomermaanden	8 - 8	10 - 11
- wintermaanden	9 - 10	13 - 14

tabel 2.8: resultaten Alternatief 2 huidig sedimentatieoppervlak is 100 ha

	Korte termijn	Lange termijn
Zwevend stof gehalte [g C/m ³]	3	2
Doorzicht [dm]		
- zomermaanden	7 - 8	10
- wintermaanden	9 - 9	12 - 13

Uit deze twee tabellen kan afgeleid worden dat het verdiepen volgens dit alternatief leidt tot een verbetering van het doorzicht. Voor de korte termijn worden de streefwaarden nog niet gehaald, voor de lange termijn wel. Bedacht moet worden dat rekening is gehouden met een pessimistische inschatting van de effecten.

Ook hier blijkt weer dat bij een huidig sedimentatieoppervlak van 60 ha de effectiviteit van de verdiepingen groter is dan bij een huidig sedimentatieoppervlak van 100 ha

Alternatief 3 (deel slib en bovengrond op land bergen)

Het baggerwerk in dit alternatief is hetzelfde als in het Basisalternatief. Er is nu geen tijdelijk damwanden depot nodig. In plaats daarvan wordt de bovengrond deels gebruikt in het depot Polder Mijnden en deels voor uitbreiding van het eiland Geitekaai, in totaal wordt 0.4 miljoen m³ slib in deze depots verwerkt. Daarnaast zal de overige bovengrond met slib gestort worden in de dan verkregen putten.

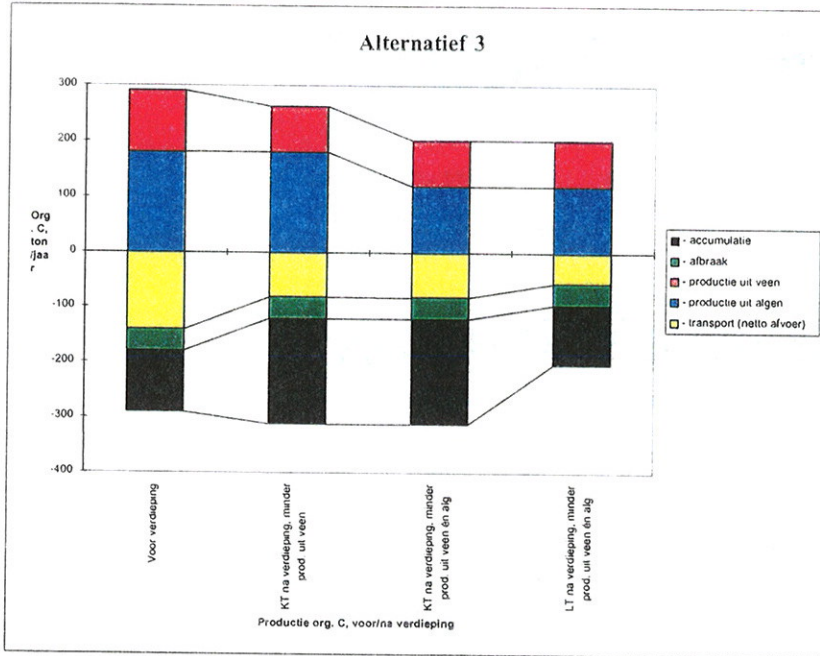
Daar een deel van het slib niet meer beschikbaar is, omdat het uit het systeem gehaald is, is de verwachting dat de opwerveling minder zal zijn. Om deze reden is een onzekerheidsfactor aangehouden, die inhoudt dat ten opzichte van de basisvariant 50% minder slib van de ontgroning beschikbaar is voor opwerveling. Dit houdt in dat de uiteindelijke concentratie fijn slib derhalve 3,5% lager ligt ten opzichte van die voor de basisvariant. Dit resulteert in de massabalansen conform figuur 2.8.

Lokaal vindt vertroebeling plaats door:

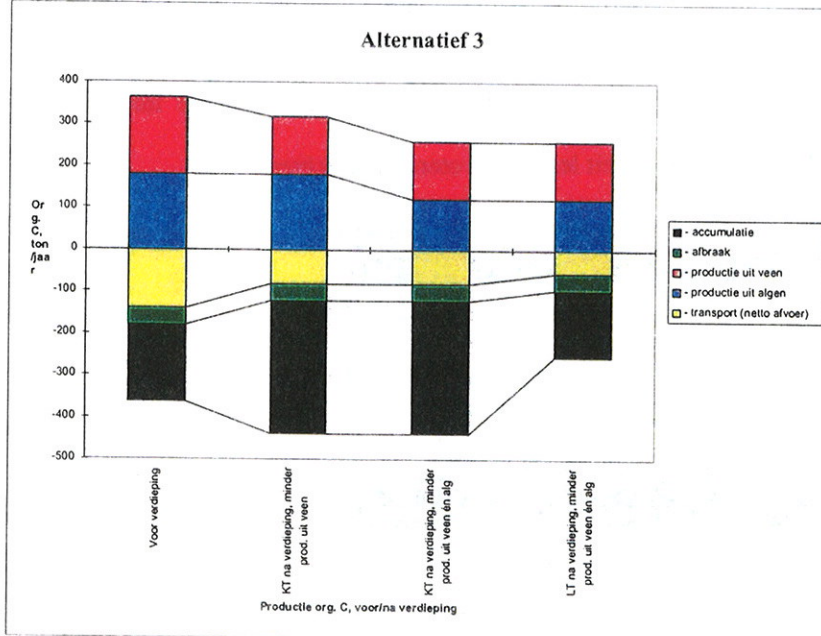
- De verplaatsing van de bovengrond en het slib. De effecten zullen hiervoor hetzelfde zijn als in het Basisalternatief: een tijdelijk – gedurende de periode van het verwijderen van de bovengrond – doorzicht van ca 25 cm, met een straal van ca 50 à 100 meter rond de plaatsen waar gebaggerd wordt.
- Bij het verwerken in het eiland Geitekaai. De effecten zullen zich gedurende de periode van het verwerken (enkele maanden) voordoen, met een doorzicht dat beperkt kan worden tot ca 25 cm tot een afstand van 50 à 100 meter van de werkzaamheden.
- Bij het lozingspunt van het depot Polder Mijnden. Rond het lozingspunt uit het depot in de polder Mijnden kan de zwevende stof concentratie in het oppervlaktewater ca 20 mg/l zal zijn. Dit leidt tot een tijdelijk en lokaal doorzicht van ca 40 cm, gedurende de periode dat het depot geëxploiteerd wordt. De effecten zullen beperkt zijn tot een gebied met een straal van ca 50 m.
- Bij het storten van resterend slib en bovengrond in de verkregen putten. Bij het storten zijn tijdelijk en lokaal verhoogde zwevende stof concentraties te verwachten tot ca 50 mg/l. Dit kan leiden tot een doorzicht van ca 25 cm, met een straal van ca 50 à 100 m.

figuur 2.8: massabalansen Alternatief 3 (korte termijn (KT) en lange termijn (LT)) voor en na verdieping

a: Huidig sedimentatieoppervlak is 60 ha



b: Huidig sedimentatieoppervlak is 100 ha



Uit de massabalansen kan afgeleid worden dat, met de gedane aannames, een huidig sedimentatieoppervlak van 60 ha ook hier effectiever is dan een oppervlak van 100 ha, zowel in de huidige als de toekomstige situatie na verdieping.

Dit resulteert in de volgende zwevende stof concentraties en doorzichten:

tabel 2.9: resultaten Alternatief 3, bij huidig sedimentatieoppervlak van 60 ha

	Korte termijn	Lange termijn
Zwevend stof gehalte [g C/m ³]	3	2
Doorzicht [dm]		
- zomermaanden	8 - 9	11 - 12
- wintermaanden	10 - 11	14 - 15

tabel 2.10: resultaten Alternatief 3, bij huidig sedimentatieoppervlak van 100 ha

	Korte termijn	Lange termijn
Zwevend stof gehalte [g C/m ³]	3	2
Doorzicht [dm]		
- zomermaanden	ca 8	10 - 11
- wintermaanden	9 - 10	13 - 14

In deze variant worden op de lange termijn de streefwaarden weer gehaald. Voor de korte termijn is er sprake van een aanzienlijke verbetering ten opzichte van de huidige situatie, waarbij echter nog niet voldaan wordt aan de streefwaarden.

MMA

Het MMA bestaat uit Alternatief 2, waarbij de verdiepingen 15 ha groter worden gemaakt, terwijl het volume te winnen zand gelijk blijft. Het grotere oppervlak heeft extra sedimentatie capaciteit tot gevolg. Verder worden de havens uitgebaggerd en het klasse 0-2 slib in de ontstane putten gestort. Het klasse 3-4 slib wordt naar daarvoor bestemde inrichtingen afgevoerd.

De vergroting van de sedimentatie capaciteit leidt tot grotere doorzichten:

tabel 2.11: resultaten MMA, bij huidig sedimentatieoppervlak van 60 ha

	Korte termijn	Lange termijn
Zwevend stof gehalte [g C/m ³]	3	2
Doorzicht [dm]		
- zomermaanden	ca 9	11 - 12
- wintermaanden	10 - 11	14 - 15

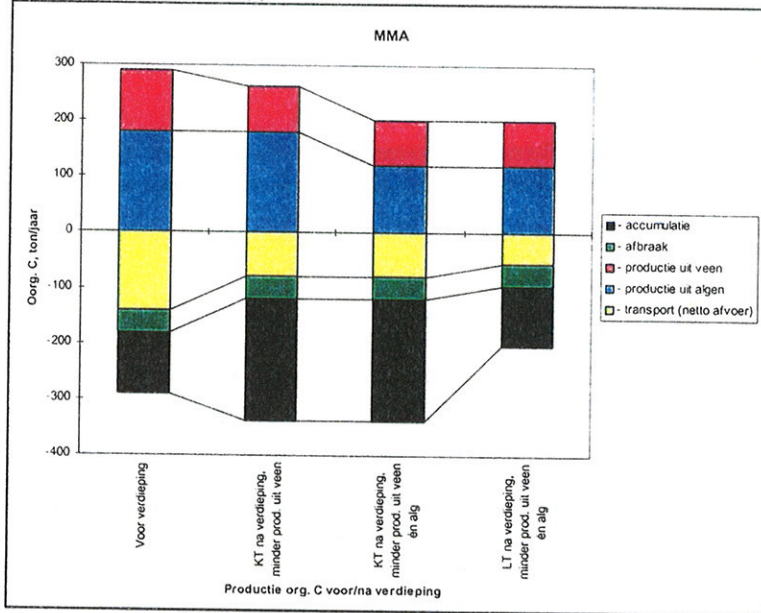
tabel 2.12: resultaten MMA, bij huidig sedimentatieoppervlak van 100 ha

	Korte termijn	Lange termijn
Zwevend stof gehalte [g C/m ³]	3	2
Doorzicht [dm]		
- zomermaanden	ca 8	10 - 11
- wintermaanden	9 - 10	13 - 14

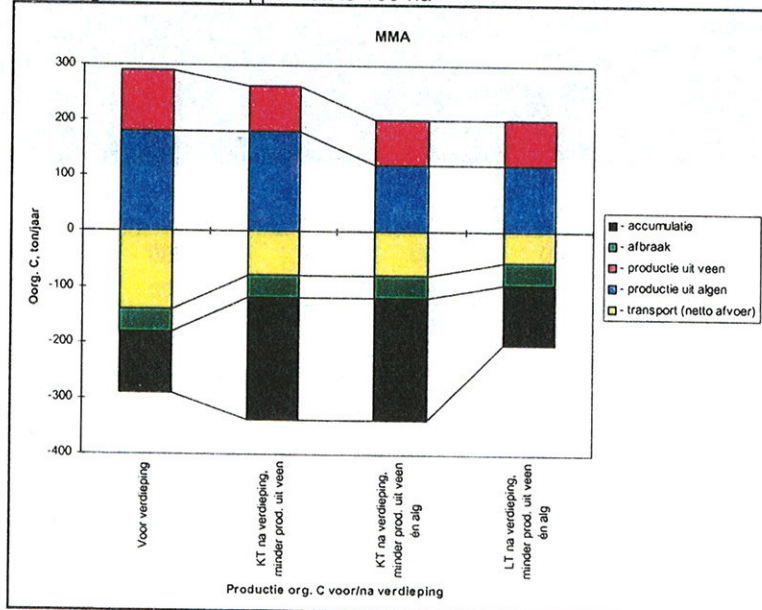
Uitgaande van de extra sedimentatie capaciteit (geen 104 maar 115 ha oppervlak) zijn onderstaand de massabalansen gegeven die dan te verwachten zijn. Deze massabalansen zijn berekend uit lineaire extrapolatie van de berekeningen van het WL (WL Delft/ Hydraulics, 1999).

figuur 2.9: massabalansen MMA (korte termijn (KT) en lange termijn (LT)) voor en na verdieping

a: Huidig sedimentatieoppervlak is 60 ha



b: Huidig sedimentatieoppervlak is 100 ha



Vergeleken met Alternatief 2 heeft het MMA een verhoogde sedimentatie tot gevolg op de korte termijn. De overcapaciteit heeft tot gevolg dat meer slib op de korte termijn zal sedimenteren. Deze overcapaciteit heeft meerdere voordelen:

- er wordt meer zekerheid verkregen over de effectiviteit van de verdiepingen (vooral omdat niet bekend is wat de grootte van het huidige sedimentatieoppervlak is)
- er zal zich sneller een evenwicht instellen, waardoor de lange termijn situatie eerder bereikt wordt

Het MMA leidt tot een extra verbetering van het doorzicht met 5 à 10 cm.

2.4 Vergelijkend overzicht en toetsing

Onderstaand zijn de resultaten van de berekeningen samengevat en getoetst. Daarbij is onderscheid gemaakt in de twee te toetsen grootheden, namelijk de massastromen en het doorzicht.

Massastromen

Als eerste is in tabel 2.13 een sommatie van de massastromen slib, uitgedrukt in ton organisch koolstof per jaar, gegeven voor de verschillende alternatieven en sedimentatieoppervlakken. De sommatie omvat alle deelstromen, zowel productie- als verdwijntermen. De verdwijntermen zijn in de massabalansen in de figuren in de vorige paragraaf negatief gepresenteerd (ze verdwijnen immers) waardoor bij evenwicht de som dus 0 is.

Voor deze sommatie zijn alle termen evenwel positief genomen, waarmee een absoluut getal ontstaat. Dit absolute getal is dus de totale massa fijn slib die per alternatief in het systeem in omloop is. Naarmate dit absolute getal, de som van alle termen dus, kleiner is, is de hoeveelheid slib in omloop dus ook kleiner. De getallen zijn afgerond op vijftigtallen.

tabel 2.13: overzicht van de effecten op massastromen (in ton C/jaar)

Alternatieven	Voor verdieping	--- Na verdieping, korte termijn ---				-- Na verdieping, lange -- termijn	
		minder prod. uit veen	score	minder prod. uit veen én alg	score	minder prod. uit veen én alg	score
Huidige situatie, 60 ha	600						
100 ha	750						
Basisalternatief, 60 ha		600	0	500	+	400	++
100 ha		750	-	700	+	500	++
Alternatief 2, 60 ha		600	0	500	+	400	++
100 ha		750	-	500	++	500	++
Alternatief 3, 60 ha		600	0	500	+	400	++
100 ha		750	-	700	+	500	++
MMA, 60 ha		600	0	550	+	400	++
100 ha		500	++	450	++	400	++

In de tabel zijn tevens beoordelingen gegeven. De symbolen hebben daarbij de volgende betekenis:

- ++ de nieuwe situatie is aanzienlijk beter dan de huidige (vermindering meer dan 100 ton C/jaar)
- + de nieuwe situatie is beter dan de huidige (vermindering van 25 à 100 ton C/jaar)
- 0 er treedt vrijwel geen verandering op (vermindering minder dan 25 ton C/jaar tot een toename van 25 ton C/jaar)
- de nieuwe situatie is minder dan de huidige situatie (toename van 25 à 100 ton C/jaar)
- de nieuwe situatie is aanzienlijk slechter dan de huidige situatie (toename meer dan 100 C/jaar)

Uit de berekeningen in tabel 2.13 kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Alle berekeningen zijn, vanwege het modelmatige karakter en de gedane aannames, omgeven met onzekerheden. Ondanks deze onzekerheden is het mogelijk conclusies te trekken;
- De verdiepingen hebben alle een vermindering van de totale koolstofkringloop tot gevolg;
- Op korte termijn zijn, zonder dat de eutrofiëring wordt teruggebracht, de verschillen klein;
- De combinatie van de factoren: vermindering van algenproductie, toename van sedimentatie en vermindering van slibproductie uit veen, leidt ertoe dat volgens Alternatief 2 en het MMA de koolstofkringloop het meest vermindert. Voor de lange termijn hebben de drie alternatieven allen dezelfde vermindering van de koolstofkringloop tot gevolg. Voor de combinatie korte termijn + lange termijn levert het onderzoigen het beste resultaat. Voorwaarde is dat dan wel de eutrofiëringsbestrijding wordt doorgezet.

Het eindoordeel dat aan deze beoordeling kan worden toegekend is:

tabel 2.14: vergelijkend overzicht van de effectscores op massastromen

Alternatieven	Eindoordeel	Eindoordeel
	korte termijn	lange termijn
Autonome ontwikkeling	0	0
Basisalternatief, 60 ha	0/+	+
100 ha	+	+
Alternatief 2, 60 ha	0/+	+
100 ha	+	++
Alternatief 3, 60 ha	0/+	+
100 ha	+	+
MMA, 60 ha	0/+	+
100 ha	++	++

Dit oordeel is tot stand gekomen door de effecten van korte én lange termijn gelijk te wegen en de autonome ontwikkeling (eutrofiëring) mee te wegen. Zonder de autonome ontwikkeling zou de massa slib in omloop veel minder afnemen.

Doorzicht

Als tweede zijn de effecten van de verschillende alternatieven op het doorzicht samengevat in tabel 2.15 voor de verschillende alternatieven én sedimentatieoppervlakken. Het onderscheid naar huidige sedimentatieoppervlakken is hier niet meer expliciet in gepresenteerd, omdat de verschillen daarin weinig onderscheidend zijn. De samenvatting betreft de berekende zwevende stof concentraties (WL, 1999) en de daaruit berekende doorzichten in zomer en winter (Gons, 1987) voor de verschillende varianten. De berekende zwevende stof concentraties zijn afgerond op hele getallen. Hierdoor is er geen verschil aantoonbaar in de zwevende stof concentraties die op de korte en lange termijn bereikt worden volgens de verschillende varianten. In de resultaten van de verschillende alternatieven is het effect van de vermindering van de eutrofiëring inbegrepen. Naarmate het doorzicht groter is dan in de huidige situatie, is het effect van de maatregel beter. Bij een doorzicht van 1 meter of meer is de beoogde doelstelling gehaald.

tabel 2.15 overzicht concentraties zwevend stof en doorzicht

Alternatief	Concentratie zeer fijn slib (mg C/l)	Doorzicht zomer (dm)		Doorzicht winter (dm)	
Huidige situatie	5	4-5	0	5-6	0
Autonome ontwikkeling	5	4	0	5	0
Basisalternatief					
- korte termijn	3	8-9	+	9 - 11	+
- lange termijn	2	10 - 12	++	12 - 15	++
Alternatief 2					
- korte termijn	3	7- 8	+	9 - 10	+
- lange termijn	2	10 - 11	++	12 - 14	++
Alternatief 3					
- korte termijn	3	8 - 9	+	9-11	+
- lange termijn	2	10 - 12	++	13 - 15	++
MMA					
- korte termijn	3	8- 9	+	10-11	+
- lange termijn	2	10 - 12	++	13 - 15	++

In de tabel zijn de resultaten beoordeeld. Bij de toetsingen geldt:

- ++ de doelstelling wordt gehaald
- + de nieuwe situatie is beter dan de huidige
- 0 er treedt geen verandering op
- de nieuwe situatie is minder dan de huidige situatie
- de nieuwe situatie is aanzienlijk slechter dan de huidige situatie

Uit tabel 2.15 kunnen de volgende conclusies getrokken:

- De resultaten van de verschillende varianten ontploen elkaar weinig, waardoor het op grond van het doorzicht niet mogelijk is de voorkeur voor een bepaalde variant uit te spreken.
- Alle alternatieven leiden tot verbetering van de huidige situatie. De autonome ontwikkeling leidt op zich al tot een verbetering van de huidige situatie. Deze autonome ontwikkeling is echter niet toereikend om de doelstelling van minimaal 1 meter doorzicht te halen. Andersom zullen de verdiepingen zonder eutrofiëringsbestrijding ook niet leiden tot het gewenste doorzicht. Beide maatregelen zijn dus samen nodig om de doelstelling te halen.
- Voor de korte termijn leiden alle maatregelen alleen in de winter tot de gewenste situatie van meer dan 1 meter doorzicht. In de zomer wordt de doelstelling dan nog niet gehaald, hoewel een verbetering ten opzichte van de huidige situatie optreedt.
- Voor de lange termijn voldoen alle varianten aan de gestelde eis van 1,0 meter doorzicht, zowel in de zomer als in de winter.

Het eindoordeel dat aan deze beoordeling kan worden toegekend, is weergegeven in tabel 2.16. Dit oordeel is tot stand gekomen door de effecten van korte én lange termijn gelijk te wegen en de autonome ontwikkeling (aanpak eutrofiëring) daarin mee te wegen. De periode waarover getoetst wordt (zomer of winter) is niet van invloed. Derhalve worden deze bij de overall beoordeling achterwege gelaten.

tabel 2.16: vergelijkend overzicht van de effectscores op doorzicht

Alternatief	Eindoordeel	
	Korte termijn	Lange termijn
Autonome ontwikkeling	0	0
Basisalternatief	+	++
Alternatief 2	+	++
Alternatief 3	+	++
MMA	+	++

De overall beoordeling van de effecten van de maatregelen volgens de verschillende alternatieven op de massastromen slib en het doorzicht is in tabel 2.17 en tabel 2.18 opgenomen. In deze beoordeling zijn de effecten op de massastromen met 25% en die op het doorzicht met 75% gewogen.

tabel 2.17: overzicht effectscores tijdelijke effecten (korte termijn) op slibhuishouding

Alternatief	Massastromen	Doorzicht	Eindoordeel
<i>Weegfactoren</i>	<i>0,25</i>	<i>0,75</i>	<i>1</i>
Autonome ontwikkeling	0	0	0
Basisalternatief	+	+	+
Alternatief 2	+	+	+
Alternatief 3	+	+	+
MMA	+	+	+

tabel 2.18: overzicht effectscores van permanente effecten (lange termijn) op slibhuishouding

Alternatief	Massastromen	Doorzicht	Eindoordeel
<i>Weegfactoren</i>	<i>0,25</i>	<i>0,75</i>	<i>1</i>
Autonome ontwikkeling	0	0	0
Basisalternatief	+	++	++
Alternatief 2	+	++	++
Alternatief 3	+	++	++
MMA	++	++	++

Conclusies

Uit deze tabellen kan afgeleid worden dat het onderscheid tussen de berekende effecten van de verschillende verdiepingsvarianten klein is. Alle alternatieven hebben ongeveer hetzelfde positieve effect. Alternatief 2 (onderzuigen) heeft een klein "voorsprong", omdat de massastromen slib daarbij het kleinst zijn. Het voordeel is echter niet significant. Het zelfde geldt voor het MMA, waar ten opzichte van het onderzuigen weer een kleine verbetering wordt bereikt.

Het huidige accumulatie oppervlak is een onzekerheid en een leemte in kennis. Indien dit nu klein is, dan zal de effectiviteit van de verdiepingen groot zijn. Is dit accumulatie oppervlak al groot, dan zullen de verdiepingen nog maar weinig kunnen bijdragen. Uit de WL-berekeningen kan worden afgeleid dat, als het huidige accumulatie oppervlak groter is dan ca. 130 ha het twijfelachtig wordt of de gestelde doelstelling van 1 meter doorzicht gehaald wordt. Uit schattingen op basis van metingen is de meest realistische schatting van het huidige accumulatie oppervlak echter ca 60 ha, waardoor de slaagkans op het bereiken van de doelstelling groot genoemd mag worden.

In het evaluatieprogramma van het MER zal aandacht besteed moeten worden aan de leemten in kennis. Deze leemten betreffen de grootte van de huidige massabalansen van slib en het huidige sedimentatieoppervlak. In dit MER is het niet mogelijk om nauwkeurige opgaven te doen van de balansen en oppervlakken. Het blijft bij globale schattingen op basis van modelberekeningen.

3. HYDROLOGIE EN WATER(BODEM)KWALITEIT

3.1 Beoordelingscriteria

Bij de beoordeling van de gevolgen op de hydrologie en oppervlaktewaterkwaliteit van de diverse varianten worden de volgende aspecten beschouwd:

- wijzigingen in de waterbalans van de Loosdrechtse Plassen en omliggende gebieden;
- wijzigingen in stijghoogten van het 1e watervoerend pakket;
- verandering van de oppervlaktewaterkwaliteit (chemisch en troebelheid) en hiermee samenhangende waterbodempkwaliteit.

Veranderingen in het waterpeil van de plassen zelf worden niet in beschouwing genomen.

Bij de beoordeling wordt onderscheid gemaakt tussen tijdelijke effecten tijdens de verdiepingswerkzaamheden en permanente effecten nadat de werkzaamheden zijn afgerond en er zich een nieuwe evenwichtssituatie heeft ingesteld.

3.1.1 Oppervlaktewaterpeil en compenserende maatregelen

Voor alle alternatieven geldt dat er zand en proceswater wordt verwijderd. Bij het zandzuigen worden circa 4 volume delen water per volume deel zand onttrokken. In totaal zal per jaar circa 2 à 2,5 miljoen m³ zand worden gewonnen, wat wil zeggen dat jaarlijks 10 à 12,5 miljoen m³ zand en proceswater uit de plassen wordt verwijderd. Hieruit volgt dat het waterpeil gemiddeld circa 1,8 cm per week zou dalen door de zandwinning. Tijdelijk kan de zandproductie oplopen tot 100.000 m³/week (zand en proceswater 500.000 m³/week), in welke periode het waterpeil zelfs 4,2 cm per week zou kunnen dalen.

Het toegestane peil in de Loosdrechtse Plassen ligt tussen NAP-1,07 meter en NAP-1,15 m. Grotere variaties zijn niet toelaatbaar in verband met funderingen. Op grond hiervan wordt een peildaling van 1,8 cm per week of meer als onacceptabel beschouwd. Voor alle varianten geldt dat er compenserende maatregelen moeten worden getroffen.

Tijdens de werkzaamheden wordt proceswater en zand uit de plassen onttrokken. Voor een deel wordt dit volume gecompenseerd door huidige watertoevoer. Alleen als deze hoeveelheid water gelijk is aan de hoeveelheid verwijderd zand en proceswater (maximaal 500.000 m³/week), hoeft er geen extra water te worden ingelaten (ARK-water). Uit gegevens van DWR (augustus 2000) blijkt dat dit slechts gedurende 20% van de tijd het geval is. In 80% van de tijd zal dus tenminste een deel van het jaarlijks verwijderde zand en proceswater (10 tot 12,5 miljoen m³) extra moeten worden ingelaten. Maximaal gaat het om 8 tot 10 miljoen m³ water per jaar. Naar verwachting zal deze hoeveelheid extra in te laten ARK-water kleiner zijn. Daar er al (gedefosfateerd) water uit het Amsterdam-Rijnkanaal wordt ingelaten, is het een voor de hand liggende keuze om deze inlaat tijdelijk op te voeren. De maximale zuiveringscapaciteit is 67,6 miljoen m³ jaar. Gemiddeld is de afgelopen jaren 10,5 miljoen m³/jaar ingelaten. Dat wil zeggen dat een maximaal additionele 8 tot 10 miljoen m³/jaar te zuiveren water mogelijk is. Bij de verdere uitwerking wordt aangenomen dat alleen gedefosfateerd ARK-water wordt gebruikt ter compensatie.

Met compenserende maatregelen zijn de wijzigingen in het oppervlaktewaterpeil niet noemenswaardig en valt dit onderwerp buiten de beoordeling.

3.1.2 Tijdelijke effecten

Tijdelijke effecten op de hydrologie

Bij het graven van de putten wordt bij de meeste varianten de sliblaag en de daaronder liggende restveenlaag verwijderd, waardoor ter plaatse tijdelijk de infiltratie naar het eerste watervoerend pakket zal toenemen. Hierdoor zal er meer water opkwellen in de Bethunepolder, Polder Mijnden en de 1e Waterleidingplas. Dit is een negatief effect, omdat in de polders dan meer water uitgeslagen moet worden. Tevens dient de toename van infiltratie gecompenseerd te worden met extra in te laten ARK-water. In het algemeen wordt ernaar gestreefd zo min mogelijk gebiedsvreemd water in te laten, ook al is het water gedefosfateerd.

Het beoordelingscriterium is:

- de toename van de infiltratie ter plaatse van de putten waardoor extra kwel in de polders optreedt en extra water in de plassen gelaten moet worden.

Tijdelijke effecten op de waterkwaliteit; vertroebeling

Bij aanvang van de verdiepingswerkzaamheden wordt de slib/veenlaag in vrijwel alle alternatieven van de bodem verwijderd. Dit gaat onvermijdelijk gepaard met mors en opwerping hetgeen leidt tot vertroebeling. Met name opwerping van de allerfijnste fractie, het mobiele slib, is een probleem omdat dit continu sedimenteert en weer in suspensie komt, wat bijdraagt aan het slechte doorzicht. Alleen nadat de slibvang gereed is, zal het mobiele slib definitief bezinken. Dit gebeurt dus pas na enige jaren. Om deze vertroebeling te minimaliseren dient milieuvriendelijk te worden gebaggerd, bijvoorbeeld door het gebruik van afschermkappen rond de ontgravingskop.

Na verwijdering van de bovenlaag, zoals plaatsvindt in vrijwel alle alternatieven, zal ook de winning van zand onder de veen/sliblaag tot (tijdelijke) vertroebeling kunnen leiden. Dit materiaal heeft een hogere sedimentatiesnelheid dan het veen/slib en leidt in beginsel tot minder langdurige vertroebeling. Na enige tijd zal het zand in de nabijheid van de slibvangen sedimenteren. Daar staat tegenover dat de delfstoffenwinning gedurende langere tijd zal plaatsvinden.

De vertroebeling die ontstaat bij het aanleggen van de stalen damwand is relatief gering, omdat de aanlegtijd kort is. Indien de damwand boven de waterspiegel uitkomt, zal bij het verwijderen van de slib/veenlaag binnen de damwand de verspreiding van mobiel slib richting de plassen gering zijn. Hetzelfde geldt voor het storten van slib (met valpijp) en later weer ophalen van het slib binnen de damwand. Bij het verwijderen van de damwand zal weer vertroebeling optreden, echter deze werkzaamheden zijn slechts van korte duur.

Beoordelingscriteria zijn:

- vertroebeling door verwijdering van de slib/veenlaag;
- vertroebeling door winning van het zand.

Tijdelijke effecten op de waterkwaliteit; chemie

Bij de mors van baggerslib komen aan het slib gehechte verontreinigingen in de waterfase (desorptie). Het PAK-gehalte in het slib bepaalt de verontreinigingsklasse. Het gaat hierbij om de middelzware tot zware PAK, bestaande uit 4 rings-verbindingen of meer. De binding van deze PAK aan sediment is sterk. Er is vanwege de verdelingscoëfficiënt K_d , die in de orde grootte van 10^4 à 10^6 liter per kilogram ligt, geen meetbare toename van PAK in de waterfase te verwachten. Derhalve wordt aan de invloed van PAK op de waterkwaliteit geen aandacht besteed.

Bij het baggeren is daarentegen wel een extra desorptie van in het slib opgeslagen nutriënten te verwachten. Met name de extra fosfaatbelasting door de baggerwerkzaamheden verdient aandacht.

Als compenserende maatregel wordt aangenomen het inlaten van extra gedefosfateerd ARK water (zie §3.1.2). In principe wordt ernaar gestreefd zo min mogelijk gebiedsvreemd water in te laten, zelfs als dit water is gedefosfateerd.

In tabel 3.6 en tabel 3.7 is de gemiddelde samenstelling van het plassenwater in 1998 terug te vinden. In tabel 3.7 staat tevens aangegeven wat de concentraties fosfaat en chloride zijn van het gedefosfateerde ARK-water dat ingelaten wordt. De fosfaatconcentratie van het ingelaten gedefosfateerde ARK-water is lager dan die in de plassen, wat een gunstig effect is. In bijlage 2 is een overzicht opgenomen van de analysetresultaten van het ARK-water voor en na defosfatering (gemiddelde van 1998).

De chloride concentratie van het ingelaten ARK-water is hoger dan die in de plassen wat dus in principe een verslechtering van de waterkwaliteit inhoudt. De verhoging van de chloride concentratie is het gevolg van de coagulatie met $FeCl_3$, de toegepaste methode om het fosfaat te verwijderen. Het is aannemelijk dat naast de chlorideconcentratie ook de ijzerconcentratie van het behandelde water omhoog gaat. Het ijzer is echter niet in vrije ionvorm aanwezig, maar als colloïdaal $Fe(OH)_3$ wat na verloop van tijd bezinkt. De concentratie vrij Fe in het water is waarschijnlijk laag.

Door de waterbeheerder (AGV) wordt ernaar gestreefd de waterkwaliteit van de plassen te verbeteren. Er zijn ecologische streefwaarden opgesteld voor de plassen (DWR, augustus 2000, gebaseerd op IWACO, 1996). Deze staan vermeld in tabel 8.7 van het betreffende rapport. De ecologische normdoelstelling (END) moet nog formeel vastgelegd worden. De huidige waterkwaliteit voldoet echter niet aan de streefwaarden. Een verslechtering van de kwaliteit is alleen acceptabel als het tijdelijk is en wanneer hiermee de doelstelling op de lange termijn (END) gediend wordt en het biologisch functioneren van het watersysteem niet in gevaar wordt gebracht. Een blijvende verslechtering van de waterkwaliteit is slechts acceptabel als aannemelijk gemaakt kan worden dat de doelstelling voor de lange termijn op een andere wijze voldoende gediend wordt en het biologisch functioneren van het watersysteem niet in gevaar wordt gebracht. Er is niet gemeten of zich in het gedefosfateerde ARK-water micro-verontreinigingen bevinden. Er is derhalve geen uitspraak te doen over verslechtering of verbetering van de waterkwaliteit wat dat betreft.

Uit het hierboven beschrevene volgt dat het om een tijdelijke verslechtering gaat, die geen negatieve effecten heeft. Mogelijk worden tijdelijk wel enkele ecologische streefwaarden overschreden.

Samengevat zijn de beoordelingscriteria:

- extra emissies van fosfaat naar het oppervlaktewater;
- hoeveelheid ingelaten gebiedsvreemd, gedefosfateerd ARK-water;
- mate waarin de concentratie fosfaat afneemt door menging met ARK-water;
- toename van de chloride concentratie door menging en toetsing van de waterkwaliteit van de Loosdrechtse Plassen na menging aan de ecologische streefwaarden.

Tijdelijke effecten op de waterbodempkwaliteit

Door de inlaat van ARK-water slaat extra $\text{Fe}(\text{OH})_3$ neer. Hieraan kan extra fosfaat adsorberen. Dit treedt voornamelijk nabij het inlaatpunt op.

Bij het verwijderen van de bovengrond en het zand ontstaat vertroebeling. Door de extra desorptie bij opwervelingen verbetert in theorie de waterbodempkwaliteit. Dit effect is echter nihil.

Het defosfateerd ARK-water bevat minder fosfaat dan momenteel gemiddeld in de plas aanwezig is. Indien veel compensatiewater moet worden ingelaten, betekent dit dat de fosfaatvrucht tijdelijk afneemt en dus ook de fosfaatbelasting van de waterbodem. Uit balansberekeningen blijkt overigens dat de afname van het fosfaatgehalte in de toplaag maximaal enkele procenten bedraagt.

De tijdelijke effecten op de waterbodempkwaliteit worden beoordeeld naar:

- de mate waarin de fosfaatbelasting van de waterbodem afneemt.

3.1.3 Permanente effecten

Permanente effecten op de hydrologie

Nadat het zand is gewonnen dienen de putten als slibvang. Volgens het WL (WL, 1999) zal alleen opwervelbaar slib in de putten bezinken. Dit slib draagt niet of nauwelijks bij aan de weerstand van de deklaag buiten de slibvang. De intree weerstand van de waterbodem en het afdekkend pakket buiten de putten verandert derhalve niet of nauwelijks omdat de aanleg van de putten met name invloed heeft op het opwervelbaar deel van het slib.

In de putten zal in de loop der jaren slib bezinken. Het WL (WL, 1999) schat dat binnen enkele jaren circa 4 meter slib zal sedimenteren, hetgeen overeenkomt met ruim 1 meter slib per jaar. Binnen 1 jaar bedraagt de weerstand al meer dan de helft van de uitgangsweerstand. Op termijn zal de weerstand tot boven de oorspronkelijke weerstand stijgen. Het effect hiervan op de waterbalans en stijghoogtes in de omgeving is nihil. Dat wil zeggen dat er geen geohydrologische effecten meer zijn te verwachten na een termijn van circa 2 à 3 jaar na aanleg van de putten.

Door het gebruik van het overslagdepot aan het Amsterdam-Rijnkanaal zal zetting van de ondergrond optreden. Deze zetting is in alle alternatieven gelijk en daarmee geen onderscheidend effect. De omvang van de zetting is afhankelijk van de hoeveelheid en het gewicht van het materiaal in het depot en van de samenstelling (veengehalte en lutumgehalte) van de onderliggende bodem. De zetting zal geen invloed hebben op de grondwaterstand daar de grondwaterstand in de polder kunstmatig bepaald wordt.

- Er zijn geen permanente geohydrologische effecten.

Permanente effecten op de oppervlaktewaterkwaliteit; vertroebeling

Het doel van de verdiepingswerkzaamheden is verbetering van de waterkwaliteit en daarmee verbetering van het ecologisch functioneren van de Loosdrechtse Plassen. De verdiepingen moeten ervoor zorgen dat het slib niet voortdurend in suspensie blijft doordat de deeltjes in de putten terechtkomen. De afname van de zwevend stof-concentratie moet leiden tot een groter doorzicht. Het accumulatie-oppervlak is bepalend voor de afname van de concentratie zwevend stof (WL, 1999). Het accumulatieoppervlak is voor alle alternatieven even groot.

Het beoordelingscriterium is:

- de mate van verbetering van het doorzicht door afname van de zwevend stof-concentratie.

Permanente effecten op de oppervlaktewaterkwaliteit; chemie

Nadat de ontzandingswerkzaamheden zijn gestaakt hoeft ook geen extra ARK-water meer te worden ingelaten. Dat wil zeggen dat er geen beïnvloeding van de waterkwaliteit meer zal plaats vinden. Gemiddeld heeft het water een verblijftijd van 6 tot 7 maanden in de plassen. Na die tijd zullen de concentraties zich hersteld hebben.

De verminderde vertroebeling zal leiden tot een verlaging van de nalevering van nutriënten aan het oppervlaktewater en daardoor tot een lagere algenconcentratie en een beter doorzicht. Tevens neemt de gemiddelde fosfaatconcentratie van de waterbodem buiten de slibvangen af (zie §2.5.1) waardoor de nalevering naar het oppervlaktewater afneemt. Dit treedt voor alle alternatieven in even grote mate op.

Extra nalevering van nutriënten kan mogelijk optreden in de slibvangen. De diepte van de te graven putten zal de kritische grens, waarbij zomerstratificatie optreedt, overschrijden. Dat betekent dat gedurende het zomerseizoen zich een spronglaag zal instellen waaronder de temperatuur flink lager is dan in de laag daarboven. Onder de spronglaag treedt veelal na verloop van tijd, door afbraak van uitzakkend organisch materiaal, zuurstofloosheid op. In de stratificatieperiode neemt de concentratie nutriënten onder de spronglaag toe. Zo zal onder anaërobe omstandigheden bijvoorbeeld FePO_4 kunnen oplossen tot PO_4^{3-} en Fe^{2+} . Daarentegen is in de bovenste waterlaag, door fotosynthetische processen, sprake van een afname van de concentraties van nutriënten (Nijburg e.a., 1999). Al met al leidt stratificatie in de zomerperiode tot een toename van de nalevering van fosfaat vanuit de waterbodem. In de herfst, bij voldoende menging als gevolg van wind, wordt de stratificatie veelal weer opgeheven en worden de nutriënten weer min of meer homogeen over de waterkolom verdeeld. In theorie kan dit tot een tijdelijke verslechtering van de waterkwaliteit van de bovenlaag leiden. In geen enkele bestudeerde Nederlandse diepe plas zijn na de opheffing van

de stratificatie in het najaar meetbare nadelige effecten op de waterkwaliteit waargenomen (Nijburg e.a., 1999).

Om deze reden wordt de kans op zuurstofloosheid en extra belasting van het oppervlaktewater met fosfaat als gevolg van zomerstratificatie gering geacht.

De beoordelingscriteria zijn:

- mate van verbetering van het doorzicht door afname van nutriënten-nalevering uit opgewerveld slib en daardoor afname van de algenconcentratie;
- optreden van zuurstofloosheid en extra fosfaatbelasting in de herfst als gevolg van stratificatie.

Permanente effecten op de waterbodembodemkwaliteit

Naar verwachting zal in de slibvangen een deel van het zwevend slib en de bovenste laag van de waterbodem terechtkomen. De gehalten fosfaat en andere verontreinigingen zijn hierin juist het hoogst. Gemiddeld wordt de kwaliteit van het achterblijvende slib dus beter.

De emissie van verontreinigingen naar de plassen is momenteel lager dan de afgelopen jaren en zal naar verwachting nog verder afnemen (zie § 2.3.3). Dat wil zeggen dat het toekomstig gevormd slib een betere kwaliteit heeft dan het verwijderde slib, zij het dat nu bijvoorbeeld nog wel klasse 2 slib ontstaat. Overall zal de kwaliteit van de waterbodem buiten de slibvangen echter wel beter worden en blijven.

Bij het MMA zal additioneel de kwaliteit van de waterbodem in de havens worden verbeterd. Het beoordelingscriterium is:

- mate waarin het gehalte fosfaat en andere verontreinigingen in de waterbodem buiten de slibvangen afneemt

3.1.4 Samenvatting beoordelingscriteria hydrologie en water(bodem)kwaliteit

Samenvattend zijn de criteria waarop de verschillende alternatieven beoordeeld worden:

Tijdelijk effecten:

- De toename van de infiltratie ter plaatse van de putten waardoor extra kwel in de polders optreedt en extra water in de plassen gelaten moet worden.
- Vertroebeling door verwijdering van de slib/veenlaag.
- Vertroebeling door winning van het zand.
- Extra emissies van fosfaat naar het oppervlaktewater door verwijdering van de slib/veenlaag.
- Hoeveelheid ingelaten gebiedsvreemd, gedefosfateerd ARK-water.
- Mate waarin de concentratie fosfaat in het oppervlaktewater afneemt door menging met ARK-water.
- Toename van de chloride concentratie door menging en toetsing van de waterkwaliteit van de Loosrechtse Plassen na menging aan de ecologische streefwaarden.

Permanente effecten:

- De mate waarin het doorzicht wordt verbeterd door afname van de zwevend stofconcentratie.
- Mate van verbetering van het doorzicht door afname van nutriënten-nalevering uit opgewerveld slib en daardoor afname van de algenconcentratie.
- Optreden van zuurstofloosheid en extra fosfaatemissie als gevolg van stratificatie.
- Mate waarin het gehalte fosfaat en andere verontreinigingen in de waterbodem buiten de slibvangen afneemt.

Voor de permanente effecten geldt dat deze voor alle alternatieven in even grote mate optreden, met dien verstande dat bij het MMA ook een verbetering van de waterbodempkwaliteit optreedt in de havens.

3.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

3.2.1 Hydrologie

Geologie en geohydrologische schematisatie

Geohydrologisch gezien is de bodem onder en rond de Loosdrechtse Plassen te verdelen in 5 pakketten. Een doorsneden van de bodem is weergegeven in de onderstaande figuur. Hierna wordt een uitgebreide beschrijving van de verschillende pakketten gegeven.

Afdekkend pakket

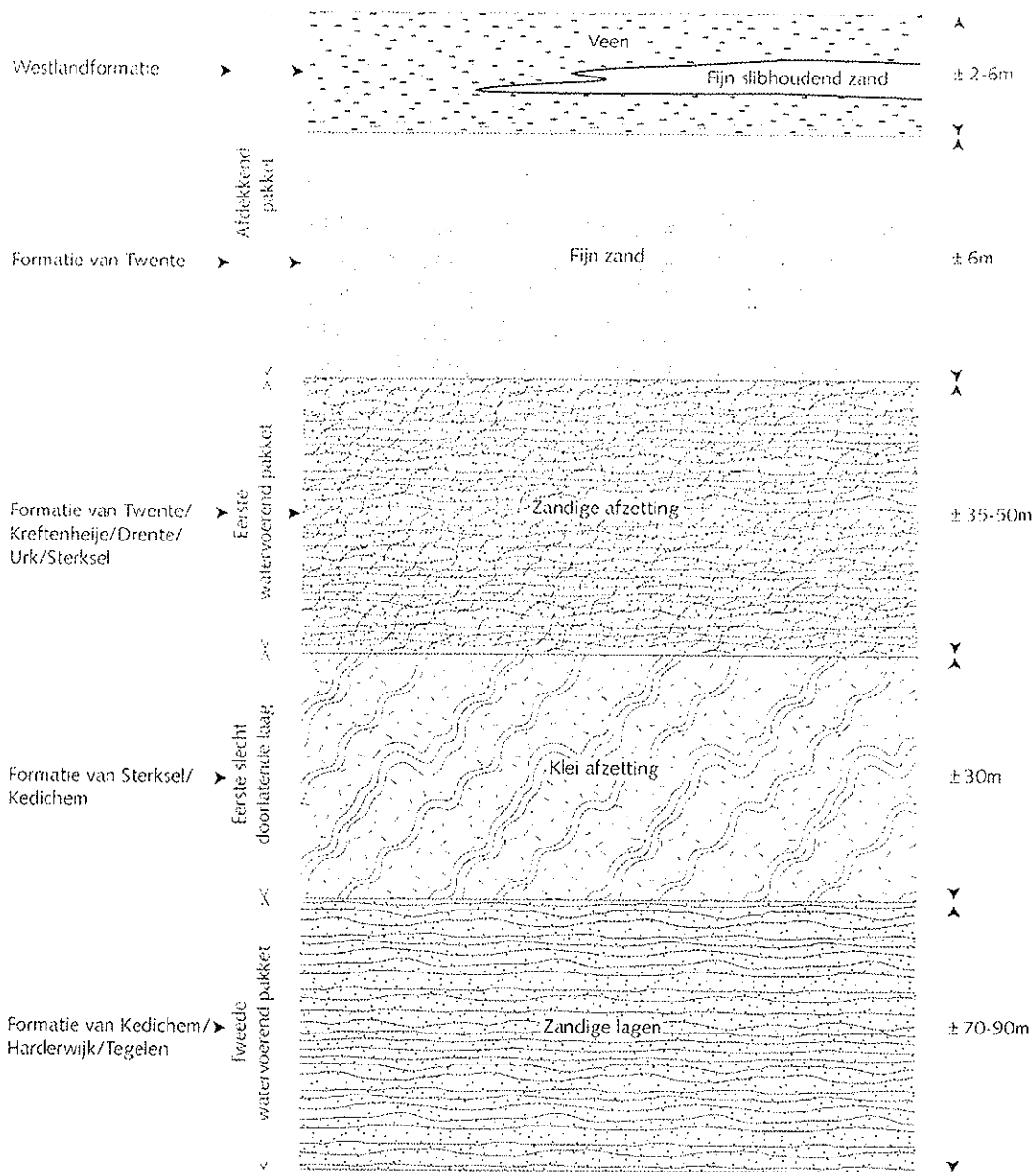
Tot het afdekkend pakket behoren de veenafzettingen van de Westlandformatie. Ter plaatse van de plassen is nog een veenlaag aanwezig van circa 1 meter dik. Ten oosten en zuiden van de Loosdrechtse Plassen is deze veenlaag maximaal 2 meter dik, ten noorden circa 2 tot 4 meter dik en ten westen 4 tot 6 meter dik. Lokaal worden de fijne slibhoudende zanden van de formatie van Twente eveneens tot de deklaag gerekend. De fijne zanden dragen bij aan de totale (intree)weerstand. De onderliggende fijne zanden van de formatie van Twente zijn ongeveer 6 meter dik.

De totale weerstand van de deklaag rond de plassen varieert van circa 100 tot 500 dagen (Grondwaterkaart van Nederland DGV-TNO en Grondwaterplan van de Provincie Utrecht). De Gemeentewaterleiding Amsterdam (GWA) houdt voor de intreeweerstand van de plassenbodem 35 tot 100 dagen aan (Witteveen + Bos, 1999). Een deel van deze weerstand wordt geleverd door de slibhoudende zanden van de formatie van Twente, welke op 20 dagen wordt geschat. Ter plaatse van de putten bedraagt de weerstand circa 50 tot 55 dagen.

Eerste watervoerend pakket

Het eerste watervoerend pakket bestaat uit de zandige afzettingen van de formaties van Twente, Kreftenheye, Drenthe, Urk en Sterksel. De totale dikte van dit pakket bedraagt ongeveer 35 meter onder de plassen tot 50 meter ten westen van de plassen. Als transmissiviteit van dit pakket worden waarden van 1000 tot 2000 m²/dag opgegeven (DGV-TNO, 1978 en Grondwaterplan van de Provincie Utrecht, 1987). In de modellering van GWA en Witteveen en Bos (Witteveen + Bos, 1999) is 1600 m²/dag aangehouden.

figuur 3.1: doorsnede van de bodem

*Eerste slecht doorlatende laag*

Deze laag wordt gevormd door de klei-afzettingen van de formaties van Sterksel en Kedichem. Bij de Utrechts heuvelrug en ten noorden van Hilversum wigt deze laag uit. De dikte van deze laag varieert van 30 meter onder de plassen tot 5 meter en minder bij de Utrechtse Heuvelrug (DGV-TNO, 1978 en Grondwaterplan van de Provincie Utrecht, 1987).

De weerstand loopt van 500 dagen ten westen van de plassen tot 10 dagen nabij de heuvelrug. Witteveen en Bos (1999) houdt een weerstand van 10 tot 100 dagen aan.

Tweede watervoerend pakket

Ter plaatse van het plassegebied bestaat het tweede watervoerend pakket uit de zandige lagen van de formaties van Kedichem, Harderwijk en Tegelen. De totale dikte is circa 70 tot 90 m. Het doorlaatvermogen varieert van circa 2500 tot 6000 m²/dag (DGV-TNO, 1978 en Grondwaterplan van de Provincie Utrecht, 1987). In het geohydrologisch onderzoek van de Loosdrechtse Plassen door Witteveen en Bos (1999) 4000 m²/dag aangehouden.

Basis

De kleien en fijne slibhoudende zanden van de formatie van Maassluis worden beschouwd als de hydrologische basis. De top van deze formatie bevindt zich op circa 150 m-NAP.

In tabel 3.1 is de geologie en geohydrologische schematisatie van het plassegebied en directe omgeving samengevat.

tabel 3.1: lithologische en geohydrologische schematisatie van het plassegebied en directe omgeving

Lithologie	Formatie	Gemiddelde		Geohydrologische schematisatie	Parameter-waarde	
		diepte in m t.o.v. NAP			regionaal	plassen ¹
veen	Westland	0 tot -6		deklaag	c = 100-500 d	c = 35 - 100 d
slibhoudend fijn zand	Twente	-6 tot -12				
fijn tot matig grof zand	Twente	-12 tot -45	1e wvp	1e slecht doorlatende laag	kD = 1000 -2000 m ² /d	kD =1600 m ² /d
matig grof (grindhoudend) zand	Kreftenheye /Drenthe					
grof grindhoudend zand	Urk/Sterksel					
zandige kielagen, soms met veen	Kedichem	- 45 tot -70			c = 10 -500 d	c =10 -100 d
matig fijn zand	Kedichem	- 70 tot -140	2e wvp		kD =2500 - 6000 m ² /d	kD =4000 m ² /d
grof zand met fijn grind	Harderwijk					
fijn tot grof zand, soms grindhoudend	Tegelen					
fijn slibhoudend zand en klei	Maassluis	> - 140		hydrologische basis		

1: Geohydrologisch onderzoek slibvang Loosdrechtse plassen, Witteveen + Bos, 1999.

Kwaliteit van het te winnen zand

Uit de lokale boorbeschrijvingen van Geodelft (1999) blijkt dat het zand ter plaatse van de slibvangen over het algemeen matig fijn tot matig grof is en zwak siltig. De bovenste 4 tot 10 meter is de afzetting lokaal zwak humeus. Dieper is het zand veelal zwak grindig. In tabel 3.2 staan de fysische eigenschappen van het zand bijeen zoals vastgesteld uit grondmonsters genomen ter plaatse van de geplande slibvangen. Op basis van de fysische en chemische kwaliteit komt het zand alleen in aanmerking als ophoogzand.

tabel 3.2: karakterisering zand t.p.v. de slibvangen

Parameter ¹	Gemiddelde waarde	Aantal monsters
gehalte < 16µm = lutum (%)	1,7	44
gehalte 63 - 16 µm = silt (%)	3,1	44
gloeiverlies = humusgehalte (%)	0,3	18
kalkgehalte (%)	2,9	18
zandmediaan (µm)	225	44
grindmediaan (mm)	3,2	15 ²
D ₁₀ /D ₆₀	1,8	44
afroning zanddeeltjes > 60 µm	49	44
volumegewicht, veldcondities (kN/m ³)	20,1	44
volumegewicht, droog (kN/m ³)	16,7	44
watergehalte (%)	20,4	44

1: gloeiverlies = humusfractie (in gewichtsprocenten)
zandmediaan = korrelgrootte waarbij de zandfractie in twee massadelen van 50% is verdeeld
D₁₀ = korrelgrootte waarbij 10 % van de zandfractie van het monster kleiner is
D₆₀ = korrelgrootte waarbij 60 % van de zandfractie van het monster kleiner is
afroning = indeling volgens Powers (1953) op een schaal van 0-100 (in 5 klassen : 0-20,20-40,40-60,60-80,80-100) waarbij 100 het meest afgerond is.
lutum-, silt- en watergehaltes op basis van gewichten

2: in 15 van de 44 monsters was grind aanwezig

Waterhuishouding

Water- en polderpeilen

In de Loosdrechtse Plassen en omliggende plassen en polders worden onderstaande peilen gehanteerd:

tabel 3.3: waterpeilen

Plas	Zomerpeil tov NAP	Winterpeil tov NAP
Loosdrechtse plassen	variabel NAP -1,07 en -1,15 m	
Oostelijke Loenderveense Plas	-1,2 m	-1,0 m
Eerste waterleidingplas	-1,4 m	-1,0 m
Polder Mijnden	-1,5 m	-1,6 m
Bethunepolder	-3,95 m	

Eerste watervoerend pakket

De stuwwallen van het Gooi en de Utrechtse heuvelrug ten oosten van de Loosdrechtse Plassen zijn infiltratiegebieden. Van hieruit stroomt het grondwater in westelijke richting af. Ten noorden en ten zuiden van het plassengebied bevinden zich twee diepe polders (Horstermeerpolder en Bethunepolder), waardoor de grondwaterstroming ter hoogte van de plassen afgebogen wordt richting de polders. Hier treedt sterke kwel op, wat wil zeggen dat er sprake is van een grondwaterscheiding in het plassengebied. Het water in de Loosdrechtse Plassen infiltreert door de waterbodem en kwelt op in nabijgelegen polders. In het zuidelijk deel van de Loosdrechtse Plassen (waaronder put C en put B2) stroomt het grondwater

richting Bethunepolder (zuid). In het noordelijk deel van de Loosdrechtse Plassen (met put A en put B1) stroomt het grondwater richting Horstermeer (noord en noordwestelijk).

Uit tijd/stijghoogtegegevens (Witteveen en Bos, 1999) blijkt dat de seizoensfluctuatie in stijghoogten gering is: orde grootte 0,2 meter.

De gemiddelde stijghoogte in het eerste watervoerend pakket ter plaatse van de plassen varieert van NAP -1,1 tot NAP -1,3 m. Ter hoogte van de geplande putten bedraagt de stijghoogte gemiddeld NAP -1,1 tot NAP -1,2 m.

Tweede watervoerend pakket

Een vergelijkbaar stromingspatroon geldt voor het tweede watervoerend pakket: het grondwater stroomt vanuit de stuwwallen in het Gooi en de Utrechtse Heuvelrug in westelijke richting. De invloed van de Horstermeerpolder strekt zich echter niet uit tot het tweede watervoerend pakket. De invloed van de Bethunepolder is tot ongeveer halverwege de Loosdrechtse Plassen merkbaar; hier stroomt het grondwater in het tweede watervoerend pakket globaal in zuidelijke richting.

De gemiddelde stijghoogte in het tweede pakket bedraagt circa NAP -1,1 tot -2.0 meter.

Winning van water voor drinkwater

Er bevinden zich diverse waterwinningen ter bereiding van drinkwater in de omgeving van de Loosdrechtse plassen. In tabel 3.4 staat een overzicht van de gewonnen hoeveelheden en een omschrijving van het huidige grondwaterbeschermingsgebied. In deze gebieden kan geen tijdelijke slibberging plaats vinden.

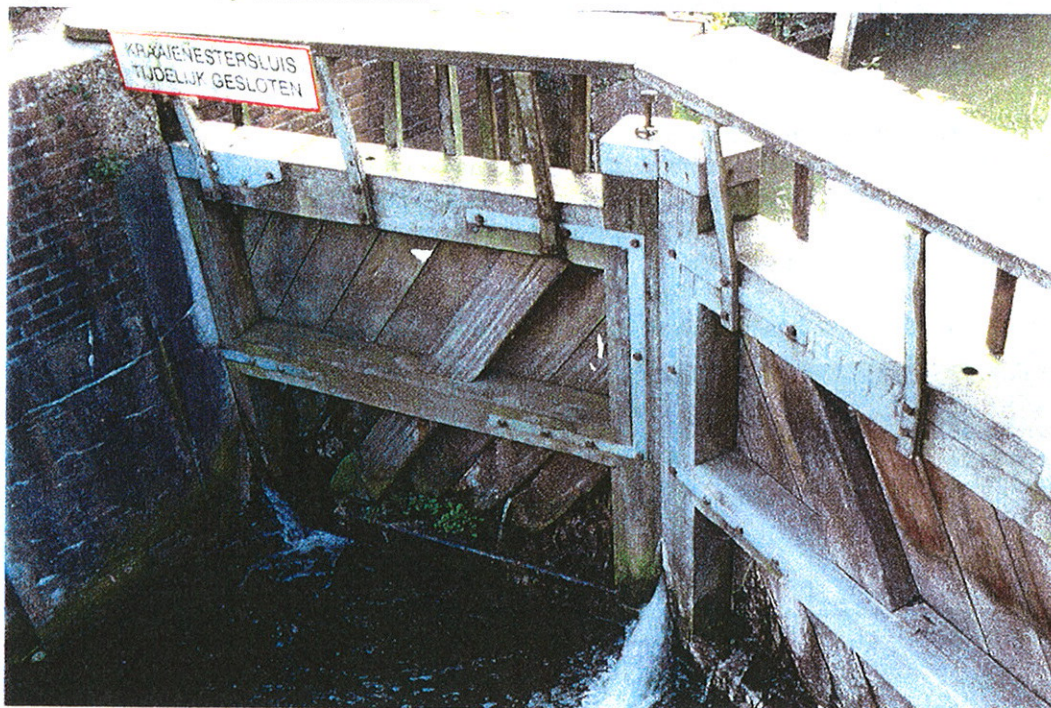
tabel 3.4: overzicht winningen van water voor drinkwaterbereiding omgeving Loosdrechtse plassen.

Winning	Huidige productie (miljoen m ³ /jaar)	Grondwaterbeschermingsgebied
Groenekan	7,9 miljoen m ³ /jaar (1998)	Pompstation Groenekan ligt circa 6,5 km ten zuidoosten van de Loosdrechtse plassen. Het grondwaterbeschermingsgebied (25 jaars zone) ligt in de gemeente Maartensdijk en beslaat circa 4 km ²
Bethune-polder	27 miljoen m ³ /jaar	Bethune polder + strook land van circa 1 km rond Bethunepolder, Loenderveensche plas, Waterleidingplas
Laren, Rijkstraatweg	14 miljoen m ³ /jaar	gebied tussen Bussum, Hilversum en Laren, buiten de bebouwde kom + het oostelijk deel vd bebouwde kom van Hilversum en het westelijk deel van de bebouwde kom in Laren
Laren, Craioseweg		
Huizen		
Loosdrecht	3,2 miljoen m ³ /jaar	Loosdrechtse of Emmikkerbosch + deel van gemeente Nieuw-Loosdrecht

Waterbalans Loosrechtse plassen

Alleen voor de jaren 1982 tot en met 1987 is een volledige waterbalans van het plassengebied opgesteld (WL 1999, figuur 1. Dit rapport is als bijlage 1 bij het MER opgenomen). Sinds 1987 is de hoeveelheid lekwater door de sluisen teruggebracht en is de aanvoer van ARK-water toegenomen. Van de overige termen zijn geen gegevens bekend. In tabel 3.5 is een overzicht gegeven van het gemiddelde van de diverse termen over de periode 1984-1987, met een correctie voor de huidige sluislekken en de ARK-aanvoer. Uit recente proefnemingen is gebleken dat alleen de sluis naar de Vecht (Kraaienestersluis) nog enigszins lekt (zie figuur 3.2). Het lek bedraagt circa 500.000 m³/jaar (mondelinge mededeling DWR, 2000). Overigens wordt dit momenteel verholpen. Uit gegevens van Gemeentewaterleiding Amsterdam (DWR, augustus 2000) blijkt dat in de periode 1992 tot en met 1999 gemiddeld 10,5 miljoen m³ ARK-water is aangevoerd naar de Loosrechtse Plassen ten opzichte van gemiddeld 2 miljoen m³/jaar over de periode 1982-1987. De verblijftijd van het water in de plassen is 6 tot 7 maanden.

figuur 3.2: sluislek bij Kraaienestersluis



tabel 3.5: waterbalans (vnl. gegevens 1982-1987)

Term	Gemiddelde waarde instroom (miljoen m ³ /jaar)	Term	Gemiddelde waarde uitstroom (miljoen m ³ /jaar)
neerslag	12,4	Vecht	-10,9
Bethune	8,3	wegzijging	-7,0
ARK ¹	10,5	verdamping	-8,4
sluizen ²	0,5	Nw,Mijn,BerL	-4,2
Kromrad	0,1	Drecht	-0,5
Drecht	4,3	Weersloot	0,0
Weersloot	2,1	oppervl.afstroming	-0,3
Kromrad	0,3		
berging	0,1	correctie sluizen/ARK	-6,9
Totaal	38,6	totaal	-38,2

1: gegevens 1992-1999; gem 1982-1987 was 1,7 miljoen m³/jaar

2: gegevens 2000; gem 1982-1987 was 2 miljoen m³/jaar

Gedurende het hele jaar is er sprake van wegzijging uit de plassen. Ook de polders rond de Bethunepolder (Polders Tienhoven, Gansenhoef en Kraaienest) kampen met wegzijging; aanvulling vindt plaats vanuit de Loosdrechtse Plassen (zie figuur 3.3).

Er is een duidelijk verschil tussen de winter- en de zomersituatie. De neerslag is langjarig gemiddeld homogeen verdeeld over het jaar. Door de geringere verdamping in de winter is er 's winters sprake van een neerslagoverschot in de Loosdrechtse Plassen. Ook het neerslagoverschot in de gebieden rond de Weersloot, de Drecht en de Kromme Rade wordt 's winters via de Loosdrechtse Plassen afgevoerd. Daarom vindt er in de winter - naast wegzijging in de plassen en de aangrenzende polders - watertransport naar de Vecht plaats. In de zomer vindt, omdat de verdamping dan de neerslag overtreft, suppletie met sinds 1984 gedefosfateerd Amsterdam-Rijnkanaalwater plaats. De watervraag in de polders Tienhoven, Gansenhoef en Kraaienest is 's zomers door een verdampingsoverschot hoger dan 's winters. Bovendien voorzien de Loosdrechtse Plassen in de zomer in de geringe watervraag van de Loenderveense Plas. De gebieden rond de Weersloot, de Drecht en de Kromme Rade kampen 's zomers ook met een watertekort en worden via de Loosdrechtse Plassen voorzien van water. Gedurende het hele jaar is er instroming van Bethunewater via de overstort bij Fort Tienhoven. Ook het gebruik van de sluizen voor de recreatievaart zorgt voor een kleine aanvoer van Vechtwater (uitgezonderd de Mijnderdsluis). Deze aanvoer is groter in warme zomers met veel recreatie en dus veel sluisgebruik.

figuur 3.3: overzicht locatie, omliggende polders, sluisen en ligging defosfateringsinstallatie



Autonome geohydrologische ontwikkeling

In het Gooi en Utrecht spelen de volgende autonome ontwikkelingen een rol (Witteveen en Bos, 1999):

1. Het terugdringen van de grondwaterwinning in het Gooi, zowel voor de drinkwatervoorziening als voor industriële en particuliere doeleinden. De provincie streeft naar het halveren van de winning van water voor drinkwater (van 14 miljoen m³/jaar naar 7 miljoen m³/jaar) en het terugbrengen van de overige onttrekkingen met 70 % (Grondwaterplan van de Provincie Utrecht, 1987). De winning was afgenomen tot 10 miljoen m³/j in 1998. Wanneer de resterende doelen worden bereikt is onduidelijk.
2. Het (gedeeltelijk) dempen van de Hilversumse haven. Door demping zal de verdeling van de hoeveelheid kwel in de haven en de westelijk van de haven gelegen gebieden wijzigen. Alleen de oostelijke tak van de haven is gedempt. Of en wanneer de overige drie takken en het aanvoerkanaal worden gedempt is onduidelijk.
3. Herinrichting van het Noorderpark. Onderdeel van het Landinrichtingsplan Noorderpark was onder andere het aanleggen van een 22,5 ha grote hoogwaterplas ten westen van Tienhoven, met als doel de wegzijging uit de Tienhovense plassen en Breukeleveense plas te verminderen waardoor minder aanvoer van kwalitatief slechter Loosdrechtwater nodig is. Aangezien de financiële haalbaarheid en het behalen van de hydrologische doelstelling in het geding waren is inmiddels besloten niet tot aanleg van de hoogwaterplas over te gaan. Een andere optie is nog het verhogen van het peil in de polder Maarsseveen van NAP - 1,25 (zp)/-1,4 (wp) meter naar NAP - 1,0 (zp)/-1,2 (wp) meter.
4. Peil aanpassingen in de polders. In polder Mijnden wordt mogelijk het polderpeil van NAP -1,5 meter (zp) respectievelijk NAP -1,6 meter (wp) verhoogd tot NAP -1,38 m. In de Oostelijke binnenpolder van Tienhoven wordt in de toekomst wellicht een flexibel polderpeil gehanteerd met als grenzen het huidige zomerpeil (NAP - 1,2 m) en winterpeil (NAP - 1,4 m). De peil aanpassing van de polder Maarsseveen is in punt 3 al besproken.

Voor alle autonome ontwikkelingen geldt dat de verwachte geohydrologische effecten ter plaatse van de Loosdrechtse Plassen verwaarloosbaar zijn.

3.2.2 Water(bodem)kwaliteit

Bij de beschrijving van de huidige situatie en autonome ontwikkeling kan onderscheid worden gemaakt in de volgende deelonderwerpen:

1. oppervlaktewaterkwaliteit met als belangrijkste parameters:
 - fosfaatgehalte
 - chloridegehalte
 - doorzicht
 - chlorophyl-a-concentraties
 - fytoplankton
2. waterbodempkwaliteit met als belangrijkste parameters:
 - fosfaatgehalte

Huidige situatie oppervlaktewaterkwaliteit

Hieronder zal per parameter een beschrijving van de huidige situatie worden gegeven. De waarden voor fosfaat, chloride en chlorophyl-a-concentraties zijn afkomstig van de Provincie Utrecht en gemeten op het meetpunt L22 (landtong Muijeveld, LPU01) gedurende de periode 1987 – 1994 (bijlage 3). In tabel 3.6 zijn de gemeten waarden van 1997 en 1998 weergegeven.

tabel 3.6: overzicht waterkwaliteitsgegevens Loosdrechtse Plassen 1997-1998

Parameter	Gemiddelde concentratie landtong Muijeveld; 1997	Gemiddelde concentratie, landtong Muijeveld ; 1998
EC (mS/m)		47,7
zuurstof (ml/l O ₂)		10,3
chloride (mg/l) ¹	93,7/97,6	77,2/75,7
sulfaat (mg/l)		33,3
totaal-fosfaat (mg/l P)	0,041	0,071
ortho-fosfaat (mg/l P)	0,012	0,008
Kjeldahl-stikstof (mg/l N)		1,55
NO ₃ /NO ₂ (mg/l)	0,12	0,05
N-totaal (mg/l)	2,1	1,7
ijzer (mg/l)		0,11
zwevend stof (mg/l) ²		20,6
chlorofyl-a (mg/l) ³	0,078/0,067	0,074/0,048
doorzicht (m)	0,47/0,39	0,48/0,66

1: eerste waarde is jaargemiddelde en tweede waarde is zomergemiddelde

2: gegevens 1987-1994

3: eerste waarde is gemeten op locatie LPU01 en tweede waarde is gemeten op locatie LLL01

Fosfaat

DWR is sinds 1 januari 1997 waterkwaliteitsbeheerder in het gebied. In de Loosdrechtse Plassen op het meetpunt L22 zijn zomergemiddelde totaal-P-concentraties gemeten van 0,75 mg/l en zomergemiddelde orthofosfaatconcentraties van 0,013 mg/l.

De fosfaatbelasting van de Loosdrechtse Plassen is te berekenen door de instromende volumes water te vermenigvuldigen met de fosfaatconcentraties in het instromend water. In de jaren tachtig was vooral het Vechtwater verantwoordelijk voor aanvoer van fosfaat. Inmiddels is de fosfaatconcentratie in het Vechtwater door fosfaatreducerende maatregelen sterk afgenomen. Bovendien is de aanvoer van water vanuit de Vecht sterk afgenomen en vervangen door aanvoer van gedefosfateerd Amsterdam-Rijnkanaalwater. De fosfaatbelasting van de Loosdrechtse Plassen is daardoor met circa 40% afgenomen ten opzichte van de situatie in de jaren tachtig.

Stikstof

In de Loosdrechtse Plassen zijn zomergemiddelde totaal-N-concentraties gemeten van 2,00 mg/l en zomergemiddelde NO₂/NO₃-concentraties van 0,10 mg/l.

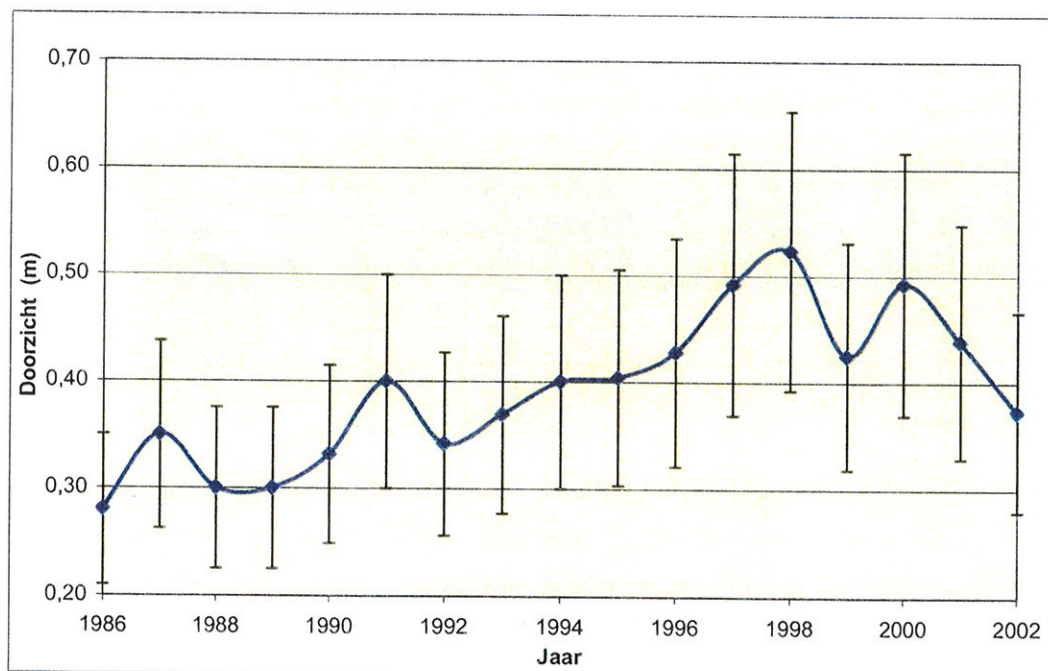
Chloride

Het chloridegehalte in de Loosdrechtse Plassen is onderhevig aan enige fluctuatie. In de periode 1987-1994 varieerde de jaargemiddelde chlorideconcentratie op het meetpunt L22 (landtong Muijeveld) van 41 tot 92 mg/l met een gemiddelde van 71,4 mg/l. Chloride is voor een deel afkomstig uit het Amsterdam-Rijnkanaal. De jaargemiddelde (1998) chlorideconcentratie in het Amsterdam-Rijnkanaal bij Nieuwersluis bedraagt 101 mg/l. Na defosfatering bedraagt het chloride-gehalte 133 mg/l (gemiddelde 1998). Het chloride gehalte gaat omhoog door toepassing van $FeCl_3$ als coagulatiemiddel.

Doorzicht

Tot in de jaren vijftig waren de Loosdrechtse Plassen zo helder dat men overal de bodem kon zien, tenminste voorzover deze niet bedekt was met kranswieren (Van Heusden, Verspreidingskaarten 1942 en 1961). In deze tijd werd het doorzicht dus beperkt door de waterdiepte; alleen bij harde wind werd het water troebel door opwerveling van bruinekleurde slibdeeltjes. In de jaren tachtig varieerde het doorzicht van 0,20 tot 0,60 meter, waarbij de hoogste waarden in de winter optreden. In het zomerhalfjaar bedroeg het doorzicht gemiddeld 0,33 meter met een variatie van 0,25 tot 0,45 meter (Gons, 1987). Het lage doorzicht werd veroorzaakt door een combinatie van hoge slibconcentraties en hoge algenconcentraties in het water. Sinds het begin van de jaren '90 is het doorzicht toegenomen van ca 35 cm tot ca 50 cm (fig 3.4). Vanaf de eeuwwisseling neemt het jaargemiddelde doorzicht weer af. De huidige situatie komt daarmee overeen met die van het begin van de jaren 90. Naar het zich laat aanzien zal de autonome ontwikkeling blijven fluctueren tussen een doorzicht van 40 en 50 cm.

figuur 3.4: doorzicht van 1986 -2002



Chlorophyl-a

In de Loosdrechtse Plassen op het meetpunt L22 (landtong Muijeveld) zijn in de periode 1987-1994 zomergemiddelde chlorophyl-a-concentraties gemeten van 98 µg/l. In 1997 en 1998 zijn op dezelfde plaats (LPU01) en elders in de Loosdrechtse Plassen (meetpunt LLL01) de volgende chlorophyl-a-concentraties gemeten: 0,078/0,067 resp. 0,074/0,048 mg/L

Fytoplankton

Het fytoplankton werd in de jaren vijftig gedomineerd door diatomeeën en groenalgen. Tegenwoordig bestaat het fytoplankton voornamelijk uit draadvormige blauwwieren. Algenbloei treedt sinds de zestiger jaren permanent op. Het zijn vooral soorten van de geslachten *Oscillatoria*, *Prochlorothrix* en *Lyngbya* (cyanobacteriën; Gons, 1987).

Huidige situatie waterbodembodemkwaliteit

In 1996 heeft DWR een onderzoek uitgevoerd naar de kwaliteit van de waterbodembodem van de Loosdrechtse plassen. Op grond van de gemeten gehalten zware metalen, PAK, tributyltin en DDT werd geconcludeerd dat de toplaag van de waterbodembodem (0-0,1 m) in 15 van de 16 gevallen klasse 0-2 slib betreft, en in 1 geval klasse 3 slib. De verontreinigingsgraad van de vaste bodembodem eronder was over het algemeen iets minder.

In 2000 heeft Oranjewoud eveneens een onderzoek naar de waterbodembodemkwaliteit uitgevoerd. Verticaal is een andere indeling gemaakt dan in 1996: enerzijds is het zwevend slib beoordeeld, anderzijds de toplaag+vaste waterbodembodem eronder (0-0,5 m). Het zwevend slib in het plassengebied (1e t/m 5e plas en Kievietsbuurt) was in 2 van de 14 gevallen klasse 3 of hoger en in 12 gevallen klasse 2 of lager, op basis van gemeten gehalten PAK, zware metalen, As, PCB, OCB en organotinverbindingen. In de havens is alleen klasse 2 tot 4 slib aangetroffen. De gemiddelde kwaliteit van het zwevend slib is hier slechter dan in de plassen. De toplaag en vaste waterbodembodem is van goede kwaliteit: klasse 2 of lager. In de havens is deze laag iets schoner dan het zwevend slib: klasse 1 - 4. In onderstaand overzicht zijn de percentages van de metingen in de verschillende klassen samengevat.

tabel 3.7: overzicht van de percentages van de metingen

Klasse	% in klasse-interval in 1996			% in klasse-interval in 2000 plassen / havens		
	0-1	2	3-4	0-1	2	3-4
zwevend slib				57 / 0	29 / 75	14 / 25
toplaag 0-0,1 m	6	88	6			
vaste bodembodem 0,1-1 m	75	25	0	69 / 4	31 / 72	0 / 24
toplaag+vaste bodembodem 0-0,5 m						

Volgens mondelinge mededeling van DWR is het fosfaatgehalte van de toplaag circa 1000 mg/kg ds.

Autonome ontwikkeling water- en waterbodembodemkwaliteit

De emissies van verontreinigingen naar het plassengebied is in de afgelopen jaren verminderd omdat diverse bronnen van verontreiniging zijn aangepakt. Defosfatering van het ingelaten ARK-water heeft tot een aanzienlijke reductie van de nutriëntenbelasting geleid. Sinds 1

januari 1990 is er een verbod op tributyltin-houdende verven op schepen kleiner dan 25 meter van kracht. Scheepscoatings op basis van steenkoolteer derivaten (PAK) zijn inmiddels niet meer toegestaan. Per 1 september 1999 is ook het gebruik van koperhoudende aangroeiwerende verven voor de recreatievaart verboden. Ook het gebruik van bestrijdingsmiddelen wordt steeds meer aan banden gelegd. Verwacht wordt dat deze trend zich verder zal doorzetten.

De emissie is echter nog niet tot nul gereduceerd. De huidige belasting is nog zodanig dat het momenteel gevormde slib op lang niet alle plaatsen aan de grenswaarde voldoet. Dat wil zeggen dat er nog steeds klasse 2 slib wordt gevormd (DWR, 1996). Vorming van klasse 3 en 4 slib kan mogelijk optreden in de havens.

De fosfaatreductie tot nu toe heeft nog niet geleid tot een wezenlijke verbetering van het ecologisch functioneren van het plassengebied. Het doorzicht is nog steeds gering en er heeft nog geen herstel van waterplanten plaatsgevonden. Het voornemen is om onafhankelijk van de aanwezigheid van slibvangen de fosfaatbelasting te reduceren met 75% ten opzichte van het huidige niveau en daarnaast het Bethunewater om te leiden en de sluislekken verder te dichten. Hiermee wordt echter nog steeds niet de streefwaarde voor wat betreft doorzicht gehaald (zie paragraaf 2.2).

In de afgelopen 10 jaar is wel een langzame vermindering van het fosfaatgehalte in de top van de onderwaterbodem gemeten. Door de verdere fosfaatreductie zal dit zich nog voortzetten. De verbetering van de situatie gaat echter zeer langzaam. Zonder aanvullende maatregelen zal herstel nog zeer lang op zich laten wachten.

Overige wateren

De Loosdrechtse Plassen staan via twee kleine watergangen in open verbinding met de Vuntus en de Breukeleveense plas. Uit onderzoek (*WL, onderzoek naar de slibdynamiek van de Loosdrechtse Plassen met behulp van mathematische modellen, maart 1997*) blijkt dat in de wintermaanden de Loosdrechtse Plassen te maken hebben met een netto toestroming van water uit de omgeving. In de zomermaanden is dit andersom en leveren de plassen water naar de omgeving. Jaargemiddeld is er een uitwisseling tussen de Loosdrechtse Plassen en de:

- Breukeleveense Plas van 0,07 m³/s
- Vuntus van 0,05 m³/s

Deze debieten hebben op jaarbasis een omvang die vergelijkbaar is met de waterinhoud van de Breukeleveense Plas en de Vuntus. Uitgaande van volledige menging betekent dit dat eens in de paar jaar het water van de Breukeleveense Plas en de Vuntus wordt verversd. Een verbetering van de waterkwaliteit van de Loosdrechtse Plassen heeft daardoor zijn positieve weerslag op de Breukeleveense Plas en de Vuntus. Met een vertraging van enkele jaren is daar ook een verbetering van het doorzicht te verwachten.

3.3 Effecten

Bij de beschrijving van effecten worden in totaal 3 alternatieven onderscheiden en een MMA. De effecten van elk van deze alternatieven worden in de navolgende paragrafen beschreven.

Verondersteld is dat zowel bij het afgraven van de slib/veenlaag als het winnen van het zand 4 delen water worden verwijderd op elk deel grond. Geschat wordt dat het verwijderen van de deklaag ongeveer een jaar duurt en het verwijderen van het zand ruim 6 jaar als put B tot 20 meter wordt ontgraven.

Indien water ingelaten moet worden ter compensatie dan is de hoeveelheid ingelaten water gelijk aan 80% van het verwijderde volume, omdat circa 20% van de tijd voldoende water van elders de plassen instroomt om de extra uitlaat te compenseren.

3.3.1 Basisalternatief

Een deel van de slib/veenlaag wordt geborgen in een tijdelijk depot (put B1) in de Loosdrechtse plassen. Uiteindelijk wordt al het slib/veen permanent geborgen in de putten nadat deze op de gewenste diepte zijn gebracht. Het tijdelijk geborgen slib/veen wordt derhalve twee maal verplaatst.

Het gewonnen zand wordt tijdelijk opgeslagen in een depot naast het Amsterdam-Rijnkanaal. Circa 70% van het proceswater wordt geretourneerd naar de Loosdrechtse plassen.

Tijdelijke geohydrologische effecten

Tijdelijk kan een verandering van infiltratie vanuit de plassen naar de ondergrond optreden. Door het verwijderen van de weerstandsbiedende laag (slib/veen) zal de infiltratie ter plaatse van de putten A, C en B2 toenemen. In put B1 wordt het uitgekomen slib geborgen zodat hier geen sprake is van extra infiltratie. Voor alle putten samen bedraagt de maximale toename in infiltratie 0,3 %, ofwel 48500 m³/jaar. Deze hoeveelheid komt in de omringende polders terecht en zal daar extra uitgeslagen moeten worden. Onder de putten zal de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket maximaal 9 cm toenemen (put C, Witteveen + Bos, 1999). Op de grens van de plassen wordt geen stijghoogteverandering meer verwacht. Maximaal 3 jaar nadat de verdiepingswerkzaamheden zijn gestaakt, zal het geohydrologisch effect gereduceerd zijn tot 0.

Het verwijderen van het zand heeft, anders dan waterpeilveranderingen, geen noemenswaardig hydrologisch effect. De inlaat van extra ARK-water vangt deze peilschommelingen op.

De scores van tijdelijke effecten op geohydrologie zijn weergegeven in tabel 3.12.

Tijdelijke effecten op de oppervlaktewaterkwaliteit

Deze effecten zijn op drie aspecten onderzocht: effecten in de Loosdrechtse Plassen, effecten buiten de Loosdrechtse Plassen en effecten als gevolg van de inlaat van gebiedsvreemd water. De beoordeling van de tijdelijke effecten is samengevat in tabel 3.13.

In de Loosdrechtse plassen

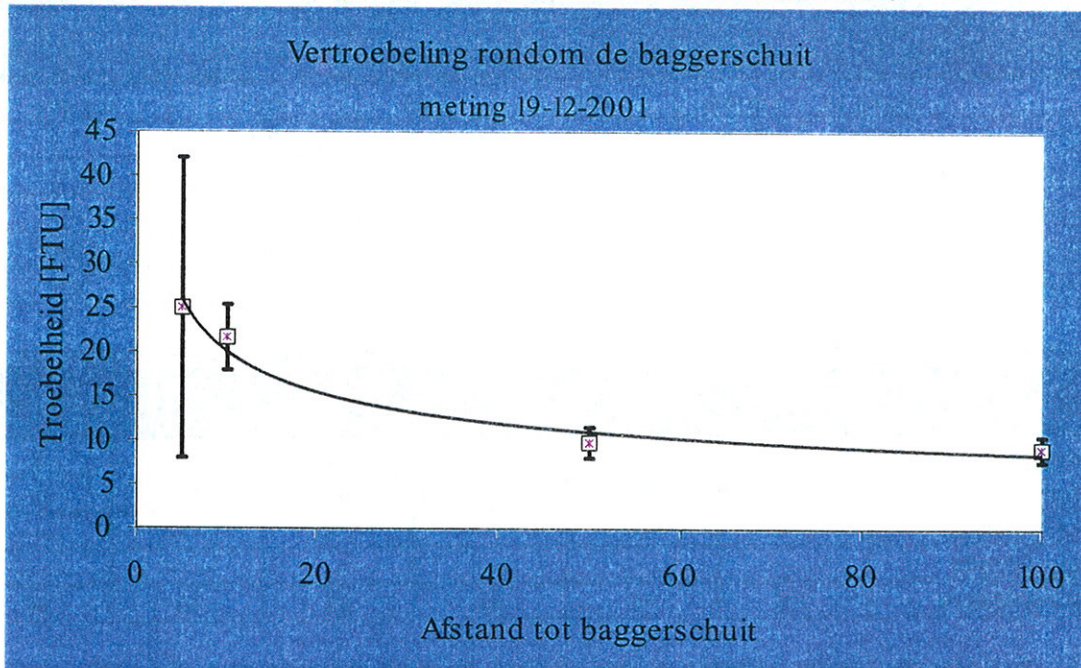
Drie aspecten van effecten in de Loosdrechtse Plassen zijn hieronder toegelicht:

1. Vertroebeling door baggerwerk
2. In oplossing gaan van nutriënten die aan het slib gebonden zijn
3. Nutriënten vanuit het grondwater
4. Vertroebeling door trekken damwanden

Vertroebeling door baggerwerk

De ontgraving van de bovengrond en sliblaag kan leiden tot vertroebeling en emissie van fosfaatverbindingen. Bij baggerwerkzaamheden in de nabijgelegen Breukeleveense Plas zijn troebelheidsmetingen uitgevoerd (figuur 3.5).

figuur 3.5: Resultaat troebelheidsmetingen bij baggerwerken in de Breukeleveense Plas (Bron: "Monitoring en procesbewaking baggeren Breukeleveense Plas", DWR, april 2002).



Samen met figuur 2.2 (zie intermezzo paragraaf 2.2) kan uit figuur 3.5 voor wat betreft de Loosdrechtse Plassen het volgende worden afgeleid. Het huidige zwevend stofniveau in de Loosdrechtse Plassen ligt op ca 25 mg/l. Dit komt overeen met een troebelheid van 10 FTU en een doorzicht van ca 35 cm. Bij baggerwerkzaamheden om de bovengrond te verwijderen zal de vertroebeling rond het baggerschip toenemen. Dit is het geval tot op 50 à 100 meter van het baggervaartuig. De toename is tot ca 25 FTU direct naast het schip, overeenkomend met zwevend stofgehalten van zo'n 60 mg/l en een bijbehorend doorzicht van ca 25 cm. Deze extra vertroebeling is na maximaal een uur na de baggerwerkzaamheden weer verdwenen (DWR, april 2002). Omdat de ontgraving van de bovengrond bij elke put enkele weken tot maanden kan gaan duren, kan deze vertroebeling gedurende die periode lokaal aanwezig blijven. De vertroebeling kan worden geminimaliseerd door het gebruik van speciaal baggermateriaal (b.v. gesloten bakken op een kraan).

In oplossing gaan van nutriënten die aan het slib gebonden zijn

Nagegaan is (DHV, 2001) of tijdens het baggerproces stoffen in oplossing gaan. Op kleine schaal is het cutterproces nagebootst. Slib- en oppervlaktewatermonsters die tijdens dit proces zijn genomen zijn gedurende een uur intensief gemengd. Vervolgens is tot enkele weken daarna de adsorptie van stikstof, fosfaat en ijzer bepaald. In tabel 3.8 en tabel 3.9 zijn de resultaten weergegeven. Daar ontgraving van de bovengrond met kranen zal plaatsvinden, zal in de praktijk veel minder intensief contact tussen slib en water zijn. De desorptie zal daardoor ook minder zijn.

tabel 3.8: overzicht berekening percentage maximale desorptie

Parameter	Gehalte in het Veenslib	Massa in 1 kg Veenslib	Concentratie in opp. water (t = 0)	Conc. in water na DES t=1 uur	Conc. nutriënten in waterfase door desorptie ((t ₁)-(t ₀))	Gedesorbeerde massa	Desorptie graad, %
	mg/kg ds	mg abs.	mg/l	mg/l	mg/l	mg abs.	%
Ijzer (Fe)	22000	1936	< 0,20	3,7	3,7	11,1	0,6
Totaal fosfor (P)	590	52	0,059	0,30	0,24	0,72	1,4
Nitraat (NO ₃ -N)	2,0	0,2	0,34	0,14	0,20	0,60	
Nitriet (NO ₂ -N)	< 0,3	-----	< 0,030	0,030	0,030	0,090	-----
Stikstof-Kjeldahl	24000	2112	< 1,0	8,0	8,0	24,0	1,1

tabel 3.9: overzicht verloop (in procenten) van de nutriëntenconcentraties tijdens de adsorptiefase

Parameter (% ten opzichte van t=1)	DES (t = 1 uur)	ADS (t = 2 uur)	ADS (t = 5 uur)	ADS (t = 24 uur)	ADS (t = 7 dgn)	ADS (t = 21 dgn)
Ijzer (Fe)	100	54	41	30	30	6
Totaal fosfor (P)	100	79	60	52	29	21
Nitraat (NO ₃ -N)	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Nitriet (NO ₂ -N)	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Stikstof-Kjeldahl	100	78	64	53	48	48

Uit deze tabellen kan het volgende worden afgeleid. Er treedt desorptie op, welke slechts een fractie is van de totale hoeveelheid nutriënten in het veenslib (resp. 0,6%, 1,4% en 1,1% van de totale hoeveelheid ijzer, fosfor en stikstof). Na 21 dagen is ruim 95% van het opgeloste ijzer, ruim 80% van het opgeloste fosfaat en bijna 50% van het opgeloste stikstof weer geadsorbeerd aan het slib. De netto desorptie is daarmee erg klein: resp. 0,03%, 0,3% en 0,5% van de oorspronkelijke hoeveelheden aan het slib gebonden ijzer, fosfor en stikstof gaan in oplossing.

Vanwege de grote verdunning met het overige water in de Loosdrechtse plassen zal deze desorptie niet leiden tot vergroting van de risico's op eutrofiëring. Bovendien moet in acht genomen worden dat de resultaten een cutterzuiger betreffen. Bij gebruik van kranen zal de desorptie aanzienlijk lager zijn.

Nutriënten uit het grondwater

Vanwege de infiltratie van oppervlaktewater bevat het grondwater in de Bethunepolder verhoogde fosfaatconcentraties. Metingen in 1992 van het gemeentelijk waterleidingbedrijf Amsterdam hebben aangetoond dat de concentratie van het Bethunepolderwater ca 0,3 mg/l is. Dit grondwater is voor een belangrijk deel afkomstig is uit de infiltratie van water uit de Loosdrechtse Plassen. Het oppervlaktewater zelf bevat een veel lagere fosfaatconcentratie, ca 0,06 mg P/l (tabel 3.8). Daar het infiltrerende oppervlaktewater veenrijke lagen passeert, wordt het aan het veen geadsorbeerde fosfaat meegenomen. Het grondwater onder de Loosdrechtse Plassen kan daardoor een fosfaatconcentratie bevatten van ca 0,4 mg P/l (e-mail M. Ouboter, DWR, 25 april 2003).

Met het winnen van het zand wordt dit grondwater meegepompt. Uitgaande van een porositeit van het zandpakket van 30%, wordt bij een winning van 14 miljoen m³ zand ca 4,2 miljoen m³ grondwater met verhoogde P-concentratie meegezogen. Dit grondwater komt via het zanddepot en retourwater in het oppervlaktewater van de Loosdrechtse Plassen terecht. In tabel 3.10 is berekend dat deze bijdrage leidt tot een extra belasting van het oppervlaktewater met ca 0,1 mg P/m²/dag en een bijdrage aan de totaal fosfaat concentratie in de plassen van ca 0,15 mg P/l.

tabel 3.10: schatting van de fosfaatbelasting vanuit het grondwater

Porositeit	30 %
Volume te winnen zand	14.000.000 m ³
Volume grondwater	4.200.000 m ³
Concentratie P in grondwater	0,4 mg P/l
Vracht P	1.680.000 gram
Oppervlakte plassen	1.200 ha
Diepte plassen	1,9 m
Volume plassen	22.800.000 m ³
Winningsduur	4 jaar
Extra P-belasting oppervlaktewater	0,10 mg P/m ² /dag
Verblijftijd water in de plassen	0,5 jaar
Bijdrage aan de P-concentratie	0,04 mg P/l

De huidige fosfaatbelasting bedraagt ca 500 kg/dag (WL, 1999). Dit komt overeen met ca 0,1 mg P/m²/dag. Met een extra P-belasting van ca 0,1 mg P/m²/dag betekent dit dus ongeveer een verdubbeling van de P-belasting gedurende de 4 jaar dat zand gewonnen wordt. Deze bijdrage leidt tot een tijdelijke verhoging van de fosfaatconcentratie van ca 0,04 mg/l, een toename van ca 75% van de huidige concentratie. Na afloop van de winning zal deze concentratie na enkele jaren weer teruggebracht zijn op het huidige niveau, vanwege de doorgaande verversing met gedefosfateerd ARK-water.

Vertroebeling door trekken damwanden

Ook de aanleg van stalen damwanden leidt tot opwerveling van slib en daarmee tot vertroebeling en enige verspreiding van fosfaat. Indien de damwanden hoog genoeg worden gemaakt, zal het storten en het daarna weer ophalen van de bovengrond in het tijdelijk depot slechts een geringe vertroebeling en daarmee ook een geringe emissie van nutriënten met zich meebrengen. Dit effect zal minder zijn dan bij het verwijderen van de bovengrond en slib.

Bij het storten van de bovengrond in de definitieve putten en bij het afbreken van het tijdelijk depot is wederom sprake van vertroebeling en emissies. Om te voorkomen dat de fijnste fractie (het mobiele slib) lang in suspensie blijft, dient gestort te worden via een valpijp met diffusor die vlak boven de putbodem uitmondt.

Daarnaast kan inbreng van het retourwater terug in de Loosdrechtse Plassen eveneens vertroebeling en daardoor desorptie van nutriënten veroorzaken.

Buiten de Loosdrechtse plassen

Ter plaatse van het overslagdepot worden geen effecten verwacht. Omdat het zand al ontwaterd is voordat het verder wordt getransporteerd, zal er geen additionele vertroebeling van het Amsterdam-Rijnkanaal ontstaan.

De Loosdrechtse Plassen staan in open verbinding met de Vuntus en de Breukeleveense Plas via kleine sloten. Een deel van het jaar stroomt er water de Loosdrechtse Plassen in, een deel van het jaar stroomt het de plassen uit. Uit de waterbalans van 1982-1987 (WL, 1999) blijkt dat netto water de Loosdrechtse Plassen instroomt: vanuit de Breukeleveense plas circa 1,5 m³/dag en vanuit de Vuntus 0,01 m³/dag. Dit is slechts een gering aandeel in de totale balans van de Loosdrechtse Plassen te weten circa 3% respectievelijk < 0,1 % van de gemiddelde instroom over de jaren 1982-1987. Een tijdelijke verslechtering van de waterkwaliteit van de Loosdrechtse Plassen in de vorm van lokale vertroebeling en desorptie van nutriënten zal derhalve weinig effect hebben op de Breukeleveense plas en de Vuntus.

Inlaat gebiedsvreemd water

De bovengrond wordt tijdelijk verwijderd, zodat een geringe hoeveelheid (48500 m³/ jaar, maximaal 0,4 miljoen m³ totaal) gedefosfateerd ARK-water ingelaten moet worden ter compensatie. Deze extra compensatie zal tot maximaal 3 jaar na stopzetten van de verdiepingsactiviteiten nog nodig zijn. De benodigde hoeveelheid neemt in de loop der jaren af. Nadat de zandwinning is gestopt is het effect van deze extra inlaat op de totale waterkwaliteit verwaarloosbaar.

Aangenomen wordt dat 70% van het proceswater wordt geretourneerd. De rest van het uitgekomen zand en proceswater dient te worden gecompenseerd met ARK-water. Dit is gunstiger dan het gehele volume proceswater en zand compenseren. Er wordt naar gestreefd zo min mogelijk gebiedsvreemd water in te laten. In totaal dient circa 25 miljoen m³ extra water ingelaten te worden, indien put B tot 20 meter wordt verdiept. In tabel 3.11 staat aangegeven wat *op basis van verdunning* de concentraties in de plassen zullen worden.

De nutriënten concentratie verandert niet noemenswaardig door de inlaat van extra water uit het Amsterdam-Rijnkanaal.

Het aantal parameters dat de ecologische streefwaarde overschrijdt of hieraan voldoet blijft gelijk.

tabel 3.11: concentraties als gevolg van menging met extra ARK-water

Component	Ecologische streefwaarde	ARK-water ²	--- Loosdrechse Plassen ¹ ---			
			Huidige situatie ³	Basis / Alt 2	Alt 3	MMA
Zuurstof (ml/l O ₂)	> 6		10,3			
Chloride (mg/l)	< 50	133	77,2	84	85	84
Sulfaat (mg/l)	< 5		33,3			
Totaal-fosfaat (mg/l P)	< 0,05	0,03	0,07	0,07	0,065	0,07
Ortho-fosfaat (mg/l P)	< 0,02	< 0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
Kjeldahl-stikstof (mg/l N)	< 0,8 (N tot)		1,55			
Ijzer (mg/l)	< 2,5		0,11			
Zwevend stof (mg/l)	N.B.		20,6			

1: reacties als neerslagvorming en adsorptie aan slib zijn niet meegenomen, alleen verdunning

2: transport ARK-Loenen na defosfatering Loosdrecht (code LP002), gegevens GWA, gemiddelde 1998

3: gemeten op landtong Muyevelde in 1998

Het tijdelijke effect van het Basisalternatief op de oppervlaktewaterkwaliteit wordt bepaald door het roeren van de bovengrond en de vertroebeling die optreedt bij het aanleggen van de tijdelijke depots en het storten van de bovengrond in de depots. Dit alternatief scoort belangrijk negatief op het aspect vertroebeling (=doorzicht) en emissie fosfaat.

Permanente geohydrologische effecten

Deze zijn niet aanwezig, uiteindelijk zal de infiltratie gestabiliseerd zijn op het huidige niveau. De effectscore is dan ook gelijk aan het nulalternatief (zie tabel 3.12).

Permanente effecten op de oppervlaktewater- en waterbodemkwaliteit

In de Loosdrechse plassen

Voor alle alternatieven zijn de permanente effecten positief tot belangrijk positief en aan elkaar gelijk, omdat deze bewerkstelligd worden door de aanwezigheid en de omvang van de slibvangen. In alle gevallen zal het doorzicht dus uiteindelijk in gelijke mate toenemen. Buiten de slibvangen zal de kwaliteit van de toplaag van de waterbodem verbeteren omdat het sterker verontreinigde slib in de verdiepingen terecht komt en nieuw gevormd slib gemiddeld een betere kwaliteit heeft dan voorheen.

De onderbouwing van de effectiviteit van de slibvangen voor de verbetering van het doorzicht wordt gegeven in het rapport van het Waterloopkundig Laboratorium, dat als bijlage 1 is opgenomen bij dit rapport.

Buiten de slibvangen zal de kwaliteit van de toplaag van de waterbodem verbeteren, omdat het sterker verontreinigde slib in de verdiepingen terecht komt en nieuw gevormd slib gemiddeld een betere kwaliteit heeft dan voorheen. Dit geldt voor alle varianten in gelijke mate.

De verminderde vertroebeling zal leiden tot een verlaging van de nalevering van nutriënten aan het oppervlaktewater en daardoor tot een lagere algenconcentratie en een beter doorzicht.

In theorie kan in het najaar het zuurstofloos en fosfaatrijke water uit de slibvang vermengen met de bovenlaag. Dit kan leiden tot zuurstofarmer water, wat problemen kan geven voor bijvoorbeeld vissen. De kans op dergelijke problemen door periodieke zuurstofloosheid en extra fosfaat wordt zeer gering geacht. In geen enkele bestudeerde Nederlandse diepe plas zijn na de opheffing van de stratificatie in het najaar meetbare nadelige effecten op de waterkwaliteit waargenomen (Nijburg e.a., 1999).

Buiten de Loosdrechtse plassen

In de definitieve situatie zal de kwaliteit van het oppervlaktewater in de Loosdrechtse plas beter zijn dan dat van de Breukeleveense plas en Vuntus. Instromend water heeft dus een gunstig effect op deze plassen. Omdat de uitstroom uit de Breukeleveense plas en Vuntus relatief gering is, zijn de effecten op de totale waterkwaliteit van de Loosdrechtse Plassen relatief gering.

De beoordeling van de permanente effecten is samengevat in tabel 3.14. De effecten op het doorzicht in de Loosdrechtse Plassen zijn belangrijk positief. De effecten op de nalevering van nutriënten, waaronder fosfaat zijn positief. De hoeveelheid nutriënten in het water zal afnemen.

3.3.2 Alternatief 2

Alternatief 2 verschilt van het Basisalternatief en Alternatief 3 doordat de bovengrond niet wordt verwijderd. Het zand wordt gewonnen door middel van onderzuiging. Het gewonnen zand wordt tijdelijk opgeslagen in een depot naast het Amsterdam-Rijnkanaal voordat het getransporteerd wordt naar de eindbestemming. Circa 70% van het proceswater wordt getourneerd naar de Loosdrechtse plassen.

Tijdelijke geohydrologische effecten

Er treedt geen verandering op in de infiltratie vanuit de Loosdrechtse plassen. In dit alternatief blijft de slib/veenlaag liggen. Deze laag heeft een isolerende werking op de infiltratie. Zie tabel 3.12.

Tijdelijke effecten op de oppervlaktewaterkwaliteit

In de Loosdrechtse plassen

Verwacht wordt dat vrijwel geen vertroebeling zal ontstaan bij de winning van het zand en bij het retourneren van een deel van het proceswater. Hierdoor is de vertroebeling en nutriënten emissie aanzienlijk lager dan in het Basisalternatief en daarmee verwaarloosbaar. Tijdens de winning van het zand zal de bodem langzaam maar schoksgewijs inzakken, deze schokken leiden mogelijk tot geringe vertroebeling.

Nutriënten uit het grondwater

Evenals bij het basisalternatief wordt bij het winnen van het zand grondwater meegepompt. Daar de zandwinning ongeveer gelijk is als bij het basisalternatief, zal ongeveer een gelijke hoeveelheid grondwater worden meegezogen. Dit leidt (tabel 3.10) tot een extra belasting van het oppervlaktewater met ca 0,1 mg/P/m²/dag en een bijdrage aan de totaal

fosfaatconcentratie in de plassen van ca 0,15 mg P/l, ofwel een tijdelijke verdubbeling ten opzichte van de huidige situatie.

Buiten de Loosdechtse plassen

Ter plaatse van het depot worden geen effecten verwacht. Omdat het zand al ontwaterd is voordat het verder wordt getransporteerd, zal er geen additionele vertroebeling van het Amsterdam-Rijn kanaal ontstaan. De effecten op Breukeleveensche plas en Vuntus zijn zeer gering: het instromende water zal niet of nauwelijks extra troebel zijn, omdat alleen een lokale vertroebeling in de Loosdechtse plas zal optreden bij het zandwinnen. De opgewervelde deeltjes maken geen deel uit van het mobiele slib en zullen relatief snel weer sedimenteren. Netto stroomt er water uit deze plassen de Loosdechtse plas in.

Inlaat gebiedsvreemd water

De hoeveelheid ingelaten gebiedsvreemd water is bij dit alternatief het geringst: 25 miljoen m³ bij ontgraven tot 20 m. Er hoeft alleen gecompenseerd te worden voor het uitgekomen zand en 30% van het proceswater. De effecten op de chemische waterkwaliteit van de plassen na menging zijn vergelijkbaar met die van het Basisalternatief en het nulalternatief zoals blijkt uit tabel 3.11.

Het aantal parameters dat de ecologische streefwaarde overschrijdt of hieraan voldoet blijft gelijk.

De beoordeling van de tijdelijke effecten is samengevat in tabel 3.13.

Het Alternatief 2 kent een lage vertroebeling, het effect is gering negatief, dit geldt ook voor de emissie van fosfaat als gevolg van de vertroebeling. Het effect van de inlaat van gebiedsvreemd water is verwaarloosbaar.

Permanente geohydrologische effecten

Deze zijn niet aanwezig. De infiltratie- en kwelstroom verandert niet door de aanleg van de verdiepingen.

Permanente effecten op de oppervlaktewater- en waterbodemkwaliteit

De effecten zijn gelijk aan die beschreven bij het Basisalternatief.

3.3.3 Alternatief 3

In dit alternatief wordt de slib/veen laag verwijderd. De vrijkomende hoeveelheid slib wordt gedeeltelijk geborgen in een depot in de polder Mijnden, gedeeltelijk in de uitbreiding van het eiland Geitenkaai en gedeeltelijk in de lege slibvang A. Alleen het slib/veen dat uit de put A en voor een klein deel uit put C komt gaat naar het depot in de polder Mijnden en naar de Geitenkaai. Het slib uit put B en C wordt geborgen in de lege put A. Voor de transportroutes zie figuur 4.6 in hoofdstuk 4 deel A.

Circa 70% van het proceswater wordt geretourneerd naar de Loosdechtse plassen.

Tijdelijke geohydrologische effecten

De effecten zijn vergelijkbaar met die van het basis alternatief, zij het dat ook in put A tijdelijk extra infiltratie optreedt (zie tabel 3.12). Het totale volume extra infiltratie per jaar is 75000 m³/jaar ofwel 0,5 % van de totale infiltratie. De maximale stijghoogteverhoging in het eerste watervoerend pakket ter plaatse van de putten is 9 cm (put C, Witteveen + Bos, 1999).

Het depot Mijnden zal extra gewicht uitoefenen op de bodem. De venige ondergrond zal daardoor naar verwachting ongeveer 80 cm inklinken (Grontmij, 2002) en het grondwater zal mogelijk uitreden langs de randen van het depot. Daardoor zal iets meer water uit de polder weggepompt moeten worden dan normaal. Dit heeft verder geen gevolgen voor de grondwaterstand in de polder.

Tijdelijke effecten op de oppervlaktewaterkwaliteit

De tijdelijke effecten op de waterkwaliteit zijn op drie plaatsen bekeken, in de Loosdrechtse plassen, erbuiten en bij de inlaat van gebiedsvreemd water. Uit de effectstudie blijkt dat de effecten in de Loosdrechtse Plassen door het verplaatsen en bergen van de bovengrond bepalend zijn.

In de Loosdrechtse plassen

Verschillende activiteiten leiden tot roering van de sliblaag en hebben daardoor vertroebeling en emissie van nutriënten tot gevolg. Deze vertroebeling en emissie is ongeveer gelijk aan het Basisalternatief. Het betreft met name de verwijdering van de bovenlaag, de werkzaamheden bij Geitenkaai en het bergen van het slib/veen in put A nadat deze op diepte is gebracht en -in mindere mate- het winnen van het zand. De vertroebeling kan worden geminimaliseerd door het gebruik van speciaal baggermateriaal (b.v. gesloten bakken op een kraan).

Daarnaast kan inbreng van het retourwater terug in de Loosdrechtse Plassen eveneens vertroebeling en daardoor desorptie van nutriënten veroorzaken. Dit zal ongeveer gelijk zijn aan het Basisalternatief en Alternatief 2.

Nutriënten uit het grondwater

Evenals bij het Basisalternatief en Alternatief 2 wordt bij het winnen van het zand grondwater meegepompt. Daar de zandwinning ongeveer gelijk is als bij deze alternatieven, zal ongeveer een gelijke hoeveelheid grondwater worden meegezogen. Dit leidt tot een extra belasting van het oppervlaktewater met ca 0,1 mg/P/m²/dag en een bijdrage aan de totaal fosfaat concentratie in de plassen van ca 0,15 mg P/l, ofwel een tijdelijke verdubbeling ten opzichte van de huidige situatie (zie tabel 3.10).

Buiten de Loosdrechtse plassen

Ter plaatse van het depot worden geen effecten verwacht. Omdat het zand al ontwaterd is, voordat het verder wordt getransporteerd, zal er geen additionele vertroebeling van het Amsterdam-Rijn kanaal ontstaan. Het effect op de Breukeleveensche plas en de Vuntus is verwaarloosbaar.

Inlaat van gebiedsvreemd water

Er dient extra ARK-water ingelaten te worden ter compensatie van het verwijderen van de slib/veenlaag, de extra infiltratie in de putten en het zand plus 30% van het proceswater. Circa 70 % van het proceswater bij de zandwinning wordt weer geretourneerd. In totaal houdt dit

circa 27 miljoen m³ extra ARK-water in bij ontgraven van put B tot 20 m. Tot maximaal 3 jaar na stopzetten van de ontgravingen dient nog gecompenseerd te worden voor de extra infiltratie (maximaal 75000 m³/jaar). Na 3 jaar is de sliblaag zodanig dik dat er geen sprake meer is van extra infiltratie. Het effect van deze suppletie op de waterkwaliteit is verwaarloosbaar, zo blijkt ook uit tabel 3.11.

In tabel 3.11 staat aangegeven hoe door verdunning de concentraties in de plassen kunnen worden, de concentratie fosfaat verandert niet onder invloed van de inlaat van ARK-water.

Het aantal parameters dat de ecologische streefwaarde overschrijdt of hieraan voldoet blijft gelijk. De beoordeling van de tijdelijke effecten is samengevat in tabel 3.13.

Permanente geohydrologische effecten

Deze zijn niet aanwezig, de infiltratie stabiliseert zich op het oude niveau nadat de werkzaamheden zijn voltooid.

Permanente effecten op de oppervlaktewater- en waterbodempkwaliteit

De effecten zijn gelijk aan die beschreven bij het Basisalternatief. De beoordeling van de permanente effecten is samengevat in tabel 3.14.

3.3.4 Meest Milieuvriendelijke Alternatief

De bovengrond met daarop liggende sliblaag wordt niet verwijderd. Het zand wordt via onderzuigen gewonnen. Het proceswater wordt geretourneerd, waarbij dit gedefosfateerd wordt om het fosfaat uit grondwater te verwijderen. De slibvangen worden effectiever gemaakt door het oppervlak te vergroten (totaal 15 ha). De diepte wordt echter geringer zodat de totale hoeveelheid uit te graven materiaal gelijk blijft aan die van de overige alternatieven. Tevens wordt het sterker verontreinigde slib uit de havens in de slibvangen geborgen.

Tijdelijke geohydrologische effecten

Deze zijn gelijk aan die van Alternatief 2 (zie tabel 3.12).

Tijdelijke effecten op oppervlaktewaterkwaliteit

Deze zijn vergelijkbaar met die van Alternatief 2. Dit houdt in dat alleen vertroebeling te verwachten is als havenslib gebaggerd en gestort wordt. Door baggeren met zoveel mogelijk gesloten materieel en storten door middel van een valpijp met diffusor kan de vertroebeling tot een minimum beperkt blijven.

Ten gevolge van de defosfatering van het retourwater (ca 12 tot 20 miljoen m³ per jaar) wordt het water in de plassen versneld op een lagere fosfaatconcentratie gebracht: eens per jaar tot eens per 2 jaar wordt de hele inhoud van de Loosdrechtse Plassen gedefosfateerd.

De beoordeling van de tijdelijke effecten is samengevat in tabel 3.13.

Permanente geohydrologische effecten

Deze zijn niet aanwezig, de isolerende sliblaag blijft steeds behouden, de infiltratie blijft gelijk aan de uitgangssituatie.

Permanente effecten op de oppervlaktewater- en waterbodembodemkwaliteit

De waterbodembodemkwaliteit verbetert in het MMA sterker dan in de overige alternatieven. Doordat als extra maatregel de bovenste laag slib uit de havens met de hoogste verontreinigingsgraad uitgebaggerd wordt en in de diepe slibvangen wordt geborgen.

De kwaliteit van het oppervlaktewater zal in het MMA beter zijn dan de overige alternatieven, omdat het retourwater gedefosfateerd wordt.

De beoordeling van de permanente effecten is gegeven in tabel 3.14.

3.3.5 Samenvattende beoordeling relatieve effecten

In tabel 3.12, tabel 3.13 en tabel 3.14 staan de relatieve beoordelingen van de verschillende alternatieven samengevat. De resultaten kunnen onderling alleen binnen één kolom worden vergeleken.

De beoordeling van het tijdelijke geohydrologisch effect, de vertroebeling en de nutriëntenhuishouding hangen allen samen met het bij de zandwinning meegezogen grondwater en het al dan niet verwijderen van de bovengrond en de daarop liggende sliblaag. Bij verwijdering van de bovengrond en sliblaag treedt extra infiltratie, lokale vertroebeling en een geringe emissie van nutriënten op. Zonder verwijdering van deze laag zijn deze effecten gering, met name voor Alternatief 2 en het MMA.

De zandwinning zelf heeft tot gevolg dat fosfaatrijk grondwater in het oppervlaktewater komt, hetgeen leidt tot een tijdelijke maar forse toename van de fosfaatconcentraties in de plassen. De belasting van fosfaat vanuit het grondwater is van aanzienlijk grotere invloed dan de desorptie van nutriënten uit het slib.

tabel 3.12: effectscores tijdelijke effecten op geohydrologie

Alternatief	Infiltratie
Autonome ontwikkeling	0
Basisalternatief	-
Alternatief 2	0
Alternatief 3	-
MMA	0

tabel 3.13: effectscores tijdelijke effecten op water- en waterbodembodemkwaliteit

Alternatief	Vertroebeling ¹	Desorptie nutriënten ²	Gebieds- vreemd water	Nutriënten-- vracht ³	Ecologische streefwaarde	Eindoordeel
<i>Weegfactoren</i>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1
Autonome ontwikkeling	0	0	0	0	0	0
Basisalternatief	0/-	0/-	-	--	0	-
Alternatief 2	0	0	0/-	--	0	0/-
Alternatief 3	0/-	0/-	-	--	0	-
MMA	0	0	0/-	++	0	0

1: ten gevolge van verwijdering van bovengrond en zand

2: ten gevolge van vertroebeling (slib en veen)

3: ten gevolge van menging

In tabel 3.14 staat de relatieve beoordeling van de permanente effecten bijeen, vergeleken met de autonome ontwikkeling (per definitie = 0). Op het MMA na zijn de permanente effecten gelijk voor alle alternatieven en uitvoeringsvarianten. In alle gevallen zal het doorzicht uiteindelijk in gelijke mate toenemen, onder invloed van de slibvangen. Buiten de slibvangen zal de kwaliteit van de toplaag van de waterbodem verbeteren, omdat het sterker verontreinigde slib in de verdiepingen terecht komt en nieuw gevormd slib gemiddeld een betere kwaliteit heeft dan voorheen. Dit geldt voor alle varianten in gelijke mate. Het MMA heeft als additioneel voordeel dat de waterbodemkwaliteit in de havens eveneens wordt verbeterd.

tabel 3.14: effectscores permanente effecten op water- en waterbodemkwaliteit

Alternatief	Doorzicht	Waterbodem	Zuurstofloosheid	Verbetering kwaliteit waterbodem	Eindoordeel
<i>Weegfactoren</i>	<i>0,25</i>	<i>0,25</i>	<i>0,25</i>	<i>0,25</i>	<i>1</i>
Autonome ontwikkeling	0	0	0	0	0
Basisalternatief	++	+	0	0/+	+
Alternatief 2	++	+	0	0/+	+
Alternatief 3	++	+	0	0/+	+
MMA	++	+	0	+	+

3.4 Mitigerende maatregelen

Een belangrijk probleem bij het aanleggen van de slibvangen is de tijdelijke vertroebeling van het plassenwater. Maatregelen om dit tot een minimum te beperken zijn:

- milieuvriendelijk baggeren (bv afschermkappen rond de ontgravingskop);
- gebruik maken van een valpijp bij storten van het veen/slib in de putten;
- bij gebruikmaking van een tijdelijk depot binnen een damwand, de damwand boven het wateroppervlak laten steken;
- treffen van voorzieningen om de hoeveelheid slib in het retourwater te beperken. Gedacht kan worden aan een opstroomkolom, een zandfilter of de tijdelijke uitbreiding van het depot om meer slib te laten bezinken voordat het water teruggepompt wordt naar de plassen.

3.5 Vergelijkend overzicht en toetsing

In tabel 3.15 en tabel 3.16 zijn de tijdelijke en permanente effecten op de waterkwaliteit en de hydrologie van de verschillende alternatieven op een rij gezet. Bij de beoordeling van de verschillende alternatieven zijn ook de effecten betrokken op het Amsterdam-Rijnkanaal en de slibberging. In het overzicht zijn de effecten op oppervlaktewaterkwaliteit (vertroebeling, emissie fosfaat, gebiedsvreemd water, fosfaatvracht en ecologische streefwaarde) gelijk gewogen.

Uitgangspunt is dat de effecten op de water(bodem)kwaliteit belangrijker zijn (factor 2) dan de effecten op de hydrologie.

tabel 3.15: effectscores tijdelijke effecten op hydrologie en oppervlaktewater- en waterbodempkwaliteit

Alternatief	Hydrologie	Oppervlaktewater- en waterbodempkwaliteit	Eendoordeel
<i>Weegfactoren</i>	<i>0,33</i>	<i>0,67</i>	<i>1</i>
Autonome ontwikkeling	0	0	0
Basisalternatief	-	-	-
Alternatief 2	0	0/-	0/-
Alternatief 3	-	-	-
MMA	0	0	0

tabel 3.16: effectscores permanente effecten op hydrologie en oppervlaktewater- en waterbodempkwaliteit

Alternatief	Hydrologie	Oppervlaktewater- en waterbodempkwaliteit	Eendoordeel
<i>Weegfactoren</i>	<i>0,33</i>	<i>0,67</i>	<i>1</i>
Autonome ontwikkeling	0	0	0
Basisalternatief	0	+	0/+
Alternatief 2	0	+	0/+
Alternatief 3	0	+	0/+
MMA	0	+	0/+