

Eindrapport
Fase 1 specieberging
Kerlmeeergebied
Projectnr.: 50222



Commissie voor de
milieu-effectrapportage

ingekomen . 27 jan 92
nummer :
dossier : 295-90
kopie naar :

Eindrapport

Fase 1 specieberging
Ketelmeergebied

Projectnr.: 50222



Commissie voor de
milieu effectrapportage

BIBLIOTHEEK

Postbus 2345, 3500 GH UTRECHT

Opdrachtgever

Rijkswaterstaat
Directie Flevoland
Postbus 600
8200 AP LELYSTAD

Almere, november 1991

50222
Ketelmeer III/BK

Inhoud

		Blz.
1	Inleiding	1
2	Multicriteria evaluatie	3
2.1	Algemeen	3
2.2	Aanpak	3
2.3	Criteria en gewichtenverdeling	4
3	MCE-resultaten	9
3.1	Scenario 19 miljoen m ³ Botlekslib	9
3.1.1	Variant Wp19-Bot	10
3.1.2	Variant Epo19-Bot	11
3.1.3	Variant Epk19-Bot	12
3.1.4	Variant Epb19-Bot	13
3.1.5	Variant Epb19-Bot s.g.	15
3.1.6	Variant Ehb19-Bot	16
3.1.7	Variant Vho19-Bot	17
3.1.8	Variant Vhb19-Bot	18
3.1.9	Variant Lpo19-Bot	18
3.1.10	Variant Lpk19-Bot	19
3.1.11	Variant Lpb19-Bot	20
3.1.12	Variant Lpb19-Bot s.g.	21
3.1.13	Variant Lm19-Bot	23
3.2	Aanbodvariatie	24
3.2.1	Wp-varianten	24
3.2.2	Wh-varianten	25
3.2.3	Epo-varianten	26
3.2.4	Epk-varianten	26
3.2.5	Epb-varianten	27
3.2.6	Epb-varianten met sluitende grondbalans	28
3.2.7	Eho-varianten	28
3.2.8	Ehb-varianten	29
3.2.9	Vho-varianten	30
3.2.10	Vhb-varianten	31
3.2.11	Lpo-varianten	31
3.2.12	Lpk-varianten	32
3.2.13	Lpb-varianten	33
3.2.14	Lpb-varianten met sluitende grondbalans	34
3.2.15	Lm-varianten	35

Inhoud (vervolg)

		Blz.
4	Gevoeligheidsanalyse	36
4.1	Standaardisatie-methoden	36
4.2	MCE-methoden	37
4.3	Gewichten-gevoeligheid	37
4.4	Score-gevoeligheid	38
4.5	Conclusie gevoeligheidsanalyse	38
5	Terugkoppeling	39
5.1	Algemeen	39
5.2	Uitvoering en inrichting	40
5.2.1	Ontgravingsdiepte en taluds	40
5.2.2	Onderafdichting	42
5.2.3	Bovenafdichting	43
5.2.4	Grondwaterbeheersing	44
5.2.5	Verontreinigde toplaag	45
5.2.6	Grondoverschot	45
5.2.7	Verwerking en bewerking van specie	46
5.2.8	Consolidatie-bevordering	48
5.2.9	Vulregiem	48
5.2.10	Waakhogte	49
5.2.11	Vormgeving	49
5.2.12	Beplanting en afwerkingshoogte	50
5.3	Slib-eigenschappen	51
5.3.1	Verontreinigingsgraad	51
5.3.2	Zetting	51
5.3.3	Hydraulische weerstand	53
5.4	Locatie-keuze	54
5.4.1	Locatie-gevoelige criteria	54
5.4.2	Varianten	56
5.4.3	Locaties	56
5.4.4	Wp-varianten	57
5.4.5	Epo-varianten	59
5.4.6	Epk-varianten	60
5.4.7	Epb-varianten	62
5.4.8	Lpo-varianten	62
5.4.9	Lpk-varianten	64
5.4.10	Lpb-varianten	64
5.5	Tussenvormen en fasering	66
5.5.1	Combinatie van bergingswijzen	67
5.5.2	Fasering	69
6	Conclusies en aanbevelingen	70

Inhoud (vervolg)

Bijlagen

1	Effectentabel aanbodsscenario 19 miljoen m ³ Botlekslib
2	Effectentabel aanbodsscenario 5 miljoen m ³ Botlekslib
3	Effectentabel aanbodsscenario 2 miljoen m ³ Botlekslib
4	Effectentabel aanbodsscenario 19 miljoen m ³ IJsselmeerslib
5	Effectentabel aanbodsscenario 5 miljoen m ³ IJsselmeerslib
6	Effectentabel aanbodsscenario 2 miljoen m ³ IJsselmeerslib
7	Gewichtenverdeling aanbodsscenario's 19 miljoen m ³ slib
8	Gewichtenverdeling aanbodsscenario's 5 en 2 miljoen m ³ slib
9	Gewichtenverdeling cluster IBC
10	Gewichtenverdeling cluster natuur en landschap
11	Gewichtenverdeling cluster functies
12	Gewichtenverdeling cluster kosten
13	Gewichtenverdeling cluster overig
14	Volgorden en scores scenario 19 miljoen m ³ Botlekslib
15	Overzicht MCE-resultaten scenario 19 miljoen m ³ Botlekslib
16	Volgorden en scores alle scenario's
17	Overzicht MCE-resultaten scenario 5 miljoen m ³ Botlekslib
18	Overzicht MCE-resultaten scenario 2 miljoen m ³ Botlekslib
19	Overzicht MCE-resultaten scenario 19 miljoen m ³ IJsselmeerslib
20	Overzicht MCE-resultaten scenario 5 miljoen m ³ IJsselmeerslib
21	Overzicht MCE-resultaten scenario 2 miljoen m ³ IJsselmeerslib
22	Overzicht MCE-resultaten alle scenario's
23	Overzicht MCE-resultaten cluster IBC
24	Overzicht MCE-resultaten cluster natuur en landschap
25	Overzicht MCE-resultaten cluster functies
26	Overzicht MCE-resultaten cluster kosten
27	Overzicht MCE-resultaten cluster overig
28	Overzicht MCE-resultaten gewichtenset 1 ('vlak')
28	Overzicht MCE-resultaten gewichtenset 2 ('milieu')
30	Overzicht MCE-resultaten gewichtenset 3 ('milieu + kosten')
31	Overzicht MCE-resultaten gewichtenset 4 ('IBC')
32	Overzicht MCE-resultaten gewichtenset 5 ('natuur en landschap')
33	Overzicht MCE-resultaten gewichtenset 6 ('functies')
34	Overzicht MCE-resultaten gewichtenset 7 ('functies + kosten')
35	Resultaten methode-gevoeligheidsanalyse
36	Dimensionering Epb-varianten als functie van ontgravingsdiepte
37	Dimensionering Epb19-varianten als functie van ontgravingsdiepte en -taludhelling
38	Locatie-gevoeligheid beoordelingscriteria

1

Inleiding

In het kader van fase 1 van de projectstudie en milieu-effectrapportage inzake de grootschalige berging van verontreinigde baggerspecie in het Ketelmeer, is door Ingenieursbureau 'Oranjewoud' B.V. in opdracht van de initiatiefnemer, Rijkswaterstaat directie Flevoland, een groot aantal verschillende bergingswijzen onderling vergeleken. Nadere uitwerking van een of enkele veelbelovende bergingswijzen zal plaatsvinden in fase 2. In de huidige fase zijn een drietal werkstappen onderscheiden. De resultaten van de werkzaamheden die zijn verricht in deze werkstappen, zijn gerapporteerd in een drietal interim-rapporten. Dit betreft:

- interim-rapport (werkstap) I, dat gericht is op een locatie-keuze per bergingswijze
- interim-rapport (werkstap) II, dat gericht is op een uitwerking van elke bergingswijze op de bijbehorende, geselecteerde locatie tot bergingsvariant (depot-ontwerp)
- interim-rapport (werkstap) III, dat gericht is op de beschrijving van de huidige situatie en de autonome ontwikkeling, de voorgenomen activiteit en de effecten behorende bij de onderscheiden varianten

In het voorliggende eindrapport worden de bergingswijzen onderling vergeleken en afgewogen. Dit vindt plaats op basis van de uitwerking tot varianten (werkstap II) met bijbehorende kenmerken en effecten (werkstap III). Hiertoe is multicriteria evaluatie toegepast op elk van de 6 aanbodsscenario's die eerder onderscheiden zijn (interim-rapport I, pagina 56 en verder). In hoofdstuk 2 wordt de gehanteerde systematiek beschreven. Hoofdstuk 3 beschrijft de behaalde resultaten aan de hand van overzichtstabellen, verzameld in een afzonderlijke bijlagenbundel. In hoofdstuk 4 komt de gevoeligheid van de afwegingsresultaten aan de orde voor een aantal onzekerheden. Dit zijn:

- de keuze van de standaardisatie-methode
- de keuze van de afwegingsmethode
- de gewichtenbepaling
- de bepaling van de eigenschappen (scores) van de varianten per beoordelingscriterium

In hoofdstuk 5 wordt nader ingegaan op de invloed van een groot aantal uitgangspunten, dat ten behoeve van de uitwerking gehanteerd is en niet specifiek met de MCE-systematiek zelf gerelateerd is. Dit is terugkoppeling genoemd. In hoofdstuk 6 worden de bereikte conclusies samengevat.

Achterin dit rapport is een uitvouwbare pagina opgenomen die tijdens het lezen geraadpleegd kan worden. Deze bevat een overzicht van de gehanteerde afkortingen en van de betekenis van de gewichtensets die bij de afweging van de varianten gehanteerd zijn.

De drie voorgaande interim-rapporten en het onderhavige eindrapport zijn tot stand gekomen in overleg met de opdrachtgever, de leden van de begeleidingsgroep en van de projectgroep Specieberging Ketelmeer (SPEK). Resultaten zijn verwerkt van deelstudies uitgevoerd door Ballast Nedam Baggeren B.V., het Waterloopkundig Laboratorium, Grondmechanica Delft en de Landbouwniversiteit Wageningen.

Deze en de voorgaande rapportages vormen mede de basis voor de project-nota die onder verantwoordelijkheid en redactie van Rijkswaterstaat directie Flevoland zal verschijnen.

2 Multicriteria evaluatie

2.1 Algemeen

Zoals eerder aangegeven wordt multicriteria evaluatie (MCE) gebruikt als hulpmiddel bij de beoordeling van de bergingsvarianten. Op deze wijze wordt een overzichtelijke en consequente afweging bereikt ondanks het grote aantal varianten en beoordelingscriteria. Voor een overzicht van te hanteren evaluatie-methoden wordt verwezen naar 'Evaluatiemethoden, een introductie' (Ministerie van Financiën, 1986). In het kader van deze studie is gebruik gemaakt van het Beslissingsondersteunend systeem voor discrete alternatieven (BOSDA), een computerprogramma ontwikkeld in opdracht van het Ministerie van Financiën door het Instituut voor Milieuvraagstukken in Amsterdam (R. Janssen, 1989: Beslissingsondersteunend systeem voor discrete alternatieven (BOSDA); P. Rietveld, 1988: Gevoeligheidsanalyse bij multicriteria beslissingsmethoden).

2.2 Aanpak

Voor elk van de 6 aanbodsscenario's afzonderlijk (2, 5 en 19 miljoen m³ slib op basis van Botlekslib en IJsselmeerslib) zijn de bergingsvarianten vergeleken op basis van de beoordelingscriteria en criterium-scores, zoals weergegeven in het interim-rapport werkstap III en in bijlagen 1 tot en met 6 van de voorliggende rapportage. Voor de afweging is de Evamix-methode gehanteerd. Deze evaluatiemethode rangschikt de varianten op basis van zowel kwantitatieve criteria (oppervlakte-beslag in hectare, kosten etc.) als kwalitatieve criteria (landschap, beheersbaarheid etc.). Daarbij gaat bij deze methode zo weinig mogelijk verloren van de kwantitatieve informatie. Gevoeligheidsanalyses zijn uitgevoerd teneinde de gevoeligheid te bepalen van het resultaat van de afweging voor de wijze waarop de criterium-scores worden gestandaardiseerd tijdens de afweging, voor de gekozen afwegingsmethode en voor onzekerheid ten aanzien van de toegekende criterium-scores. Als onderdeel van de MCE worden aan de afzonderlijke criteria gewichten toegekend. De invloed van de gekozen gewichten en van variatie daarin op het afwegingsresultaat vormt onderwerp van de gewichtengevoeligheidsanalyse.

Gevoeligheidsanalyses zijn niet uitgevoerd voor elk van de 6 aanbods-scenario's afzonderlijk. Voor het scenario met een aanbod van 19 miljoen m³ Botlekslib zijn alle gevoeligheidsanalyses uitgevoerd. De mate waarin hiermee inzicht werd verschaft in de gevoeligheid inzake standaardisatie- en MCE-methode, is voldoende geacht, ook ten aanzien van de overige scenario's. Ten aanzien van de gewichten-gevoeligheid en score-gevoeligheid zijn aanvullend tevens de aanbodsscenario's op basis van 2 miljoen m³ Botlekslib en 19 miljoen m³ IJsselmeerslib behandeld. Dit leverde evenwel geen nieuwe inzichten op.

2.3 Criteria en gewichtenverdeling

De beoordelingscriteria zijn gegroepeerd in 5 clusters: IBC, natuur en landschap, functies, kosten en overig. In bijlagen 7 en 8 is aangegeven welke gewichtenverdeling is aangehouden voor de criteria binnen elk van de clusters afzonderlijk en voor alle criteria gezamenlijk. Bijlage 7 betreft de verdeling inzake de scenario's met een aanbod van 19 miljoen m³ slib. Bij een aanbod van 5 dan wel 2 miljoen m³ slib heeft de afweging plaatsgevonden op basis van de verdeling weergegeven op bijlage 8. Het verschil is gering en betreft slechts de gewichten toegekend aan de criteria 'uitloging' en 'concentratie in kwelgebied', beide behorend tot de cluster IBC.

Voor deze cluster IBC geldt de volgende verdeling (bijlage 9). De gehanteerde toetsingscriteria van deze cluster worden in eerste instantie onderverdeeld in drie hoofdgroepen van criteria, waarbij aan elke groep een deel van het totale clustergewicht wordt toegekend:

- isolatie (65% van cluster-totaal)
- beheersbaarheid (25% van cluster-totaal)
- controleerbaarheid (10% van cluster-totaal)

Binnen de IBC-criteria wordt de isolatie-eis als primair criterium beschouwd. Immers, een depot dient in de eerste plaats in voldoende mate geïsoleerd te zijn. Het merendeel van het gewicht van de IBC-cluster (65%) wordt daarom toegekend aan de groep van isolatiecriteria. Van de overige 35% wordt het merendeel (25%) aan het criterium beheersbaarheid toegekend en 10% aan het criterium controleerbaarheid. Van deze beide criteria wordt beheersbaarheid als belangrijkste criterium beschouwd, omdat controleerbaarheid alleen dan nut heeft, als beheersbaarheid gegeven is.

De hoofdgroep isolatie is verder onderverdeeld in een groep criteria die betrekking hebben op isolatie ten opzichte van het grondwater, isolatie ten opzichte van het oppervlaktewater en veiligheid, waarbij wordt aangetekend dat veiligheid in feite betrekking heeft op isolatie ten opzichte van het oppervlaktewater (de kans op verspreiding door een calamiteit of door erosie). Omdat grondwater en oppervlaktewater ten aanzien van de isolatie-eis als even belangrijk wordt beschouwd, wordt het gewicht gelijkelijk over de groep van oppervlaktewater-criteria (inclusief veiligheid) en de groep van grondwater-criteria verdeeld.

De groep oppervlaktewater wordt onderverdeeld in 3 verspreidingscriteria en 2 veiligheidscriteria. De verspreidingscriteria hebben betrekking op met zekerheid optredende verspreiding, terwijl de veiligheidscriteria slechts een bepaald risico weergeven (onderlinge gewichtsverdeling 80:20).

De gehanteerde verspreidingscriteria voor oppervlaktewater zijn:

- vracht zink
- vracht dichloorbenzeen
- transport van slib uit depot

waarbij het laatste criterium wordt gezien als aanvulling op de beide andere criteria (verdeling respectievelijk 40:40:20).

De veiligheidscriteria hebben betrekking op de korte termijn (calamiteiten) en de lange termijn (erosie). De kans dat op lange termijn (duizenden tot tienduizenden jaren) erosie optreedt wordt aanzienlijk hoger ingeschat dan de kans op een calamiteit op korte termijn (tientallen jaren; verdeling tussen korte en lange termijn 20:80).

Voor grondwater worden slechts 2 criteria gehanteerd, namelijk de mate van uitloging en de concentratie in het kwelgebied. De uitloging wordt als primair criterium aangemerkt omdat deze in eerste instantie bepalend is voor eventuele verdere effecten (gewichtverdeling tussen uitloging en concentratie kwelgebied 80:20). Bij de aanbodvolumina van 5 en 2 miljoen m³ is er sprake van een niet-gesaneerd Ketelmeer. In die situatie is naar verwachting de bijdrage aan de concentratie in het kwelgebied als gevolg van uitloging van een depot ondergeschikt aan de bijdrage als gevolg van de uitloging van de Ketelmeerbodem. In die gevallen wordt de concentratie in het kwelgebied dan ook niet als een zinvol criterium beschouwd en is daarom niet meegenomen. Bij de aanbodvolumina 5 en 2 miljoen m³ wordt in verband hiermee het gewicht van de groep grondwater volledig toegekend aan het criterium uitloging.

Voor de **cluster natuur en landschap** is de volgende verdeling aangehouden (bijlage 10). De beoordelingscriteria ten aanzien van natuurwaarden (ecologie) vormen samen 80% van het gewicht van de cluster. De beide landschapscriteria massa-ruimte en relatieve hoogte vormen beide 10% van het clustergewicht.

Binnen de natuurwaardencriteria is het totale gewicht van de criteria die hinder en verlieseffecten schatten, 2 maal zo groot als de criteria die de herstel- en ontwikkelingsmogelijkheden schatten: De eerste groep criteria geeft het zekere verlies aan van bestaande natuurwaarden, terwijl de tweede groep slechts aangeeft welke ontwikkelingen zich mogelijk kunnen voordoen bij de realisering van de bergingsvarianten.

Van de verliescriteria zijn die ten aanzien van het verlies van waterbodemiafauna het zwaarst meegewogen (35% van totaal natuurcriteria) vooral vanwege de functies als voedsel voor watervogels en de internationale betekenis van het Ketelmeer voor watervogels. De verontreiniging van deze waterbodemiafauna doet hier niet aan af. Bij de beschrijving van de effecten is er van uitgegaan dat watervogels in ieder geval periodiek aangewezen zijn op het beschikbare voedsel in het Ketelmeer, verontreinigd of niet. Daarnaast wordt op termijn een verbetering verwacht van de voedselkwaliteit als gevolg van de verwachte verbetering van de waterbodemkwaliteit hetzij door sanering en verbetering van de IJsselafvoer, hetzij door verbetering van de IJsselafvoer alleen. Het gaat hierbij niet alleen om het verlies aan water-bodemiafauna ten opzichte van de autonome situatie, ten tijde van de aanleg maar ook gedurende de exploitatieperiode. In deze periode zou als onderdeel van de autonome ontwikkeling een waterbodemiafauna van een betere kwaliteit aanwezig zijn dan in de huidige situatie. Mede hierdoor heeft het verlies aan waterbodemiafauna een relatief groot gewicht ondanks de huidige kwaliteit ervan. Afhankelijk van de afwerking van het depot kan er na de exploitatiefase weer waterbodemiafauna tot ontwikkeling komen.

Dit wordt evenwel afzonderlijk meegewogen als een van de ontwikkelingscriteria.

Van de criteria die het verlies aan waterbodemauna schatten weegt het verlies aan driehoeksmosselen ter plaatse van het depot het zwaarst (20% van totaal natuurcriteria) en het verlies aan overige waterbodemauna ter plaatse van het depot minder (8% van totaal natuurcriteria). Het verlies aan waterbodemauna, inclusief driehoeksmosselen, ter plaatse van een eventueel aan te leggen zandwininput heeft vanwege de beperkte omvang en de tijdelijke aard van het verlies een relatief gering gewicht (7% van totaal natuurcriteria).

Het verlies aan rustgebied voor watervogels houdt eveneens direct verband met de internationale betekenis van het Ketelmeer voor watervogels (gewicht: 12% van de natuurcriteria). De verstoring van watervogels is van tijdelijke aard en is als effect minder zwaar meegewogen (5% van totaal natuurcriteria). De verstoring overdag betreft naar verwachting echter meer vogels dan die welke 's nachts optreedt. Daarom is het eerste criterium zwaarder gewogen dan het tweede criterium (verstoring overdag 4% en verstoring 's nachts 1% van totaal natuurcriteria).

De kwaliteit van het oppervlaktewater, dan wel van de (water)bodem in het depot na de exploitatie is beoordeeld voorafgaand en volgend op het aanbrengen van een eventuele afdeklaag, 20 jaar na voltooiing van de exploitatie (40 jaar na begin exploitatie). Vanwege het verschil in duur van de beoordelingsperiodes is de kwaliteit in de eerste periode (20-40 jaar) minder zwaar meegewogen dan in de daarop volgende periode (20-40 jaar: 5%; vanaf 40 jaar: 10% van totaal natuurcriteria).

Ten aanzien van de criteria die de natuur-ontwikkelingsmogelijkheden schatten als gevolg van de realisering van een van de depots, is onderscheid gemaakt tussen de mogelijkheden vanaf het aanbrengen van een eventuele afdeklaag (20 jaar na exploitatie) en die na voltooiing van de consolidatie (circa 200 tot 400 jaar na exploitatie). Vanwege het verschil in tijdsduur is meer gewicht gegeven aan de mogelijkheden voor een permanente ontwikkeling in de tweede periode dan aan mogelijkheden voor een eventueel slechts tijdelijke ontwikkeling in de eerste periode (verhouding 2:1).

Ook met betrekking tot de ontwikkelingscriteria weegt de beoordeling van de depots ten aanzien van de waterbodemauna relatief zwaar mee (15% van totaal natuurcriteria). Dit geldt tevens voor ontwikkeling van rustgebieden (6% van totaal natuurcriteria). Het criterium ontwikkelingsmogelijkheden voor de flora is tevens een maat voor de ontwikkeling van voedsel voor vogels en voor de ontwikkeling van biotoop voor fauna. Daarom heeft ook dit criterium een relatief zwaar gewicht (6% van totaal natuurcriteria). De criteria die de ontwikkelingsmogelijkheden schatten voor paaiplaatsen en broedgebied zijn tenslotte meegewogen met een beperkt gewicht (elk 3% van totaal natuurcriteria).

De gewichtenverdeling binnen de **cluster functies** is als volgt (bijlage 11). Het verlies aan landbouwgrond is relatief zwaar meegewogen bij de beoordeling van de varianten (30% van cluster-totaal). Vanwege de geringere betekenis van beroepsvisserij zijn de criteria die het verlies en de herstel- en ontwikkelingsmogelijkheden schatten van geringer gewicht (beide 5% van cluster-totaal). Aan de criteria inzake recreatie is het grootste gewicht toegekend vanwege de maatschappelijke waardering en vanwege het belang dat hieraan wordt toegekend op regionaal beleidsniveau (60% van cluster-totaal). De maximale hinder die van de realisering van een bergingsdepot uit kan gaan naar de bestaande recreatieve waarden is beperkt, hetgeen vertaald is in een relatief gering gewicht voor het betreffende criterium (gewicht recreatie-beperking: 18% van cluster-totaal). De herstel- en ontwikkelingsmogelijkheden kunnen daarentegen aanzienlijk zijn en ook dit komt tot uitdrukking in het gewicht dat aan dit criterium is toegekend (30% van cluster-totaal). Tenslotte is meegewogen in hoeverre de realisering van een bergingsdepot het geformuleerde beleid ten aanzien van recreatie hindert of stimuleert (12% van cluster-totaal).

De functie natuur is separaat gewaardeerd als onderdeel van de cluster natuur en landschap. Andere functies zijn niet in de afweging betrokken (zie interim-rapport werkstap III).

Het belangrijkste criterium van de **cluster kosten** (bijlage 12) vormen de meerkosten die gemoeid zijn met de realisering van een bergingsdepot (85% van cluster-totaal). De kosten die samenhangen met de tijdelijke berging van de verontreinigde toplaag ter plaatse van een depot in het Ketelmeer, vormen naar verwachting maximaal slechts een fractie van de totale kosten. Het gewicht dat aan dit criterium is toegekend, is dan ook klein (3% van cluster-totaal). De overige criteria hebben betrekking op de kans dat kosten gemaakt moeten worden ten behoeve van zuivering van te lozen depotwater (gesommeerd gewicht: 12% van cluster-totaal). Bij de gewichtenverdeling is rekening gehouden met de relatief hoge kosten voor de verwijdering van de opgeloste organische stoffen ten opzichte van die voor de verwijdering van zwevende stoffen (verhouding 2:1).

De criteria behorend tot de **cluster overig** (bijlage 13) vertonen geen duidelijke onderlinge relatie. De gewichtenverdeling is als volgt. Het criterium geluidshinder heeft het zwaarste gewicht (40% van cluster-totaal). De kansen op uitschuring van de verontreinigde sliblaag buiten het depot als gevolg van de aanleg ervan, zijn beperkt en als het optreedt betreft het een tijdelijk effect. Het toegekende gewicht is minder groot dan bij geluidshinder (20% van cluster-totaal). De overige criteria van deze cluster zijn gelijk gewaardeerd inzake gewicht (10% van cluster-totaal).

De gewichtenverdeling tussen de 5 clusters onderling heeft plaatsgevonden op basis van verschillende invalshoeken. Hierbij zijn 7 verschillende gewichtensets ontstaan (bijlagen 7 en 8).

Set 1 betreft een vlakke verdeling waarbij elke cluster even zwaar is meegewogen (20% elk). Deze set heeft verder geen praktische betekenis.

Set 2 betreft een verdeling waarbij aan de milieu-clusters een relatief groot gewicht is toegekend ten koste van de clusters functies en kosten (IBC 45% vanwege milieuhygiënische overwegingen en indirecte effecten op natuurwaarden; natuur 30%; functies 10%; kosten 0%; overig 15%).

Set 3 betreft een verdeling als set 2 maar hierbij zijn de kosten in belangrijke mate meegewogen (kosten 40%; verdere gewichtenverdeling over clusters als in set 2).

Set 4 betreft een verdeling met een zwaar accent op milieuhygiëne (IBC 75%; verdere verdeling als in set 2).

Bij **set 5** ligt een zwaar accent op de cluster natuur en landschap (60%; verdere verdeling als in set 2).

In **set 6** zijn de functies zeer belangrijk 50% (verdere verdeling als in set 2).

In **set 7** zijn wederom kosten zwaar meegewogen maar ditmaal op basis van set 6: functies (kosten 40%; verdere verdeling als in set 6).

Een overzicht met de genoemde betekenis van de gewichtensets is weergegeven op een uitvouwbare pagina achterin dit rapport. Deze kan gebruikt worden als referentie bij het doornemen van de beschrijving van de resultaten.

3 MCE-resultaten

3.1 Scenario 19 miljoen m³ Botlekslib

De resultaten van de multicriteria-evaluatie bij een aanbod van 19 miljoen m³ Botlekslib zijn weergegeven in bijlage 14. Afweging heeft plaatsgevonden voor elke cluster en voor elke gewichtenset afzonderlijk. De resultaten betreffen voor elke afweging de volgorde van de varianten en per variant een score waaraan de afstand of het verschil tussen twee willekeurige varianten kan worden afgelezen. Deze presentatie is echter weinig overzichtelijk en leent zich slecht voor een behandeling van de resultaten per variant en voor een systematische vergelijking van de varianten onderling. De resultaten zijn daarom als volgt bewerkt.

Binnen elk van de rangschikkingen zijn 4 groepen varianten onderscheiden: goede varianten, die het hoogst eindigen, matige varianten, slechte varianten en zeer slechte varianten, die onderin de rangschikking eindigen. Bij deze groepering van varianten zijn echter niet uitsluitend de rangnummers van belang. Varianten die op een zesde of zevende plaats eindigen en op basis hiervan eigenlijk tot de groep 'middelmatig' zouden behoren kunnen echter vrijwel net zo goed zijn als de beste varianten, zoals aangegeven door de scores. De groepsindeling heeft derhalve plaatsgevonden op basis van deze scores. Goede en middelmatige varianten hebben een score die groter is dan of gelijk is aan nul; slechte en zeer slechte varianten hebben zodoende een negatieve score. Goede varianten hebben een score die groter is dan de helft van de hoogste score; middelmatige varianten hebben dus een score die groter is dan of gelijk is aan nul en kleiner is dan of gelijk is aan de helft van de hoogste score. Slechte varianten hebben een score kleiner dan nul maar groter dan of gelijk aan de helft van de minimale score; zeer slechte varianten hebben een score kleiner dan de helft van de laagste score. Schematisch is dit als volgt weer te geven:

- goed (+) : $score > 1/2 score_{max}$
- matig (o) : $0 \leq score \leq 1/2 score_{max}$
- slecht (--) : $1/2 score_{min} \leq score < 0$
- zeer slecht (-- --) : $score < 1/2 score_{min}$

De resultaten van deze bewerking zijn weergegeven in bijlage 15. Hierin zijn geen gegevens opgenomen voor de Wh- en Eho-variant, die voor dit aanbodscenario vanwege het grote oppervlaktebeslag niet zijn uitgewerkt.

In het navolgende zullen de varianten afzonderlijk worden behandeld op basis van de afweging per cluster en per gewichtenset. Uitgaande van de gehanteerde uitgangspunten in deze studie, worden waar mogelijk conclusies verbonden aan de MCE-resultaten. De effecten van deze uitgangspunten op de MCE-resultaten komen uitgebreid aan de orde in hoofdstuk 5. De betekenis van de gehanteerde afkortingen en gewichtenset-benaming is weergegeven op een uitvouwbare pagina achterin dit rapport.

3.1.1 Variant Wp19-Bot

Deze variant bestaat uit een diepe put in de meerbodem in het centrale deel van het Ketelmeer (gebied Wm).

- Cluster IBC:
Deze variant eindigt als het slechtste alternatief met betrekking tot IBC-eigenschappen. Dit betreft vooral de eigenschappen ten aanzien van verspreiding naar het oppervlaktewater.
- Cluster natuur en landschap:
De eigenschappen ten aanzien van natuur en landschap zijn matig. De variant biedt beperkt mogelijkheden voor herstel en ontwikkeling van natuurwaarden.
- Cluster functies:
Bij de afweging op functies eindigt deze variant in de groep van slechte oplossingen. Er is weliswaar weinig verlies maar er zijn ook weinig ontwikkelingsmogelijkheden.
- Cluster kosten:
De Wp-varianten behoren tot de goedkoopste alternatieven ondanks het relatief grote grondoverschot bij dit aanbod van 19 miljoen m³ Botlekslib. Met betrekking tot kosten eindigt Wp derhalve goed.
- Cluster overig:
Bij de afweging op basis van de cluster overig eindigt Wp19-Bot in de tweede groep (matig). Dit komt vooral door een relatief geringe geluidshinder.

De resultaten van de afwegingen op basis van de gekozen gewichtensets zijn in overeenstemming met die op basis van de clusterresultaten:

- Set 1:
In de afweging met deze vlakke set wordt een matig resultaat behaald: de slechte (IBC) en goede (kosten) eigenschappen worden uitgemiddeld.
- Set 2:
Het zeer slechte resultaat bij deze afweging met een accent op milieu-eigenschappen is vooral toe te schrijven aan de beoordeling van de criteria in de IBC-cluster.
- Set 3:
In set 3 (milieu en kosten) wordt dit zeer slechte resultaat weer in belangrijke mate gecompenseerd door de geringe kosten, hetgeen resulteert in een middelmatige rangschikking.

- Sets 4, 5 en 6:
De gewichtensets 4, 5 en 6 met accenten op respectievelijk milieuhygiëne (IBC), natuur en landschap en functies geven aanleiding tot slechte tot zeer slechte resultaten, die direct samenhangen met de matige tot slechte eigenschappen van deze variant op deze punten.
- Set 7:
Set 7 met accenten op functies en vooral kosten levert weer een iets beter resultaat op (matig) vanwege de geringe kosten.

Onder de voorwaarden van de gehanteerde uitgangspunten kan in het algemeen gesteld worden dat dit een slechte tot zeer slechte variant is met uitzondering van de relatief geringe kosten die ermee gemoeid zijn.

3.1.2 Variant Epo19-Bot

Deze variant voorziet in een eiland in het oostelijk deel van het Ketelmeer (gebied E2) en berging geheel onder water in een diepe put.

- Cluster IBC:
Deze variant behoort op basis van de IBC-criteria tot de beste oplossingen samen met Epk en Epb.
- Cluster natuur en landschap:
Met betrekking tot natuurwaarden gaat er relatief weinig verloren en zijn er goede ontwikkelingsmogelijkheden. Dit resulteert echter in een middelmatige rangschikking vanwege de negatieve landschappelijke beoordeling in verband met omvang en met de nabijheid van het Kampereiland (gebied E2).
- Cluster functies:
Het resultaat bij de afweging op basis van de functie-criteria is voor deze variant goed. Er is weinig verlies en er zijn goede mogelijkheden voor ontwikkeling van recreatieve waarden ondanks de minder dan optimale ligging in gebied E2.
- Cluster kosten:
Dit is een van de duurste varianten met name vanwege het grondverzet tijdens de aanleg en vanwege het grondoverschot.
- Cluster overig:
Deze variant behoort tot een van de beste alternatieven in dit opzicht, vooral vanwege de geringe geluidshinder.
- Set 1:
Een matige score wordt behaald bij weging met deze vlakke set, met name vanwege de hoge kosten.

- Set 2:
Dit is een goede variant in milieu-opzicht, vooral vanwege de goede IBC-eigenschappen maar ook door voornamelijk goede eigenschappen met betrekking tot de overige clusters.
- Set 3:
Een matige score behaalt de variant bij weging met deze milieuset, waarin kosten zwaar meewegen.
- Set 4, 5 en 6:
Goede scores worden behaald bij deze gewichtensets vanwege voornamelijk goede eigenschappen ten aanzien van respectievelijk IBC-criteria, natuur en functies.
- Set 7:
Ondanks de goede mogelijkheden ten aanzien van functies, behaalt deze dure variant een matige score vanwege het accent op kosten in deze set.

Deze variant vormt een van de beste alternatieven door goede eigenschappen op tal van beoordelingsaspecten. De relatief hoge kosten vormen echter een nadeel, evenals de landschappelijke effecten.

3.1.3 Variant Epk19-Bot

Deze variant voorziet in een eiland in het centrale deel van het Ketelmeer (gebied E1) met berging geheel onder water in een diepe put en instelling van een kwelregiem na afloop van de consolidatie. Deze variant komt in veel eigenschappen overeen met Epo19-Bot maar is gesitueerd in gebied E1 tussen Ketelhaven en Schokkerhaven en niet in het meer oostelijk gelegen gebied E2 zoals de Epo-variant.

- Cluster IBC:
Deze variant vormt in dit opzicht een van de beste alternatieven, samen met de andere eilandvarianten Epb en Epo.
- Cluster natuur en landschap:
De variant wordt gekenmerkt door goede eigenschappen op deze beoordelingseigenschappen; met name is er minder verlies aan driehoeksmosselen dan Epo vanwege de locatie in E1 en is er hierdoor tevens een minder negatieve landschappelijke beoordeling.
- Cluster functies:
Deze variant behoort tot de beste alternatieven ten aanzien van functies vanwege het geringe verlies en de goede ontwikkelingsmogelijkheden op de gekozen locatie.
- Cluster kosten:
Evenals Epo is ook deze variant duur, met name vanwege het grondverzet en het grondoverschot.

- Cluster overig:
Er is meer geluidshinder dan in het geval van de Epo-variant vanwege de nabijheid van Ketelhaven. Vanwege de kleinere afstand tot het IJsselmeer is er meer effect te verwachten als uitschuring van de verontreinigde sliblaag optreedt als gevolg van de aanleg van de berging. Dit resulteert in een matige score voor de E_{pk}-variant.
- Set 1:
Een matige score wordt behaald bij deze vlakke set vanwege de hoge kosten.
- Set 2:
De variant krijgt een hoge milieu-rangschikking vanwege goede eigenschappen ten aanzien van IBC, natuur en functies.
- Set 3:
Een slechte score wordt behaald bij deze milieuset, waarin kosten zwaar meewegen.
- Set 4, 5 en 6:
De variant behoort tot de betere of de beste alternatieven in deze afwegingen door goede eigenschappen ten aanzien van IBC, natuur en functies.
- Set 7:
Bij deze functie-set waarin kosten weer zwaar meewegen, wordt ondanks de vele goede eigenschappen een matig resultaat behaald vanwege de hoge kosten.

Deze variant vormt een van de beste alternatieven met goede eigenschappen op alle beoordelingsaspecten behalve ten aanzien van kosten en landschap.

3.1.4 Variant E_{pb19}-Bot

Deze variant bestaat uit een eiland in het centrale deel van het Ketelmeer (E1) met berging deels boven water, in een diepe put.

- Cluster IBC:
Deze variant behoort samen met E_{pb} en Epo tot de beste alternatieven in dit opzicht.
- Cluster natuur en landschap:
Ondanks een negatieve landschappelijke beoordeling wordt een goed resultaat behaald omdat de aanleg met relatief weinig verlies gepaard gaat terwijl er veel ontwikkelingsmogelijkheden zijn.
- Cluster functies:
Ook in dit opzicht behoort deze variant tot de beste alternatieven vanwege een gering verlies en goede ontwikkelingsmogelijkheden in gebied E1.

- Cluster kosten:
Met name vanwege een geringere omvang van het grondverzet en het grondoverschot is deze variant goedkoper dan de voorgaande varianten Epo en Epk. Niettemin is Epb19-Bot relatief duur.
- Cluster overig:
Deze variant vormt een van de beste alternatieven in deze afweging, met name vanwege de geringe geluidshinder.
- Set 1:
Na Epb19-Bot s.g. is de reguliere uitvoering van deze bergingswijze het beste alternatief op basis van deze vlakke set. Deze variant heeft goede eigenschappen op vrijwel alle beoordelingsaspecten.
- Set 2:
Deze variant vormt het beste milieu-alternatief.
- Set 3:
Door de relatief hoge kosten wordt bij deze set een matige score behaald. Niettemin zijn slechts de varianten met een sluitende grondbalans in dit opzicht (veel) beter. Van alle overige varianten is ook in dit opzicht Epb19-Bot het beste alternatief.
- Set 4:
Samen met Epk19-Bot vormt Epb19-Bot het beste alternatief als milieuhygiëne zwaar wordt meegewogen.
- Set 5:
Ook ten aanzien van natuur en landschap vormt Epb het beste alternatief, ondanks de negatieve waardering inzake landschap.
- Set 6:
Variant Epb vormt tevens het beste alternatief als de nadruk wordt gelegd op de functies.
- Set 7:
Door de relatief hoge kosten wordt in deze set, met de nadruk op functies en vooral kosten, een matig resultaat behaald. Als echter wordt afgezien van de varianten met een sluitende grondbalans vormt Epb niettemin ook in dit geval een van de beste alternatieven.

Deze variant behoort op vrijwel alle beoordelingsaspecten tot de beste alternatieven. In landschappelijk opzicht vormt de omvang van het eiland een bezwaar. Een nadeel vormen voorts de kosten maar in die gevallen waarin kosten meegewogen worden, is de uitvoering van Epb als sluitende grondbalans (Epb19-Bot s.g.) het beste alternatief.

3.1.5 Variant Epb19-Bot s.g.

Deze variant komt overeen met de voorgaande maar heeft een hogere afwerking in verband met de uitvoering waarin de grondbalans sluitend is gemaakt.

- Cluster IBC:
Er wordt slechts een matig resultaat behaald. Er is een afwerking van het depot op grotere hoogte dan bij de reguliere uitwerking van dit bergingsprincipe, waardoor de berging minder veilig is op korte en lange termijn en waardoor de mate van beheersbaarheid geringer is.
- Cluster natuur en landschap:
Ook hier is het resultaat slechter dan in geval van de reguliere uitvoering. Er is een groter oppervlaktebeslag door de gekozen uitvoeringswijze van de dijken en belangrijk is voorts de meer negatieve beoordeling ten aanzien van landschap, met name door de grote hoogte.
- Cluster functies:
Deze variant vormt samen met Epb en Epk het beste alternatief.
- Cluster kosten:
Dit is het goedkoopste alternatief; er zijn relatief weinig kosten in verband met grondverzet en geen kosten in verband met grondoverschot.
- Cluster overig:
Ook in dit opzicht vormt deze variant een goed alternatief.
- Set 1:
Deze variant vormt het beste alternatief, vóór Epb in de reguliere uitvoering, vanwege de geringe kosten.
- Set 2:
Het milieu-resultaat is matig vanwege de slechtere eigenschappen ten aanzien van milieuhygiëne.
- Set 3:
Dit is wel het beste milieu-alternatief als de kosten in de afweging worden betrokken.
- Set 4 en 5:
Deze variant blijft de mindere van Epb in de reguliere uitvoering en andere varianten, als milieuhygiëne en natuur en landschap in belangrijke mate meegewogen worden.
- Set 6:
Deze variant vormt ten aanzien van functies een goed alternatief maar is vanwege overige eigenschappen in deze afweging duidelijk de mindere van Epb in de reguliere uitvoering.

- Set 7:
Door de geringe kosten is ook in dit geval de eilandvariant met sluitende grondbalans de beste oplossing ondanks mindere kwaliteiten op andere aspecten.

Ondanks de geringe kwaliteiten ten opzichte van Epb19 ten aanzien van met name milieuhygiëne en natuur en landschap, vormt deze variant vanwege de lage kosten toch een interessant alternatief.

3.1.6 Variant Ehb19-Bot

Deze variant bestaat uit een eiland in het oostelijk deel van het Ketelmeer (gebied E2) met berging deels boven water in een ondiepe put in het Holoceen.

- Cluster IBC:
Deze variant heeft zeer slechte IBC-eigenschappen.
- Cluster natuur en landschap:
In deze afweging behaalt Ehb een lage rangschikking vanwege het grote oppervlaktebeslag en de grote verliezen die daarmee gepaard gaan. Daarnaast is er een negatieve landschappelijke beoordeling mede in verband met de nabijheid van Kampereiland.
- Cluster functies:
Deze variant behoort in dit opzicht tot de betere alternatieven.
- Cluster kosten:
Na de depots op basis van een sluitend grondbalans is dit het goedkoopste alternatief, met name door de geringe omvang van het grondverzet en de afwezigheid van een grondoverschot.
- Cluster overig:
Vanwege de geringe omvang van het grondverzet is er weinig geluidshinder. In deze afweging wordt dan ook een goed resultaat behaald.
- Set 1:
Ehb19-Bot behaalt in deze afweging een matig resultaat vanwege de slechte eigenschappen ten aanzien van milieuhygiëne en natuur en landschap, die uitgemiddeld worden door de goede eigenschappen ten aanzien van de andere beoordelingsaspecten.
- Set 2:
In milieu-opzicht vormt Ehb19-Bot een zeer slecht alternatief.
- Set 3:
Als kosten in de afweging betrokken worden resulteert dit in een middelmatige score.

- Set 4 en 5:
In deze afwegingen, met nadruk op IBC-eigenschappen en natuurlijke en landschappelijke waarden, vormt de variant respectievelijk een zeer slecht tot slecht alternatief.
- Set 6 en 7:
In deze afwegingen daarentegen, met nadruk op functies en kosten, wordt een beter resultaat behaald, in de vorm van een middelmatige rangorde.

Met name vanwege de geringe isolerende eigenschappen is deze variant, ondanks een aantal positieve eigenschappen, weinig kansrijk in de vergelijking met andere varianten.

3.1.7 Variant Vho19-Bot

Deze variant voorziet in een voorland ten westen van Schokkerhaven (gebied Vn) met berging onder water in een ondiepe put in het Holoceen.

- Cluster IBC:
Dit is een zeer slechte variant in deze afweging. Er is een grote uitlozing (circa 65% in 25.000 jaar) en een hoge concentratie verontreiniging in het opkwellend grondwater.
- Cluster natuur en landschap:
In deze afweging eindigen de voorlandvarianten op een gedeelde laatste plaats. Er gaat veel verloren door het grote oppervlaktebeslag en er is een negatieve landschappelijke beoordeling.
- Cluster functies:
Deze variant vormt een van de middelmatige alternatieven. Er is een negatieve waardering ten aanzien van bestaande recreatieve waarden in verband met stroming en ruimtebeslag.
- Cluster kosten:
Ook in deze afweging blijkt deze variant een van de zeer slechte alternatieven. Er zijn hoge aanlegkosten in verband met de relatief grote dijk lengte en het grondverzet.
- Cluster overig:
Deze variant vormt een van de slechtste oplossingen in deze afweging. Er is een negatieve waardering ten aanzien van uitschuring van de oude sliblaag en het is een van de alternatieven met de meeste geluidshinder.
- Set 1 tot en met 7:
Welk accent in de afweging ook gelegd wordt, deze voorlandvariant blijft vrijwel in alle gevallen een van de zeer slechte varianten.

Deze variant komt in geen geval voor selectie in aanmerking vanwege de overwegend zeer slechte afwegingsresultaten bij elk van de gehanteerde gewichtensets.

3.1.8 Variant Vhb19-Bot

Deze variant bestaat uit een voorland ten westen van Schokkerhaven (gebied Vn) met berging deels boven water, in een ondiepe put in het Holoceen.

- Cluster IBC:
De variant eindigt hier onderin de rangschikking. Er zijn slechte isolerende eigenschappen en een hoge concentratie verontreiniging in het opkwellend grondwater.
- Cluster natuur en landschap:
Samen met Vho vormt deze voorlandvariant het slechtste alternatief ten aanzien van landschap en natuurwaarden.
- Cluster functies:
Deze variant behoort in deze afweging evenals Vho tot de middelmatige alternatieven.
- Cluster kosten:
Door geringere dijk lengte en minder grondverzet is deze variant minder duur dan Vho. De variant Vhb behaalt hier een middelmatige score.
- Cluster overig:
Evenals Vho vormt Vhb in dit opzicht een zeer slecht alternatief.
- Set 1 tot en met 7:
Ook deze voorlandberging blijkt in alle gevallen een slechte tot zeer slechte variant en komt in geen geval voor verdere selectie in aanmerking.

3.1.9 Variant Lpo19-Bot

Deze variant voorziet in een berging geheel onder water in een diepe put op het land, ten westen van Ketelhaven (gebied Lw2).

- Cluster IBC:
In dit opzicht vormt deze landvariant een van de goede alternatieven.
- Cluster natuur en landschap:
Ook in dit opzicht heeft Lpo goede eigenschappen. Er is weinig verlies aan bestaande natuurwaarden en in landschappelijk opzicht is deze variant zonder dijken neutraal gewaardeerd. Er zijn echter ook beperkte mogelijkheden voor natuurontwikkeling in vergelijking met een eilandvariant.
- Cluster functies:
Samen met Lpk is deze variant in dit opzicht het slechtste alternatief. Er is veel verlies (landbouw) en er zijn zeer beperkte ontwikkelingsmogelijkheden.

- Cluster kosten:
In dit opzicht vormt Lpo eveneens het slechtste alternatief in verband met de omvang van het grondverzet en van het grondoverschot.
- Cluster overig:
Ook in dit opzicht vormt Lpo, samen met Vho, het slechtste alternatief. Het is een van de varianten met de meeste geluidshinder mede in verband met de nabijheid van Ketelhaven.
- Set 1:
Lpo eindigt in deze afweging als een van de zeer slechte alternatieven door slechte eigenschappen ten aanzien van functies, kosten en geluidshinder.
- Set 2:
Hier behaalt Lpo een matige score door de nadruk op de goede eigenschappen ten aanzien van de IBC-criteria en van natuur en landschap.
- Set 4 en 5:
Ondanks de overige slechte eigenschappen wordt hier een middelmatige score behaald door het accent op respectievelijk IBC-criteria en natuurwaarden en landschap.
- Set 6 en 7:
Het zeer slechte resultaat is hier het gevolg van de slechte eigenschappen ten aanzien van respectievelijk functies en kosten en functies.

Ondanks goede eigenschappen met betrekking tot de IBC-criteria en natuur en landschap behoort deze variant in geen van de gevallen tot de beste alternatieven.

3.1.10 Variant Lpk19-Bot

Deze variant vertoont veel gelijkennis met de voorgaande, Lpo19-Bot, maar is gesitueerd ten noordoosten van Swifterbant in gebied Lw1.

- Cluster IBC:
Dit is evenals Lpo een goede variant.
- Cluster natuur en landschap:
Hier wordt een minder goed resultaat behaald dan Lpo vanwege het ontbreken van een afdeklaag na afloop van de exploitatiefase.
- Cluster functies:
Samen met Lpo vormt deze variant het slechtste alternatief in dit opzicht. Er is veel verlies en er zijn slechts beperkte ontwikkelingsmogelijkheden.

- Cluster kosten:
Ondanks de kleinere afstand tot de tijdelijke opslagplaats van het grondoverschot, vanwege het locatieverschil met Lpo, blijkt ook Lpk een van de zeer slechte varianten in dit opzicht.
- Cluster overig:
In deze afweging behoort Lpk tot de slechte alternatieven. Dit resultaat is beter dan dat van Lpo vanwege de minder ernstige geluidshinder door het ontbreken van een bebouwde locatie als Ketelhaven.
- Set 1:
Het resultaat is in deze afweging voor Lpk iets beter dan voor Lpo maar het is slecht.
- Set 2:
Lpk behaalt hier evenals Lpo een matige score.
- Set 3:
Lpk behoort in deze afweging tot de slechte varianten.
- Set 4 en 5:
Evenals Lpo worden hier matige scores bereikt.
- Set 6 en 7:
Lpk behoort in deze gevallen tot de zeer slechte varianten, evenals Lpo.

De beoordeling van Lpk is in het algemeen enigszins beter dan die van Lpo vanwege het locatieverschil. Deze varianten komen in gebied Lw1 beter tot hun recht dan in gebied Lw2, met name vanwege het ontbreken van een geluidgevoelige locatie als Ketelhaven en de kortere afstand tot de locatie voor de tijdelijke opslag van het grondoverschot. De feitelijke bestemming van het grondoverschot is echter nog niet vastgesteld.

3.1.11 Variant Lpb19-Bot

Deze variant voorziet in een berging in een diepe put met specie deels boven water, ten westen van Ketelhaven.

- Cluster IBC:
Deze variant vormt een van de goede alternatieven.
- Cluster natuur en landschap:
In dit opzicht eindigt Lpb19-Bot als een slechte oplossing. Dit is voor een belangrijk deel toe te schrijven aan een negatieve landschappelijke beoordeling. Voorts zijn de mogelijkheden voor natuurontwikkeling beperkt ten opzichte van bijvoorbeeld een eilandvariant.

- Cluster functies:
Ook hier wordt een slecht resultaat behaald. Er is relatief veel verlies (landbouw) en er zijn slechts beperkte ontwikkelingsmogelijkheden.
- Cluster kosten:
Lpb behoort in dit opzicht tot de middelmatige varianten. Dit resultaat is beter dan voor de voorgaande varianten Lpo en Lpk vanwege de geringere omvang van het grondverzet en van het grondoverschot.
- Cluster overig:
In dit opzicht behoort Lpb tot de slechte alternatieven. Er is relatief veel geluidshinder, mede in verband met de nabijheid van Ketelhaven.
- Set 1 tot en met 7:
In de meeste afwegingen worden middelmatige scores behaald. De goede IBC-eigenschappen worden uitgemiddeld door de matige tot slechte eigenschappen ten aanzien van de overige beoordelingsaspecten. Uitzondering vormen de afwegingen op basis van set 4, waarin een goed resultaat wordt behaald vanwege het accent op de IBC-criteria, en op basis van set 6 waarin een slecht resultaat wordt bereikt vanwege het accent op de slechte eigenschappen ten aanzien van functies.

Variant Lpb19-Bot vormt een van de betere landvarianten met goede IBC-eigenschappen maar met overwegend matige scores in afwegingen waarin de nadruk ligt op andere eigenschappen.

3.1.12

Variant Lpb19-Bot s.g.

Deze variant komt grotendeels overeen met de voorgaande, Lpb19-Bot, maar heeft een grotere afwerkingshoogte door de uitvoering met een sluitende grondbalans.

- Cluster IBC:
Deze variant heeft zowel na de vulfase als na de consolidatiefase een grotere hoogte ten opzichte van het maaiveld dan variant Lpb19 in de reguliere uitvoering. Hierdoor is de uitvoering op basis van de sluitende grondbalans minder veilig op vooral korte termijn (het bezwijken van de kade bij maximale vulling) maar ook op lange termijn (erosie). Ook zijn hierdoor de mogelijkheden ten aanzien van (grondwater-)beheersmaatregelen beperkt ten opzichte van de reguliere variant. Hierdoor is het resultaat op dit beoordelingsaspect (IBC) slechts matig.

- Cluster natuur en landschap:
In deze afweging is deze landvariant het beste alternatief, direct gevolgd door variant Epb. Dit resultaat is vooral toe te schrijven aan de positieve beoordeling van de landvariant ten aanzien van landschap. Met betrekking tot natuur is er weliswaar weinig verlies maar zijn er ook weinig ontwikkelingsmogelijkheden vanwege de locatie op land en vanwege de droge afwerking van het depot tijdens en na de consolidatie-fase.
- Cluster functies:
Evenals de variant met reguliere uitwerking wordt hier een slecht resultaat behaald. Er is verlies aan landbouwgrond en er zijn weinig ontwikkelingsmogelijkheden in vergelijking met eiland- en voorlandvarianten.
- Cluster kosten:
Na Epb19-Bot s.g. is dit het goedkoopste alternatief vanwege de relatief geringe omvang van het grondverzet en vanwege het ontbreken van een grondoverschot.
- Cluster overig:
Deze variant behoort op dit onderdeel tot de middelmatige varianten. Er is minder geluidshinder dan bij Lpo en Lpb vanwege de geringere omvang van het grondverzet.
- Set 1 tot en met 7:
In de afwegingen behaalt variant Lpb19-Bot s.g. in het algemeen enigszins betere resultaten (matig tot goed) dan de reguliere variant Lpb met name vanwege de betere eigenschappen ten aanzien van landschap en kosten (set 1, 3 en 7). De IBC-eigenschappen zijn echter duidelijk minder en in set 4 wordt slechts een middelmatige score behaald.

In vergelijking met de andere variant met sluitende grondbalans, Epb19-Bot s.g., blijkt de landvariant in de meeste afwegingen minder sterk ondanks een belangrijk voordeel ten aanzien van de landschappelijke beoordeling. De eilandvariant heeft betere IBC-eigenschappen, heeft meer ontwikkelingsmogelijkheden ten aanzien van natuur en recreatie, brengt minder verlies mee ten aanzien van bestaande functies en veroorzaakt minder geluidshinder.

3.1.13 Variant Lm19-Bot

Deze variant voorziet in een berging grotendeels boven maaiveld ten noordoosten van Swifterbant (gebied Lw1).

- Cluster IBC:
Deze variant behoort op dit onderdeel tot de zeer slechte alternatieven. Er is een forse uitloging met hoge concentraties verontreiniging in het opkwellende grondwater. Er is een beperkte veiligheid op korte en lange termijn en er is een beperkte beheersbaarheid.
- Cluster natuur en landschap:
In deze afweging wordt een slecht resultaat behaald. Er is een negatieve landschappelijke beoordeling, er is verlies aan natuurwaarden door de aanleg van een zandwinput in het Ketelmeer en er zijn weinig ontwikkelingsmogelijkheden vanwege de locatie op land en de droge afwerking tijdens en na de consolidatie.
- Cluster functies:
Ook dit beoordelingsaspect levert een slecht resultaat op voor variant Lm. Er is veel verlies aan landbouwgrond en er zijn weinig ontwikkelingsmogelijkheden.
- Cluster kosten:
Lm behoort tot de duurdere varianten, met name vanwege de hoge verwervingskosten en de grote kadelengete.
- Cluster overig:
Hier wordt een matig resultaat behaald. Voor een landvariant is de geluidshinder beperkt vanwege de beperkte omvang van het grondverzet en de afwezigheid van geluidgevoelige locaties.
- Set 1 tot en met 7:
In elk van de afwegingen behoort Lm tot de zeer slechte varianten.

Deze variant heeft in geen enkel opzicht goede eigenschappen en komt daarom niet voor selectie in aanmerking.

3.2 Aanbodvariatie

Multicriteria evaluatie is uitgevoerd voor alle in beschouwing genomen aanbodsscenario's. Hoewel op onderdelen duidelijke verschillen in de resultaten op kunnen treden, is het algemene beeld dat geldt bij een aanbod van 19 miljoen m³ Botlekslib tevens van toepassing op de andere scenario's.

De resultaten in de vorm van rangordes en scores zijn voor alle scenario's weergegeven in bijlage 16. In bijlagen 17 tot en met 21 zijn overzichten van de MCE-resultaten weergegeven voor elke van de scenario's met uitzondering van het scenario 19 miljoen m³ Botlekslib, dat reeds eerder behandeld is (bijlage 15). Bijlage 22 bevat een compilatie met een overzicht van de resultaten van alle scenario's. Voor elke bergingswijze is hierin het bereik aangegeven van de resultaten voor elk van de clusters en sets. In bijlagen 23 tot en met 34 zijn tenslotte deze resultaten per cluster of set weergegeven voor elk scenario afzonderlijk.

In de genoemde bijlagen zijn uiteraard slechts gegevens weergegeven voor zover de betreffende varianten voor de afzonderlijke aanbodsscenario's zijn uitgewerkt. De resultaten zullen in het onderstaande wederom per bergingswijze worden besproken. De conclusies gelden onder de voorwaarden van de gehanteerde uitgangspunten.

3.2.1 Wp-varianten

Uit bijlage 22 blijkt dat er bij deze varianten als gevolg van aanbodverschillen beperkte verschuivingen zijn in de resultaten van het merendeel van de afwegingen. Dit is mede een gevolg van locatieverschillen. De Wp19-varianten zijn vormgegeven in het centrale deel van het Ketelmeer (gebied Wm) en varianten Wp5 en Wp2 meer ten westen hiervan (gebied Ww).

- Cluster IBC:
Uit het overzicht op bijlage 23 blijkt dat bij een aanbod van 5 en 2 miljoen m³ Botlekslib of IJsselmeerslib de Wp-varianten niet tot de zeer slechte alternatieven behoren zoals bij de overeenkomstige varianten bij een aanbod van 19 miljoen m³, maar tot de slechte alternatieven. Dit is echter geheel toe te schrijven aan de Wh-varianten, die veel slechter blijken te zijn in dit opzicht dan de Wp-varianten en die in de 19miljoen-scenario's niet meegewogen zijn vanwege het oppervlaktebeslag.
- Cluster natuur en landschap:
Het resultaat varieert van matig (19 miljoen) tot zeer slecht (5 en 2 miljoen). Als gevolg van het locatie-verschil is er meer verlies aan driehoeksmosselen voor de 5 en 2 miljoen varianten in het westelijk deel van het Ketelmeer.
- Cluster functies:
Er is geen variatie als gevolg van aanbodverschillen. Dit zijn alle slechte alternatieven.

- Cluster kosten:
Ook hierin zijn geen duidelijke verschillen in de resultaten. Het zijn alle goede, dat wil zeggen goedkope alternatieven.
- Cluster overig:
Er is een geringe variatie. Dit zijn in dit opzicht matig (19 en 5) tot goede (2) alternatieven.
- Set 1 tot en met 7:
De variatie in resultaten is gering.

Onafhankelijk van het aanbod blijft dit een (zeer) slechte bergingswijze met kosten als duidelijk pluspunt.

3.2.2 Wh-varianten

Deze varianten voorzien in een berging in een ondiepe put in het Holoceen, in de meerbodem. Vanwege het benodigde oppervlak zijn de varianten bij een aanbod van 19 miljoen m³ slib niet inpasbaar.

- Cluster IBC:
Dit zijn alle zeer slechte alternatieven zowel ten aanzien van de verspreiding naar het oppervlaktewater als naar het grondwater.
- Cluster natuur en landschap:
Ook in dit opzicht zijn deze varianten zeer slechte alternatieven. Er is steeds een relatief groot verlies aan driehoeksmosselen.
- Cluster functies:
De Wh-varianten behalen onveranderlijk een slecht resultaat. Er is weinig verlies aan bestaande functies maar er is ook weinig ontwikkeling mogelijk.
- Cluster kosten:
De Wh-varianten vormen een van de goedkoopste oplossingen, samen met de Wp-varianten.
- Cluster overig:
Dit zijn slechte oplossingen vanwege hoge geluidshinder-scores.
- Set 1 tot en met 7:
Er is weinig aanbod-afhankelijke variatie in de resultaten. Behalve in sets 3 en 7, waar kosten sterk meetellen, worden vrijwel uitsluitend zeer slechte resultaten behaald.

Dit zijn zeer slechte varianten met als enig pluspunt de lage kosten. Deze varianten komen niet in aanmerking voor selectie omdat overeenkomstige Wp-varianten op alle punten gelijk of minder slecht scoren.

3.2.3 Epo-varianten

- Cluster IBC:
Er is geen duidelijk aanbod-afhankelijke variatie in de resultaten. Alle varianten behoren tot de groep goede oplossingen.
- Cluster natuur en landschap:
Er is beperkte variatie: Epo-varianten behoren tot de goede tot matige oplossingen. De landschappelijke beoordeling is minder negatief voor de kleinere varianten. Er is echter relatief meer verlies aan driehoeksmosselen bij deze kleinere varianten door een verschuiving van het zwaartepunt van het depot binnen gebied E2 in westelijke richting.
- Cluster functies:
Er is een geringe variatie van goed (19-Bot, 5-Bot, 19-IJs) tot matig (2-Bot, 5-IJs, 2-IJs). Dit hangt samen met een negatieve beoordeling van de grote, westelijk gelegen eilanden in verband met hinder voor de recreatievaart. Dit is voordelig voor de grote, oostelijk gelegen eilanden waarvoor een dergelijke hinder niet verwacht wordt.
- Cluster kosten:
Er is enige variatie in verband met de omvang van het grondoverschot. Dit zijn zeer slechte (19-Bot) tot slechte (overige) oplossingen.
- Cluster overig:
Vanwege de geringe geluidshinder zijn deze varianten zonder uitzondering goede oplossingen.
- Set 1 tot en met 7:
Er is weinig variatie als gevolg van aanbodverschillen.

Deze varianten behoren tot de beste alternatieven. De negatieve punten ten aanzien van landschap en kosten zijn bij de kleinere varianten minder bezwaarlijk.

3.2.4 Epk-varianten

- Cluster IBC:
Deze varianten zijn zonder uitzondering goed.
- Cluster natuur en landschap:
Er is weinig variatie. Dit zijn matig tot overwegend goede oplossingen.
- Cluster functies:
Alle varianten zijn goede oplossingen.

- Cluster kosten:
Dit zijn dure oplossingen. De kleinste varianten zijn relatief minder duur en behoren tot de slechte oplossingen; de grote behoren tot de zeer slechte oplossingen.
- Cluster overig:
Er is enige variatie in de beoordeling op uitschuring. Deze is negatief voor de grotere varianten. De MCE-resultaten zijn matig tot goed.
- Set 1 tot en met 7:
Er is weinig aanbod-afhankelijke variatie in de resultaten.

Ook deze varianten behoren tot de beste alternatieven. Minder goede waarderingen ten aanzien van landschap, kosten en uitschuring gelden niet of in mindere mate voor de kleinere scenario's.

3.2.5 Epb-varianten

- Cluster IBC:
Deze bergingswijze behoort tot de beste alternatieven bij elk aanbods scenario.
- Cluster natuur en landschap:
De resultaten op dit beoordelingsaspect zijn onveranderlijk goed. Er zijn wel score-verschillen op afzonderlijke criteria. De landschappelijke beoordeling is negatief voor de grote varianten en positief voor de kleinste varianten. Bij de beoordeling van de ontwikkelingsmogelijkheden direct na het aanbrengen van de afdeklaag (T = 40 jaar) is in het geval van de IJsselmeerslibvarianten uitgegaan van een droge afwerking en niet van een hiervoor meer gunstige natte afwerking zoals voor de Botlekslibvarianten. Dit verschil in beoordeling is echter een gevolg van de gehanteerde systematiek en geeft geen reëel verschil in ontwikkelingsmogelijkheden weer.
- Cluster functies:
Alle varianten zijn goede oplossingen.
- Cluster kosten:
De varianten zijn slecht (Epb19-Bot) tot matig (overige).
- Cluster overig:
Alle varianten zijn goed.
- Set 1 tot en met 7:
In sets 3 en 7, waarin kosten een belangrijke rol spelen, eindigen de grote varianten (19) als middelmatige en de andere varianten als goede kandidaten. In de overige afwegingen (sets 1, 2, 4, 5 en 6) behoren deze varianten onveranderlijk tot de beste alternatieven.

Dit zijn zeer sterke kandidaten op vrijwel alle beoordelingsaspecten. Alleen bij de grote varianten zijn de landschappelijke effecten en de kosten eventueel bezwaarlijk.

3.2.6 Epb-varianten met sluitende grondbalans

Er zijn twee varianten uitgewerkt: Epb19-Bot s.g. en Epb19-IJs s.g. Er zijn geen verschillen in MCE-resultaten tussen deze varianten.

- Cluster IBC:
Dit zijn middelmatige oplossingen. Ten opzichte van de reguliere varianten zijn er slechtere scores voor veiligheid en beheersbaarheid.
- Cluster natuur en landschap:
Ook hier worden mindere resultaten behaald (matig).
- Cluster functies:
Deze varianten behoren tot de beste alternatieven.
- Cluster kosten:
Dit zijn de goedkoopste alternatieven.
- Clusters overig:
Ook in dit opzicht vormen de varianten een goed alternatief.
- Set 1 tot en met 7:
Deze varianten behalen matige (set 2, 4 en 5) tot goede resultaten (overige sets) bij deze afwegingen.

Ondanks geringere kwaliteiten ten aanzien van met name milieuhygiëne en landschap, in vergelijking met de Epb-varianten in de reguliere uitwerking, vormen deze varianten vanwege de lage kosten toch interessante alternatieven.

3.2.7 Eho-varianten

Vanwege het ruimtebeslag zijn slechts varianten uitgewerkt bij een aanbod van 5 en 2 miljoen m³. Deze bestaan uit een eiland in het oostelijk deel van het Ketelmeer (gebied E2) met berging onder water in een ondiepe put in het Holoceen.

- Cluster IBC:
Dit zijn slechte oplossingen met een berekend uitlogingspercentage van de standaardverontreiniging van 100% in 25.000 jaar.
- Cluster natuur en landschap:
Dit zijn alle omvangrijke bergingen met grote verliezen van natuurlijke waarden en met ongewenste landschappelijke gevolgen.

- Cluster functies:
Deze varianten behoren tot de goede (5) tot matige (2) oplossingen. Deze variatie hangt samen met de oostelijke ligging van deze Eho-varianten terwijl meer westelijk gelegen eilandvarianten bij een aanbod van 5 miljoen m³ slib in verband met hinder voor de recreatie-vaart negatief zijn beoordeeld door hun ligging en omvang.
- Cluster kosten:
Deze varianten zijn relatief duur tot zeer duur, met name vanwege de grote omvang en de resulterende dijk lengte.
- Cluster overig:
De varianten zijn matig tot slecht, mede door het risico van uitschuiving (5).
- Set 1 tot en met 7:
De resultaten zijn overwegend slecht tot zeer slecht.

Deze varianten, waarin de ontgraving beperkt is tot het Holoceen, hebben niettemin een veel minder isolerend vermogen dan de overeenkomstige varianten met diepere ontgraving (Epo-varianten). Nadelig zijn voorts het grotere oppervlaktebeslag en de hogere kosten. Deze varianten zijn daarom in alle opzichten de mindere van de overeenkomstige p-varianten en komen daardoor niet voor selectie in aanmerking.

3.2.8 Ehb-varianten

De varianten met een aanbod van 19 miljoen m³ zijn vanwege het oppervlaktebeslag uitgewerkt in het oostelijk deel van het Ketelmeer (gebied E2), de overige varianten in het meer westelijk gelegen gebied E1.

- Cluster IBC:
De 19miljoen-varianten zijn zeer slecht. De 5- en 2miljoen-varianten zijn slecht maar wel beter dan de Wh-varianten die bij een aanbod van 19 miljoen m³ slib niet zijn meegewogen.
- Cluster natuur en landschap:
Het resultaat varieert van goed tot slecht. Er is relatief meer verlies van driehoeksmosselen bij de 19miljoen-varianten en ook is dan verstoring van watervogels van belang. De landschappelijke beoordeling is eveneens het meest ongunstig voor de 19miljoen-varianten.
- Cluster functies:
Deze varianten behoren tot de goede alternatieven.
- Cluster kosten:
De 19miljoen-varianten behalen een goed resultaat. Bij een aanbod van 5 en 2 miljoen m³ slib wordt slechts een matig resultaat bereikt omdat andere varianten relatief goedkoper worden door een verminderde omvang van het grondoverschot en omdat de goedkope Wh-varianten bij deze scenario's ook meegewogen worden.

- Cluster overig:
Ook hier behalen de 19miljoen-varianten goede en de overige slechts matige resultaten.
- Set 1 tot en met 7:
Deze varianten behalen overwegend matige tot (zeer) slechte resultaten.

Met name vanwege de geringe isolerende eigenschappen zijn deze varianten weinig kansrijk in de vergelijking met andere kandidaten, met name met de overeenkomstige varianten met diepere ontgraving (Epb).

3.2.9 Vho-varianten

- Cluster IBC:
De 19miljoen-varianten zijn zeer slecht. De 5- en 2miljoen-varianten zijn beter dan de Wh-varianten die bij een aanbod van 19 miljoen m³ niet zijn meegewogen. Bij een aanbod van 5 en 2 miljoen m³ slib behoren de Vho-varianten daarom tot de groep slechte alternatieven.
- Cluster natuur en landschap:
De resultaten van deze afweging variëren van zeer slecht voor de 19miljoen-varianten via middelmatig voor de 5miljoen-varianten tot goed voor de 2miljoen-varianten. Er is een negatieve landschappelijke waardering bij een aanbod van 19 miljoen m³ slib. Daarnaast is er bij afnemende grootte een afnemend verlies aan rustgebied voor watervogels.
- Cluster functies:
De varianten behalen hier matige tot goede resultaten.
- Cluster kosten:
Dit zijn onveranderlijk zeer dure en dus zeer slechte oplossingen.
- Cluster overig:
De varianten behalen ook in dit opzicht slechte tot zeer slechte resultaten. De grote varianten zijn negatief gewaardeerd op het aspect uitschuring en alle varianten hebben naar verwachting veel geluidshinder tot gevolg.
- Set 1 tot en met 7:
De resultaten zijn overwegend slecht tot zeer slecht.

Deze varianten komen niet voor selectie in aanmerking vanwege de overwegend slechte tot zeer slechte afwegingsresultaten bij elk van de gehanteerde gewichtensets.

3.2.10 Vhb-varianten

De 19miljoen-varianten zijn gesitueerd ten westen van Schokkerhaven en de 5- en 2miljoen-varianten ten noordoosten van Swifterbant.

- Cluster IBC:
Alle varianten behalen in deze afwegingen slechte resultaten.
- Cluster natuur en landschap:
Dit zijn slechte tot zeer slechte oplossingen. Deze varianten hebben minder ontwikkelingsmogelijkheden dan de overeenkomstige Vho-varianten vanwege de droge afwerking.
Niet alleen de grote varianten hebben een negatieve landschappelijke beoordeling maar ook variant Vhb5-Bot, vanwege de slechte aansluiting op de bestaande oeverlijn.
- Cluster functies:
Deze varianten vormen matige tot goede oplossingen.
- Cluster kosten:
Deze varianten behoren tot de middelmatige tot zeer slechte oplossingen. De aanleg is relatief goedkoper dan in het geval van de Vho-varianten omdat er minder dijk lengte benodigd is en minder grondverzet. Bij de kleinere varianten neemt de dijk lengte bij de voorlandvarianten echter relatief toe; deze varianten worden duurder ten opzichte van de andere. Dit geldt ook voor Vhb19-IJs die relatief lang en smal is.
- Cluster overig:
Hier worden slechte tot zeer slechte resultaten behaald.
- Set 1 tot en met 7:
De resultaten zijn overwegend slecht tot zeer slecht.

Evenals de andere voorlandvarianten, met berging onder water, komen ook deze varianten met berging deels boven water niet voor selectie in aanmerking.

3.2.11 Lpo-varianten

- Cluster IBC:
Dit zijn alle goede alternatieven.
- Cluster natuur en landschap:
Dit zijn goede (19) tot matige (5 en 2) oplossingen. De hoge waardering van de 19miljoen-varianten hangt samen met de veelal negatieve landschappelijke effecten van andere varianten bij dit aanbod. Deze worden minder groot bij een kleiner aanbod waarmee ook de verschillen met de Lpo-varianten kleiner worden.

- Cluster functies:
Dit zijn zonder uitzondering zeer slechte varianten.
- Cluster kosten:
Dit zijn zeer slechte (19), slechte (5) tot matige alternatieven. Bij afnemend aanbod worden ook dure posten als grondverzet en grondoverschot kleiner.
- Cluster overig:
Alle varianten vormen in dit opzicht slechte oplossingen.
- Set 1:
De resultaten zijn slecht tot zeer slecht.
- Set 2:
Hier worden matige resultaten behaald door nadruk op goede eigenschappen ten aanzien van met name de IBC-criteria.
- Set 3:
Afhankelijk van de kosten worden hier (zeer) slechte resultaten bereikt door de grote varianten (19) en matige tot goede door de kleine varianten (2).
- Set 4:
Hier worden overwegende goede resultaten behaald vanwege de nadruk op de IBC-eigenschappen.
- Set 5:
Alle varianten behoren tot de matige alternatieven.
- Set 6:
De resultaten zijn slecht tot zeer slecht vanwege de nadruk op functies.
- Set 7:
Afhankelijk van de omvang en daarmee de kosten, variëren de resultaten van zeer slecht tot matig.

Er zijn goede eigenschappen ten aanzien van IBC-criteria en in mindere mate ten aanzien van natuur en landschap. De overige eigenschappen zijn in het algemeen echter matig tot zeer slecht, waardoor deze varianten niet tot de sterkste kandidaten behoren.

3.2.12 Lpk-varianten

- Cluster IBC:
Alle varianten behoren tot de goede alternatieven.
- Cluster natuur en landschap:
De resultaten zijn overwegend matig.

- Cluster functies:
De resultaten zijn onveranderlijk zeer slecht.
- Cluster kosten:
De resultaten zijn wederom afhankelijk van de grootte en variëren van zeer slecht (19-Bot) tot matig (2-IJs). De overige varianten zijn matig.
- Cluster overig:
De resultaten zijn overwegend slecht.
- Set 1 tot en met 7:
De resultaten zijn in grote lijnen vergelijkbaar met die van de overeenkomstige Lpo-varianten.

Evenals de overeenkomstige Lpo-varianten behoren de Lpk-varianten niet tot de sterkste kandidaten.

3.2.13 Lpb-varianten

- Cluster IBC:
Alle varianten zijn goede oplossingen.
- Cluster natuur en landschap:
De resultaten variëren van slecht tot goed. Hierin speelt de landschappelijke waardering een belangrijke rol. De grootste variant, Lpb19-Bot, heeft een negatieve waardering en komt vooral hierdoor in de groep slechte oplossingen. De overige Lpb-varianten zijn op de landschappelijke criteria neutraal gewaardeerd. Dit is relatief gunstig voor de grotere varianten in deze groep omdat andere bergingswijzen bij een overeenkomstig aanbod op het aspect landschap veelal negatief beoordeeld zijn. Bij de kleinere varianten vallen deze verschillen weg. Deze behalen dan ook een matig resultaat (2-Bot, 5-IJs en 2-IJs), terwijl de middelgrote varianten een goed resultaat behalen (5-Bot, 19-IJs).
- Cluster functies:
De resultaten zijn onveranderlijk slecht.
- Cluster kosten:
De resultaten zijn matig.
- Cluster overig:
Hier worden matige tot slechte resultaten behaald.
- Set 1:
De varianten behoren onveranderlijk tot de matige varianten.

- Set 2:
Vanwege de negatieve landschappelijke beoordeling eindigt Lpb19-Bot als matig alternatief. De overige varianten behoren tot de groep goede oplossingen.
- Set 3:
Mede vanwege relatief hogere kosten voor de grote varianten behalen de 19miljoen-varianten hier een matig resultaat. De kleinere varianten vormen goede oplossingen.
- Set 4:
Vanwege de nadruk op de IBC-eigenschappen zijn alle varianten hier goed.
- Set 5:
Het resultaat is matig tot overwegend goed.
- Set 6:
Hier worden matige tot slechte resultaten behaald vanwege de nadruk op de slechte eigenschappen ten aanzien van functies.
- Set 7:
Ook hier worden overwegend matige resultaten behaald.

Zoals de matige resultaten van de vlakke set 1 al aangeven, zijn deze varianten niet op alle beoordelingsaspecten even sterke kandidaten.

3.2.14 Lpb-varianten met sluitende grondbalans

Varianten zijn uitgewerkt voor de scenario's met een aanbod van 19 en 5 miljoen m³ Botlekslib en IJsselmeerslib. Er is weinig aanbod-afhankelijke variatie in de MCE-resultaten.

- Cluster IBC:
Alle varianten behalen slechts een matig resultaat.
- Cluster natuur en landschap:
De varianten behoren alle tot de goede alternatieven.
- Cluster functies:
Hier worden onveranderlijk slechte resultaten behaald.
- Cluster kosten:
Deze varianten behoren tot de relatief goedkope oplossingen.
- Cluster overig:
Hier worden matige tot slechte resultaten behaald.

- Set 1 tot en met 7:
De resultaten zijn overwegend goed voor sets 1, 3, 5 en 7 en matig voor sets 2, 4 en 6.

De betere eigenschappen ten aanzien van landschap en kosten ten opzichte van de reguliere varianten, gaan helaas ten koste van slechtere IBC-eigenschappen. Daarnaast blijven de effecten ten aanzien van functies en geluidshinder een zwak punt.

3.2.15 Lm-varianten

- Cluster IBC:
De resultaten zijn zeer slecht (19) tot slecht (5 en 2). Bij een aanbod van 5 en 2 miljoen m³ slib weegt de uiterst slechte bergingswijze Wh mee, waardoor het resultaat van de Lm-varianten relatief beter wordt.
- Natuur en landschap:
De resultaten zijn overwegend slecht.
- Cluster functies:
Hier worden overwegend zeer slechte resultaten behaald.
- Cluster kosten:
Dit zijn dure en dus slechte varianten.
- Cluster overig:
De resultaten zijn matig tot slecht.
- Set 1 tot en met 7:
De resultaten zijn zonder uitzondering slecht tot zeer slecht.

Onder het regiem van de gehanteerde uitgangspunten komt geen van deze varianten voor selectie in aanmerking.

4 Gevoeligheidsanalyse

Gevoeligheidsanalyses zijn uitgevoerd teneinde de gevoeligheid te bepalen van de MCE-resultaten voor de wijze waarop de criterium-scores worden gestandaardiseerd tijdens de afweging, voor de gekozen afwegingsmethode, voor variatie in toegekende gewichten en voor variatie in criterium-scores.

4.1 Standaardisatie-methoden

Als onderdeel van de gehanteerde Evamix-methode worden kwantitatieve scores gestandaardiseerd volgens de interval-methode. Hierbij wordt per criterium van elke score de kleinste score afgetrokken, waarna dit verschil wordt gedeeld door het verschil tussen de grootste en kleinste score op dit criterium:

$$\text{- interval: } \text{score}_{\text{stand}} = \frac{\text{score} - \text{score}_{\text{min}}}{\text{score}_{\text{max}} - \text{score}_{\text{min}}}$$

Andere wijzen van standaardiseren zijn echter mogelijk. Beschikbaar zijn:

$$\text{- deling door rijmaximum: } \text{score}_{\text{stand}} = \frac{\text{score}}{\text{score}_{\text{max}}}$$

$$\text{- deling door rijtotaal: } \text{score}_{\text{stand}} = \frac{\text{score}}{\text{score}_1 + \text{score}_2 + \dots + \text{score}_n}$$

$$\text{- vectornormalisatie: } \text{score}_{\text{stand}} = \frac{\text{score}}{\sqrt{\text{score}_1^2 + \text{score}_2^2 + \dots + \text{score}_n^2}}$$

Voor het scenario van 19 miljoen m³ Botlekslib is nagegaan wat het effect is van deze verschillende wijzen van standaardiseren op de afwegingen op basis van sets 1 tot 7.

De verschillen in de resultaten zijn marginaal als deling door het rijmaximum wordt toegepast in plaats van de interval-standaardisatie. Deze geringe verschillen treden met name op in sets 1, 3 en 7 waarin de kwantitatieve gegevens van de kostencriteria een belangrijke rol spelen. De verschillen zijn licht in het voordeel van variant Epb.

De verschillen zijn groter als deling door het rijtotaal wordt toegepast maar dit verstoort het eerder geschetste algemene beeld van de resultaten niet. De verschillen zijn wederom in het voordeel van variant Epb.

Verschillen zijn ook duidelijk aanwezig als vectornormalisatie wordt toegepast maar ook in dat geval blijft het algemene beeld behouden. Ook deze standaardisatie-methode heeft een gunstiger resultaat voor variant Epb tot gevolg.

4.2 MCE-methoden

Voor de afweging van de varianten is gekozen voor de Evamix-methode omdat deze zoveel als mogelijk gebruik maakt van de beschikbare (kwantitatieve) informatie. Niettemin is nagegaan welke verschillen in het resultaat op kunnen treden als andere MCE-methoden worden gehanteerd. De resultaten van de volgende methoden zijn vergeleken voor het aanbod van 19 miljoen m³ Botlekslib inzake sets 1 tot en met 7:

- gewogen somming
- concordantie-analyse
- regime-methode
- verwachtingswaarde-methode
- Evamix-methode

De resultaten zijn weergegeven in de tabellen van bijlage 35. Deze tabellen bevatten de rangnummers van de varianten als resultaat van de onderscheiden afwegingsmethoden.

De resultaten van de concordantie-analyse en de regime-methode wijken vooral in de sets waarin kosten een belangrijke rol spelen, sterk af van de Evamix-resultaten. Dit houdt verband met de kwalitatieve, vergelijkende aard van deze methodes. Kwantitatieve verschillen in criterium-scores tussen alternatieven worden alleen verwerkt door de Evamix-methode, de gewogen somming en door de verwachtingswaarde-methode, waarvan de uitslagen meer overeenkomst vertonen.

Voor de andere scenario's wordt een vergelijkbaar resultaat verwacht. Omdat, zoals eerder aangegeven, de Evamix-methode optimaal gebruik maakt van de beschikbare informatie, blijft dit in deze situatie de meest geschikte methode die de beste resultaten levert.

4.3 Gewichtengevoeligheid

De gevoeligheid van de MCE-resultaten voor de gewichten die aan criteria zijn toegekend, is reeds voor een belangrijk deel in beeld gebracht door het hanteren van verschillende gewichtensets. Deze zijn gebaseerd op het toekennen van gewichten aan clusters van criteria waarbij de gewichtenverdeling van de criteria binnen de cluster vastligt. De resultaten hiervan zijn besproken in het voorgaande hoofdstuk. In deze paragraaf wordt nader ingegaan op de invloed van variatie in de verdeling van de gewichten binnen de clusters.

In het kader van deze gevoeligheidsanalyse is de rangschikking van varianten bepaald op basis van elk van de clusters afzonderlijk (IBC, natuur en landschap, functies, kosten en overig) waarbij er van uitgegaan is dat elk toegekend gewicht in feite tot 20% groter of kleiner kan zijn. Uitgaande van dit gegeven wordt een aantal nieuwe gewichtensets gegenereerd op basis waarvan de multicriteria evaluatie wordt uitgevoerd. Het resultaat is, dat aangegeven kan worden hoe vaak een bepaalde variant op een bepaalde plaats terechtkomt. Op basis hiervan wordt een volgorde aangegeven die met een zekere mate van betrouwbaarheid gehanteerd kan worden. Deze gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd voor de aanbodscenario's 19 miljoen m³ Botlekslib, 2 miljoen m³ Botlekslib en 19 miljoen m³ IJsselmeerslib.

In geen van de gevallen is de eerder bepaalde volgorde van de varianten, uitgaande van de criteria binnen afzonderlijke clusters, gewijzigd. De gevoeligheid voor de variatie in deze gewichten is dus uiterst klein. In een aantal gevallen is de volgorde zelfs met een grotere zekerheid vast te stellen.

4.4 Score-gevoeligheid

Het resultaat van afweging van varianten is gebaseerd op verschillen in de criterium-scores tussen de varianten. Ten aanzien van deze criterium-scores bestaat geen absolute zekerheid. De gevoeligheid voor het MCE-resultaat ten aanzien van onzekerheid in de toegekende criterium-scores is op een wijze benaderd die vergelijkbaar is met die ten aanzien van de gewichten-onzekerheid.

Er is van uitgegaan dat elke kwantitatieve score tot 20% groter of kleiner kan zijn dan de feitelijk toegekende waarde en dat een toegekende rangorde in 4 van de 5 gevallen juist is. Op basis hiervan wordt een aantal nieuwe score-tabellen gegenereerd en worden evaluaties uitgevoerd. Het resultaat is ook hier dat aangegeven kan worden hoe vaak een variant op een bepaalde plaats eindigt. Dit resulteert weer in een volgorde die met een zekere betrouwbaarheid vastgesteld kan worden. Ook deze gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd voor de aanbodscenario's 19 miljoen m³ Botlekslib, 2 miljoen m³ Botlekslib en 19 miljoen m³ IJsselmeerslib.

Ook in deze gevoeligheidsanalyse is in geen van de gevallen de eerder bepaalde volgorde gewijzigd. De gevoeligheid voor de onzekerheid ten aanzien van criteriumscores is daarmee van ondergeschikt belang. Ook hier is veelal de volgorde met meer zekerheid vast te stellen. In enkele gevallen kan evenwel geen onderscheid in rangorde tussen varianten aangegeven worden waar dit eerder wel is gedaan.

4.5 Conclusie gevoeligheidsanalyse

De uitgevoerde gevoeligheidsanalyses geven aan dat de eerder beschreven MCE-resultaten betrouwbaar zijn ten aanzien van de onderzochte onzekerheden.

5 Terugkoppeling

5.1 Algemeen

Teneinde in het kader van fase 1 van de projectstudie en milieu-effect-rapportage te komen tot een beoordeling van uiteenlopende bergingsprincipes, heeft in opeenvolgende werkstappen een uitwerking van deze principes plaatsgevonden tot bergingsvarianten (depots), in een zekere uitvoering en gesitueerd op een zekere locatie. Ten behoeve van deze uitwerking zijn een groot aantal uitgangspunten geformuleerd. In het navolgende wordt nagegaan in hoeverre deze uitgangspunten bepalend zijn geweest voor de beoordeling van de varianten. Het gaat er in deze fase immers om, te komen tot een selectie van een of meerdere veelbelovende bergingsprincipes en de beoordeling op basis van de uitgewerkte varianten of depots is daarbij slechts een hulpmiddel. Gehanteerde uitgangspunten kunnen bij de nadere uitwerking in fase 2 worden bijgesteld of geheel worden gewijzigd.

Onderscheid is gemaakt naar uitgangspunten ten aanzien van :

- uitvoering en inrichting
- slib-eigenschappen
- locatie-keuze

Als afzonderlijke onderwerpen komen de combinatie van meerdere bergingsprincipes en de mogelijkheden ten aanzien van fasering aan de orde.

Inzake uitvoering en inrichting komen uitgangspunten aan de orde ten aanzien van:

- ontgravingsdiepte en taluds
- onderafdichting
- bovenafdichting
- grondwaterbeheersing
- berging verontreinigde topklaag ter plaatse
- verwerking en bewerking van specie
- consolidatie-bevordering
- vulregiem
- waakhogte
- vormgeving depot
- beplanting en afwerkingshoogte

Met betrekking tot de slibeigenschappen komen de volgende onderwerpen ter sprake:

- verontreinigingsgraad
- zetting
- hydraulische weerstand

In werkstap I is op basis van een globale benadering voor elk bergingsprincipe een locatie gekozen binnen de mogelijkheden aangegeven in de startnotitie (voorkeursgebieden). Nagegaan zal worden of ook achteraf bezien de gekozen locatie de beste mogelijkheid lijkt.

5.2 Uitvoering en inrichting

5.2.1 Ontgravingsdiepte en taluds

Als uitgangspunt is een maximale ontgravingsdiepte aangehouden van 25 m beneden het maaiveld of de meerbodem (circa 24 tot 29 m waterdiepte). Met gangbaar winmaterieel kan echter ontgraven worden tot een waterdiepte van circa 40 m. Hierdoor kan het benodigde oppervlak van de berging in principe verkleind worden. Er moet echter wel rekening gehouden worden met een geringere consolidatie gedurende de stortperiode als gevolg van de grotere storthoogte. Daardoor wordt de ruimtewinst als gevolg van zetting tijdens de vulfase (bergingsfactor) kleiner.

Om een indruk te verkrijgen van de te behalen winst in het oppervlaktebeslag, is voor de varianten op basis van de bergingswijze Epb een dimensionering uitgevoerd voor ontgravingsdieptes van 25 tot 45 m beneden de meerbodem. Bij de ontgravingsdieptes van 30 m en dieper is de bergingsfactor aangehouden zoals berekend voor de uitvoering van deze bergingswijze met sluitende grondbalans. De resultaten zijn weergegeven in bijlage 36.

Mede als gevolg van de aan te houden taludhellingen is de oppervlaktewinst als gevolg van een grotere ontgravingsdiepte beperkt of zelfs afwezig zoals bij de kleine varianten. In het geval van Epb19-Bot is deze maximaal en bedraagt ten opzichte van de reguliere uitwerking (ontgraving 25 m beneden meerbodem) bij een ontgraving tot 45 m beneden de meerbodem circa 11% op basis van de diameter en circa 20% op basis van de oppervlakte.

In bijlage 37 zijn voor de varianten Epb19-Bot en Epb19-IJs dimensioneringsgegevens weergegeven waarbij niet alleen een variabele ontgravingsdiepte is aangehouden maar tevens een variabele helling van het ontgravingstalud. In de reguliere uitwerking is een helling aangehouden van 1:5, overeenkomstig de uitgangspunten in de studie van de Pomp-accumulatie Centrale IJsselmeer (deelrapportage fase 1, Nederlandse Energie Ontwikkelingsmaatschappij, 1985). Dit talud is echter vrij vlak en voor een kwelend zandtalud kan op basis van de beschikbare gegevens naar verwachting een helling tot 1:4 aangehouden worden. Uiteraard dient dit in een volgend stadium eventueel nader onderzocht te worden. Een verdere vergroting van de taludhelling is slechts mogelijk als aanvullende taludbeschermende maatregelen worden genomen. Als maximum is vooralsnog een waarde van 1:3 aangehouden.

De gegevens in bijlage 37 laten zien dat de winst in het ruimte-beslag ten opzichte van de reguliere uitwerking bij een ontgravingsdiepte van 48 m beneden de meerbodem en ontgravingstaluds van 1:3, maximaal is voor variant Epb19-Bot en circa 17% bedraagt betrokken op de diameter en circa 32% betrokken op het oppervlak. Bij ontgravingstaluds van 1:4 zijn deze waarden respectievelijk 14% en 26%.

Oppervlaktebesparing door een grotere maximale ontgravingsdiepte is alleen van toepassing voor de varianten met een berging in een diepe put (p-varianten). Bij de varianten die voorzien in ondiepe berging (h-varianten, Lm-varianten) is de maximale ontgravingsdiepte een functie van de (beperkte) dikte van de Holocene deklaag. Ook oppervlakte-winst als gevolg van steilere ontgravingstaluds is vooral van toepassing op de diepe depots in verband met de grote taludlengtes. Beide effecten zorgen ervoor dat de p-varianten alleen gunstiger worden beoordeeld dan reeds het geval was ten opzichte van de h-varianten en de Lm-varianten.

In de afweging tussen Lp- en Ep-varianten kan een kleiner oppervlaktebeslag met name voordelig zijn voor de grote eilanden die ten opzichte van de landvarianten veelal minder gunstig beoordeeld zijn ten aanzien van de landschappelijke criteria. In dit opzicht is ook te overwegen om het ondiepe deel van het ontgravings- en dijkstalud te vervangen door een damwand. Ook hierdoor is een (bescheiden) beperking van het ruimtebeslag te realiseren. Maar daarnaast zijn er andere belangrijke voordelen.

- In het geval van een eilandvariant kan begonnen worden met het aanbrengen van de damwand zodat complicaties ten aanzien van de verwijdering en berging van de verontreinigde toplaag ter plaatse van het depot tot een minimum gereduceerd kunnen worden.
- Als gebruik wordt gemaakt van waterdichte damwandssystemen is er een betere beheersing mogelijk van de hydrologische situatie aan de rand van het depot (dijk).
- Er is geen uitwiggende sliblaag aan de rand, met zeer geringe slibdiktes en de daaraan gekoppelde snelle uitlogging.
- Er is een meer gelijkmatige daling als gevolg van de zetting gedurende het consolidatieproces.

De aan te brengen damwanden behoeven niet vervangen te worden omdat de specie na verloop van tijd door consolidatie zelf een isolerende werking verkrijgt. Een nadeel van een dergelijke uitvoeringswijze vormen de kosten. Naar verwachting is door onderzoek een optimale combinatie te bepalen van dijkprofiel, damwandafmetingen en ontgravingstalud.

Variatie in maximale ontgravingsdiepte en taludhelling heeft naar verwachting geen belangrijke gevolgen voor de afweging van de varianten. In het algemeen zal door mogelijke reductie van het benodigde oppervlak en vergroting van de hydraulische weerstand meer dan reeds het geval is, de voorkeur uitgaan naar varianten die voorzien in berging in een diepe put ten koste van de ondiepe varianten, waarbij het Holoceen niet doorgraven wordt. Reductie van het oppervlaktebeslag is gunstig voor zowel de landvarianten met een diepe put (Lp-varianten) als de eilandvarianten met een diepe put (Ep-varianten). Naar verwachting is dit evenwel meer in het voordeel van de grote eilandvarianten ten opzichte van de landvarianten in verband met de landschappelijke beoordeling.

5.2.2 Onderafdichting

Als uitgangspunt ten aanzien van de onderafdichting is gekozen voor een beoordeling van de varianten zonder een dergelijke voorziening, met uitzondering van de Lm-varianten waarbij uitgegaan is van een folie. Een van de overwegingen betreft de technische haalbaarheid: er is geen bewezen techniek waarmee op grote schaal een volledig waterdichte voorziening aangebracht kan worden op een waterdiepte tot circa 30 m. Er is wel ervaring met het aanbrengen van een waterdichte folie bij ondiepe ontgraving (in den droge) en voor een dergelijke voorziening is dan ook gekozen in het geval van de Lm-varianten. Een andere belangrijke overweging betreft de beperkte duurzaamheid van een voorziening en de onmogelijkheid deze na verloop van tijd te vervangen. Er moet van uitgegaan worden dat een folie reeds tijdens de consolidatie-fase lek raakt. Het verschil met een uitvoering zonder een dergelijke voorziening betreft dus alleen deze beginperiode die (zeer) kort is in vergelijking met de periode, die daarop volgt en waarin, met of zonder voorziening, verspreiding van de verontreiniging optreedt. In deze latere fase heeft de sliblaag zelf echter een isolerende werking verkregen die zeer groot kan zijn bij bepaalde varianten. Getoetst is in feite, welke varianten 'van nature' reeds een sterk isolerende werking hebben. De uitloging die vóór deze tijd optreedt, tijdens de exploitatie en gedurende de consolidatie is overigens slechts zeer gering ten opzichte van de totale hoeveelheid verontreiniging die zich in het depot bevindt, als ook ten opzichte van de uitloging die na de consolidatie optreedt. De gevoeligheid van de afwegingsresultaten ten aanzien van het consolidatiegedrag van het slib in het depot is onderwerp van een afzonderlijke beschouwing (paragraaf 5.3).

Opgemerkt zij nog dat een onderafdichting het consolidatie-proces hindert. Hierdoor is er minder zetting tijdens de exploitatie en is bij ongewijzigde uitgangspunten meer bergingsvolume nodig hetgeen een groter oppervlaktebeslag en daarmee in principe een grotere belasting voor het milieu met zich meebrengt.

Op grond van deze overwegingen is een beoordeling van de varianten in deze fase op basis van de gehanteerde uitgangspunten zinvol geacht. In fase 2 dient hieraan echter opnieuw aandacht besteed te worden zodat op basis van gericht onderzoek eventueel besloten kan worden tot aanpassing van deze uitgangspunten. Vooralnog wordt echter niet verwacht dat hierdoor het behaalde afwegingsresultaat in belangrijke mate zal veranderen.

Er is bij de uitwerking en de beoordeling in de huidige fase 1 overigens niet uitgegaan van een diffusie-remmende laag. Deze kan eventueel aangebracht worden in de vorm van een laag relatief schone specie onderin het depot. Toepassing van een diffusie-remmende laag werkt naar verwachting met name in het voordeel van de landvarianten met diepe ontgraving. De uitloging naar het grondwater wordt in deze gevallen voornamelijk bepaald door diffusie. De diffusie-snelheid is vooral initieel hoog door een sterke concentratie-gradiënt aan de onderzijde van het depot die in stand gehouden worden door de relatief sterke horizontale grondwaterstroming ter plaatse.

Na verloop van tijd echter wordt het verschil in uitloging met de situatie zonder diffusie-remmende laag kleiner, omdat in genoemde situatie door uitloging de specie-laag op de bodem van het depot als diffusie-remmende laag gaat werken (zie ook paragraaf 5.4.10). Naar verwachting heeft het aanbrengen van een diffusie-remmende laag dan ook geen belangrijke gevolgen voor het behaalde afwegingsresultaat.

5.2.3 Bovenafdichting

Als uitgangspunt is gehanteerd dat de specielaag in het depot in beginsel afgedekt wordt met een laag schoon materiaal. Met het aanbrengen van een afsluitende laag, teneinde infiltratie van het neerslagoverschot tegen te gaan, is geen rekening gehouden. Een dergelijke laag is in principe pas functioneel als geen consolidatiewater meer behoeft te worden afgevoerd. Varianten met een droge afwerking na consolidatie komen hiervoor in aanmerking. Dit zijn de Ehb-, Vhb- en Lm-varianten en de Epb- en Lpb-varianten uitgevoerd met sluitende grondbalans.

Het aanbrengen van een afdichtende laag en het onderhoud ervan brengen wel regelmatig terugkerende kosten met zich mee. Dit zijn evenwel uitgaven die op lange termijn moeten worden gedaan zodat de netto contante waarde hiervan gering is. Wel heeft dit belangrijke consequenties voor de nabestemming. De ontwikkeling van natuurwaarden wordt gehinderd door het regelmatig vervangen van de voorzieningen.

Op basis van het aanbodscenario van 19 miljoen m³ Botlekslib is een multicriteria evaluatie uitgevoerd waarbij de uitloging naar het grondwater en de concentratie van het opkwellend grondwater beide op nul zijn gesteld voor de genoemde varianten. De effecten van een aan te brengen bovenafdichting zullen echter minder gunstig zijn omdat er sprake zal blijven van uitloging als gevolg van diffusie. Met mogelijke nadelen is geen rekening gehouden (kosten, nabestemming), zodat dit gezien kan worden als een meest optimistische benadering. Afwegingen zijn uitgevoerd op basis van de 7 gewichtensets.

Zoals te verwachten is doen zich de grootste verschuivingen in de resultaten voor in de afweging op basis van set 4, met een sterk accent op de IBC-criteria. Bij weging met de overige sets doen zich slechts geringe wijzigingen voor ten opzichte van de eerder uitgevoerde evaluatie. De resultaten op basis van de 'IBC-set' (set 4) zijn weergegeven in tabel 5.1.

Tabel 5.1: Aanbodscenario 19 miljoen m³ Botleklib.
 Resultaten van de afweging op basis van de gewichtenset 4 ('IBC') met aangepaste criterium-scores inzake bovenafdichting (links) en met de standaardscores.

bovenafdichting			standaard				
volgorde		score	volgorde		score		
1	Epb	0,07	1	Epb	0,08		
2	Epk	0,06		Epk	0,08		
	Epo	0,06	3	Epo	0,07		
4	Lpb	0,03	4	Lpb	0,05		
5	Lpk	0,02	5	Lpk	0,04		
	Lpo	0,02		Lpo	0,04		
*	Epb-s.g.	0,02	*	7	Epb-s.g.	0,03	
*	Lpb-s.g.	0,02	*	8	Lpb-s.g.	0,01	
*	9	Ehb	0,01	*	Vhb	- 0,06	
*	10	Lm	0,00	*	10	Ehb	- 0,07
*	11	Vhb	- 0,01	11	Vho	- 0,08	
	12	Vho	- 0,14	*	12	Lm	- 0,09
	13	Wp	- 0,15		Wp	- 0,09	

De verschuivingen in rangorde zijn gering; de betreffende varianten dringen niet door tot de bovenste helft van de rangschikking. Met betrekking tot de scores doen zich grotere verschuivingen voor maar de genoemde varianten blijven tot de middelmatige tot slechte alternatieven behoren, ondanks de gunstige scores op de grondwatercriteria. Andere IBC-eigenschappen, zoals beheersbaarheid door middel van andere maatregelen en veiligheid, blijven minder dan optimaal terwijl een aantal van deze varianten ook op andere dan de IBC-criteria matig tot (zeer) slecht scores, zoals variant Lm.

Op grond van deze resultaten wordt geconcludeerd dat het eventueel aanbrengen van een bovenafdichting naar verwachting geen belangrijke wijzigingen in de behaalde resultaten tot gevolg zal hebben.

5.2.4

Grondwaterbeheersing

Een impliciet uitgangspunt bij de vormgeving van alle beschouwde varianten is, dat geen beheersmaatregelen ten aanzien van eenmaal uitgelopen verontreiniging worden getroffen. Een nadeel van de onderzochte kwelvarianten is, dat het vanwege de verwachte geringe doorlatendheid van de sliblaag na consolidatie, vermoedelijk onmogelijk is om voldoende kwelpotentiaal aan te leggen om het optreden van een diffusiestroom aan de onderkant in het depot geheel op te heffen. In plaats van het instellen van een kwelsituatie om de verspreiding naar het grondwater te minimaliseren, zou ook gekozen kunnen worden voor beheersing van het verontreinigde grondwater. Door het plaatsen van een aantal putten langs de rand van het depot aan de benedenstroomse zijde zou het verontreinigde grondwater dat onder het depot vandaan stroomt, kunnen worden opgepompt en vervolgens gezuiverd alvorens het te lozen. Een andere mogelijkheid is het instellen van een beheerste kwelzone benedenstrooms van het depot. Mogelijk is deze wijze van beheersing efficiënter dan het instellen van een kwelsituatie.

Hoewel een dergelijke werkwijze in principe voor alle depotvormen mogelijk is, geldt dat dit het eenvoudigst is voor de depots met het kleinste oppervlak en dus de dikste specielaag. In feite wordt deze geschiktheid reeds gemeten door het criterium beheersbaarheid, zoals dit in de systematiek is gehanteerd. Een wijziging in de afwegingsresultaten wordt daarom niet verwacht.

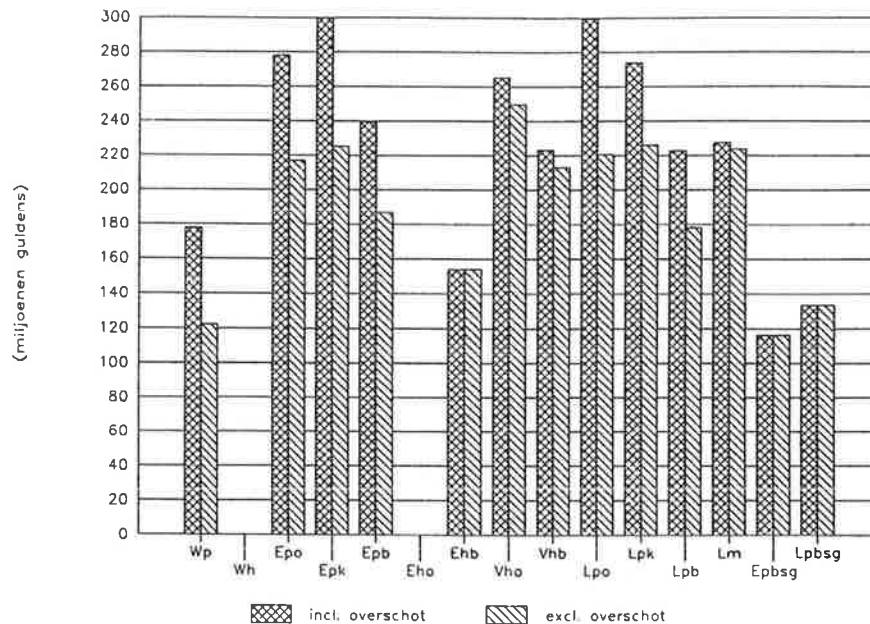
5.2.5 Verontreinigde toplaag

Bij een aanbod van 5 en 2 miljoen m³ slib wordt het Ketelmeer niet gesaneerd. Bij de aanleg van varianten in het Ketelmeer dient de verontreinigde sliblaag ter plaatse van het depot verwijderd te worden en in het depot te worden geborgen. Met deze hoeveelheid specie is geen rekening gehouden bij de dimensionering van de betreffende varianten. Bij anderszins gelijkblijvende uitgangspunten is hiervoor dus extra bergingsvolume nodig. Dit is in het algemeen echter een bescheiden deel van het totaal, vooral waar het gaat om de bergingen met een relatief gering oppervlakte-beslag vanwege een grote ontgravingsdiepte (p-varianten).

Varianten in het Ketelmeer zouden hierdoor iets minder gunstig beoordeeld worden dan de landvarianten maar naar verwachting heeft dit geen belangrijke wijziging in het behaalde resultaat tot gevolg.

5.2.6 Grondoverschot

Door de omvang van de ontgraving komt er bij de aanleg van een aantal varianten meer grond vrij dan in het werk kan worden gebruikt. Ten aanzien van de bestemming van dit grondoverschot zijn een aantal uitgangspunten gehanteerd die vooral bij het grootste aanbodvolume in belangrijke mate bepalend kunnen zijn voor het beoordelingsaspect kosten (figuur 5.1). Als dit aspect van doorslaggevende betekenis wordt geacht kan een definitieve afweging met betrekking tot bergingswijze en bergingslocatie pas plaatsvinden als de feitelijke bestemming van het grondoverschot is vastgelegd.



Figuur 5.1: Vergelijking van netto contante waarden bij een aanbod van 19 miljoen m³ Botlekslib inclusief en exclusief de kosten van het grondoverschot

5.2.7 Verwerking en bewerking van specie

Er is van uitgegaan dat de specie niet wordt verwerkt of bewerkt, maar direct wordt gestort. Een aantal processen zal worden besproken.

Uitvlokken

Door toevoegen van chemicaliën klonteren fijnere delen samen waardoor het sedimentatie-proces wordt bevorderd en mogelijk aan het begin van het consolidatie-proces een hoger droge stofgehalte kan worden bereikt. Deze ingreep kan echter vertragend werken op het consolidatie-proces zelf en er is een milieuhygiënisch bezwaar in verband met de verspreiding van de toegevoegde chemicaliën vanuit het depot. Mogelijk is er initieel minder bergingsruimte nodig waardoor het oppervlaktebeslag kleiner kan zijn. De zetting tijdens consolidatie is echter minder omvangrijk zodat er zich wijzigingen voordoen in de afwerkingshoogte van de varianten. Dit levert andere scores op voor IBC-criteria als veiligheid en beheersbaarheid, die relatief gunstig zullen zijn voor bijvoorbeeld Epo/Epk- en de Lpo/Lpk-varianten ten opzichte van respectievelijk de Epb- en Lpb-varianten.

Op basis van de beschikbare gegevens zijn de gevolgen voor de behaalde afwegingsresultaten niet met zekerheid vast te stellen. Het lijkt in dit stadium echter zinvol om in ieder geval geen principiële keuze te maken tussen bijvoorbeeld Epo-, Epk- en Epb-varianten met of zonder sluitende grondbalans. De keuze kan beperkt blijven tot bijvoorbeeld een eiland-variant met berging in een diepe put, waarbij de beslissing ten aanzien van de uiteindelijke aan te houden afwerkingshoogte gebaseerd zou kunnen worden op nader onderzoek, uit te voeren als onderdeel van fase 2.

Ontwateren

Ook hierbij is er initieel een hoger droge stofgehalte en vervolgens minder zetting als gevolg van consolidatie. Voor consequenties voor de afwegingsresultaten wordt verwezen naar het vorenstaande.

Fractiescheiding

Het resultaat van dit proces is een scheiding in een grove, minder verontreinigde fractie die eventueel voor hergebruik in aanmerking komt en een fijnere fractie, waarin de verontreiniging geconcentreerd is. Dit houdt mogelijk een reductie van het benodigde bergingsvolume in maar het resterende fijnere materiaal consolideert naar verwachting slechter waardoor gewonnen ruimte weer verloren gaat. Ook deze problematiek leent zich voor een nadere uitwerking in fase 2.

Reinigen

Reinigingsprocessen hebben als resultaat dat eventueel kleinere hoeveelheden slib geborgen moeten worden, dan wel dat het te bergen slib minder verontreinigd is. Met betrekking tot het eerste aspect is het van belang dat het afwegingsresultaat niet in belangrijke mate wordt beïnvloed door de omvang van het aanbod. Een reductie in de hoeveelheid te bergen slib als gevolg van een of meer reinigungsstappen leidt naar verwachting derhalve niet tot principiële andere keuzes ten aanzien van de bergingswijze. Ten aanzien van het tweede aspect wordt er van uitgegaan dat, zolang berging noodzakelijk is, ook minder verontreinigde specie op een optimale wijze geborgen dient te worden. Ook dit levert daarom geen wijzigingen op in het afwegingsresultaat.

Immobiliseren

In het gunstigste geval zou dit proces wellicht kunnen leiden tot een fysisch en chemisch inert product. Voor zover dit niet in aanmerking komt voor hergebruik, dient dit geborgen te worden. Een dergelijke berging behoeft echter niet aan IBC-criteria te voldoen, zodat een Wp-variant zou volstaan. Het lijkt in dat geval echter toch aantrekkelijker om een deel van het ontgravingsmateriaal te gebruiken voor een afwerking van de berging als recreatie-eiland in gebied E1 (variant Epb).

Ten aanzien van de genoemde bewerkings- en verwerkingsprocessen dienen de effecten en de uitgangspunten nader onderzocht en vastgesteld te worden in fase 2 van de studie. Het lijkt in ieder geval zinvol de keuze ten aanzien van de aan te houden afwerkingshoogte van de berging mede hiervan af te laten hangen.

5.2.8 Consolidatie-bevordering

Er is in de huidige studie van uitgegaan dat er geen consolidatie-bevorderende maatregelen getroffen zullen worden in de vorm van het aanbrengen van een systeem van zandlagen en zandpalen. Door dergelijke maatregelen wordt het transport in de vorm van afvoer van consolidatiewater bevorderd. Het betekent echter ook een permanent verhoogd transport van verontreiniging naar boven en naar beneden als gevolg van diffusie en advectie en daarmee een vermindering van de nagestreefde isolatie van de berging. Eventueel kan na afloop van de exploitatie de bovenbelasting van de sliblaag worden vergroot, waardoor het consolidatie-proces eveneens wordt bevorderd. Dit geldt met name voor consolidatie in de bovenste sliblagen.

Het aanbrengen van zandpalen is niet mogelijk tijdens de vulfase zodat geen besparing op het benodigde stortvolume kan worden gerealiseerd. Een versnelde consolidatie zou slechts resulteren in het eerder bereiken van de eindhoogte in het depot en eventueel de eerder genoemde verslechtering van de isolerende eigenschappen van het depot. Vooralsnog lijken dergelijke effecten echter geen belangrijke wijzigingen tot gevolg te hebben in de eerder behaalde afwegingsresultaten.

5.2.9 Vulregiem

Bij de dimensionering van de varianten is uitgegaan van een gelijkmatige vulling van de berging gedurende een exploitatie-periode van 20 jaar. De onderhouds- en saneringswerkzaamheden in het Ketelmeer kunnen echter in een kortere periode afgerond worden, terwijl in principe ook een langere exploitatie-periode van de berging mogelijk is.

Bij het bepalen van het benodigde bergingsvolume van het depot is gerekend op een zekere consolidatie tijdens de exploitatie-periode, waardoor bergingsvolume gewonnen wordt. In principe treedt er in een langere periode meer consolidatie op waardoor een kleiner bergingsvolume zou volstaan. In een korte periode treedt minder consolidatie op, waardoor minder bergingsvolume beschikbaar is. De consolidatiesnelheid wordt echter bevorderd doordat in deze kortere periode een dikkere sliblaag wordt aangebracht. Op basis van eerder uitgevoerde consolidatie-berekeningen (Grondmechanica Delft, oktober 1990) voldoen de aangehouden bergingsvolumes ook, als bijvoorbeeld de gehele hoeveelheid saneringsslib van het Ketelmeer in de eerste 5 jaar van de exploitatie-periode wordt geborgen. Meer uitgebreid onderzoek naar de effecten van variatie in het stortregiem is echter gewenst doch voorbehouden aan een latere fase.

Met betrekking tot de beoordeling van de varianten worden geen duidelijke wijzigingen verwacht als gevolg van variatie in het stortregiem. Mogelijk dienen kosten voor baggertransport en zuivering eerder of later gemaakt te worden waardoor de netto contante waarde ervan toeneemt c.q. afneemt. Daar staat echter tegenover dat ook de opbrengsten van de berging eerder dan wel later beschikbaar komen en daardoor eveneens een hogere, respectievelijk lagere netto contante waarde krijgen.

5.2.10 Waakhoogte

Bij de dimensionering van de varianten is geen waakhoogte (verschil tussen kruinhoogte c.q. maaiveld en hoogste waterpeil in het depot) aangehouden. Er is van uitgegaan dat het waterpeil in de berging stijgt tot aan de kruin van de kade of dijk in het geval van de Epb-, Vhb- Lpb- en Lm-varianten of tot aan het maaiveld in het geval van de Lpo- en Lpk-varianten. Vanwege golfoploop wordt een minimale waakhoogte van 2 m nodig geacht. De binnendijks optredende mate van opwaaiing is verwaarloosbaar klein. De genoemde varianten zullen bij anderszins gelijkblijvende uitgangspunten enigermate groter in omvang worden waardoor effecten ook enigszins zullen toenemen. Een belangrijke wijziging in de beoordelingsresultaten worden hiervan echter niet verwacht.

5.2.11 Vormgeving

De varianten zijn beoordeeld op basis van een eenvoudige vormgeving als rechthoek of cirkel in bovenaanzicht.

De mogelijkheid tot aanpassing van deze eenvoudige vormen leidt voor de putvarianten in de Ketelmeerbodem (Wp en Wh) niet tot een meer gunstige beoordeling. Dit geldt wel voor de eilandvarianten. Door een meer langgerekte vorm aan te houden in de lengterichting van het Ketelmeer zijn minder effecten op stroming en slibtransport te verwachten. Deze eilandvarianten zouden daarmee weer enigermate gunstiger worden beoordeeld dan de landvarianten bijvoorbeeld maar de invloed is gering en leidt niet tot belangrijke wijzigingen in het afwegingsresultaat.

Stroomlijning van een aantal voorlandvarianten zou eveneens leiden tot een betere beoordeling inzake stroming en slibtransport (Vho19-Bot, Vho19-IJs, Vhb19-Bot, Vhb19-IJs, Vhb5-Bot, Vhb5-IJs) en indirect inzake beperking van bestaande recreatieve waarden (Vho19-Bot, Vho19-IJs, Vhb19-Bot, Vhb19-IJs). Daarbij zou variant Vhb5-Bot minder negatief beoordeeld kunnen worden op het criterium massa-ruimte vanwege een betere aansluiting op de bestaande oeverlijn. Dit zou de betreffende voorlandvarianten minder ongunstig maken ten opzichte van de andere varianten maar dit is nog volstrekt onvoldoende voor een rangschikking bij de betere alternatieven.

Aanpassing van de vormgeving heeft bij landvarianten naar verwachting slechts marginaal effect en leidt niet tot een meer gunstige beoordeling ten opzichte van andere varianten.

5.2.12 Beplanting en afwerkingshoogte

De landschappelijke beoordeling van de varianten heeft plaatsgevonden op basis van de dimensies van het grondlichaam zonder beplanting. De grote landvarianten met berging (deels) boven maaiveld (Lpb/Lm), die negatief gewaardeerd zijn, zouden met beplanting niet minder ongunstig beoordeeld worden. Ook voor een aansluiting op het Ketelbos c.q. Ketelhaven en de meer oostelijk gelegen beboste zone met het Roggebotsebos zijn deze varianten op zich te groot. Deze uitvoering zou alleen maar meer afbreuk doen aan de bestaande ruimtelijk zonering.

Kleinere Lm- en Lpb-varianten zijn neutraal gewaardeerd. Beplanting zou in principe de beoordeling niet in een positieve doen omslaan. Als hiermee echter mogelijkheden ontstaan voor een vormgeving van het depot als opvallend eigentijds element, dan kan dit in landschappelijk opzicht wel als positief gewaardeerd worden, zoals in het geval van de hoge Lpb-varianten met sluitende grondbalans.

Voor een variant in het Ketelmeer ligt een afwerking op grote hoogte en een vormgeving als eigentijds element minder voor de hand. Met betrekking tot de beplanting past hier meer een afwerking met riet, wilg en els op oeverniveau, overeenkomstig het bestaande beeld van de strekdammen van het Ramsdiep en het Keteldiep. Een opvallend eigentijds element is minder gepast in gebied E2 in verband met de zonering van het oude naar het nieuwe land. In gebied E1 zou zo'n element daarom beter tot zijn recht komen en ook de omgeving meer recht doen maar een grote afwerkingshoogte heeft ook een meer negatief effect op de gewenste openheid van het landschap, zoals in het geval van het Epb-variant met sluitende grondbalans. Eilanden en ook voorlanden laten zich daarnaast toch eenvoudiger als aantrekkelijk element vormgeven als het afwerkingsniveau laag bij het wateroppervlak gehouden kan worden.

In landschappelijk opzicht lijken landvarianten in het algemeen meer mogelijkheden te bieden voor een vormgeving als aantrekkelijk element dan de eilandvarianten. De massale land- en eilandvarianten blijven evenwel negatief in landschappelijk opzicht, terwijl de kleine eilandvarianten zonder meer een toegevoegde waarde hebben.

Wijzigingen in de landschappelijke waardering van varianten kunnen leiden tot verschuivingen in de resultaten van de afwegingen op basis van met name de criteria in de cluster natuur en landschap en van de gewichtensets 2 ('milieu') en 5 ('natuur en landschap'). Naar verwachting zijn deze verschuivingen beperkt in omvang en meer in het voordeel van de landvarianten dan van de eilandvarianten. Een belangrijke wijziging in de strekking van de afwegingsresultaten wordt hiervan echter niet verwacht.

5.3 Slib-eigenschappen

5.3.1 Verontreinigingsgraad

Bij de onderscheiden aanbodscenario's is er sprake van menging van slib van uiteenlopende kwaliteit. Er is in deze studie geen onderscheid gemaakt naar verontreinigingsgraad van het slib in relatie tot het aanbodscenario. De waardering van de varianten is vergelijkend van aard waarbij er van uitgegaan is dat zolang berging van verontreinigde specie noodzakelijk is, deze specie onder optimale omstandigheden geborgen dient te worden.

5.3.2 Zetting

Na afloop van de exploitatie-fase daalt de slibspiegel in het depot als gevolg van het consolidatie-proces. De mate en het verloop van de daling is bepaald aan de hand van simulatie-berekeningen (Grondmechanica Delft, diverse rapportages). Dit gemodelleerde zettingsverloop kan slechts een benadering zijn van het werkelijke verloop en afwijkingen zijn derhalve te verwachten. Hierbij wordt aangetekend dat het Botlekslib een ander consolidatie-gedrag heeft dan het IJsselmeerslib. Het verschil in zettingsverloop, waarin dit tot uitdrukking komt, heeft in ieder geval niet geleid tot belangrijke verschillen in de afwegingsresultaten tussen de Botlekslib-scenario's en de IJsselmeerslib-scenario's.

Zetting tijdens de exploitatie leidt tot winst aan bergingsvolume. Bij de bepaling van het benodigde bergingsvolume is rekening gehouden met deze extra ruimte. Ook deze gegevens volgen uit de uitgevoerde modelberekeningen en kunnen eveneens slechts een benadering zijn van de werkelijk optredende zetting in het depot tijdens de exploitatie.

In het onderstaande wordt getracht globaal aan te geven wat de gevolgen kunnen zijn van belangrijke afwijkingen in het feitelijk zettingsverloop, ten opzichte van het gemodelleerde verloop.

Als er beduidend **meer zetting** optreedt dan verwacht **tijdens de exploitatie**, kan er meer gestort worden als dat gewenst is. Als er niet bijgestort wordt, leidt dit tot een betere beoordeling van de b-varianten, met een afwerking boven de meerbodem of het maaiveld, inzake de veiligheid op korte termijn: het bezwijken van een kade of dijk heeft minder verspreiding van slib tot gevolg. Omdat de zetting sneller verloopt in ondiepe bergingen die bovendien relatief een groot oppervlak hebben, ontstaat relatief meer extra ruimte bij deze h-varianten en Lm-varianten dan bij de overige varianten.

Als **na de exploitatie** beduidend **meer zetting** optreedt dan verwacht, is dit in principe gunstig voor varianten met een droge afwerking (b-varianten) omdat de inzigingspotentiaal afneemt waardoor minder infiltratie en minder verspreiding naar het grondwater optreedt. Voorts volgt er een grotere veiligheid op lange termijn (erosie) en een betere beheersbaarheid.

Als de zetting resulteert in een natte in plaats van een droge afwerking geeft dit tevens meer mogelijkheden voor natuur-ontwikkeling.

Als er beduidend **minder zetting** optreedt dan verwacht **tijdens de exploitatie**, is er minder bergingsvolume dan benodigd is. Dit is met name het geval bij de h-varianten en de Lm-varianten, omdat er bij deze varianten van uitgegaan is dat relatief veel bergingsruimte ontstaat door zetting tijdens de vulfase. Voorts hebben de eilandvarianten met berging onder het meerpeil (Epo, Epk, Eho) enige speling met betrekking tot het bergingsvolume. Eventueel kunnen deze varianten gevuld worden tot een hoger niveau dan was voorzien. Een dergelijke marge is niet aanwezig bij de overige varianten tenzij er wordt overgegaan tot het ophogen of aanleggen van dijken en kaden.

Als er **na de exploitatie** beduidend **minder consolidatie** optreedt dan verwacht, dan is dit vooral ongunstig voor de b-varianten en met name de hoge varianten met een sluitende grondbalans. Vooral voor varianten met een diepe ontgraving is een aanzienlijke zetting voorzien waardoor de slibspiegel in een aantal gevallen tot onder het maaiveld of het Ketelmeer-niveau daalt. Als dit in mindere mate het geval zal zijn, leidt dit tot een minder gunstige beoordeling ten aanzien van isolatie (wegzijging), veiligheid op lange termijn (erosie), beheersbaarheid (mogelijkheden instelling kwelpotentiaal) en eventueel natuur-ontwikkelingsmogelijkheden (droge versus natte afwerking).

Uit bovenstaande beschouwing blijkt dat afwijkend zettingsgedrag voor sommige varianten meer gevolgen heeft dan voor andere. Met name de b-varianten met berging van specie (deels) boven maaiveld of Ketelmeerpeil, al of niet met sluitende grondbalans, blijken gevoelig voor afwijkende zetting. Hiermee kan rekening worden gehouden bij de eventuele realisering van een dergelijke berging door het aanhouden van een zekere veiligheidsmarge. Het doorrekenen van verschillende consolidatie-scenario's kan hierbij de nodige ondersteuning bieden. Door dit risico en de eventueel aan te houden veiligheidsmarge neemt het voordeel van b-varianten ten opzichte van de overeenkomstige o- en k-varianten in zekere mate af.

Met betrekking tot de beoordeling van de varianten inzake de natuur-ontwikkelingsmogelijkheden is geen rekening gehouden met een verlandingsproces dat de bodemdaling bij kan houden. Hierdoor zou een waardevolle moeras-achtige situatie in stand gehouden kunnen worden. Dit zou tevens gunstig zijn in verband met de bindingscapaciteit van het accumulerende organisch materiaal voor contaminanten, hetgeen vooral in het voordeel werkt van kwelvarianten. In het algemeen echter is een verlandingsproces voordelig voor de beoordeling van de p-varianten, die na de exploitatie een grote zetting vertonen. Dit heeft naar verwachting echter geen belangrijke wijziging in het afwegingsresultaat tot gevolg.

5.3.3 Hydraulische weerstand

De sliblaag in het depot heeft tijdens en na de consolidatie een zekere weerstand die de doorstroming van het depot beperkt. Bij de berekening van de verspreiding van de verontreiniging vanuit het depot naar het grondwater is de hydraulische weerstand na voltooiing van de consolidatie gehanteerd, zoals deze volgt uit de uitgevoerde consolidatie-berekeningen.

In het onderstaande wordt nagegaan welke gevolgen ontstaan als de feitelijke weerstand beduidend afwijkt van de verwachte waarden, door afwijkend consolidatie-gedrag. Separaat wordt aandacht besteed aan de effecten van rijping op de weerstand.

Als de feitelijke weerstand beduidend groter is dan verwacht, dan is dit gunstig voor de varianten met een dunne sliblaag (h-varianten, Lm-varianten), omdat aan deze varianten nu een relatief snelle uitloging is toegekend op basis van de geringe waarden van de berekende weerstand. Als een gevolg van gasvorming in de sliblaag zouden de verschillen in de feitelijke weerstand tussen de varianten mogelijk zelfs voor lange tijd geheel weg kunnen vallen. In dat geval zouden de isolatie-criteria minder onderscheidend werken. Het uiteindelijke afwegingsresultaat zou hierdoor echter niet in belangrijke mate worden gewijzigd omdat de varianten met een dunne sliblaag met name door het grote ruimte-beslag meer nadelige effecten behouden dan de varianten met een dikke sliblaag.

Als de feitelijke weerstand beduidend kleiner is dan verwacht, heeft dit minder nadelige gevolgen voor de varianten met een dunne specie-laag (h-varianten, Lm-varianten) waarvoor al van een geringe weerstand was uitgegaan. Er zijn ook minder nadelige gevolgen voor de p-varianten in een kwelsituatie (Epk, Lpo, Lpk, Lpb) waarin de uitloging naar het grondwater voornamelijk een functie is van diffusie. Afhankelijk van de omvang van het verschil tussen feitelijke en verwachte weerstand, kan dit wel aanzienlijke gevolgen hebben voor de isolerende eigenschappen van Epb- en Epo-varianten. In dergelijke gevallen kan evenwel alsnog een kwelsituatie of een situatie met beheerst grondwater (paragraaf 5.2.4) ingesteld worden.

Bij de beoordeling van de varianten is geen rekening gehouden met rijping. Rijping van de sliblaag vindt plaats wanneer aan de bovenzijde door verdamping en/of inzijging een onverzadigde zone ontstaat. Door structuurverandering krijgt de gerijpte laag een hogere doorlatendheid dan het ongerijpte materiaal en bovendien worden door de aërobe omstandigheden die ontstaan, zware metalen mobiel, wat tot verhoogde verspreiding aanleiding kan geven. Voor het ontstaan van een onverzadigde zone van enige dikte moet echter aan twee voorwaarden worden voldaan. In de eerste plaats moet de inzijsnelheid zo hoog zijn, dat het gehele jaarlijkse neerslagoverschot intern kan worden afgevoerd. Bij de gehanteerde materiaaleigenschappen blijkt dit bij lange na niet het geval te zijn. Bovendien moet het merendeel van het gedeponeerde slib zich boven het niveau van de regionale stijghoogte in het onderliggende watervoerende pakket bevinden.

Een onverzadigde zone kan namelijk niet tot onder dit niveau reiken. Dit laatste is alleen het geval voor de variant Lm en in mindere mate voor een aantal varianten met ondiepe ontgraving (h-varianten). Dit betekent, dat wanneer al rijping van enige omvang op zou treden, dit het geval zal zijn bij varianten die onder de geldende uitgangspunten reeds tot de slechte alternatieven gerekend moeten worden. Het rekening houden met rijping zal de hoge waardering van varianten met diepe ontgraving nog versterken, terwijl het tussen deze varianten niet differentiërend werkt.

5.4 Locatie-keuze

5.4.1 Locatie-gevoelige criteria

Bij de beoordeling van de varianten is uitgegaan van de locatie die in een eerder stadium geselecteerd is voor de betreffende bergingswijze. De gekozen locatie speelt echter in de gehanteerde systematiek, bij de beoordeling van de varianten op een aantal criteria geen of slechts een ondergeschikte rol. Bij de beoordeling van de varianten op de overige criteria, is de locatie van de berging duidelijk wel van belang. In bijlage 38 is schematisch aangegeven in welke mate de gehanteerde beoordelingscriteria in deze zin gevoelig zijn. Hierbij gaat het er dus om, in welke mate verschillen in de beoordeling van een variant verwacht kunnen worden als deze variant op een andere plek zou zijn uitgewerkt. Het gaat hier dus niet om de beoordelingsverschillen in verband met locatie-verschillen die inherent zijn aan de bergingswijze. Het criterium 'verlies aan landbouwgrond' maakt onderscheid tussen landvarianten en overige varianten. Dit hangt samen met de bergingswijze. Voor de beoordeling op dit criterium is het echter niet van belang of een gegeven landvariant op de ene of op een andere locatie wordt gerealiseerd omdat alle potentiële locaties in gebruik zijn als landbouwgrond. In deze zin is dus het criterium 'verlies aan landbouwgrond' niet locatie-gevoelig.

Voor een aantal beoordelingscriteria is de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket mede van belang. In een groot aantal van deze gevallen is de invloed van mogelijke locatie-afhankelijke verschillen in deze factor echter gering. Dit betreft de criteria:

- vracht zink na zuivering
- vracht DCB na zuivering
- kwaliteit depotwater 20-40 jaar
- kwaliteit depotwater na 40 jaar
- zuivering: overschr. AMK zink
- zuivering: overschr. AMK DCB
- zuivering: max. conc. zink
- zuivering: max. conc. DCB

Naar verwachting zijn deze criteria dan ook niet in belangrijke mate locatie-gevoelig.

Het criterium 'verlies rustgebied watervogels' is vanwege de ligging van deze rustgebieden alleen relevant voor de voorlandvarianten. Alle potentiële locaties voor deze varianten gaan echter gepaard met verlies aan rustgebied met uitzondering van zones in de directe omgeving van Ketelhaven en Schokkerhaven waar rustende vogels in mindere mate worden waargenomen. Naar verwachting levert dit echter geen duidelijk locatie-gebonden verschillen voor de beoordeling van de voorlandvarianten op dit criterium.

Het criterium 'verstoring van watervogels overdag' betreft de verstoring van vogels in de rustgebieden. Hierbij is de locatie van varianten in het Ketelmeer van belang. Bij de beoordeling op het criterium 'verstoring watervogels 's nachts' is er van uitgegaan dat vogels in tegenstelling tot de situatie overdag in de nachtperiode niet in concentraties voorkomen maar gelijkmatig verspreid. Hierdoor zijn er op dit criterium voor de Ketelmeervarianten geen verschillen te verwachten. Voor zover landvarianten verstoring veroorzaken op het Ketelmeer is deze verstoring eerder vorm-afhankelijk dan locatie-afhankelijk, als uitgegaan wordt van een vaste afstand tot de meerdijk.

Het criterium 'inrichting tijdelijk depot' is een maat voor de financiële inspanning die gemoeid is met de behandeling van de vervuilde sliblaag ter plaatse van het depot. Hierbij gaat het om de hoeveelheid van dit slib, hetgeen bij een zeker oppervlaktebeslag van de variant een functie is van de dikte van de sliblaag, die in beperkte mate locatie-afhankelijk is. Dit wordt echter van ondergeschikt belang geacht voor de afweging van de varianten, mede in verband met het geringe gewicht van dit criterium.

Voor met name varianten met een ondiepe ontgraving (h-varianten, Lm-varianten) zijn de waterdiepte en (of) de dikte van het Holoceen mede van invloed op de hoeveelheid te ontgraven materiaal en daarmee indirect op het grondoverschot. Deze omgevingskarakteristieken zijn niet voor alle locaties gelijk maar vertonen enige variatie. Als gevolg hiervan zijn de criteria 'effecten opslag overschot' en 'combineerbaarheid' in beperkte mate locatie-gevoelig. Naar verwachting is dit echter van ondergeschikt belang in de afweging van de varianten.

De volgende criteria zijn in duidelijke mate locatie-gevoelig en zullen derhalve verder in beschouwing worden genomen:

- uitloging naar grondwater
- concentratie kwelgebied (19 miljoen m³)
- verlies driehoeksmosselen
- verstoring watervogels overdag
- verhouding massa-ruimte
- relatieve hoogte
- recreatie beperking
- recreatie herstel
- recreatie beleid
- meerkosten
- geluidshinder
- uitschuring buiten depot

5.4.2 Varianten

In het kader van deze terugkoppeling inzake locatie-keuze worden niet alle varianten in beschouwing genomen. Van een aantal varianten is een aantal belangrijke eigenschappen dermate slecht, dat een enigszins betere beoordeling op een of meerdere aspecten bij een vormgeving op een alternatieve locatie, niet zal leiden tot een rangschikking bij de beste oplossingen. Dit zijn de varianten:

- Wh, die in alle gevallen slechter zijn dan de overeenkomstige Wp-varianten op een zelfde locatie
- Eho, in alle gevallen slechter dan Epo-varianten
- Ehb, in alle gevallen slechter dan Epb-varianten
- Lm, die in alle gevallen slechter zijn dan de overeenkomstige Lpb-varianten op een zelfde locatie

Ook de voorlandvarianten, Vho en Vhb, zijn niet verder in beschouwing genomen, met name vanwege de inherent slechte isolerende eigenschappen.

Ten aanzien van de overige varianten zal vooral worden nagegaan welke verbeteringen in de beoordeling te verwachten zijn als de uitwerking plaatsvindt op een alternatieve locatie. Dit betreft de:

- Wp-varianten
- Epo-varianten
- Epk-varianten
- Epb-varianten
- Epb-varianten met sluitende grondbalans
- Lpo-varianten
- Lpk-varianten
- Lpb-varianten
- Lpb-varianten met sluitende grondbalans

5.4.3 Locaties

In de startnotitie zijn zogenaamde voorkeursgebieden aangegeven waarbinnen een locatie voor de berging van baggerspecie gekozen kan worden. Deze bevinden zich in het Ketelmeer en in de aangrenzende landgebieden. De voorkeursgebieden zijn verder onderverdeeld in de zogenaamde homogene gebieden, zoals beschreven in het interim-rapport behorende bij werkstap I. In het genoemde rapport zijn deze gebieden tevens aangegeven op kaartbeeld (tekening 50134-O-1). Het betreft de volgende gebieden:

- Ww ter plaatse van de voormalige zandwinputten in het westelijk deel van het Ketelmeer (Wp-varianten)
- Wm1 en Wm2 in het centraal westelijk deel van het Ketelmeer (Wp- en Wh-varianten)
- E1 en E2 in het centrale en oostelijk deel van het Ketelmeer (eilandvarianten)
- Vn, Vz1, Vz2 en Vo langs de oevers van het Ketelmeer (voorlandvarianten)
- Ln1, Ln2, Ln3 en Ln4 in de Noordoostpolder (landvarianten)
- Lo op Kampereiland (landvarianten)
- Lw1, Lw2 en Lz in Oostelijk Flevoland (landvarianten)

Bij de terugkoppeling inzake de locatie-keuze komen al deze gebieden aan de orde. Als locatie-alternatief voor de berging in de waterbodem (Wp- en Wh-varianten) zullen naast de gebieden Ww en Wm tevens de gebieden E1, E2 en Vo in beschouwing worden genomen. Als locatie-alternatief voor een berging in een eiland zullen naast de gebieden E1 en E2 tevens de gebieden Ww, Wm en Vo worden beschouwd.

5.4.4 Wp-varianten

De Wp-varianten op basis van een aanbod van 19 miljoen m³ slib zijn vormgegeven in gebied Wm; de andere Wp-varianten zijn geprojecteerd in gebied Ww.

Aanbod 19 miljoen m³ slib

De locatie-alternatieven worden gevormd door de gebieden Ww, E1, E2 en Vo.

Met betrekking tot de IBC-criteria worden geen verschillen verwacht tussen de gekozen locatie Wm en locatie-alternatief Ww. Alle andere locaties zijn naar verwachting enigermate voordeliger in dit opzicht vanwege een minder negatieve stijghoogte in het eerste watervoerende pakket (minder wegzijging) en een grotere afstand tot de gebieden waar verontreinigd grondwater na verloop van tijd weer opwelt, waardoor meer dispersie plaatsvindt en lagere concentraties worden bereikt.

Met betrekking tot natuurwaarden wordt meer verlies aan driehoeksmosselen verwacht in gebied Ww en minder de gebieden E1, E2 en Vo. De verstoring van watervogels overdag is vanwege de afnemende breedte van het Ketelmeer in westelijke richting naar verwachting groter in gebied Ww en kleiner in de gebieden E1 en E2. Realisering van Wp in het voorlandgebied Vo gaat gepaard met meer verstoring van watervogels. Er worden geen wijzigingen in de landschappelijke beoordeling verwacht als gevolg van een alternatieve locatie-keuze.

Ten aanzien van het voorgenomen beleid inzake recreatie is de realisering van Wp-varianten in gebied E1 een belemmering voorzover dit de aanleg van een vlucht-eiland hindert.

Alle alternatieve locaties brengen extra kosten met zich mee inzake het baggertransport. Ten aanzien van het grondoverschot is er een voordeel voor de locatie in het westen van het Ketelmeer (Ww).

Er is tenslotte meer geluidshinder bij de aanleg van Wp19-varianten in de gebieden Ww, E1 en Vo en minder in gebied E2.

Gebied Ww lijkt op grond van het bovenstaande een slecht locatie-alternatief. Er zijn weliswaar minder kosten gemoeid met het transport van het grondoverschot maar er zijn extra kosten met betrekking tot het baggertransport en er zijn naar verwachting meer effecten inzake geluidshinder en natuurwaarden. Indien Wp als bergingswijze gekozen wordt, ligt het niet voor de hand de bestaande 'Wp-bergingen', in de vorm van de voormalige zandwinputten ter plaatse van Ww, op te ruimen.

Ook lijkt het beter de geringe resterende capaciteit daarin niet te benutten vanwege risico's van opwerveling en transport vanuit het depot.

Gebied E1 is een beter alternatief dan de gekozen locatie Wm, inzake IBC-criteria (grondwater) en natuur. De aanleg van een gewenst vlucht-eiland wordt hierdoor echter mogelijk gehinderd. Er is voorts meer geluidshinder en er zijn hogere kosten.

Gebied E2 is evenals gebied E1 gunstiger inzake IBC-criteria en natuur maar er zijn geen bezwaren inzake de recreatieve beleidsplannen en er is minder aanleiding tot geluidshinder. De kosten zijn echter hoger dan in Wm.

Ook gebied Vo is relatief gunstig met betrekking tot de grondwatereffecten. De verontreiniging van het oppervlaktewater is mogelijk echter negatief vanwege de bestaande natuurwaarden. In verband hiermee is er ook duidelijk meer verstoring van watervogels. Er zijn voorts meer negatieve kosten- en geluidshinderaspecten. Gebied Vo lijkt dan ook een slechter alternatief dan Wm.

De eventuele uitvoering van de Wp19-varianten in gebied E2 als meest interessant locatie-alternatief heeft naar verwachting slechts beperkte gevolgen voor het eerder behaalde afwegingsresultaat. Het geeft mogelijk een lagere notering waar kosten een belangrijke rol spelen en een hogere plaats waar het accent op andere eigenschappen ligt. De belangrijke nadelen van deze varianten zijn echter inherent aan het bergingsprincipe (IBC, functies) en zijn niet afhankelijk van de locatie.

Aanbod 5 van 2 miljoen m³ slib

De alternatieven voor de gekozen locatie Ww worden gevormd door Wm, E1, E2 en Vo.

Ook in dit geval vormt gebied Ww in enkele belangrijke opzichten een van de slechtere alternatieven (grondwater, verlies driehoeksmosselen, verstoring, bestaande zandwinputten). Door de afgenomen omvang van het grondoverschot en de geluidshinder zijn de verschillen tussen de locaties op deze aspecten minder evident dan in het geval van de 19 miljoen-varianten. Bij een aanbod van 5 miljoen m³ zijn de meer oostelijk gelegen locaties nog in het nadeel ten aanzien van het transport van het grondoverschot. Bij een aanbod van 2 miljoen m³ slib zijn deze locaties echter in het voordeel omdat volgens de gehanteerde systematiek de eerste 5 miljoen m³ van het grondoverschot voor natuurontwikkeling naar het oostelijk deel van het Ketelmeer getransporteerd wordt. Door de afname in geluidsproductie zijn er op dit aspect vrijwel geen locatie-verschillen meer. Gebied Vo blijft echter in het nadeel vanwege het nabijgelegen, meer hindergevoelige land.

De strekking van de conclusies is dezelfde als die voor de Wp19-varianten. Beoordeling van de Wp5- en Wp2-varianten op alternatieve locaties zou in een aantal afwegingen wel enigszins betere resultaten opleveren maar dit zou niet leiden tot een rangschikking bij de beste alternatieven.

5.4.5 Epo-varianten

Vanwege de afwerking onder Ketelmeerniveau werd bij de locatie-keuze in werkstap I verwacht dat deze eilandvarianten meer natuurontwikkelingsmogelijkheden bieden dan bijvoorbeeld overeenkomstige varianten met afwerking boven Ketelmeerniveau (Epb-varianten). Op grond hiervan zijn deze varianten geprojecteerd in gebied E2 met een beleidsmatig accent op natuurontwikkeling.

Uit de consolidatie-berekeningen die vervolgens zijn uitgevoerd bleek echter dat met name in bergingen met een diepe ontgraving en een dikke sliblaag (p-varianten) een aanzienlijk deel van de consolidatie, en daarmee de zetting in het depot, plaatsvindt na afloop van de exploitatie-fase. Hierdoor verkrijgen ook de Epb-varianten na verloop van tijd een natte afwerking. Als uitgegaan wordt van de gehanteerde consolidatie-resultaten komt hiermee de oorspronkelijk overweging om Epo-varianten in gebied E2 uit te werken te vervallen.

De locatie-alternatieven voor de Epo-varianten worden gevormd door de gebieden Vo, E1, Wm en Ww.

Aanbod 19 miljoen m³ slib

Met betrekking tot de IBC-criteria worden weinig locatie-afhankelijke verschillen verwacht. In gebied Vo is er een minder negatieve stijghoogte in het watervoerend pakket (minder inzijging) hetgeen in geringe mate voordelig is ten aanzien van uitloging naar het grondwater door advectie. Ter plaatse is echter de horizontale stroming in het watervoerend pakket groter dan in E2, hetgeen weer enigermate negatief doorwerkt in de uitloging naar het grondwater vanwege een mogelijk grotere diffusie-snelheid. Deze geringe effecten werken derhalve tegen elkaar in. In de overige gebieden is er een meer negatieve stijghoogte in het watervoerend pakket maar is de horizontale stroming hierin kleiner. Ook hier werken de mogelijke effecten op de uitloging naar het grondwater dus tegen elkaar in.

Er kunnen zich kleine locatie-afhankelijke verschillen voordoen in de concentraties die bereikt worden in het verontreinigde, opkwellende grondwater als gevolg van variatie in de afstand tussen de locatie-alternatieven en de kwelgebieden. In principe blijven de Epo19-varianten in dit opzicht echter tot de groep gunstige varianten behoren met lage concentraties in het kwelwater.

Met betrekking tot natuur en landschap wordt er in gebieden E1 en Vo minder verlies aan driehoeksmosselen verwacht en in de gebieden Wm en Ww meer. Verstoring van watervogels wordt in hogere mate verwacht voor de gebieden Ww en Vo. Voor de overige gebieden is deze naar verwachting gering, evenals voor de gekozen locatie in gebied E2. Landschappelijk gezien is, vanwege de omvang, het eiland in E1 evenmin gewenst als in E2.

In dit opzicht is de beoordeling van gebied Vo sterker negatief vanwege het contrast met het oude land. Ook de gebieden in het westelijk deel van het Ketelmeer, Wm en Ww, lenen zich slechter in landschappelijk opzicht omdat hierdoor de nagestreefde openheid verloren gaat. Ten aanzien van de relatieve hoogte vormen alle gebieden met uitzondering van Vo een beter alternatief vanwege de grotere afstand tot het lage Kampereiland.

Met betrekking tot functies is er meer hinder voor de bestaande recreatievaart te verwachten voor de gebieden E1, Wm en Ww vanwege de ligging en omvang van het eiland. Voor gebied Vo is dit gering evenals voor gebied E2. Ten aanzien van recreatieve ontwikkelingsmogelijkheden heeft een eiland in E1 een meerwaarde als vlucht-eiland bij de oversteek Ketelhaven-Schokkerhaven, zoals dit ook in het beleid wordt voorgestaan.

Met betrekking tot kosten is er een voorkeur voor de meer westelijk gelegen gebieden in het Ketelmeer: E1, Wm en Ww. Zowel het transport van het grondoverschot als het baggertransport is in deze gevallen goedkoper. In het geval van Vo zijn deze beide posten duurder.

Alle locatie-alternatieven geven naar verwachting meer aanleiding tot geluidshinder. Met uitzondering van gebied Vo geldt dit tevens voor uitschurings-effecten van de verontreinigde sliblaag gelegen in de omgeving van het depot.

Op grond van het bovenstaande lijkt voor de Epo19-varianten gebied E1 een beter alternatief voor de eerder gekozen locatie in gebied E2. Er zijn in E1 betere eigenschappen te verwachten ten aanzien van natuur en landschap, functies en kosten. Naar verwachting heeft dit echter geen belangrijke consequenties voor eerder behaalde MCE-resultaten. Epo-varianten blijven tot de beste oplossingen behoren; Epb-varianten behouden echter het voordeel, hetgeen voornamelijk gekoppeld is aan het bergingsprincipe en niet aan de locatie.

Aanbod 5 en 2 miljoen m³

De verschillen tussen de locaties zijn minder uitgesproken voor de Epo5- en Epo2-varianten dan voor de Epo19-varianten, terwijl ten aanzien van het grondoverschot ook de voorkeursvolgorde van de gebieden kan veranderen. De conclusies ten aanzien van de terugkoppeling zijn echter van een zelfde strekking.

5.4.6

Epk-varianten

De Epk-varianten zijn geprojecteerd in gebied E1. De locatie-alternatieven worden gevormd door de gebieden Vo, E2, Wm en Ww.

Aanbod 19 miljoen m³

Met betrekking tot de IBC-criteria is het volgende van belang. Er zijn locatiegebonden verschillen met betrekking tot de inzijgingspotentiaal. Bij een lagere stijghoogte is er meer wegzijging en dient na consolidatie het waterpeil in de berging op een lager niveau ingesteld te worden teneinde dit tegen te gaan of een kwelregiem te realiseren. Bij de huidige dimensionering van de varianten is dit geen bezwaar aangezien de bovenzijde van de specielaag door zetting als gevolg van de consolidatie op een laag niveau komt te liggen. Belangrijker lijkt in dit geval het effect van de horizontale stroming in het watervoerende pakket op de diffusie, die vanwege het geringe advectieve transport voor een belangrijk deel de uitloging naar het grondwater zal bepalen. In dit opzicht zijn de meer oostelijk gelegen gebieden E2 en Vo slechter en de meer westelijk gelegen gebieden Wm en Ww gunstiger.

Ten aanzien van de te verwachten concentraties in het opkwellend grondwater worden ook in dit geval geen duidelijke locatiegebonden verschillen verwacht.

Ten aanzien van natuur en landschap zijn er de volgende verschillen. Alleen in gebied Vo is er minder verlies van driehoeksmosselen; in alle andere gebieden gaan (veel) meer driehoeksmosselen verloren dan in E1. In gebieden Vo en Ww wordt meer verstoring van watervogels verwacht. Vanuit landschappelijk oogpunt zijn meer negatieve effecten te verwachten in gebieden Vo, E2 (hoogte), Wm (openheid) en Ww (idem).

Epk19-varianten vormen in gebied E1 door hun omvang en ligging een beperking voor de recreatievaart. Voor gebieden Ww en Wm zou dit door de geringere breedte van het Ketelmeer ter plaatse nog in versterkte mate gelden. Beter oplossingen worden verwacht van gebieden E2 en Vo. Ten aanzien van de recreatieve ontwikkelingsmogelijkheden vormt gebied E1 reeds de beste oplossing vanwege de functie als vlucht-eiland voor de kleine recreatie-vaart in de oversteek Ketelhaven-Schokkerhaven. Dit is ook in overeenstemming met bestaande beleidsplannen.

Met betrekking tot de kosten vormt Wm een beter alternatief dan E1 inzake het grondoverschot en het baggertransport. De meer oostelijk gelegen gebieden E2 en Vo zijn in beide opzichten duurder. Gebied Ww is alleen voordeliger ten aanzien van het grondoverschot; het baggertransport is duurder.

Minder geluidshinder wordt verwacht in gebied E2 dan op de gekozen locatie in gebied E2. In de overige gebieden, Vo, Wm en Ww wordt meer hinder verwacht in verband met geringere afstand tot het land. De risico's van uitschurings-effecten worden groter geacht voor de gebieden Ww en Wm vanwege de geringere afstand tot het IJsselmeer. Mede in verband hiermee vormen de gebieden E2 en Vo betere alternatieven.

Evenals voor de Epo-varianten lijkt gebied E1 de beste locatie voor de Epk-varianten. Gebied Vo heeft belangrijke negatieve consequenties ten aanzien van met name natuur en landschap, maar ook ten aanzien van isolatie, kosten en gebruiksmogelijkheden. Dit geldt eveneens voor gebied E2. Met betrekking tot de gebieden Ww en Wm zijn de nadelen ten aanzien van het verlies aan driehoeksmosselen, landschap, functies, geluid en uitschuring doorslaggevend.

Aanbod 5 en 2 miljoen m³ slib

Ook in het geval van de Epk-varianten zijn de verschillen tussen de locaties bij een geringer aanbod minder uitgesproken of, in het geval van het grondoverschot, mogelijk anders dan bij een aanbod van 19 miljoen m³ slib. De strekking van de conclusies blijft evenwel dezelfde.

5.4.7 Epb-varianten

De Epb-varianten, met of zonder sluitende grondbalans, zijn geprojecteerd in gebied E1. De beschouwing ten aanzien van de locatie-terugkoppeling vertoont daarom veel overeenkomsten met die op basis van de Epk-varianten. Ook in dit geval worden de locatie-alternatieven gevormd door de gebieden Vo, E2, Wm en Ww.

Met betrekking tot de IBC-criteria worden geen belangrijke verschillen verwacht tussen de verschillende gebieden. Er is mogelijk minder infiltratie (wegzijging) in gebieden E2 en Vo maar de horizontale stroming in het eerste watervoerende pakket is groter. Hierdoor is er mogelijk minder uitloging naar het grondwater als gevolg van advectie maar meer uitloging als gevolg van toename in de diffusie-snelheid. In de gebieden Wm en Ww is er juist meer wegzijging en minder horizontale stroming. Geringe verschillen in de concentratie van opkwellend grondwater zijn mogelijk, als gevolg van de variabele afstand van de locatie-alternatieven tot de kwelgebieden. In alle gevallen blijven de Epb-varianten echter tot de groep behoren met de geringste concentraties.

Ten aanzien van de overige beoordelingsaspecten en de conclusies geldt hetzelfde als voor de overeenkomstige Epk-varianten.

Als gevolg van consolidatie en zetting kunnen de Epb-varianten in de reguliere uitvoering ondanks de grotere stortheogte afgewerkt worden als kwelvariant. Voor de varianten met sluitende grondbalans geldt dit niet in het geval van Botleklib en in mindere mate voor IJsselmeerslib. Dit zijn echter beperkingen die eventueel weggenomen kunnen worden door een minder grote stortheogte aan te houden.

De Epb-varianten, met of zonder sluitende grondbalans, komen het best tot hun recht op de eerder gekozen locatie E1.

5.4.8 Lpo-varianten

De Lpo-varianten zijn vormgegeven in gebied Lw2, direct ten westen van Ketelhaven. De locatie-alternatieven worden gevormd door de overige landlocaties; Ln1, Ln2, Ln3 en Ln4 in de Noordoostpolder; Lw1 en Lz in Oostelijk Flevoland en Lo op het Kampereiland. Gebied Lo is in ruime zin opgevat als het Kampereiland ten westen van de autoweg N50.

Aanbod 19 miljoen m³ slib

Met betrekking tot IBC-criteria is het volgende van belang. Uit simulatie-berekeningen is gebleken dat de omvang van de horizontale stroming in het watervoerende pakket in belangrijke mate mede bepalend kan zijn voor de uitloging naar het grondwater. Dit is het geval wanneer diffusie belangrijker is dan advectie zoals bij de Lpo-varianten, waarin zich na de consolidatie een kwelstroom instelt. Er zijn in dit opzicht dan ook betere locaties beschikbaar dan Lw2, in welk gebied de horizontale gradiënt relatief sterk is. Dit zijn de locaties Lw1 en Ln2 met een zwakke gradiënt maar met name Ln1 waar horizontale stroming vrijwel afwezig is. De overige gebieden zijn gelijkwaardig of slechter dan Lw2. In de gebieden waarin een minder snelle uitloging wordt verwacht als gevolg van minder horizontale stroming, vindt ook minder verdunning plaats van de uitgeloogde verontreiniging. Hierdoor is de omvang van de verontreiniging als gevolg van opkwellend grondwater minder uitgestrekt maar rekening moet worden gehouden met belangrijk hogere concentraties.

Met betrekking tot natuur en landschap zijn de volgende overwegingen van belang. Gebied Lz is gunstiger omdat er naar verwachting geen verstoring optreedt van buitendijks rustende watervogels. Lo is een slecht alternatief vanwege de bestaande waarden ten aanzien van natuur, landschap en cultuurhistorie.

Ten aanzien van functies zijn er slechts belangrijke verschillen ten aanzien van de bestaande infrastructuur in de gebieden Ln3 (hoogspanningsleiding) en Ln4 (hoogspanningsleidingen en transformatorstation).

Met betrekking tot het baggertransport zijn alle alternatieven vergelijkbaar (Ln2, Ln3) of slechter dan Lw2. De westelijk gelegen gebieden Lw1, Ln1 en Ln2 zijn beter in verband met geringere kosten voor het transport van het grondoverschot. De meer oostelijk gelegen gebieden Ln4, Lo en Lz zijn hier in het nadeel.

De gekozen locatie nabij het geluidgevoelige Ketelhaven geeft aanleiding tot relatief veel geluidshinder. Alle locatie-alternatieven zijn in dit opzicht beter met uitzondering van Lz.

De gebieden Lw1, Ln1 en Ln2 vormen interessante locatie-alternatieven voor het gekozen gebied Lw2. Vanwege het oppervlakte-beslag van variant Lpo19-Bot zouden de gebieden Ln1 en Ln2 gecombineerd kunnen worden. Naar verwachting is de uitloging in deze gebieden enigermate geringer maar dit gaat gepaard met belangrijk hogere concentraties in het opkwellend grondwater. Er is een beperkt voordeel ten aanzien van het grondoverschot en een beperkt voordeel ten aanzien van geluidshinder. Naar verwachting echter heeft dit geen belangrijke wijziging tot gevolg in de eerder bereikte afwegingsresultaten.

Aanbod 5 en 2 miljoen m³ slib

De locatie-gebonden verschillen zijn minder duidelijk bij een kleiner aanbod, terwijl verschillen in kwelconcentraties niet meewegen en de voorkeursvolgorde van de gebieden inzake de verwerking van het grondoverschot kan veranderen. De strekking van de conclusies is evenwel dezelfde als voor de Lpo19-varianten.

5.4.9 Lpk-varianten

De Lpk-varianten zijn geprojecteerd in gebied Lw1. De locatie-alternatieven worden gevormd door de overige landgebieden: Ln1, Ln2, Ln3, Ln4, Lw2, Lz en Lo. Vanwege de overeenkomsten in het bergingsprincipe komt de strekking van de conclusies ten aanzien van de locatie-terugkoppeling overeen met die inzake de Lpo-varianten.

Lw1 is in belangrijke opzichten een goede locatie, terwijl Ln1 en Ln2 in sommige opzichten interessante alternatieven vormen. Belangrijke wijzigingen in het behaalde afwegingsresultaat worden niet verwacht.

5.4.10 Lpb-varianten

De Lpb-varianten, met of zonder sluitende grondbalans, zijn geprojecteerd in gebied Lw2 direct ten westen van Ketelhaven. De locatie-alternatieven worden gevormd door de overige landgebieden: Ln1, Ln2, Ln3, Ln4, Lw1, Lz en Lo.

Aanbod 19 miljoen m³ slib

Zoals in het geval van de Lpo-varianten vormen de gebieden Lw1, en met name Ln1 en Ln2 met betrekking tot de uitloging naar het grondwater, interessante locatie-alternatieven. Bij de uitloging van de Lpb-varianten in Lw2 speelt diffusie een overheersende rol. In de reguliere varianten heerst er na de consolidatie een kwelstroom in het depot en in de varianten met sluitende grondbalans een zeer geringe wegzijging. Er is dus geen of slechts in zeer geringe mate transport naar het grondwater als gevolg van advection.

Voor de diffusie-snelheid is de concentratie-gradiënt onder het depot van belang. Op de gekozen locatie in Lw2 wordt de uittredende verontreiniging meegevoerd door de relatief sterke horizontale stroming in het watervoerende pakket ter plaatse. Hierdoor blijven de concentraties in het grondwater onder het depot laag. Het concentratieverschil tussen de sliblaag en het grondwater blijft in eerste instantie groot en als gevolg van deze sterke gradiënt blijft ook de diffusie-snelheid hoog. Na verloop van tijd echter neemt als gevolg van de uitloging in verband met deze diffusie de concentratie in de onderste sliblagen af. De concentratie-gradiënt neemt hierdoor af en daardoor ook de snelheid van diffusie en uitloging. De uitgeloopte specie werkt op deze wijze als een diffusie-remmende laag.

Op de alternatieve locaties Lw1 en vooral Ln1 en Ln2 is de horizontale stroming in het watervoerende pakket aanzienlijk kleiner dan in Lw2. Aanvullende grondwaterberekeningen zijn uitgevoerd door het Waterloopkundig Laboratorium teneinde het verschil in uitlogingsgedrag te bepalen van de Lpb19-varianten als deze in de Noordoostpoldergebieden Ln1 en Ln2 worden gesitueerd ten opzichte van de locatie in Lw2 in Oostelijk Flevoland.

De uitloging van de standaardverontreiniging circa 25.000 na afloop van de consolidatie bedraagt voor variant Lpb19-Bot in de Noordoostpolder 6,8% van de totale hoeveelheid van deze verontreiniging in de gestorte specie. Op de Lw2-locatie is dit 11,7%. De variant in de Flevopolder vertoont vooral in het begin van de simulatie-periode een grote uitloging; daarna worden de verschillen in uitloogsnelheid kleiner. Wel worden als gevolg van de geringere verdunning op de Noordoostpolder-locatie hoge concentraties verwacht in het opkwellende grondwater.

Het uitlogingsgedrag van Lpb19-Bot in de Noordoostpolder is niet duidelijk beter dan dat van de beste eilandvarianten in dit opzicht: Epb19-Bot en Epb19-Bot met sluitende grondbalans, waarvoor uitlogingswaarden zijn berekend van respectievelijk 5,7% en 3,8%. Deze eilandvarianten liggen echter op enige afstand van de kwelgebieden waardoor verdunning van de uitgeloopte verontreiniging optreedt en veel lagere concentraties worden bereikt in het opkwellend grondwater dan in het geval van de Lpb-variant in de Noordoostpolder.

Voor de IJsselmeerslibvariant Lpb19-IJs in de Noordoostpolder is de uitlogingswaarde kleiner dan 11%. In de eerder uitgevoerde multicriteria-evaluatie is voor deze Lpb-variant op de Flevo-locatie een waarde aangehouden van 12%. In feite zal deze waarde lager zijn maar gezien het geringe verschil in deze invoergegevens zijn geen verschillen in de MCE-resultaten te verwachten als gevolg van locatie-afhankelijke verschillen in uitlooggedrag.

Ook de hogere concentraties in het kwelwater blijken uit opnieuw uitgevoerde evaluaties geen aanleiding te geven tot wijziging in de MCE-scores van de Botlekslib- of IJsselmeerslib-varianten in de afweging op basis van de criteria in de cluster IBC.

Met betrekking tot natuur en landschap is het volgende van belang. Gebied Lz is een beter alternatief dan de andere gebieden inzake de verstoring van buitendijks rustende vogels. Gebied Lo is een slecht alternatief vanwege de bestaande natuurwaarden. De landschappelijke waardering van Lpb19-Bot is reeds negatief in Lw2. In de andere gebieden is dit evenzeer het geval of in verhoogde mate, zoals in Ln3 en Lo (Schokland en Kampereiland) vanwege bestaande landschappelijke en ook cultuur-historische waarden. Lpb19-IJs is in Lw2 neutraal gewaardeerd vanwege de geringere omvang. Duidelijk grotere effecten worden echter verwacht in de eerder genoemde gebieden Ln3 en Lo. De Lpb-varianten met een sluitende grondbalans zijn in Lw2 positief gewaardeerd in landschappelijk opzicht. De vraag is echter of dergelijke elementen in de andere gebieden ook een toegevoegde waarde hebben. Dit is zeker niet het geval voor de gebieden Ln3 en Lo.

Met betrekking tot functies zijn er vooral verschillen ten aanzien van de bestaande infrastructuur. In gebied Ln3 moet rekening worden gehouden met een hoogspanningsleiding en in gebied Ln4 met hoogspanningsleidingen en een transformatorstation.

Met betrekking tot het baggertransport zijn alle locatie-alternatieven vergelijkbaar (Ln2, Ln3) of slechter dan Lw2. De meer westelijk gelegen gebieden Lw1, Ln1 en Ln2 zijn beter ten aanzien van het transport van het grondoverschot. Gebied Ln3 is in dit opzicht vergelijkbaar met de locatie in Lw2. De oostelijk gelegen gebieden Ln4, Lo en Lz zijn hierin ongunstiger.

Alle locatie-alternatieven met uitzondering van gebied Lz zijn beter inzake geluidshinder vanwege het ontbreken van hindergevoelige bebouwing als in Ketelhaven.

Evenals in het geval van de Lpo-varianten vormen de gebieden Lw1, Ln1 en Ln2 interessante locatie-alternatieven. Multicriteria evaluatie is uitgevoerd op basis van de Lpb19-varianten, geprojecteerd op de alternatieve locatie Ln1 + Ln2 in de Noordoostpolder. Dit levert echter noch voor de Botlekslib-variant, noch voor de IJsselmeerslib-variant duidelijk betere resultaten op. Geconcludeerd kan worden dat er in het Ketelmeergebied meerdere gebieden aanwezig zijn waarin de Lpb-varianten op een naar verwachting min of meer gelijkwaardig niveau uitgewerkt kunnen worden.

Aanbod 5 en 2 miljoen m³

Hoewel de beschouwing ten aanzien van de locatie-terugkoppeling op onderdelen verschilt bij een kleiner aanbod, is de strekking ervan dezelfde als in het geval van de Lpb19-varianten.

5.5 Tussenvormen en fasering

De onderzochte verzameling varianten bestaat uit een tamelijk schematische selectie van mogelijkheden, waarbij een aantal hoofdkenmerken in verschillende combinaties is samengevoegd. Het is niet ondenkbaar dat er tussenvormen of variaties op uitgewerkte bergingswijzen mogelijk zijn, welke voordelen bieden ten aanzien van de bestudeerde varianten. Door middel van een kwalitatieve beschrijving van voor- en nadelen van combinaties ten opzichte van uitgewerkte varianten, wordt nagegaan of er mogelijk nog perspectievolle variaties bestaan die voor nader uitwerking in aanmerking komen. Daarnaast worden de mogelijkheden in beschouwing genomen die ontstaan wanneer de berging van specie plaatsvindt in twee of meer kleinere depots in plaats van een groot depot.

5.5.1 Combinatie van bergingswijzen

Combinatie van de bergingswijzen Wp en Epo

Deze combinatie bestaat uit een diepe put voorzien van een tijdelijke ringdijk. Ook is een combinatie denkbaar van Wp en Epb, waarbij dus specie gestort wordt tot boven het Ketelmeerniveau. Door consolidatie daalt de slibspiegel weer tot op of onder het niveau van de Ketelmeerbodem.

Dit neemt echter een aanzienlijke periode in beslag zodat nauwelijks meer van een tijdelijke voorziening kan worden gesproken. Een combinatie op basis van een ondiepe ontgraving is eveneens mogelijk (Wh-Eho) maar vanwege de slechte isolerende eigenschappen en het grote oppervlakte-beslag, is ook deze combinatie niet verder uitgewerkt.

Een diepe put met tijdelijke ringdijk (Wp-Epo) levert de volgende voor- en nadelen.

- Voordelen ten opzichte van Wp zijn:
 - . tijdens het storten vindt geen verspreiding van zwevende stof naar de omgeving plaats
 - . mogelijkheid tot zuivering van wateroverschot tijdens stortfase
 - . geringer grondoverschot tijdens aanlegfase
- Voordelen ten opzichte van Epo:
 - . de dijk hoeft niet langer dan 20 jaar mee te gaan en kan daarom minder kostbaar uitgevoerd worden
 - . op termijn minder ruimtebeslag
 - . zand gebruikt voor de tijdelijke dijk kan geleidelijk voor andere bestemmingen worden aangewend
- Nadelen ten opzichte van Wp:
 - . door groter oppervlaktebeslag meer verontreinigd materiaal dat tijdelijk geborgen dient te worden
- Nadelen ten opzichte van Epo:
 - . geen kwaliteitsbeheersing van aan bovenzijde uittredend consolidatiewater na verwijdering van de ringdijk

Het ten opzichte van Epo opgeven van isolatie en beheersing van aan de bovenzijde uittredend consolidatiewater weegt bij een hoge waardering van IBC-criteria zwaarder dan de hoofdzakelijk financiële voordelen die behaald kunnen worden. Deze combinatie wordt slechts als een verbetering van de Wp-varianten gezien; ten opzichte van de Epo-varianten houdt deze combinatie een verslechtering in. Deze combinatie wordt daarom niet als een veelbelovende variant beschouwd.

Combinatie van bergingswijzen Epk met Epo of Epb

Deze combinatie houdt in dat na consolidatie een kwelsituatie wordt ingesteld in een eilandberging met diepe ontgraving en specie geheel onder water of deels boven water.

- Voordelen ten opzichte van Epo-Epb:
 - . geringere verspreiding naar het grondwater
- Voordelen ten opzichte van Epk:
 - . grotere storthoogte met geringer ruimtebeslag en lagere kosten in verband met een geringer grondoverschot
- Nadelen ten opzichte van Epo-Epb:
 - . op lange termijn hogere kosten in verband met waterbeheersing en eventueel zuivering
- Nadelen ten opzichte van Epk:
 - . onzekerheid in verband met zettingsgedrag en haalbaarheid kwelsituatie

Deze combinatie kan worden beschouwd als een uitbreiding van variant Epb op lange termijn, waarbij tegen bepaalde kosten een betere isolatie kan worden bereikt. Dit leidt tot een versterking van de Epb-varianten.

Combinatie van bergingswijzen Epb en Epb-s.g.

Bij deze tussenvorm wordt de maximale storthoogte van de specie zodanig gekozen dat na afloop van de consolidatie eventueel een kwelsituatie kan worden ingesteld. In feite is dus ook variant Epk in deze combinatie betrokken.

- Voordelen ten opzichte van Epb-s.g.:
 - . geringere eindhoogte met mogelijkheid voor kwelsituatie met als gevolg een betere beheersbaarheid en een grotere veiligheid op korte en lange termijn
 - . betere landschappelijke inpassing vanwege geringere aanleghoogte
- Voordelen ten opzichte van Epb:
 - . minder grondverzet en minder grondoverschot
 - . geringere dijkkosten in verband met natuurlijke afwerking
 - . meer natuurvriendelijk dijklichaam
- Nadelen ten opzichte van Epb-s.g.:
 - . groter grondoverschot, afhankelijk van gekozen dijkprofiel
- Nadelen ten opzichte van Epb:
 - . minder goed inpasbaar in landschappelijk opzicht vanwege grotere aanleghoogte

Deze tussenvorm combineert de voordelen van Epb (betere IBC-eigenschappen) en van Epb-s.g. (minder kosten). Deze conclusie kan beschouwd worden als een versterking van de voorkeur voor de Epb-varianten, zoals deze in de afweging naar voren is gekomen, met de aantekening dat bij de nadere uitwerking een optimalisatie nagestreefd kan worden door een hoger dijkniveau te kiezen en meer van het ontgravingsmateriaal in het werk zelf te gebruiken.

Tussenvormen van Lpo, Lpb, Lpb-s.g. en Lpk

Voor de Lpo en Lpb-varianten geldt dat na afloop van de consolidatieperiode zonder verdere maatregelen een kwelsituatie ontstaat. Hier is dus geen winst te behalen ten opzichte van uitgewerkte varianten. Voor een tussenvorm tussen Lpb en Lpb-s.g. gelden soortgelijke voordelen als bij Epb en Epb-s.g. Een geoptimaliseerde Lpb-variant zal daarom niet beter zijn dan een geoptimaliseerde Epb-variant.

5.5.2 Fasering

Om verschillende redenen zou het aantrekkelijk of noodzakelijk kunnen zijn om in plaats van een groot depot, twee of meer kleinere depots aan te leggen. Afhankelijk van de uitvoeringsduur van een saneringsoperatie, kan het financiële en uitvoeringstechnische voordelen bieden om niet in een keer de gehele benodigde opslagcapaciteit te creëren. Het materiaal dat bij ontgraving vrijkomt kan in beginsel op meerdere plaatsen in het Ketelmeer gebruikt worden voor natuurbouw. Voor zover echter op deze plaatsen verontreinigd bodemslib aanwezig is dient dit eerst verwijderd te worden. Op het moment echter dat het ontgravingsoverschot vrijkomt, is er nog geen bergingscapaciteit voor het verontreinigde slib. Een soortgelijk probleem doet zich voor op de bergingslocatie zelf. Ook hier dient eerst verontreinigd bodemslib verwijderd en opgeslagen te worden voordat met ontgraving kan worden begonnen.

Door eerst een klein depot aan te leggen, kan deze problematiek in omvang aanzienlijk teruggebracht worden. De capaciteit van het eerste depot zou dan ten minste voldoende moeten zijn om de hoeveelheid verontreinigd slib te bergen, die verwijderd moet worden voor de aanleg van zowel het eerste als het tweede depot, inclusief het schoonmaken van de ruimte voor definitieve dan wel tijdelijke opslag van vrijkomende materiaal. Op die manier zou ook het afvoeren van overtollig zand, naar een locatie buiten het Ketelmeer vermeden kunnen worden.

In deze fase van de planvorming wordt geen onderscheid gemaakt tussen het aanleggen van een aaneengesloten depot met meerdere compartimenten en het aanleggen van meerdere al dan niet gelijkvormige depots. Het gaat nu alleen om de vraag of bij compartimentering en gefaseerde aanleg wellicht een andere voorkeursvolgorde van varianten verwacht kan worden.

Uit de MCE-resultaten blijkt dat de voorkeur voor de bergingswijze Epb eerder toeneemt dan afneemt bij kleinere volume-scenario's, waaruit wordt geconcludeerd, dat een eventueel besluit om tot gefaseerde of gecompartmenteerde depotaanleg over te gaan niet tot een andere voorkeursvariant leidt.

Conclusies en aanbevelingen

In het kader van de eerste fase van de projectstudie en milieu-effect-rapportage inzake de grootschalige berging van verontreinigde baggerspecie in het Ketelmeergebied, is een aantal bergingsprincipes uitgewerkt tot depot-ontwerpen, geprojecteerd op geselecteerde locaties. Deze varianten zijn op basis van een groot aantal beoordelingscriteria onderling vergeleken en afgewogen met behulp van multicriteria-evaluatie. Hierbij zijn verschillende verdelingen van de gewichten over de beoordelingscriteria gehanteerd. Afweging heeft afzonderlijk plaatsgevonden voor 6 verschillende aanbod-scenario's van het te bergen slib.

Gevoeligheidsanalyses zijn uitgevoerd teneinde de invloed van een aantal onzekerheden op de afwegingsresultaten te bepalen. Dit betrof de onzekerheid ten aanzien van de gehanteerde methode voor de standaardisatie van criterium-scores, de gehanteerde afwegingsmethode, criterium-gewichten en criterium-scores. De analyses tonen aan dat de bereikte afwegingsresultaten ten aanzien van de onderzochte onzekerheden betrouwbaar zijn.

Ten behoeve van de beoordeling heeft voorafgaand een uitwerking plaatsgevonden van de verschillende bergingsprincipes naar depot-ontwerpen op daartoe geselecteerde locaties. Hiertoe zijn een groot aantal uitgangspunten geformuleerd, die betrekking hebben op de uitvoering en inrichting van het depot, op de slib-eigenschappen en op de locatie-keuze. Nagegaan is in hoeverre deze uitgangspunten bepalend zijn geweest voor de beoordeling van de varianten. Hierbij zijn tevens de implicaties nagegaan van de mogelijkheden van combinering van bergingsprincipes en van fasering.

Uit deze terugkoppeling blijkt dat in vrijwel geen van de gevallen belangrijke wijzigingen in het behaalde afwegingsresultaat verwacht behoeven te worden. Veelal is er zelfs sprake van een versterking van de tendensen in de afwegingsresultaten als gevolg van het bijstellen van uitgangspunten. Een voorbehoud moet echter gemaakt worden ten aanzien van een tweetal aspecten:

- de bestemming van het ontgraven materiaal dat niet in het werk zelf gebruikt worden
- het zettingsgedrag van het slib in het depot als gevolg van ontwatering tijdens het consolidatie-proces

Ten aanzien van de bestemming van het grondoverschot is een aantal uitgangspunten gehanteerd dat vooral bij het grootste aanbodvolume in belangrijke mate bepalend kan zijn voor de beoordeling van de varianten op basis van kosten. Als dit aspect van doorslaggevende betekenis wordt geacht, kan een definitieve afweging met betrekking tot bergingswijze en bergingslocatie pas plaatsvinden als de feitelijke bestemming van het grondoverschot is vastgelegd.

Afwijkingen van het zettingsgedrag van het slib in het depot ten opzichte van het gemodelleerde gedrag kunnen leiden tot gevolgen voor de depot-eigenschappen inzake belangrijke aspecten als isolatie, veiligheid, beheersbaarheid en natuurontwikkelingsmogelijkheden binnen het depot na voltooiing van de exploitatie. In verband met consolidatie en zetting, maar ook ter bepaling van de benodigde bergingscapaciteit is de invloed van mogelijke bewerking en verwerking van specie van belang. Uitgangspunten dienaangaande dienen in een volgende planfase nader uitgewerkt te worden.

Uit de afwegingsresultaten blijkt dat verschillen tussen de aanbodsscenario's van ondergeschikt belang zijn. De fysische eigenschappen van het te bergen slib en de hoeveelheid ervan blijken eveneens van weinig invloed te zijn in de afweging van de varianten.

Voorts blijkt uit de resultaten dat een aantal varianten weinig geschikt is voor een nadere uitwerking in fase 2.

- De **Wh-varianten**, die voorzien in een berging in de Ketelmeerbodem in een ondiepe put beperkt tot de Holocene deklaag, zijn, welk accent in de afweging ook wordt gelegd, een slechtere keuze dan de Wp-varianten met een soortgelijke berging maar in een diepe put tot in het eerste watervoerende pakket. Door de grotere dikte van de sliblaag zijn er betere isolerende eigenschappen en is het oppervlakte-beslag, dat bepalend is voor een belangrijk deel van de effecten, geringer.
- De **Eho-varianten**, die voorzien in een eilandberging in een ondiepe put en specie geheel onder Ketelmeerniveau, zijn op soortgelijke wijze een slechtere keuze dan de Epo-varianten met een overeenkomstige berging maar met een diepe ontgraving tot in het eerste watervoerende pakket.
- De **Ehb-varianten**, eilandberging in een ondiepe put met specie deels boven Ketelmeerniveau, zijn evenzo een slechtere keuze dan de Epb-varianten met een overeenkomstige berging in een diepe put, al of niet met sluitende grondbalans.
- De **Lm-varianten** met berging op land en grotendeels boven maaiveld, zijn in alle gevallen slechter dan Lpb-varianten die voorzien in berging op land in een diepe put met specie deels boven maaiveld.
- Voor de **voorlandvarianten Vho en Vhb**, met berging in een ondiepe put en specie respectievelijk geheel onder Ketelmeerniveau en deels boven Ketelmeerniveau, zijn geen alternatieven uitgewerkt met een diepe ontgraving vanwege het risico ten aanzien van de stabiliteit van de bestaande meerdijken. De beschouwde voorlandvarianten hebben overwegend slechte eigenschappen waaronder, evenals de overige varianten met een ondiepe ontgraving, met name een slechte isolatie. In geen van de afwegingen op basis van de gehanteerde gewichtensets behoort een van de voorlandvarianten tot de betere alternatieven. Ook deze bergingsprincipes zijn daarom tenslotte weinig geschikt voor nadere uitwerking in fase 2.

De **Wp-varianten** behoren tot de goedkoopste oplossingen. De isolerende eigenschappen zijn redelijk tot goed waar het de uitloging naar het grondwater betreft. Er is echter geen isolatie ten aanzien van het oppervlaktewater, zoals dat in de meeste overige varianten wel het geval is. Een tijdelijke ringdijk kan dit bezwaar eventueel minder groot maken. Met betrekking tot andere eigenschappen vormen de Wp-varianten in ieder geval slechte alternatieven.

De **landvarianten** die voorzien in berging in een diepe put (Lp: Lpo, Lpk, Lpb, Lpb met sluitende grondbalans) hebben goede eigenschappen ten aanzien van de IBC-criteria (grondwater, oppervlaktewater). Niet op alle beoordelingsaspecten zijn dit echter even sterke kandidaten. Daarom zijn deze landvarianten een duidelijk minder goede keuze dan de overeenkomstige eilandvarianten.

Met betrekking tot de IBC-criteria zijn de verschillen tussen de Lp- en Ep-varianten nog betrekkelijk gering. De Ep-varianten zijn niettemin duidelijk in het voordeel vanwege de grotere afstand tot de kwelgebieden waardoor meer verdunning optreedt en lagere concentraties aan verontreiniging worden bereikt in het opkwellende grondwater. In het geval echter dat wordt afgezien van sanering, is de grondwaterverontreiniging, als gevolg van uitloging van de Ketelmeerbodem, naar verwachting vele malen groter dan in het geval van sanering (aanbodscenario 19 miljoen m³ slib) en zijn relatief geringe verschillen in de bijdrage aan de kwelconcentratie als gevolg van uitloging van een speciebergings van ondergeschikt belang (aanbodscenario's 5 en 2 miljoen m³ slib).

Met betrekking tot natuurwaarden is het volgende van belang. Lp-varianten geven evenals Ep-varianten weinig aanleiding tot verlies van bestaande natuurwaarden. Ten aanzien van ontwikkelingsmogelijkheden zijn er echter duidelijke verschillen. De aanleg van een eilandvariant biedt onder andere mogelijkheden voor natuurontwikkeling aan de periferie van het depot door verondieping en luwte-werking. Dit is niet het geval bij landvarianten. Daarnaast behouden de varianten met een afwerking boven maaiveld (Lpb-varianten zonder en met sluitende grondbalans), ondanks zetting, deze droge afwerking, die zich minder leent voor natuurontwikkeling dan een natte afwerking, voor langere tijd of in meer van de gevallen, dan de overeenkomstige eilandvarianten. Aan dit bezwaar kan wellicht door peilbeheersing in het depot tegemoet gekomen worden maar eilandvarianten behouden het voordeel door de ontwikkelingsmogelijkheden in de periferie.

In landschappelijk opzicht zijn kleine eilanden in het centrale deel van het Ketelmeer positief vanwege het gewenste schaal-verkleinende effect, overeenkomstig het regionale beleid inzake de ruimtelijke ordening. De grote eilanden die in beschouwing zijn genomen, vormen echter een bedreiging van de karakteristieke openheid van het landschap. De grote Lpb-varianten, met berging boven maaiveld, zijn evenals de grote eilandvarianten minder gewenst in landschappelijk opzicht. Deze varianten lenen zich echter meer dan de eilandvarianten voor een vormgeving als eigentijds, opvallend element met een meerwaarde in landschappelijk opzicht.

Met betrekking tot functies gaat aanleg op het land met belangrijk meer verlies gepaard (landbouw) dan de aanleg van een eiland in het Ketelmeer. Met name ten aanzien van recreatie zijn er voorts betere ontwikkelingsmogelijkheden voor een eilandberging (in de periferie) dan voor een landberging. Een eiland past duidelijk beter in het bestaande beleid inzake de ruimtelijke ordening dat voorziet in de ontwikkeling van een vlucht-eiland ten behoeve van de kleine recreatie-vaart.

Met betrekking tot kosten zijn er geen belangrijke verschillen tussen de overeenkomstige Lp- en Ep-varianten.

Realisering van een eilandvariant heeft als nadeel dat rekening gehouden dient te worden met de verontreinigde sliblaag ter plaatse van het depot. De verwijdering ervan vormt een complicerende factor bij de aanleg en er is ook een verhoogd risico van uitschuring en verspreiding van verontreinigd slib in de omgeving van het depot als gevolg van effecten op het stroombeeld. Landvarianten geven echter naar verwachting aanzienlijk meer aanleiding tot geluidshinder dan eilandvarianten.

Binnen de groep van landvarianten met diepe ontgraving (Lp-varianten) vormen de Lpb-varianten de sterkste kandidaten als uitgegaan wordt van de gehanteerde uitgangspunten. Een hogere afwerking, zoals in de uitvoering met sluitende grondbalans, leidt tot minder goede IBC-eigenschappen en een lagere afwerking (Lpo- en Lpk-varianten) leidt tot meer grondverzet, hetgeen niet nodig is omdat door zetting de uiteindelijke hoogte van de sliblaag ten opzichte van het maaiveld of het grondwaterpeil geringer wordt. Evenals voor de eilandvarianten geldt voor deze landvarianten echter dat een keuze ten aanzien van een optimale afwerkingshoogte in belangrijke mate afhankelijk is van de feitelijke bestemming van het grondoverschot en het feitelijke consolidatie-gedrag van het slib in het depot. Ten aanzien hiervan bestaat op dit moment echter nog geen zekerheid.

De **eilandvarianten** die voorzien in berging in een diepe put (Epk, Epb, Epb-s.g.) komen het meest tot hun recht in gebied E1, tussen Ketelhaven en Schokkerhaven, en behoren veelal tot de beste alternatieven. Er zijn goede eigenschappen ten aanzien van een groot aantal beoordelingsaspecten. Er is een goede isolatie van de verontreinigde specie mogelijk zowel ten aanzien van verspreiding naar het grondwater als naar het oppervlaktewater. Er is slechts in beperkte mate verlies aan natuurwaarden op de locaties in gebied E1. Er zijn echter goede mogelijkheden voor natuurontwikkeling:

- in het oostelijk deel van het Ketelmeer, op basis van het overschot aan ontgraven materiaal, met uitzondering van de varianten met een sluitende grondbalans
- in de periferie van de berging
- in het depot zelf na voltooiing van de exploitatie

De landschappelijke effecten zijn alleen voor de grote varianten mogelijk bezwaarlijk. De kleine eilanden hebben in dit opzicht echter een toegevoegde waarde vanwege een gewenst schaal-verkleinend effect in dit deel van het Ketelmeer. Voorts is er weinig verlies van bestaande functies en zijn er naast de genoemde ontwikkelingsmogelijkheden voor de functie natuur, ook goede mogelijkheden ten aanzien van recreatieve ontwikkeling. Het regionale beleid inzake de ruimtelijke ordening voorziet in de ontwikkeling van een vlucht-eiland op deze locatie ten behoeve van de kleine recreatie-vaart. Tenslotte wordt van deze varianten weinig geluidshinder verwacht.

Uitgaande van de gehanteerde uitgangspunten vormen de Epb-varianten de sterkste kandidaten in deze groep van eilandvarianten met diepe ontgraving (Ep), vanwege goede eigenschappen op alle beoordelingsaspecten. Met betrekking tot kosten is de omvang van het grondverzet en van het grondoverschot belangrijk minder dan bij de overeenkomstige Epo- en Epk-varianten. Dit is een direct gevolg van de grotere maximale hoogte tot waarop in het geval van de Epb-varianten wordt gestort. Aan deze afwerkingshoogte boven Ketelmeerniveau kunnen echter ook nadelen verbonden zijn in de vorm van een grotere inzijging (infiltratie), een groter veiligheidsrisico op korte termijn (dijkdoorbraak) en lange termijn (erosie in verband met geologische processen), minder mogelijkheden voor geohydrologische beheersmaatregelen en minder natuurontwikkelingsmogelijkheden met een droge ten opzichte van een natte afwerking hoewel dit verschil door peilbeheersing mogelijk verkleind kan worden. Deze nadelen gelden vooral voor de hoge varianten met sluitende grondbalans en zijn in mindere mate of niet van toepassing op de reguliere Epb-varianten vanwege de omvang van de zetting door consolidatie. Hierdoor daalt de slibspiegel na exploitatie snel tot onder het Ketelmeerniveau.

Omdat de Epb-varianten met sluitende grondbalans op een veel grotere hoogte boven het Ketelmeerniveau zijn afgewerkt dan de Epb-varianten in de reguliere uitvoering, is er minder ontgraving terwijl een grondoverschot ontbreekt. Al het ontgraven materiaal wordt in het werk zelf gebruikt. Hierdoor vormen deze varianten de goedkoopste oplossingen van alle in beschouwing genomen alternatieven. Zoals boven is aangegeven is de zetting echter niet geheel voldoende om nadelen van een grote afwerkingshoogte teniet te doen. Hierdoor, en vanwege de aanzienlijke landschappelijke effecten, zijn deze Epb-varianten met sluitende grondbalans duidelijk de mindere van de overeenkomstige varianten met een geringere afwerkingshoogte.

Bij de gehanteerde uitgangspunten vormen de Epb-varianten dus betere alternatieven dan de overeenkomstige Epo- en Epk-varianten en Epb-varianten met sluitende grondbalans. Zoals eerder is opgemerkt zijn de uitgangspunten die hierbij een doorslaggevende rol spelen ten aanzien van de bestemming van het grondoverschot en de zetting, in dit stadium niet met zekerheid vast te stellen. Eventueel nader onderzoek en besluitvorming dienaangaande vindt plaats in een volgend stadium van de plan-ontwikkeling. In het huidige stadium kan dan ook nog geen definitieve uitspraak worden gedaan ten aanzien van de meest geëigende afwerkingshoogte van de Ep-varianten. Hierin is naar verwachting een zekere optimalisatie te bereiken.

Verwacht wordt dat deze optimalisatie ten aanzien van de maximale ontwerphoogte geen belangrijke gevolgen zal hebben voor de volgorde van de Ep- en Lp-varianten. Een eilandberging met diepe ontgraving en een optimale hoogte blijft naar verwachting beter dan een landberging met diepe ontgraving en een optimale hoogte, mits de landschappelijke effecten van met name grote eilanden aanvaardbaar zijn.

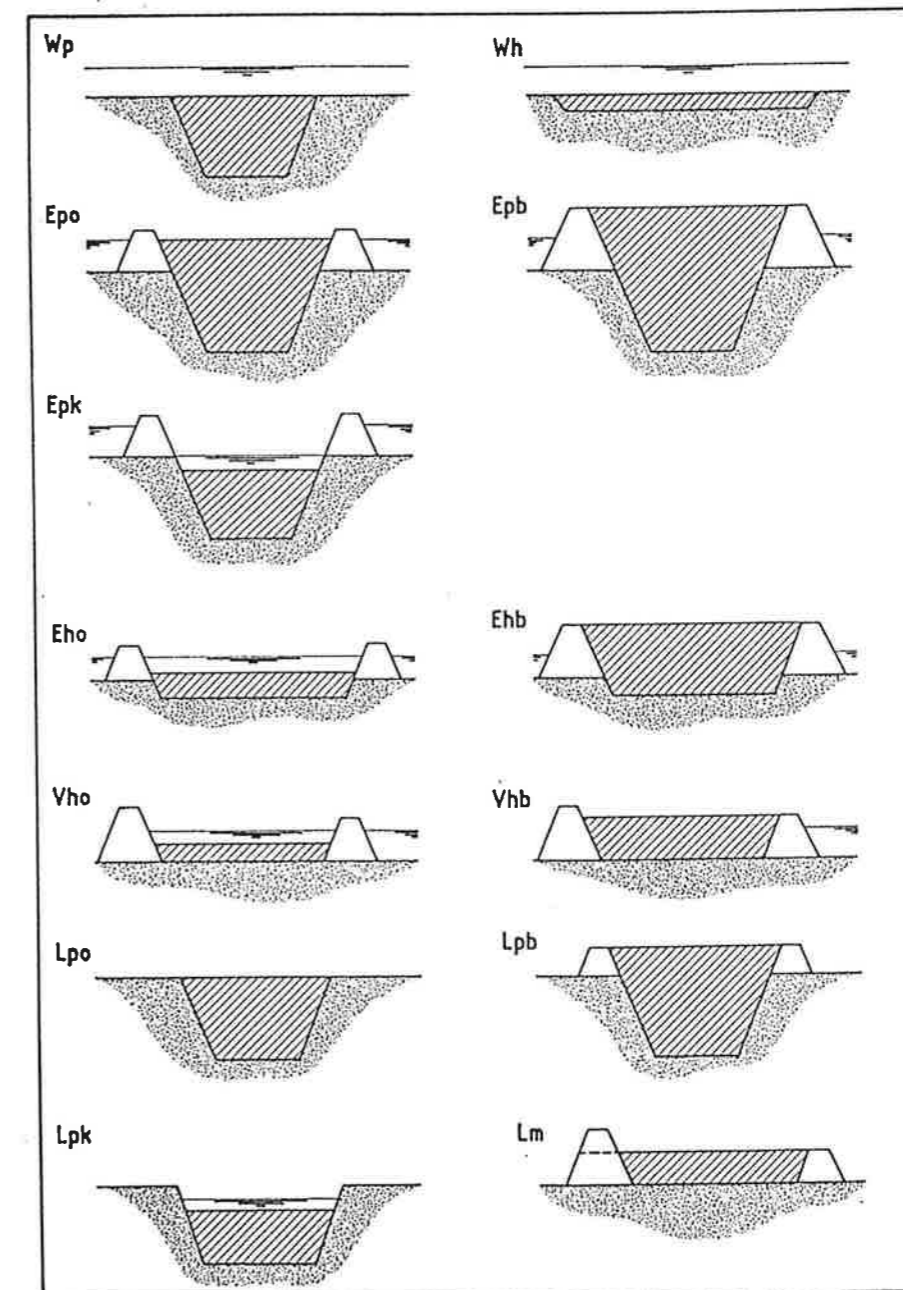
Een gefaseerde aanleg van de benodigde capaciteit levert naar verwachting voordelen op ten aanzien van uitvoering en kosten. In dat geval wordt eerst een deel van de capaciteit gerealiseerd als compartiment binnen de later aan te leggen grotere berging of als depot, separaat van een of meer later aan te leggen depots. Ook in deze gevallen voldoet een bergingswijze gebaseerd op een eiland met diepe ontgraving naar verwachting het beste.

Betekenis gehanteerde afkortingen

	met doorbreking Holoceen : p	specie geheel onder (grond)water: o	aanduiding bergingswijze
	zonder doorbreking Holoceen: h/m	specie deels boven(grond)water: b	
		specie in kwel- situatie: k	
in waterbodem: W	p	(o)	Wp
	h	(o)	Wh
in eiland: E	p	o	Epo
	p	b	Epb
	p	k	Epk
	h	o	Eho
in voorland : V	h	o	Vho
	h	b	Vhb
op land: L	p	o	Lpo
	p	b	Lpb
	p	k	Lpk
	m	(b)	Lm

Gehanteerde gewichtenverdelingen

- Set 1: Vlakke verdeling
- Set 2: Verdeling met accenten op milieuhygiëne (IBC) en natuur en landschap
- Set 3: Verdeling als in set 2 met kosten (40%)
- Set 4: Verdeling met accent op milieuhygiëne (IBC)
- Set 5: Verdeling met accent op natuur en landschap
- Set 6: Verdeling met accent op functies
- Set 7: Verdeling als set 6 met kosten (40%)



Overzicht bergingswijzen



Hoofdkantoor

Koningin Wilhelminaweg 11
Postbus 24
8440 AA Heerenveen
Telefoon : 05130-34567
Telefax : 05130-33353

District Noord

Koningin Wilhelminaweg 1
Postbus 24
8440 AA Heerenveen
Telefoon : 05130-34567
Telefax : 05130-33353

District Midden

Wisselweg 1
Postbus 10044
1301 AA Almere
Telefoon : 03240-96411
Telefax : 03240-38189

District West

Rivium Quadrant 1
Postbus 8590
3009 AN Rotterdam
Telefoon : 010-4477744
Telefax : 010-4477747

District Oost

Keulenstraat 7
Postbus 321
7400 AH Deventer
Telefoon : 05700-37337
Telefax : 05700-37227

District Zuid

Beneluxweg 7
Postbus 40
4900 AA Oosterhout
Telefoon : 01620-87000
Telefax : 01620-51141

**afd. Milieutechnologie
en -laboratoria**

Driehuizerkerkweg 138
1985 HD Driehuis
Postbus 439
1970 AK IJmuiden
Telefoon : 02550-34734
Telefax : 02550-36128