



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Directie Flevoland

MILIEU-EFFECTENRAPORTAGE EN PROJECTNOTA FASE I; AFWEGING VAN
VARIANTEN

BAGGERSPECIEBERGINGSLOCATIE KETELMEERGEBIED

6 december 1991



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Directie Flevoland

MILIEU-EFFECTENRAPORTAGE EN PROJECTNOTA FASE I; AFWEGING VAN
VARIANTEN

BAGGERSPECIEBERGINGSLOCATIE KETELMEERGEBIED

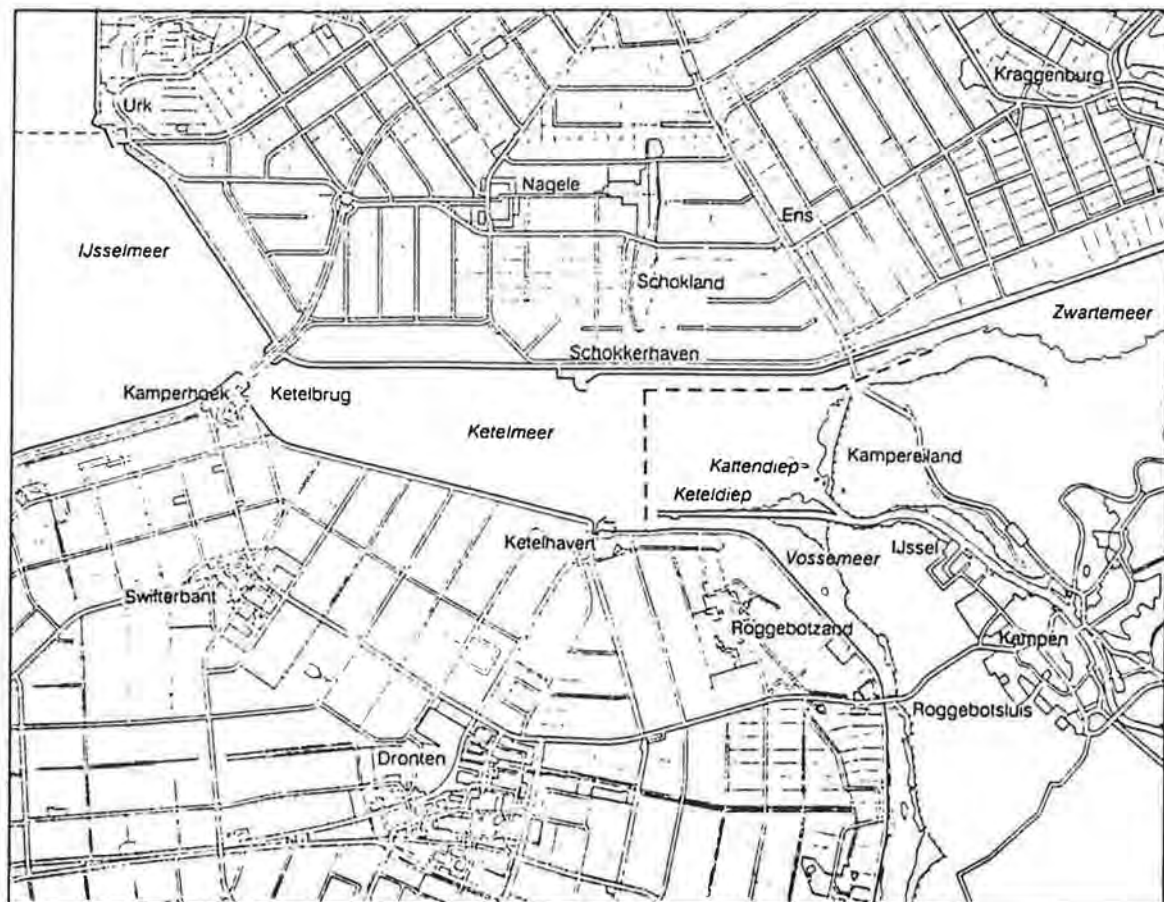
6 december 1991

	Commissie voor de milieu-effectrapportage
ingekomen :	27 jan 92
nummer :	
dossier :	295-89
kopie naar :	



INHOUD

1	INLEIDING	3
1.1	Probleembeschrijving	3
1.2	Het project	4
1.3	Juridisch en bestuurlijk kader	4
1.4	Opzet van het rapport	5
2	STARTNOTITIE EN REACTIES	7
2.1	De inhoud van de startnotitie in het kort	7
2.2	Reacties op de startnotitie	8
2.2.1	Inspraak en advies	8
2.2.2	Advies voor de richtlijnen	8
2.2.3	Richtlijnen	9
3	BELEIDSKADER	11
3.1	Landelijk ruimtelijk beleid	11
3.2	Regionaal ruimtelijk beleid	12
3.3	Landelijk beleid inzake baggerspeciedepots	13
3.4	Landelijk beleid inzake sanering Ketelmeer	14
4	VARIANTEN EN LOCATIES VOOR HET BERGINGSDEPOT	16
4.1	Algemeen	16
4.2	Depotvolume	16
4.3	Bergingswijze	17
4.4	Locaties, homogene gebieden	22
5	KEUZEPROCES	24
5.1	Algemeen	24
5.2	Multicriteria-analyse	25
5.3	Locatiekeuze per bergingwijze	26
5.3.1	Clusters en criteria	26
5.3.2	Gewichten van de clusters	26
5.3.3	Resultaten	27
5.4	Afweging van varianten	30
5.4.1	Algemeen	30
5.4.2	Clusters en criteria	31
5.4.3	Gewichten van de clusters	36
5.4.4	Resultaten	37
5.5	Terugkoppeling	43
6	BELEIDSKEUZE	44
6.1	Veelbelovende en meest milieuvriendelijke variant	44
	LIJST VAN FIGUREN EN TABELLEN	47
	LITERATUUR	49
	BIJLAGEN	55



Figuur 1 Overzichtkaart van het Ketelmeergebied. (— = provinciegrens)

1 INLEIDING

1.1 Probleembeschrijving

Het Ketelmeer maakt deel uit van de randmeren van Flevoland en is gelegen tussen Oostelijk Flevoland, de IJsseldelta (Kamper-eiland) en de Noordoostpolder (Figuur 1). In het gebied liggen twee havens; Ketelhaven aan de zuidzijde en Schokkerhaven aan de noordzijde. De lengte van het meer is ongeveer 12 kilometer, de breedte varieert tussen de 3 en 4 kilometer, het oppervlak is circa 3800 hectare. Het grootste deel van het meer is 3 à 4 meter diep. Het oostelijk deel is duidelijk ondieper (0 - 1 meter). In het westelijk deel liggen een aantal voormalige zandwinputten, waar het meer dieper is (tot ca. 10 meter). Deze putten zijn in de loop der jaren grotendeels dichtgeslibd met een mengsel van oud en nieuw aangevoerd sediment. Het Ketelmeer wordt voor het grootste deel (88%) gevoed door de IJssel.

Het Ketelmeer is één van de grotere probleemgebieden in Nederland met een vervuilde waterbodem. Zwevend materiaal, met daaraan gehechte zware metalen en organische (micro)verontreinigingen, uit het water dat via Rijn en IJssel wordt aangevoerd, is in het Ketelmeer neergeslagen, omdat de stroomsnelheid in het meer sterk afneemt. De kwaliteit van het aangevoerde sediment is met name in de jaren 70 slecht geweest en is nu reeds sterk verbeterd. Ook in wateren in de omgeving van het Ketelmeer komen verontreinigde waterbodems voor.

Een verontreinigde waterbodem brengt de volgende problemen met zich mee:

- Het ecosysteem wordt negatief beïnvloed.
- Er treedt verspreiding van de verontreiniging op naar de omgeving, in het Ketelmeer met name naar het grondwater (opgelost) en naar het IJsselmeer (gebonden aan zwevend stof).
- Recreatieve en ecologische ontwikkelingen in het watersysteem worden belemmerd.
- Baggerspecie die vrijkomt bij onderhoud, kan niet langer in het oppervlaktewater worden gestort of voor andere doeleinden, bijvoorbeeld ophogen, worden gebruikt, zoals in het verleden gebruikelijk was.

Voor het Ketelmeer wordt sanering van de waterbodem overwogen (par.3.4). Verder staat vast dat er verontreinigde specie zal vrijkomen bij de verbetering van een voor de scheepvaart benodigde vaargeul door het Ketelmeer en het op diepte houden van deze geul en geulen in de IJsselmond. Ook uit de omliggende wateren zal saneringsspecie en onderhoudsspecie vrijkomen. Aangezien de mogelijkheden voor de verwerking van specie beperkt zijn (par.3.3), wordt het verantwoord bergen van de verontreinigde baggerspecie noodzakelijk geacht.

Het onderhavige project 'Baggerspeciebergingslocatie Ketelmeergebied' is gericht op de realisering van een grootschalig speciedepot. Het Ketelmeer of de directe omgeving is een goede plaats om een depot aan te leggen, omdat in dit meer de grootste hoeveelheid verontreinigde specie aanwezig is. De noodzaak van de aanleg van een bergingslocatie in of in de directe omgeving van het Ketelmeer is ook aangegeven in de landelijke beleidsnota's, de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening en de Derde Nota Waterhuishouding (par.3.1).



Figuur 2 Schema van de m.e.r.-procedure 'Baggerspeciebergingslocatie Ketelmeergebied'.

1.2 Het project

Voor het project 'Baggerspeciebergingslocatie Ketelmeergebied' wordt de m.e.r.-procedure gevolgd. In juni 1990 is de startnotitie uitgekomen. De Rijkswaterstaat directie Flevoland is initiatiefnemer. Het gaat om een project-m.e.r., met als doel: *De realisering van een grootschalige bovenregionale bergingslocatie voor verontreinigde baggerspecie in of in de directe nabijheid van het Ketelmeer.*

De m.e.r. wordt uitgevoerd in combinatie met een projectstudie, waarin technische en financiële aspecten van de bergingslocatie worden behandeld. De studie is aangevangen met een breed scala aan varianten. De factoren volume, bergingswijze (in put, in eiland, in voorland, op land) en plaats van de bergingslocatie worden in de loop van het project vastgesteld. Om het grote aantal varianten hanteerbaar te maken is de projectstudie-/m.e.r. in twee fasen gesplitst. In fase I vindt, op basis van globale ontwerpen per variant, een selectie plaats van één of een beperkt aantal veelbelovende variant(en). Bij de selectie wordt vanwege het grote aantal varianten gebruik gemaakt van de methodiek multicriteria-analyse (MCA). In fase II zal/zullen de geselecteerde variant(en) verder worden uitgewerkt en wordt de te realiseren bergingslocatie en de grootte ervan gekozen. In figuur 2 is de procedure in een schema weergegeven.

Dit rapport beschrijft de resultaten van fase I. Aan een aantal onderdelen van het rapport ligt een studie van het ingenieursbureau Oranjewoud ten grondslag. De tussenrapportage over fase I heeft informatie-uitwisseling met de belanghebbenden tot doel. Ook wordt de tussenrapportage aan de Commissie voor de Milieu-effectrapportage en de bevoegde gezagen voorgelegd voor een voorlopig oordeel. De informatie-uitwisseling wordt in dit stadium van het project van groot belang geacht, omdat de selectie van veelbelovende varianten, die in deze fase plaatsvindt, een essentieel onderdeel van het project is. De bergingswijze en de plaats van de bergingslocatie worden namelijk voor een groot deel bepaald.

De informatie-uitwisseling met de belanghebbenden is geen wettelijk voorgeschreven element van de milieu-effectrapportage, zoals de inspraak- en adviesronde bij het uitkomen van de startnotitie of de projectnota/het MER. De Rijkswaterstaat Directie Flevoland draagt zorg voor de bekendmaking van het rapport. Schriftelijke reacties op het rapport kunnen worden toegezonden aan het coördinerende bevoegde gezag (Postbus 55, 8200 AB Lelystad).

1.3 Juridisch en bestuurlijk kader

Bij het project 'Baggerspeciebergingslocatie Ketelmeergebied' zijn meerdere m.e.r.-plichtige besluiten in het geding. In tabel 1 staat een overzicht van de activiteiten en de besluiten waaruit de m.e.r.-plicht voortvloeit; tevens is aangegeven welke instantie het bevoegde gezag is. De activiteit verwerking van chemische afvalstoffen, m.e.r.-plichtig volgens de Wet Chemische Afvalstoffen (WCA), is pas toegevoegd na het uitkomen

van de startnotitie, op advies van de Commissie voor de Milieu-effectrapportage. Welke m.e.r.-plichtige besluiten van toepassing zijn, kan verschillen per variant. Ook kunnen niet m.e.r.-plichtige besluiten van belang zijn, zoals de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren of de Wet Ruimtelijke Ordening (zie ook startnotitie).

Tabel 1 Overzicht van de m.e.r.-plichtige besluiten.

Activiteit	Situatie	Besluit in kader van	Bevoegd gezag
Oprichting van een inrichting voor: het zich van afvalstoffen ontdoen door ze op of in de bodem te brengen	Een capaciteit van 500.000 m ³ of meer	Afvalstoffenwet en al dan niet Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren	Provincie en al dan niet Rijk (V&W)
Landaanwinning, droogmakerij of indijking	Een oppervlakte van 200 hectare of meer	Wet van 1904 (concessiewet)	Rijk (V&W)
Winning van oppervlaktedelfstoffen	Een winplaats van 100 hectare of meer	Ontgrondingenwet	Rijk (V&W)
Verwerking van chemische afvalstoffen; op of in de bodem brengen	Elke inrichting of deel daarvan, daarvoor in hoofdzaak bestemd	Wet Chemische Afvalstoffen	Rijk (VROM)

Het plangebied, Ketelmeer en directe omgeving, ligt in de provincies Flevoland en Overijssel. Het beheer van het Ketelmeer berust bij Rijkswaterstaat directie Flevoland, de initiatiefnemer voor deze m.e.r. De provincie Flevoland is coördinerend bevoegd gezag. De overige bevoegde gezagen zijn de provincie Overijssel, het ministerie van Verkeer en Waterstaat en het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

1.4 Opzet van het rapport

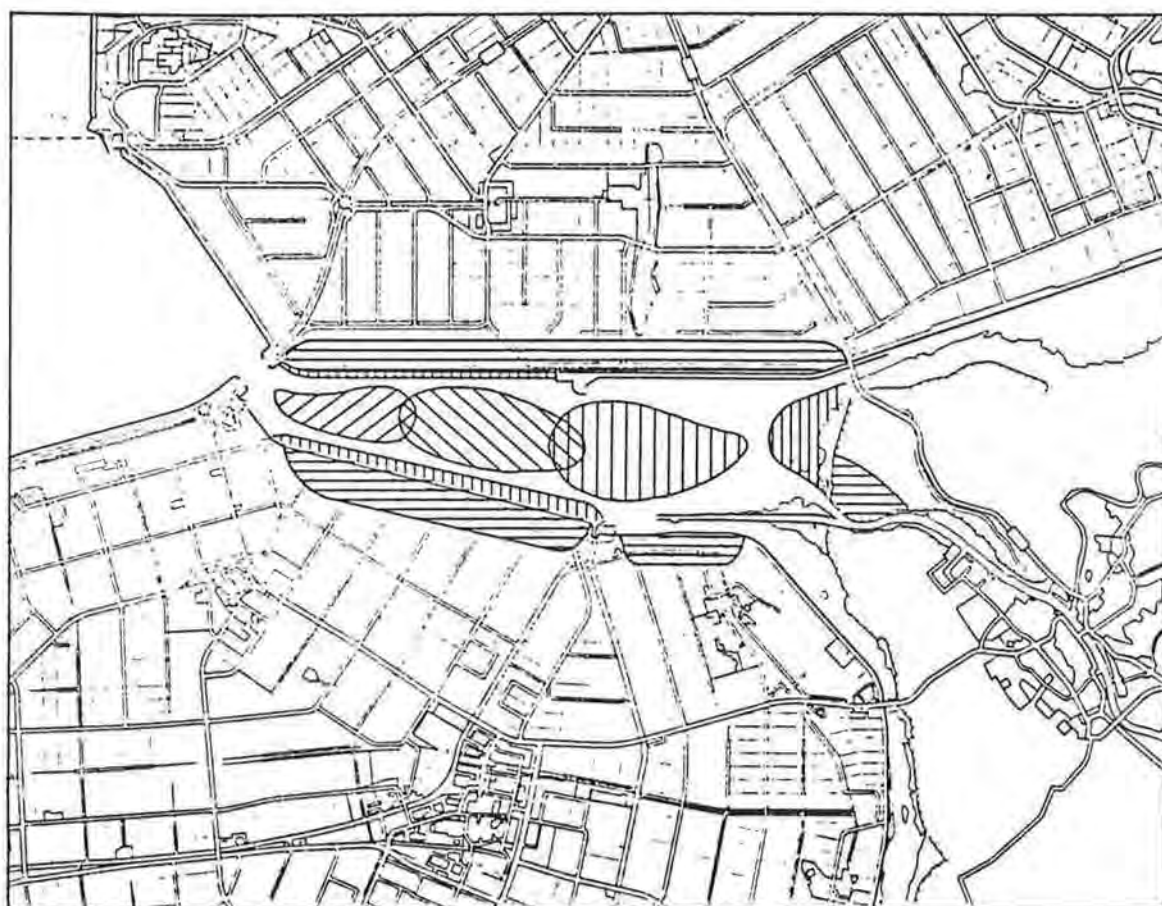
Hoofdstuk 2 is algemeen van karakter. Het geeft een kort overzicht van de hoofdpunten uit de startnotitie, de reacties op deze startnotitie, het advies voor de richtlijnen en de richtlijnen voor de milieu-effectrapportage. In hoofdstuk 3 wordt het beleid geschetst voor zover dit relevant is voor deze m.e.r./projectstudie. Aan de orde komen het landelijke en regionale ruimtelijke beleid, het landelijke speciebergingsbeleid en het beleid aangaande de sanering van het Ketelmeer. De Commissie voor de Milieu-effectrapportage geeft het (landelijke) beleidskader aan met de term fase 0.

In hoofdstuk 4 is beschreven hoe de varianten uit de startnotitie verder zijn ontwikkeld. In hoofdstuk 5 wordt het keuzeprocés, de keuze van een locatie per variant en de afweging van varianten, behandeld. Met name aan hoofdstuk 4 en 5 ligt de achtergrondstudie van Oranjewoud ten grondslag. In hoofdstuk 6 wordt beschreven welke consequenties worden verbonden aan de resultaten van de afweging van de varianten.

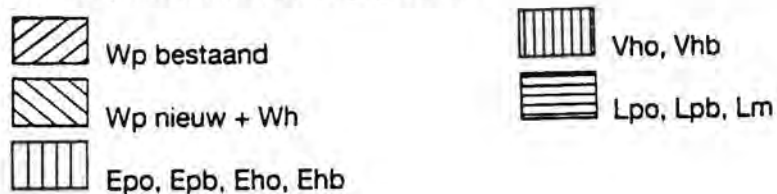
Voor de studie zijn veel literatuurgegevens gebruikt. Er is van afgezien om in dit samenvattende rapport literatuurverwijzingen op te nemen. Er is volstaan met een literatuurlijst. Voor nader informatie kan de achtergrondstudie worden geraadpleegd.

Tabel 2 Overzicht van mogelijke bergingsvarianten.

	met doorbreking holoceen = p (put)	specie geheel onder grond(water) = o	
	zonder doorbreking holoceen = h	specie deels boven naam (grond)water = b variant	
in het Ketelmeer			
- onder water	p	o	Wp
	h	o	Wh
- eiland	p	o	Epo
	p	b	Epb
	h	o	Eho
	h	b	Ehb
- voorland	h	o	Vho
	h	b	Vhb
op het land			
- in put	p	o	Lpo
	p	b	Lpb
- op het maaiveld	h	b	Lm



Figuur 3 Overzicht potentiële locaties voor bergingslocaties.



2 STARTNOTITIE EN REACTIES

2.1 De inhoud van de startnotitie in het kort

In de startnotitie worden zowel de procedurele als de technisch-inhoudelijke kant van het project 'Baggerspeciebergingslocatie Ketelmeergebied' behandeld. De procedurele kant is in het voorgaande hoofdstuk reeds aan de orde geweest. In deze paragraaf wordt de technisch-inhoudelijke informatie samengevat.

De technisch inhoudelijke informatie begint met een inventarisatie van de hoeveelheden baggerspecie uit het Ketelmeer en wijde omtrek, voor zover op dat moment bekend. Bij deze inventarisatie is onderscheid gemaakt in kwaliteit (klasse 2, 3 of 4) van de specie en herkomstgebied. Voor het herkomstgebied is een bovenbegrenzing gegeven, namelijk:

- de Rijkswateren in het IJsselmeergebied met de daar bij behorende havens e.d. (IJsselmeer, Markermeer en randmeren);
- de regionale wateren van de provincies Flevoland en Overijssel;
- de IJssel en het Twentekanaal.

Uit de speciehoeveelheden zijn 3 mogelijke volumina van de bergingslocatie afgeleid. Dit zijn:

- ca. 2 miljoen m³; minimum optie zonder sanering Ketelmeer;
- ca. 5 miljoen m³; maximum optie zonder sanering Ketelmeer;
- ca. 19 miljoen m³; maximum optie met sanering Ketelmeer.

Bij de minimum optie, ca. 2 miljoen m³, is alleen rekening gehouden met onderhoudsspecie uit de vaargeul in het Ketelmeer. Bij de optie 5 miljoen m³ wordt, naast de onderhoudsspecie uit het Ketelmeer, de onderhoudsspecie en de saneringsspecie uit het overige deel van het herkomstgebied meegenomen. Het grootste depot, 19 miljoen m³, is bedoeld voor zowel onderhouds- als saneringsspecie uit het Ketelmeer en voor onderhouds- en saneringsspecie uit het overige deel van het herkomstgebied.

Daarna is beschreven dat de specie onder water, in een eiland, in een voorland of op het land kan worden geborgen. Hiernaast is nog variatie mogelijk in:

- berging met dan wel zonder doorbreking van de holocene laag;
- specie geheel boven dan wel deels onder (grond)water.

In tabel 2 zijn de voor het Ketelmeergebied in principe mogelijke bergingswijzen uit de startnotitie genoemd.

Als mogelijke locaties voor de verschillende bergingswijzen zijn een aantal voorkeursgebieden aangegeven. Bij het vaststellen van de voorkeursgebieden is gelet op ruimtelijke ordenings aspecten (streekplannen, bestemmingsplannen e.d.) en geohydrologie (doorlatendheid bodemlagen, kwel/inzijging e.d.). Het laatste is van belang in verband met de isolatie van het depot. Voorts is er van uitgegaan dat een depot binnen of in de directe omgeving van het Ketelmeer wordt gerealiseerd, zodat de transportafstand van de grote hoeveelheid specie uit het Ketelmeer beperkt blijft. De voorkeursgebieden zijn aangegeven in figuur 3.

Tenslotte is in de startnotitie aangegeven welke milieu-effecten in de projectstudie/m.e.r. in beschouwing zullen worden genomen. Dit zijn:

- geohydrologie;
- verspreidingsprocessen via grond, grondwater, oppervlaktewater en lucht;
- woon- en leefmilieu;
- ecologie;
- ruimtelijk-functionele en landschappelijke aspecten.

2.2 Reacties op de startnotitie

2.2.1 Inspraak en advies

Naar aanleiding van de startnotitie is door de betrokken instanties advies uitgebracht, zoals de externe adviescommissie Waterbeheer en Milieu van de provincie Flevoland, de directie Landbouw, Natuur en Openluchtrecreatie en omliggende gemeenten en waterschappen. Verder heeft een aantal belangenorganisaties zoals de Stichting Natuur en Milieu en de ANWB gebruik gemaakt van de mogelijkheid tot inspraak. In het algemeen stond men positief tegenover de aanleg van een bergingslocatie, indien deze aanleg gekoppeld is aan de sanering van het Ketelmeer. Vanuit de omliggende gemeenten werd de voorkeur voor een eilandlocatie uitgesproken.

2.2.2 Advies voor de richtlijnen

De Commissie voor de Milieu-effectrapportage is in haar advies ingegaan op twee procedurele punten. Ten eerste heeft zij in overweging gegeven om de Wet Chemische Afvalstoffen, waarvoor het ministerie van VROM bevoegd gezag is, bij de m.e.r.-procedure te betrekken. In paragraaf 1.3 is al aangegeven dat aan dit advies gehoor is gegeven. Ten tweede geeft zij aan dat een tussenbesluit van fase I geen formele status kan hebben. Op zich staat zij positief tegenover de opsplitsing van het project in twee fasen, fase I en fase II.

Verder is de Commissie uitgebreid ingegaan op de projectaanpak. De Commissie constateert dat er bij het project onderscheid kan worden gemaakt tussen landelijke aspecten en regionale/lokale aspecten. Tot de landelijke aspecten worden algemeen landelijk beleid (Derde Nota Waterhuishouding; Vierde Nota Ruimtelijke Ordening e.d.), de landelijke beleids-m.e.r. inzake de inrichting van depots voor de berging van baggerspecie en de beslissing over de sanering van het Ketelmeer gerekend. De Commissie stelt voor om de randvoorwaarden, die het landelijke beleid voor de alternatieven/varianten schept, expliciet, als een aparte fase (fase 0) in de m.e.r. op te nemen. In de tijd gezien loopt deze fase parallel aan fase I en fase II. Fase 0 wordt voor een groot deel beschreven in het volgende hoofdstuk.

De varianten die in het technisch-inhoudelijke deel van de startnotitie zijn beschreven, liggen op het regionale/lokale niveau. De Commissie gaat akkoord met de opzet om op dit niveau uit te gaan van de drie depotvolumina (minimum en maximum prognose zonder sanering en maximum prognose met sanering), de

bergingswijzen en de potentiële locaties (in of bij Ketelmeer), zoals deze in hoofdstuk 3 van de startnotitie zijn voorgesteld.

De Commissie stelt voor om als nulalternatief het volgende alternatief te nemen:

Er wordt een bergingsdepot opgericht voor de berging van verontreinigde baggerspecie die vrijkomt bij onderhoudswerkzaamheden in het Ketelmeer.

Omdat de afweging in fase I voor elk depotvolume afzonderlijk, dus drie maal, is uitgevoerd, is dit nulalternatief niet als referentie-alternatief bij de afweging gebruikt.

Er dient in fase I ook aangegeven te worden welke varianten het meest milieuvriendelijke alternatief vormen. Dit is het alternatief waarbij de best bestaande mogelijkheden ter bescherming van het milieu worden toegepast. Een beschrijving van het meest milieuvriendelijke alternatief komt in hoofdstuk 6 aan de orde.

Ten aanzien van het beheer moet volgens de Commissie in het MER ingegaan worden op de volgende aspecten: de opzet van een milieuzorgsysteem (monitoring), de beheersorganisatie en de nazorg. Deze aspecten zullen alle in fase II van het MER behandeld worden.

De Commissie geeft in haar advies een concrete opsomming van de in beschouwing te nemen milieu-effecten. Deze effecten kunnen optreden als gevolg van uit de specie vrijkomende stoffen. Daarnaast treden mogelijk milieu-effecten op ten gevolge van de aanleg en de aanwezigheid van het depot en de bijbehorende werken. Het betreft de volgende effecten:

- t.a.v. bodem en grondwater;
- t.a.v. oppervlaktewater;
- luchtverontreiniging;
- geluidshinder;
- invloed op de (bebouwde) omgeving;
- invloed op de flora, fauna, ecosystemen;
- visueel waarneembare ruimtelijke effecten van het project.

De vermelde milieu-effecten komen in grote lijnen overeen met de milieu-effecten die in hoofdstuk 5 van de startnotitie zijn genoemd. De milieu-effecten zijn beoordelingscriteria bij de afweging van de varianten en worden behandeld in hoofdstuk 5 van dit rapport (par.5.4.2).

De Commissie hecht waarde aan een goede en overzichtelijke afweging van de varianten. Zij is van mening dat multicriteria-analyse kan worden gebruikt om het aantal varianten in te perken en vraagt aandacht voor het juist toepassen van deze methodiek.

2.2.3 Richtlijnen

De door het bevoegde gezag vastgestelde richtlijnen voor de inhoud van het MER inzake de aanwijzing van een locatie voor en de uitvoering van een bergingsdepot voor verontreinigde baggerspecie voor het Ketelmeergebied, zijn vastgesteld conform het advies van de Commissie voor de milieu-effectrapportage. Daarmee is ook akkoord gegaan met de opsplitsing van de m.e.r. in twee fasen. Ten aanzien van de afronding van fase I is voorgeschreven dat moet worden voorzien in een inspraakprocedure door de initiatiefnemer zijnde Rijkswaterstaat Directie

Flevoland voordat fase I beëindigd wordt. Deze inspraakprocedure moet tenminste bestaan uit een informatieve bijeenkomst en een schriftelijke inspraakprocedure. Daarnaast dient een aantal belanghebbenden schriftelijk in de gelegenheid te worden gesteld advies uit te brengen. De provincie Flevoland zal de schriftelijke reacties in ontvangst nemen.

3 BELEIDSKADER

3.1 Landelijk ruimtelijk beleid

In de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening worden door de regering een aantal beleidskeuzes gemaakt ten aanzien van het ruimtelijke ontwikkelingsperspectief voor Nederland. Voor het Ketelmeer is het perspectief Nederland-Waterland van belang. Dit perspectief is gericht op:

- het versterken van de samenhang tussen de functies watervoorziening, natuur, toerisme, recreatie en transport;
- het tot stand brengen van een betere samenhang tussen de grotere wateren;
- het vergroten van de aandacht voor natuur-ontwikkeling, naast natuurbehoud.

Naast het perspectief Nederland-Waterland verdient het gebiedsgerichte beleid aandacht. In het kader van dit beleid heeft het project Nadere Uitwerking Rivierengebied gestalte gekregen. Voor dit project is door een aantal ministeries (VROM, V&W en LNV) en door de betrokken provincies een visie op het rivierengebied ontwikkeld. Dit heeft geresulteerd in een aantal stimuleringsprojecten, waaronder het project Natuurbouw IJsselmonding. Doel van dit project is het realiseren van grootschalige natuurontwikkeling in het oostelijk deel van het Ketelmeer in combinatie met:

- waterbodemsanering;
- slibberging (in het Ketelmeergebied);
- ontwikkeling van recreatie in het westelijk deel van het Ketelmeer.

De Derde Nota Waterhuishouding zet de voor het Ketelmeer van belang zijnde functies op een rij. Naast de afvoer van water, ijs en sediment en regionale watervoorziening wordt als belangrijkste functie aangegeven "water voor karperachtigen" en voor de volgende planperiode (na 1994) "ecologische doelstelling". Daarnaast geeft de nota aan dat binnen de planperiode het belang van de functies recreatievaart, natuur en landschap alsmede hoofdvaarweg zal toenemen.

In de Derde Nota Waterhuishouding en de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening wordt het Ketelmeergebied genoemd als één van de vijf locaties waar een grootschalige speciebergplaats gerealiseerd dient te worden.

De Derde Nota Waterhuishouding geeft aan dat in de eerste planperiode (tot 1995) in of in de omgeving van het Ketelmeer een bergingsmogelijkheid uitgewerkt dient te worden.

Het Natuurbeleidsplan verdeelt Nederland in een negental fysisch-geografische eenheden. Op basis van deze eenheden is een ecologische hoofdstructuur geschetst, bestaande uit kerngebieden, natuurontwikkelingsgebieden en verbindingzones. Eén van de onderscheiden eenheden wordt gevormd door de afgesloten zee-armen, waarvan het Ketelmeer als kerngebied deel uitmaakt. Het oostelijk deel van het Ketelmeer is als een natuurontwikkelingsgebied aangewezen, zijnde een gebied dat ontwikkeld wordt tot kerngebied dan wel een gebied dat bijdraagt tot de vergroting van kerngebieden.

De sterke verontreiniging van het Ketelmeer wordt gezien als een knelpunt voor de verdere ontwikkeling van het gebied.

Het beleid ten aanzien van ontgrondingen in het Ketelmeer, geformuleerd in de beleidsnota oppervlaktedelfstoffenwinning wateren IJsselmeergebied (RWS directie Flevoland), is vooralsnog terughoudend. Winning van oppervlaktedelfstoffen in het Ketelmeer wordt voorlopig niet toegestaan in verband met de verontreiniging van de waterbodem.

3.2 Regionaal ruimtelijk beleid

De Provinciale Staten van Flevoland hebben als voorloper van het in voorbereiding zijnde streekplan, de nota "Ketelmeer" vastgesteld. Dit plan beoogt een ruimtelijk kader te scheppen voor inrichtings- en beheersmaatregelen, mede in relatie tot het in de Vierde Nota over de ruimtelijke ordening verwoorde ontwikkelingsperspectief "Nederland-Waterland".

De nota beschrijft gewenste ontwikkelingen van natuur en recreatie. De recreatie krijgt voorrang in en tussen de recreatieve concentratiepunten Ketelhaven en Schokkerhaven, en langs de zuidelijke oever. De natuur heeft prioriteit nabij Kamperhoek en langs de noordelijke oever tussen Schokkerhaven en Ketelbrug. Teneinde besluitvorming over mogelijke grootschalige zandwinning open te houden is in het centrale deel van het Ketelmeer een ruimtelijke reservering gemaakt voor zandwinning.

De Nota Ketelmeer stelt de volgende voorwaarde ten aanzien van speciebergingsdepot in het Ketelmeer:

Bij het ordenen van de functies en waarden dient zoveel mogelijk rekening te worden gehouden met de toepassing van het begrip "werk met werk", bijvoorbeeld speciebergingsdepot in voorlanden en eilanden.

De provincie is terughoudend als het gaat om een bovenregionaal speciebergingsdepot in het Ketelmeer. In haar 'Nota van commentaar; reacties op nota Ketelmeer' licht zij dit als volgt toe: *Eerst dienen de gevolgen voor het milieu duidelijk te zijn.*

en:

Het Ketelmeer krijgt niet eerder een bovenregionale functie als speciebergingsdepot dan nadat zekerheid bestaat dat deze functie onderdeel vormt van en een bijdrage levert aan de sanering van het Ketelmeer ten behoeve van de bodem- en waterkwaliteitsverbetering. Tevens dient deze boven-regionale berging een bijdrage te leveren aan de recreatieve en/of natuurlijke inrichting van het gebied.

De provincie reageert hiermee op het commentaar van Rijkswaterstaat Directie Flevoland. Directie Flevoland wil onverkort aansluiten bij het beleid aangaande bovenregionale speciebergingsdepot, zoals dat in de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening en de Derde Nota Waterhuishouding is beschreven.

In het voorontwerp streekplan West-Overijssel sluit de provincie Overijssel zich aan bij de ecologische hoofdstructuur zoals deze geschetst is in het Natuurbeleidsplan van het rijk. De provincie zal zich inspannen om de ecologische hoofdstructuur te ontwikkelen en aanwezige waarden te behouden.

Bij de zonering van landelijke gebieden is het Overijsselse deel van het Ketelmeer verdeeld in landelijk gebied III en IV. Landelijk gebied III bestaat voornamelijk uit cultuurgronden verweven met o.a. meren, kraggen, rietlanden, uiterwaarden en oeverlanden. Landelijk gebied IV bestaat voornamelijk uit natuurgebieden zoals o.a. kraggen, rietlanden, meren, ander

groot water, uiterwaarden en oeverlanden. Voor beide gebieden geldt dat bodem en water een op natuurwaarden afgestemde kwaliteit dienen te bezitten.

In het oostelijke Ketelmeer is de grens tussen gebied III en IV gelegd bij 1,5 meter waterdiepte. Dit houdt in dat de gebieden dieper dan 1,5 meter als landelijk gebied III worden aangemerkt en de ondiepere gebieden als landelijk gebied IV. De oostelijke oeverzone is vooral voor broedvogels van internationale vogelkundige betekenis. Via natuurontwikkeling zal getracht worden de betekenis voor met name broedvogels verder te ontwikkelen.

Overig regionaal beleid, zoals verwoord in het recreatiedeelplan Ketelmeer van gemeente Dronten en recreatieschap West-Overijssel en de diverse gemeentelijke structuur- en bestemmingsplannen past binnen het vigerende provinciale ruimtelijke beleid.

3.3 Landelijk beleid inzake baggerspeciedepots

Het beleid inzake specieberging op landelijk niveau wordt uitgewerkt in de landelijke beleids-m.e.r. inzake richtlijnen voor baggerspeciedepots, verder de landelijke m.e.r. genoemd. Het landelijke MER is in conceptvorm gereed.

Het landelijk MER moet als basis dienen voor het formuleren van een regeringsbesluit over de richtlijnen voor de keuze en criteria voor de inrichting van speciedepots. Het concept-rapport is opgedeeld in een hoofdrapport en een themarapport. Centrale doelstelling van het MER is een oplossing voor het verwerkingsprobleem van verontreinigde baggerspecie voor de eerst komende twintig jaar. De verwerkingscapaciteit dient primair geschikt te zijn voor bij onderhoudsbaggerwerk vrijkomende specie, daarnaast moet verwerkingscapaciteit worden gecreëerd om sanering van verontreinigde waterbodems mogelijk te maken.

De voor het MER specieberging Ketelmeer van belang zijnde conclusies kunnen als volgt worden weergegeven.

- Reiniging van baggerspecie levert voor de komende 20 jaar geen substantiële bijdrage aan de verwerking van verontreinigde baggerspecie. Dit gezien de nog niet opgeloste technische problemen bij het reinigen, de beperkte toepasbaarheid, de hoge reinigingskosten en het ontbreken van reinigingscapaciteit. Voor de komende 20 jaar verwacht men dat het aandeel van nuttig gebruik na reinigen hooguit 10 tot 15 % zal bedragen. Het meeste perspectief biedt nog biologische (partiële) reiniging waarbij afbreekbare organische contaminanten geheel of gedeeltelijk verwijderd kunnen worden.
- Het verspreiden van verontreinigde baggerspecie (= het storten in oppervlaktewater of daarin aanwezige diepe putten) klasse III en IV in binnenwater biedt geen reëel alternatief voor het oplossen van het verwerkingsprobleem.

Bovenstaande heeft geresulteerd in de conclusie dat berging onder IBC-condities voorlopig de enige mogelijkheid is voor het verwerkingsprobleem. Berging onder IBC-condities heeft als doel de verspreiding van verontreinigingen uit het depot naar de omgeving te voorkomen, danwel te minimaliseren.

In het concept-landelijke MER wordt geen vergelijking gemaakt tussen verschillende depotvarianten (boven en/of onder grond-



Figuur 4 Procedure van de beslissing over de sanering van het Ketelmeer.

water) omdat de grootte van de emissie en de risico's met betrekking tot beheersing en controle in belangrijke mate bepaald wordt door locatie-afhankelijke variabelen, zoals bodemsamenstelling, stromingsrichting grondwater, aanwezigheid flora en fauna e.d. In het MER speciebergings Ketelmeer zijn deze locatie-afhankelijke variabelen wel in kaart gebracht, waardoor een vergelijking tussen verschillende depotvarianten mogelijk is.

In het landelijke MER is tevens gekeken naar de relatie tussen (transport)kosten en het aantal en de schaal van bergingsdepots. Hierbij zijn 7 bergingsopties in beschouwing genomen, variërend van centrale tot decentrale berging. De minimumoptie is één Noordzeedepot, de maximumoptie 36 lokale depots (3 per provincie) en 2 kustdepots. De totale kosten blijken af te nemen naarmate de bergingsoptie decentraler is.

3.4 Landelijk beleid inzake sanering Ketelmeer

De beslissing over het al dan niet saneren van het Ketelmeer is van groot belang voor het project 'Baggerspeciebergingslocatie Ketelmeergebied'. Het depotvolume wordt er in belangrijke mate door bepaald. De saneringsbeslissing valt in principe onder de Wet Bodembescherming, maar de paragraaf over waterbodemsanering is nog niet in deze wet opgenomen. Vooruitlopend op het wetsvoorstel wordt in het geval van het Ketelmeer een procedure gevolgd, die analoog is aan die voor de landbodemsanering. Dit houdt in dat er oriënterend onderzoek, nader onderzoek en saneringsonderzoek wordt uitgevoerd. Op basis van dit onderzoek wordt de saneringsbeslissing op landelijk niveau door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat genomen. De procedure is aangegeven in figuur 4.

Het nader onderzoek en het saneringsonderzoek verlopen parallel aan de m.e.r./projectstudie Baggerspeciebergingslocatie Ketelmeergebied. Het saneringsonderzoek is reeds tijdens de afronding van het nader onderzoek opgestart. De rapportage van beide onderzoeken wordt, evenals deze MER/projectnota fase I, in het voorjaar van 1992 uitgebracht.

In het nader onderzoek is beschreven dat:

- de omvang van de verontreiniging voor verscheidene verbindingen aanzienlijk is;
- de mogelijkheid tot verspreiding van de verontreiniging van via het slib en via het grondwater in ruime mate aanwezig is;
- het biologisch systeem in het meer aantoonbaar negatief wordt beïnvloed.

Op grond van deze gegevens wordt geconcludeerd dat er voor de Ketelmeerbodem een noodzaak tot saneren bestaat. Om de urgentie van de sanering te kunnen bepalen, is er tevens gekeken naar:

- de aantasting van de gebruiksfuncties;
- de ontwikkeling van de bronnen;
- de bijdrage van de verspreiding t.o.v. andere bronnen;
- de prognoses van toekomstige ontwikkelingen.

Geconcludeerd wordt dat de sanering urgent is. Zoals gezegd, is reeds tijdens het nader onderzoek met het saneringsonderzoek aangevangen.

In het saneringsonderzoek worden de volgende alternatieven in beschouwing genomen:

- het referentie-alternatief of nul-optie: voortzetting huidige beheer;
- beheer- of isolatiealternatieven: variant afdekking met zand en variant windbeperking;
- verwijderingsalternatieven (baggeren en bergen): alleen vaargeulen; alleen rondom havens; vaargeulen en havens; alleen randen; hele waterbodem exclusief voormalige zandwinputten; hele waterbodem inclusief voormalige zandwinputten.

In het geval van het referentie-alternatief en de beheer- of isolatiealternatieven zal er geen specie worden geborgen. Bij de verwijderingsalternatieven varieert de te bergen hoeveelheid verontreinigde specie van ca. 1 miljoen m³ in situ tot ca. 19 miljoen m³ in situ (inclusief overdiepte bij baggeren). Bij verschillende alternatieven, bijvoorbeeld als de vaargeulen worden uitgediept, komt ook een hoeveelheid schone baggerspecie vrij.

De alternatieven worden tegen elkaar afgewogen voor de criteria: milieu, beheersbaarheid en controleerbaarheid, aantasting gebruiksfuncties en kosten. In de rapportage over het saneringsonderzoek zal een voorkeur voor één van de alternatieven worden uitgesproken. Nadat het voorstel aan de belanghebbenden is voorgelegd, zal door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat de saneringsbeslissing worden genomen. De saneringsbeslissing kan, bijvoorbeeld in verband met reacties van belanghebbenden, anders uitvallen dan het voorstel in de rapportage.

4 VARIANTEN EN LOCATIES VOOR HET BERGINGSDEPOT

4.1 Algemeen

De achtergrondstudie van fase I van de m.e.r./projectstudie, die in dit hoofdstuk en in hoofdstuk 5 wordt samengevat, bestaat uit drie elementen:

- Het uitwerken van de variabelen, waaruit de varianten zijn samengesteld (maken van een globaal ontwerp op één bepaalde locatie).
- Het uitwerken van de milieu-effecten en andere aspecten zoals de beïnvloeding van functies of de kosten van een depot.
- Het kiezen van één of meerdere veelbelovende variant(en) (locatiekeuze en afweging van varianten).

De drie elementen hebben een sterke samenhang. Ze zijn daarom niet stap voor stap uitgevoerd, maar in wisselingwerking met elkaar. De werkwijze kan als volgt worden beschreven:

- Bepalen volume van het specieaanbod.
- Maken ruwe schets van depotontwerpen (volume/afmetingen).
- Uitwerken locatie-eigenschappen, die van belang zijn in verband met milieu-effecten, functies, kosten e.d.
- Locatiekeuze (elk ruw depotontwerp wordt geprojecteerd op één locatie).
- Maken globale depotontwerpen (volume/afmetingen), waarin rekening wordt gehouden met locatiemarkeringen.
- Gedetailleerd uitwerken van milieu-effecten en andere aspecten.
- Afweging van de varianten.

Zoals ook in de startnotitie is aangegeven, zijn voor de varianten de volgende variabelen van belang: depotvolume, bergingswijze en potentiële locaties. Deze variabelen worden in dit hoofdstuk uitgewerkt (par. 4.2, resp. 4.3 en 4.4). In paragraaf 4.3 (bergingswijze) worden, iets vooruitlopend op de locatiekeuze, enkele afmetingen van de globale ontwerpen gegeven. In hoofdstuk 5 wordt het keuzeprocess behandeld, te weten de locatiekeuze en de afweging van de varianten ten behoeve van de keuze van de veelbelovende variant. Als onderdeel van de afweging van de varianten, is beschreven welke milieu-effecten en andere aspecten in beschouwing zijn genomen.

4.2 Depotvolume

In de startnotitie is beschreven, dat er een drietal depotvolumina in beschouwing worden genomen, namelijk circa 19, circa 5 en circa 2 miljoen m³. De aangegeven volumina zijn indicatief. Ze zijn gebaseerd op de inventarisatie van de speciehoeveelheden, die in de startnotitie staat en op een aantal aannames. De gemaakte aannames zijn:

- alle klasse 3 en 4 specie en 25% van de klasse 2 specie wordt geborgen
- er wordt geen specie verwerkt
- het volume in depot is gelijk aan het volume in situ

In de studie van Oranjewoud is de inventarisatie van de speciehoeveelheden in geringe mate aangepast. Voor de hoeveelheid onderhoudsspecie uit de vaargeul in het Ketelmeer is een nieuwe inschatting gemaakt.

De eerste twee aannames zijn vervolgens als uitgangspunt gehandhaafd. Het verschil tussen het volume in situ en het volume in depot is nader bestudeerd. Als gevolg van het baggerproces ontstaat een verandering van het volume. Ten eerste wordt naast de verontreinigde sliblaag ook een hoeveelheid schoon materiaal van de ondergrond opgebaggerd, de baggermarge genaamd. Voor deze baggermarge is de factor 1,23 gehanteerd. Dit houdt in dat de hoeveelheid te bergen slib 1,23 maal zo groot is als de hoeveelheid verontreinigd slib. Ten tweede wordt bij het baggerproces het volume van het slib vergroot, omdat water wordt toegevoegd. Zodra het slib in het depot wordt gebracht neemt het volume weer af door sedimentatie en consolidatie.

Het sedimentatie- en consolidatiegedrag is van grote invloed op het benodigde depotvolume en is bovendien van belang in verband met de verspreiding van de verontreiniging. Het is een complex proces, dat sterk verschilt per slibsoort. Van het Ketelmeerslib zijn weinig gegevens over de consolidatie bekend. Dit gebrek aan informatie is ondervangen door de varianten uit te werken voor twee slibtypen, slib 1 en slib 2, die zich vrij extreem gedragen. Naar verwachting neemt het te bergen slib (hoofdzakelijk Ketelmeerslib) een intermediaire positie in met betrekking tot het sedimentatie- en consolidatiegedrag in depot.

Slib 1 is een slecht sedimenterende slibsoort, het slib houdt in eerste instantie veel water vast. Hierdoor is een relatief groot depotvolume benodigd. Het consolidatieproces verloopt langzaam, terwijl het slib na consolidatie zeer ondoorlatend wordt. Slib 2 sedimenteert beter dan slib 1, waardoor een geringer depotvolume benodigd is. De doorlatendheid na consolidatie blijft groter dan bij slib 1.

Tabel 3 Samenvatting van de slibvolumina in situ gehanteerd in de startnotitie en bij de studie van Oranjewoud en de daaruit afgeleide depotvolumina (miljoenen m³).

in situ: startnotitie	1,5	5,0	18,5
in situ: studie Oranjewoud	2,7	6,2	19,4
in situ + baggermarge	3,2	7,5	23,9
depot slib 1	3,9 - 5,2	9,2 - 12,2	29,2 - 39,0
depot slib 2	2,0 - 3,0	4,7 - 7,2	15,0 - 22,7

In tabel 3 zijn de gegevens over de volumina in situ en de depotvolumina samengevat. Het consolidatieproces is mede afhankelijk van de bergingswijze, zodat de depot volumina per bergingswijze verschillen en er een range van depot volumina ontstaat. In dit rapport zullen de grootste, de middelste en de kleinste variant worden aangeduid door achter de code voor de betreffende bergingswijze het cijfer 19, respectievelijk 5 en 2 te plaatsen. Zo is Wp5 bijvoorbeeld berging in een put in de waterbodem voor het depotvolume 5 miljoen m³.

4.3 Bergingswijze



Figuur 5 Dikte van de holocene deklaag in het Ketelmeergebied. (Bruinsma, 1989)

In de startnotitie zijn 11 mogelijke bergingswijzen beschreven onderverdeeld in de volgende hoofdtypen: berging in de waterbodem, in een eiland, in een voorland en op het land (tabel 2). Een belangrijke eigenschap van een speciebergingsdepot is de mate waarin de verontreiniging is geïsoleerd. Om te onderzoeken welke situatie uit het oogpunt van isolatie gunstig is, zijn binnen de hoofdtypen een tweetal aspecten gevarieerd.

Het eerste aspect is berging met doorbreking holocene (put tot in het pleistoceen) dan wel zonder doorbreking holocene. De achtergrondgedachte is, dat bij berging zonder doorbreking van het holocene, de holocene klei/veenlaag als isolerende laag kan dienen.

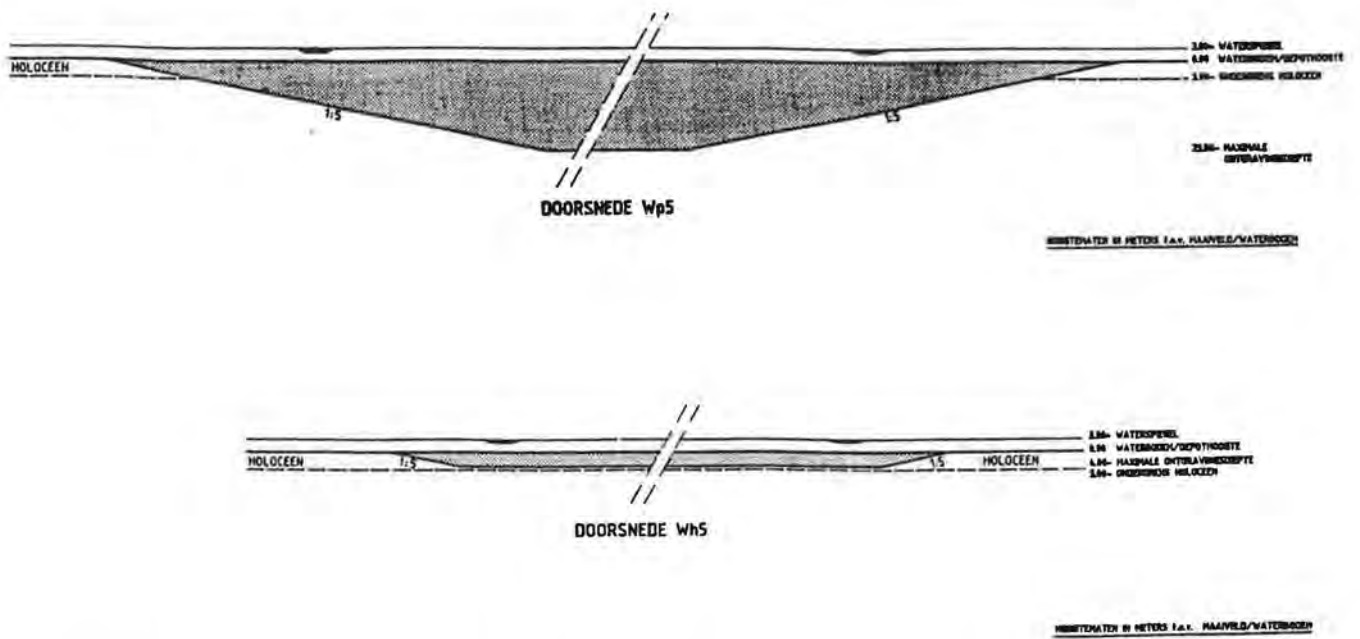
Het tweede aspect is berging geheel onder (grond)water dan wel specie deels boven (grond)water. Dit onderscheid is van belang in verband met de chemische eigenschappen van de opgeslagen specie. Specie onder water blijft in gereduceerde toestand, terwijl in specie boven het waterniveau een geoxideerd milieu ontstaat. Een gereduceerd milieu is over het geheel genomen gunstiger, omdat veel verbindingen dan minder mobiel zijn.

Naast de bergingswijzen uit de startnotitie zijn voor de berging in een eiland en op het land nog twee bergingswijzen ontwikkeld, kwelvarianten en sluitende grondbalans varianten. In bijlage 1 (uitklapbaar) is een overzicht gegeven van alle varianten die in fase I zijn meegenomen.

Bij een kwelvariant wordt in het depot een kwelsituatie gecreëerd door het waterniveau onder het niveau van de stijghoogte van het onderliggende watervoerende pakket te houden. Een kwelvariant heeft ten opzichte van de meeste varianten als voordeel dat er een naar het depot gerichte grondwaterstroming ontstaat. Hierdoor wordt de verspreiding van de verontreiniging in het grondwater teruggebracht. Het in stand houden van een kwelsituatie is een vorm van geohydrologische isolatie. Een eiland met put en een landvariant met put kunnen worden ingericht als kwelvariant, aangeduid met respectievelijk Epk en Lpk.

Bij een sluitende grondbalansvariant wordt als uitgangspunt gehanteerd dat al het materiaal dat vrijkomt bij het ontgraven van een put, wordt gebruikt bij de aanleg van de dijken van een depot. Dit werkt mogelijk kostenbesparend, omdat er geen overvloedig materiaal over lange afstand vervoerd hoeft te worden. De sluitende grondbalansvarianten zijn alleen relevant voor varianten, waarbij een groot overschot van ontgraven materiaal ontstaat. Dit is het geval bij de eiland-put variant met volume 19 miljoen m³ (Epb19-sg) en bij de land-put varianten met volumina van 5 en 19 miljoen m³ (resp. Lpb5-sg en Lpb19-sg).

Voor alle bergingswijzen is een globaal ontwerp gemaakt. Hierbij is rekening gehouden met locatie-eigenschappen, zoals de dikte van de holocene laag (figuur 5). Er zijn aannames gedaan over taludhellingen, dijkhoogten, het al dan niet aanbrengen van afsluitende lagen en dergelijke. De aanname uit de startnotitie dat een depot tot maximaal 25 meter onder maaiveld/meerbodem wordt uitgegraven, is bijvoorbeeld gehandhaafd. Voorlopig is aangenomen dat de depots rond, dan wel rechthoekig zijn.



Figuur 6 Voorbeeld van enkele globale ontwerpen voor berging in de waterbodem.

In het onderstaande worden de verschillende bergingswijzen toegelicht en zijn in tabelvorm enkele afmetingen van de globale ontwerpen samengevat (tabel 4 t/m 7). De storthoogte is de afstand van de onderzijde tot de bovenzijde van het depot. - Voor de diameter, de lengte en de breedte van een depot is steeds de maat op het breedste punt van het depot genomen. Voor depots zonder dijk is dit de rand van het depot op het niveau van de waterbodem of het maaiveld. Een depot met een dijk is het breedst op het punt van de teen van de dijk, die op maaiveld- of waterbodemniveau ligt. Per bergingswijze zijn verder enkele voorbeelden van globale ontwerpen gegeven (figuur 6 t/m 9).

Berging in de waterbodem

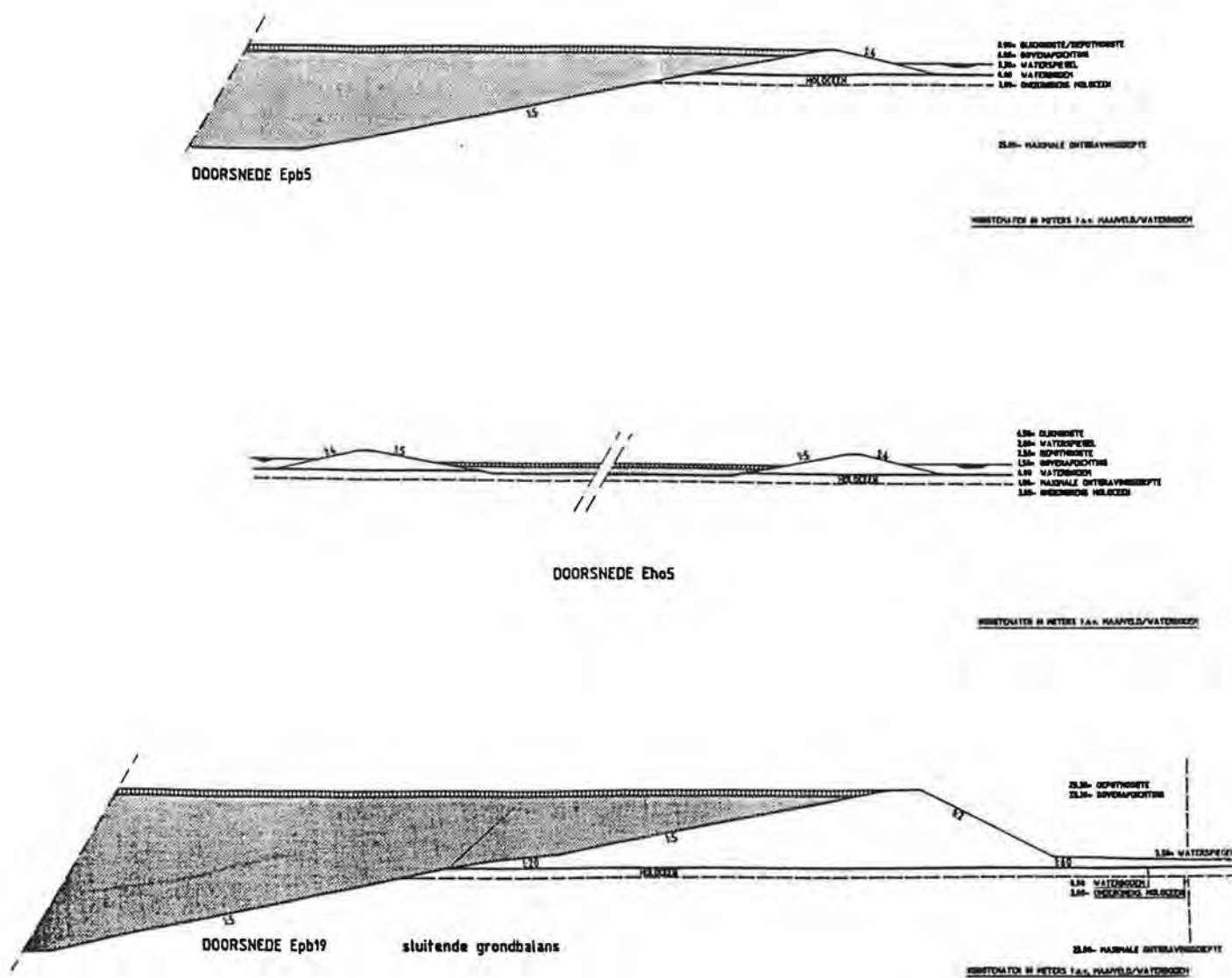
Berging in de waterbodem houdt in dat een deel van de bodem van het Ketelmeer wordt uitgegraven. In de zo ontstane put wordt de specie gestort. Dit ten hoogste tot op het niveau van de waterbodem. Er zijn twee bergingswijzen. Bij variant Wp wordt een diepe put gegraven tot in het pleistocene zandpakket. Variant Wh betreft een ondiepe put, waarbij een deel van de holocene deklaag blijft zitten. Voor alle varianten, waarbij het holoceen niet wordt doorbroken, is aangenomen dat de holocene deklaag wordt afgegraven totdat er nog twee meter holoceen resteert. Wh19 is afgefallen vanwege het feit dat er een zeer groot oppervlak benodigd is.

Tabel 4 Basisvorm, storthoogte, afmeting (diameter of lengte*breedte) en oppervlak van varianten voor berging in de waterbodem.

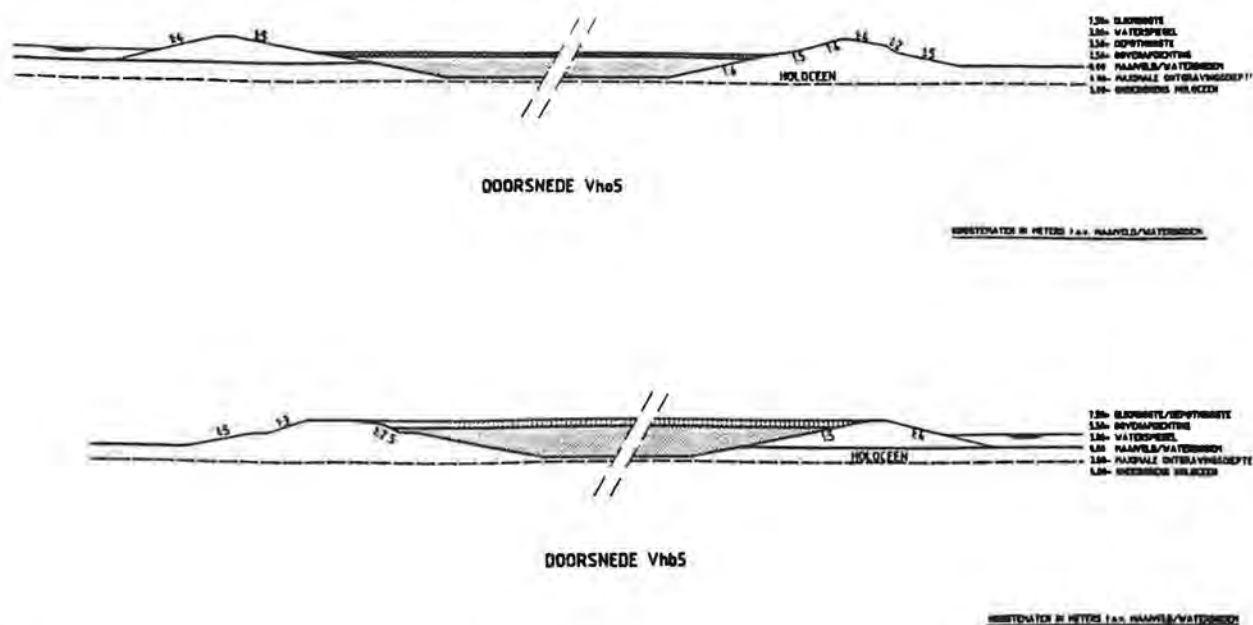
variant	basisvorm	storthoogte (m)	SLIB 1		SLIB 2	
			afmeting (m)	oppervlak (ha)	afmeting (m)	oppervlak (ha)
Wp19	Rond	24	1200	113	1530	184
Wp5	Rond	25	710	40	890	62
Wp2	Rond	25	500	20	620	30
Wh5	Rechthoek	4	2520 * 600	151	3080 * 800	246
Wh2	Rond	4	900	64		
	Rechthoek	4			2130 * 500	106

Berging in een eiland

Een eilandberging bestaat uit een ringdijk, waarbinnen een diepe put met doorbreking van het holoceen, danwel een ondiepe put zonder doorbreking van het holoceen wordt gegraven. De zes varianten, die zijn onderscheiden, zijn: eiland-put met specie deels boven water (Epb); eiland-put met specie deels boven water met sluitende grondbalans (Epb-sg); eiland-put met specie onder water (Epo); eiland-put met een kwelsituatie (Epk); eiland-op holoceen met specie deels boven water (Ehb); eiland-op holoceen met specie onder water (Eho). De laatste bergingswijze is voor depotvolume 19 miljoen m3 niet uitgewerkt.



Figuur 7 Voorbeeld van enkele globale ontwerpen voor berging in een eiland.



Figuur 8 Voorbeeld van enkele globale ontwerpen voor berging in een voorland.

Tabel 5 Basisvorm, storthoogte, afmeting (diameter of lengte*breedte) en oppervlak van varianten voor berging in een eiland.

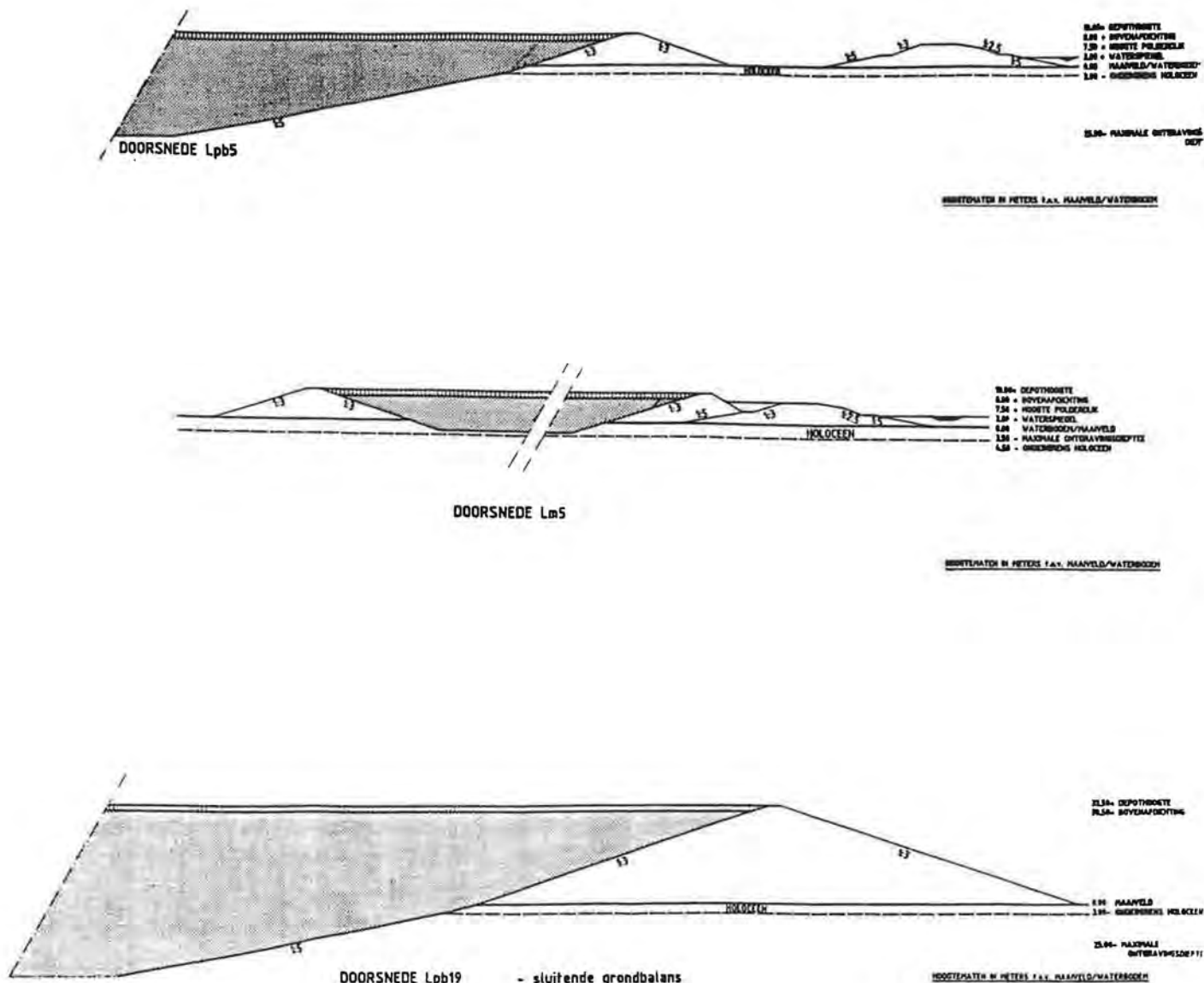
variant	basisvorm	storthoogte (m)	SLIB 1		SLIB 2	
			afmeting (m)	oppervlak (ha)	afmeting (m)	oppervlak (ha)
Epo19	Rond	26,5	1260	124	1590	198
Epo5	Rond	26,5	810	51	990	78
Epo2	Rond	26,5	610	29	730	42
Epb19	Rond	31	1190	112	1500	177
Epb5	Rond	31	770	47	950	70
Epb2	Rond	31	580	27	700	38
Epb19-sg	Rond	48,3			1850	269
		43,6	1600	201		
Epk19	Rond	24	1340	140	1680	223
Epk5	Rond	24	860	59	1060	88
Epk2	Rond	24	650	33	780	48
Ehb19	Rechthoek	7			2620 * 1800	472
	Rond	7	1780	249		
Ehb5	Rond	7	1060	88	1420	158
Ehb2	Rond	7	730	42	970	74
Eho5	Rond	2,5	1740	237		
	Rechthoek	2,5			2500 * 1700	425
Eho2	Rond	2,5	1170	108	1550	188

De variant Epb19-sg is hoger dan Epb19, omdat het uitgangspunt is dat alle zand uit de put in de kades wordt verwerkt. Epb-sg heeft geen traditionele dijk met bekleding, maar het dijklichaam is als een onbekleed duinprofiel ontworpen. De voet van de dijk loopt in het water uit in een zeer flauwe helling. De randen krijgen zo de vorm van een strand. Doordat het breedste punt bij Epb19-sg de rand van het strand is, zijn in tabel 5 grote waarden voor de afmeting en het oppervlak genoteerd. Op het niveau van de waterlijn is het oppervlak van Epb19-sg echter vrijwel gelijk aan dat van Epb19.

Berging in een voorland

Bij een voorlandberging wordt een dijk aangelegd aansluitend op de oever van het Ketelmeer. Voorlandvarianten liggen op het holocene. Er kan berging deels boven water (Vhb) of onder water (Vho) plaatsvinden.

In de startnotitie is in de schetsen aangegeven dat de begrenzing van een voorland een lage kade is. Vooral in verband met de gewenste goede isolatie van een depot, is bij de nadere uitwerking gekozen voor een hoge kade. Bij berging tot boven het (grond)water kan de dikte van de te storten sliblaag dan groter zijn, waardoor er minder ruimtebeslag is.



Figuur 9 Voorbeeld van enkele globale ontwerpen voor berging op land.

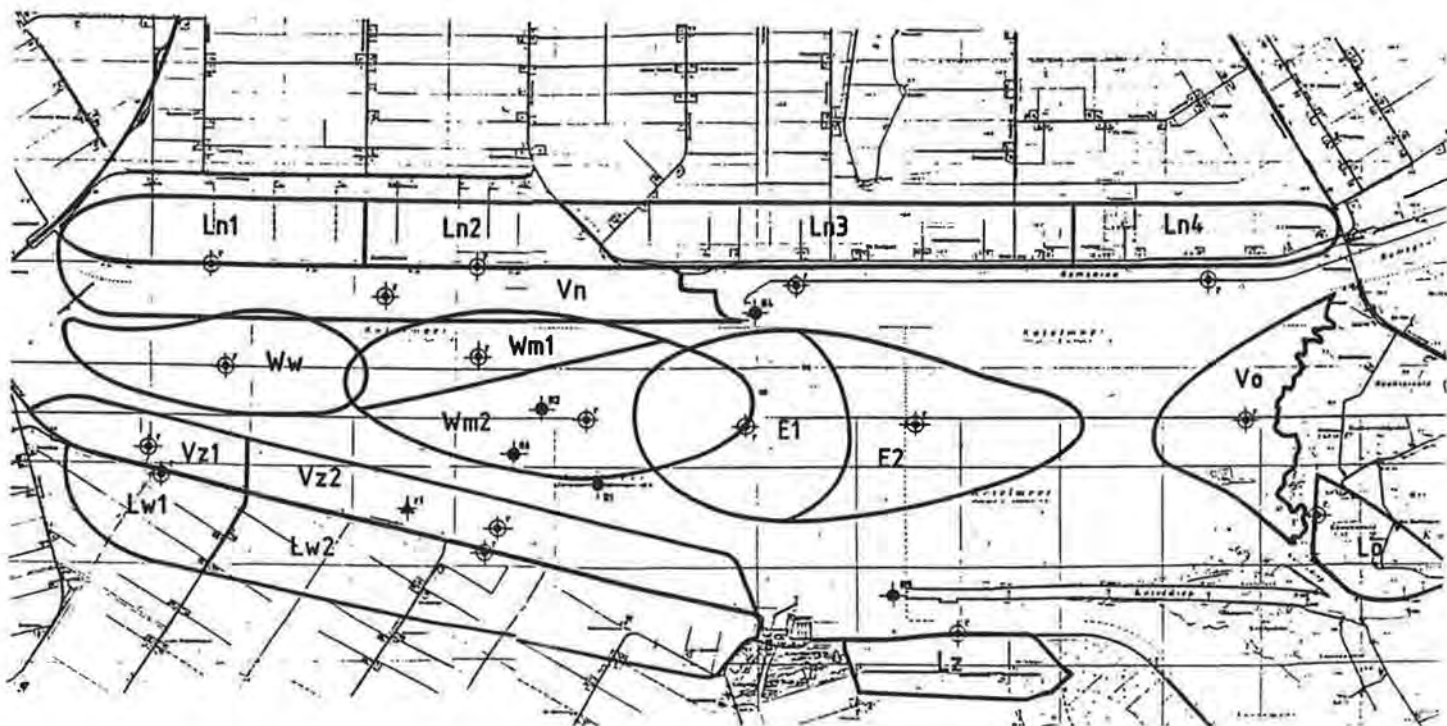
Tabel 6 Basisvorm, storthoogte, afmeting (lengte*breedte) en oppervlak van varianten voor berging in een voorland.

variant	basisvorm	storthoogte (m)	SLIB 1		SLIB 2	
			afmeting (m)	oppervlak (ha)	afmeting (m)	oppervlak (ha)
Vho19	Rechthoek	6,5	5980 * 650	389	6140 * 950	583
Vho5	Rechthoek	6,5	2780 * 500	139	4450 * 500	222
Vho2	Rechthoek	6,5	1260 * 500	63	1970 * 500	99
Vhb19	Rechthoek	9,5	6130 * 480	291	6080 * 700	426
Vhb5	Rechthoek	8,5	2130 * 480	101	2150 * 700	150
Vhb2	Rechthoek	8,5	2130 * 280	59	2120 * 375	80

Berging op land

Er zijn voor berging op land vijf bergingswijzen onderscheiden: berging in put met specie deels boven water (Lpb); berging in put met specie deels boven water met sluitende grondbalans (Lpb-sg); berging in put met specie onder water (Lpo); berging in put met kwel (Lpk); berging op het maaiveld (Lm).

Evenals bij Epb19-sg hebben de Lpb-sg varianten geen traditioneel dijkprofiel, maar bestaat de kade uit een zandlichaam met een relatief flauw talud. Bij de varianten Lpo en Lpk hoeft geen dijk te worden aangelegd. Bij Lpo wordt de specie geborgen beneden grondwatervniveau en afgewerkt met een afdekkende laag op maaiveld niveau. Bij Lm is aangenomen, dat, evenals bij de holocenevarianten in het Ketelmeer, het holocene wordt afgegraven totdat er nog twee meter resteert.



Figuur 10 Indeling van de potentiële locaties in homogene gebieden.

Tabel 7 Basisvorm, storthoogte, afmeting (diameter of lengte*breedte) en oppervlak van varianten voor berging op land.

variant	basisvorm	storthoogte (m)	SLIB 1		SLIB 2	
			afmeting (m)	oppervlak (ha)	afmeting (m)	oppervlak (ha)
Lpo19	Rechthoek	23	1920 * 650	125	2780 * 750	208
Lpo5	Rechthoek	23	910 * 500	46	1500 * 500	75
Lpo2	Rechthoek	23	570 * 400	23	910 * 400	36
Lpb19	Rechthoek	33	1710 * 650	111	2850 * 650	185
Lpb5	Rechthoek	33	910 * 500	45	1440 * 500	72
Lpb2	Rechthoek	33	640 * 400	25	980 * 400	39
Lpb19-sg	Rond	55,5			1360	144
		50,8	1110	98		
Lpb5-sg	Rond	46,3			900	64
		42,7	740	44		
Lpk19	Rechthoek	23	1630 * 750	122	2030 * 1000	314
Lpk5	Rechthoek	23	900 * 500	45	1500 * 500	75
Lpk2	Rechthoek	23	560 * 400	22	900 * 400	36
Lm19	Rechthoek	11,5	2120 * 1100	233	2250 * 1600	360
Lm5	Rechthoek	11,5	1090 * 750	82	1680 * 750	126
Lm2	Rechthoek	11,5	790 * 500	40	1210 * 500	61

4.4 Locaties, homogene gebieden

In de startnotitie zijn voorkeursgebieden aangegeven, waarbinnen de verschillende bergingswijzen gerealiseerd kunnen worden (figuur 2). De voorkeursgebieden zijn onderverdeeld in zogenaamde homogene gebieden. Een homogeen gebied is een gebied waarbinnen de kenmerken geohydrologie, natuur en landschap en infrastructuur niet of nauwelijks variëren. De kenmerken zijn van direct belang zijn voor de effecten van een bergingsdepot. De geohydrologie is bijvoorbeeld belangrijk in verband met de uitloging van verontreinigingen uit een depot. In figuur 2 is aangegeven in welke homogene gebieden de voorkeursgebieden zijn opgedeeld. 10

Door de indeling in homogene gebieden kan de keuze van de meest geschikte locatie overzichtelijk plaatsvinden. Voor elke bergingswijze wordt het meest geschikte homogene gebied gekozen.

Berging in de waterbodem

Het voorkeursgebied voor de onder water varianten bestaat uit de voormalige zandwinputten en het centrale middengebied van het meer (tussen de lijn Ketelhaven - Schokkerhaven en de voormalige zandwinputten). De voormalige zandwinputten vormen een homogeen gebied, Ww. Het centrale middengebied is gesplitst in twee homogene gebieden, Wm1 en Wm2. In Wm1 is, in tegenstelling tot in Wm2, basisveen in de holocene deklaag aanwezig, waardoor de laag relatief ondoorlatend wordt (figuur 2).

Berging in een eiland



Figuur 11 De verspreiding van het basisveen in het Ketelmeergebied.

Voor de eilandvarianten is het voorkeursgebied tussen Ketelhaven en Schokkerhaven aangehouden. Dit gebied is in twee homogene gebieden verdeeld, E1 en E2, voornamelijk op basis van verschil in bestemming. In het westelijk gelegen gebied E1 ligt het accent op recreatie en in het oostelijke gebied E2 op natuur.

Berging in een voorland

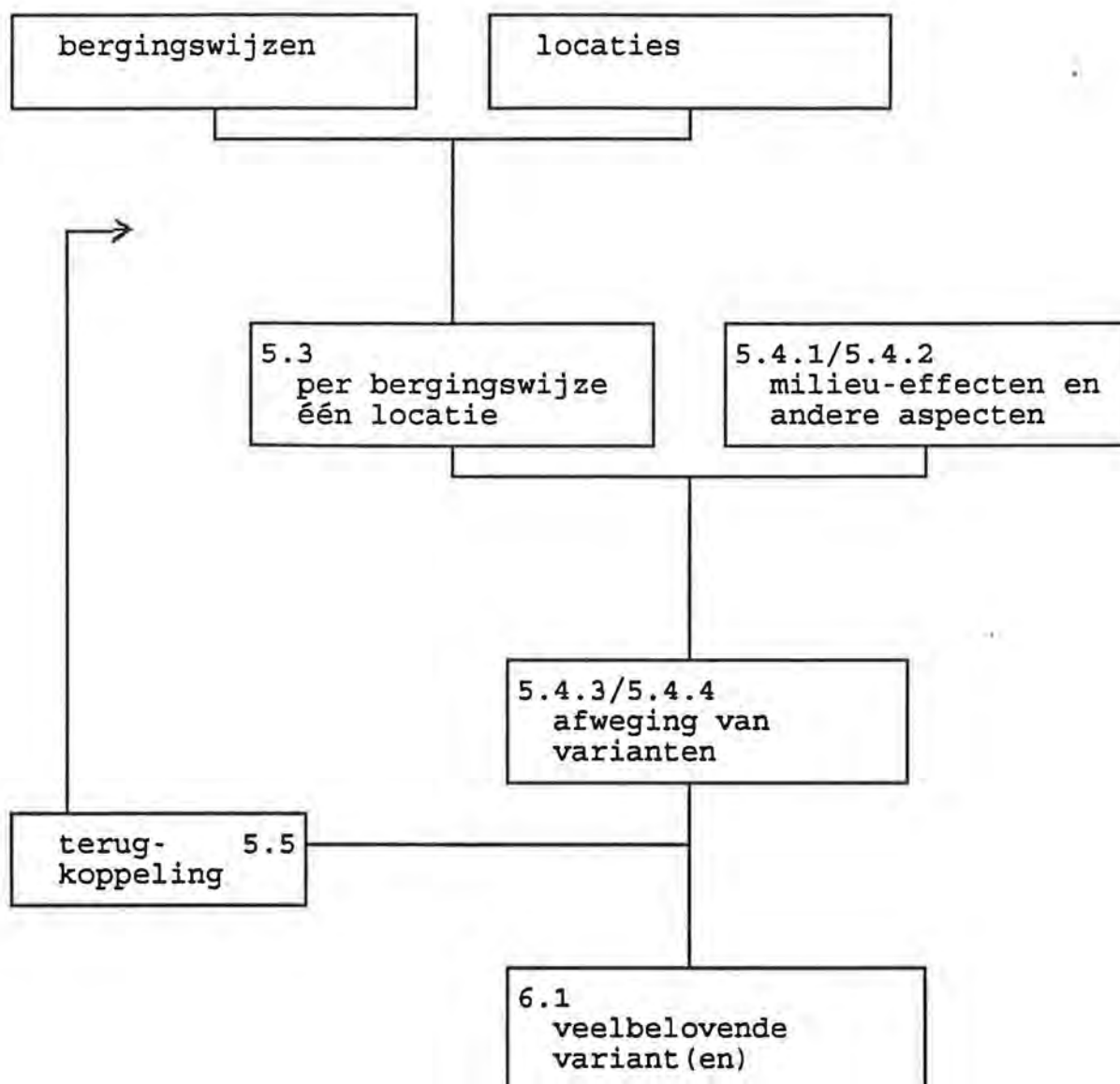
De voorkeursgebieden voor voorlanden liggen langs de noordelijke oever tussen Ketelbrug en Schokkerhaven, langs de zuidelijke oever tussen Kamperhoek en Ketelhaven en langs de oostelijke oever bij Kampereiland. Zowel het noordelijke gebied, Vn, als het oostelijke gebied, Vo, kunnen worden beschouwd als homogeen gebied. Het zuidelijke gebied is vanwege de aan- dan wel afwezigheid van basisveen opgesplitst in Vz1 en Vz2.

Berging op land

Als voorkeursgebied voor de landvarianten zijn gebieden direct grenzend aan het Ketelmeer gekozen, te weten een strook langs de dijken van de Noordoostpolder en Zuidelijk Flevoland en een gebied op Kampereiland.

Het gebied in de Noordoostpolder is onder te verdelen in vier homogene gebieden. Het meest westelijke homogene gebied, Ln1, is apart genomen, omdat daar basisveen in de ondergrond aanwezig is. Het homogene gebied Ln2 ligt ten oosten van Ln1 en reikt tot Schokkerhaven. Bij Schokkerhaven treedt een verandering van de landschappelijke kenmerken op. Westelijk van Schokkerhaven liggen een hoogspanningsleiding en de weg met de woningen en bedrijfsgebouwen van de akkerbouwbedrijven op enige afstand van de dijk, terwijl deze oostelijk van Schokkerhaven aan de voet van de dijk liggen. Het deel oostelijk van Schokkerhaven tenslotte is nog gesplitst in de homogene gebieden Ln3 en Ln4. Ln4 onderscheidt zich, doordat dit gebied voornamelijk voor veehouderij wordt gebruikt en er bevindt zich een transformator-station van de hoogspanningleidingen, dat het landschap domineert.

In zuidelijk Flevoland zijn drie homogene gebieden onderscheiden; Lw1 en Lw2 ten westen van Ketelhaven en Lz ten oosten van Ketelhaven. De verdeling tussen Lw1 en Lw2 is gemaakt op grond van respectievelijk de aan- en afwezigheid van basisveen. Het gebied op Kampereiland, Lo, kan worden beschouwd als een homogeen gebied.



Figuur 12 Schema van het keuzeproces in fase I.

5 KEUZEPROCES

5.1 Algemeen

In fase I kunnen twee keuze-momenten worden onderscheiden. Dit zijn:

- keuze van een locatie per bergingswijze
- afweging ten behoeve van de keuze van de veelbelovende variant

In figuur 12 is het keuzeproces in een schema weergegeven. De nummers in de blokjes verwijzen naar de paragrafen, waarin het betreffende onderdeel wordt behandeld. Het keuzeproces is voor alle drie de depotvolumina en voor de beide slibtypen, slib 1 en slib 2, in totaal dus zes maal, doorlopen.

Bij de eerste keuze wordt elke bergingswijze gecombineerd met de voor die bergingswijze meest geschikte locatie. Voor elk type eilandberging is een keuze gemaakt uit de homogene gebieden voor eilanden, voor elk type landberging een keuze uit de homogene gebieden op het land enz. Deze keuze wordt zonodig (bij kleine depots) gevolgd door een nadere locatiebepaling. Er vallen bij deze keuze in principe geen bergingswijzen af, maar wel enkele homogene gebieden. Enkele depots blijken echter zo groot te zijn, dat ze niet in de voorkeursgebieden passen en zijn daarom verder buiten beschouwing gelaten.

De locatiekeuze wordt gemaakt op basis vier clusters van criteria:

- geohydrologie (IBC, isolatie)
- landschap en natuurwaarden (natuur en landschap)
- infrastructuur (kosten)
- baggerlogistiek (kosten)

Het aantal criteria en clusters is bij deze afweging beperkt. Voor berging onder water, in een eiland en in een voorland is ook het aantal homogene gebieden beperkt, maximaal vier. Hierdoor is de keuze eenvoudig en overzichtelijk te maken. Bij berging op land zijn echter 8 homogene gebieden onderscheiden, zodat de afweging gecompliceerd wordt. Bij deze afweging is daarom gebruikt gemaakt van multicriteria-analyse, een hulpmiddel om het belang van de criteria die bij de keuze een rol spelen, systematisch op een rij te zetten.

Bij de tweede keuze worden per depotvolume alle varianten (d.w.z. de bergingswijzen op hun meest geschikte locatie) tegen elkaar afgewogen. Afhankelijk van het depotvolume gaat het om 13 of 14 varianten.

De varianten zijn beoordeeld op milieu-effecten en vele andere aspecten. Uit de studie naar deze effecten en aspecten zijn in totaal 47 criteria afgeleid. De criteria zijn onderverdeeld in 5 clusters. Dit zijn:

- IBC (Isolatie, Beheersbaarheid en Controleerbaarheid)
- natuur en landschap
- functies
- kosten
- overig

Om de vele varianten op de vele criteria te kunnen beoordelen is ook hier gebruik gemaakt van multicriteria-analyse.

De criteria, die bij de locatiekeuze zijn gebruikt, komen bij de tweede keuze, de afweging van de varianten, terug. Ze zijn dan binnen de clusters van de tweede afweging ingedeeld (achter clusters eerste keuze staan tussen haakjes clusternamen tweede

Tabel 9 Voorbeeld van een tabel met eindscores van een afweging met multicriteria-analyse.

Set 1 'vlak'		Set 2 'milieu'		Set 3 'milieu + kosten'	
Volgorde	Scores	Volgorde	Scores	Volgorde	Scores
1:Epb-a.g.	0.10	1:Epb	0.09	1:Epb-a.g.	0.10
2:Epb	0.07	2:Epk	0.08	2:Lpb-a.g.	0.09
3:Lpb-a.g.	0.06	Epo	0.08	3:Epb	0.04
4:Epo	0.03	4:Epb-a.g.	0.04	4:Ehb	0.02
Epk	0.03	5:Lpb	0.03	Lpb	0.02
6:Ehb	0.02	Lpk	0.03	Wp	0.02
7:Lpb	0.01	Lpb-a.g.	0.03	7:Epo	-0.00
8:Wp	0.00	8:Lpo	0.02	8:Epk	-0.02
9:Lpk	-0.04	9:Ehb	-0.06	Lpk	-0.02
10:Vhb	-0.06	Wp	-0.06	10:Vhb	-0.03
Lm	-0.06	11:Vhb	-0.08	Lpo	-0.03
Lpo	-0.06	Lm	-0.08	Lm	-0.03
13:Vho	-0.09	13:Vho	-0.10	13:Vho	-0.09

keuze). Voor de tweede keuze zijn de criteria vaak gedetailleerder uitgewerkt dan voor de eerste. Het is mogelijk dat gedurende het project, bij de gedetailleerde uitwerking na de locatiekeuze, inzichten veranderen. Er kunnen zaken naar voren komen die van invloed zijn op de locatiekeuze. In een terugkoppeling is nagegaan of de kennis die in de loop van het project is opgedaan, tot een andere locatiekeuze leidt.
[...]

5.2 Multicriteria-analyse

Multicriteria-analyse is een techniek, waarbij met behulp van een computerprogramma varianten tegen elkaar worden afgewogen op grond van criteria. Er zijn verschillende multicriteria-analyse methoden. Bij dit project is de EVAMIX-methode gebruikt (programma BOSDA). Deze methode is gekozen, omdat deze zoveel als mogelijk gebruik maakt van de beschikbare informatie. (lit...)

Tabel 8 Voorbeeld van een multi-criteria-analyse matrix of scoretabel.

	Wp		Epb	Vhb	Lpb-sg
verlies waterbodembodem depot (ha)	62	70	158	0	
effect op landschap	0	-	-	+	
kosten (milj. guldens)	55,8	86,6	84,2	61,4	

Bij de EVAMIX-methode worden de criteria op twee manieren gewaardeerd, met 'scores' en met 'gewichten'. Een score geeft aan welke waarde een variant voor één bepaald criterium heeft ten opzichte van andere varianten. In tabel 8 staat een voorbeeld van een scoretabel, een matrix van varianten en criteria met daarin ingevuld de scores. Een score kan kwantitatief, maar ook kwalitatief zijn. In het voorbeeld zijn 'verlies waterbodembodem depot' met als eenheid hectare en 'kosten' met als eenheid guldens kwantitatieve criteria, waarbij de schaal traploos vanaf 0 oploopt. Aan het criterium 'effect op landschap' zijn kwalitatieve scores toegekend. Zowel de kwantitatieve als de kwalitatieve scores worden via een wiskundige techniek gestandaardiseerd, zodat ze met elkaar kunnen worden vergeleken.

Een gewicht geeft aan hoe het belang van een criterium ten opzichte van de andere criteria is. Het gewicht van alle criteria samen is altijd 100%. Als bij het voorbeeld de criteria 'verlies waterbodembodem depot' en 'effect op landschap' belangrijker worden gevonden als 'kosten', kan aan de eerste twee criteria bijvoorbeeld 40% gewicht worden gegeven en aan 'kosten' 20%.

Het resultaat van een afweging met MCA is een rangvolgorde van de varianten. De rangvolgorde wordt aangegeven met behulp van een getal tussen 1 en -1, de eindscore. In tabel 9 staat een voorbeeld van een tabel met eindscores. De grootte van de eindscore geeft aan hoe een variant zich verhoudt tot de overige varianten; de beste variant, heeft de hoogste score, de slechtste de laagste.

Met behulp van de multicriteria-analyse techniek kan ook een uitspraak worden gedaan over de betrouwbaarheid van de resultaten. De gevoeligheid van het resultaat voor onzekerheden in de scores en in de gewichten kan worden getest. Ook kan het effect van een andere prioriteit in de toedeling van de gewichten op het eindresultaat worden onderzocht. Verder kan worden gekeken in hoeverre de keuze voor de EVAMIX-methode invloed heeft op de uitkomst, door te kijken of andere methoden een vergelijkbaar resultaat geven.

5.3 Locatiekeuze per bergingwijze

5.3.1 Clusters en criteria

De clusters van criteria, die bij de locatiekeuze in beschouwing zijn genomen, zijn in paragraaf 5.1 reeds genoemd. Het zijn:

- geohydrologie
- landschap en natuurwaarden
- infrastructuur
- baggerlogistiek

De eerste drie clusters zijn locatiekenmerken, overeenkomend met de kenmerken waarop de homogene gebieden zijn ingedeeld.

De **geohydrologie** is een belangrijk aspect in verband met de grote invloed op de isolatie van de verontreinigde specie. Er is beoordeeld op basis van verschillende criteria, zoals intensiteit van kwel of wegzijging, horizontale stroomsnelheid in het watervoerend pakket en de aan- of afwezigheid van basisveen.

Het cluster **landschap en natuurwaarden** geeft aan welke gebieden door realisering van een depot het minste schade toegebracht wordt of aan welke gebieden juist een positieve bijdrage geleverd kan worden ten aanzien van landschap en de natuurwaarden. Bij de beoordeling op het aspect landschap is ook gelet op de functies van het gebied, met name de recreatie.

Het cluster **infrastructuur** is niet onderverdeeld in criteria en is slechts gebruikt bij de afweging van landgebieden. Het geeft aan in welke landgebieden zo weinig mogelijk hinder wordt ondervonden van de bestaande infrastructuur in de vorm van bebouwing, hoogspanningsleidingen etc. bij het realiseren van een depot. Indien het verwijderen of omleggen van infrastructuur nodig is, brengt dit kosten met zich mee.

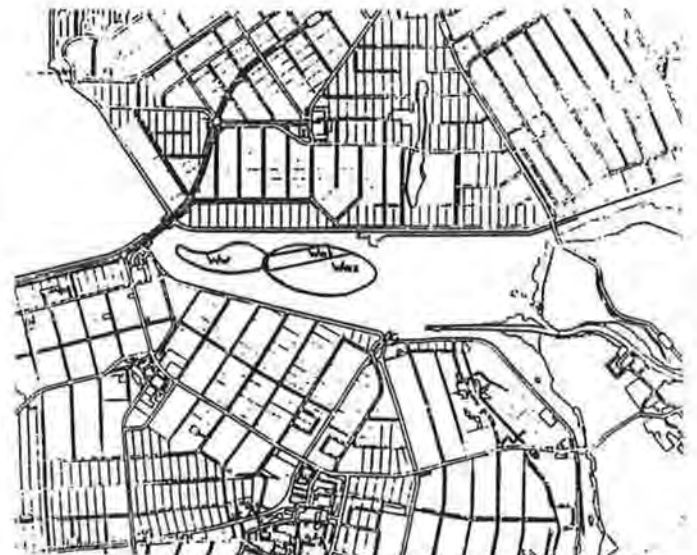
Het vierde cluster, **baggerlogistiek**, bestaat evenals het vorige cluster uit één criterium en is toegevoegd vanuit kostenoverwegingen. Bij baggerlogistiek wordt gekeken naar de afstand waarover de verontreinigde specie vervoerd moet worden. Het is gunstig om zo dicht mogelijk bij het zwaartepunt van de bagger-specie te zitten.

5.3.2 Gewichten van de clusters

De clusters van criteria **geohydrologie** en **natuur en landschap** zijn even belangrijk en worden bij de locatiekeuze het zwaarste



Wp2



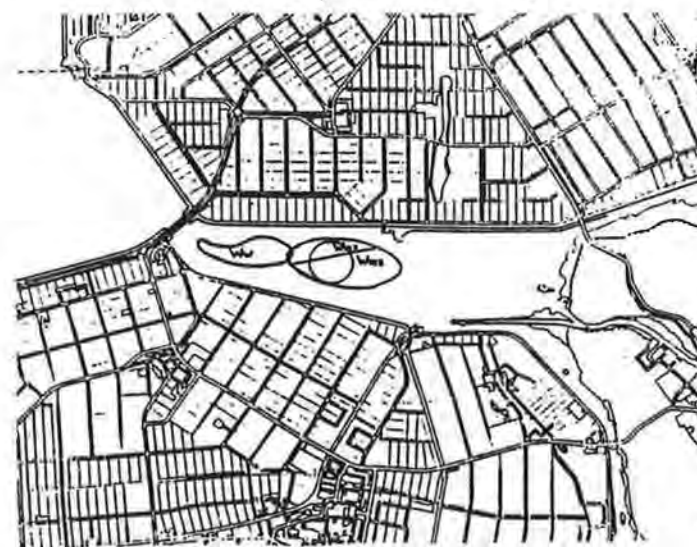
Wh2



Wp5



Wh5



Wp19

Figuur 13 Enkele voorbeelden van de locatie binnen de voorkeursgebieden voor depots in de waterbodem.

meegewogen. De baggerlogistiek is minder zwaar meegewogen. Infrastructuur tenslotte is alleen gebruikt om onderscheid binnen de op de andere aspecten weinig verschillende landgebieden aan te brengen.

Zoals uit de toedeling van de gewichten al blijkt, wordt veel waarde gehecht aan de criteria, die van direct belang zijn voor de milieu-effecten, de clusters van criteria geohydrologie en landschap en natuurwaarden. Met de gevolgde werkwijze wordt voor elke bergingswijze de uit het oogpunt van milieu meest geschikte locatie gekozen. Hierdoor vormt de locatiekeuze geen belemmering voor de ontwikkeling van het meest milieuvriendelijk alternatief.

5.3.3 Resultaten

De resultaten van de locatiekeuze worden per bergingswijze besproken. De resultaten gelden zowel voor slibtype 1 als voor slibtype 2. In tabel 10 tot en met 13 is vermeld welke homogene gebieden voor de verschillende bergingswijzen zijn geselecteerd. In figuur 13 tot en met 16 staan enkele voorbeelden van locaties van de depots binnen de voorkeursgebieden.

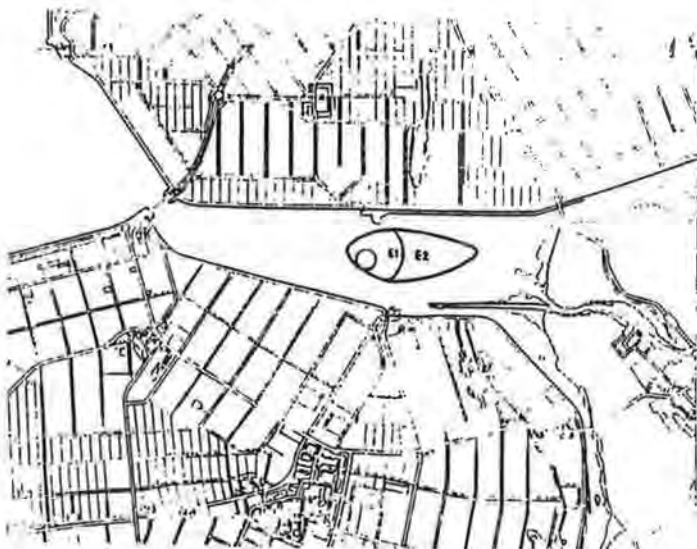
Berging in de waterbodem

Bij de varianten Wp2 en Wp5 gaat de voorkeur uit naar gebied Ww, omdat de natuurlijke omgeving, die in het verleden reeds verstoord is bij de aanleg van de zandwinputten, niet opnieuw wordt verstoord. Als locatie voor de varianten Wp2 en Wp5 is gekozen voor een plek oostelijk in gebied Ww, vanwege geringere transportkosten voor baggerspecie. Voor een deel kunnen wellicht de bestaande putten worden gebruikt. Deze bieden echter ook bij het kleinste aanbodvolume (3.2 miljoen m³ in situ) niet voldoende bergingscapaciteit. Bij variant Wp19 is gekozen voor de gebieden Wm1 + Wm2 op grond van geringere transportkosten. Dit geldt tevens voor de nadere locatie-bepaling binnen het gebied Wm1 + Wm2.

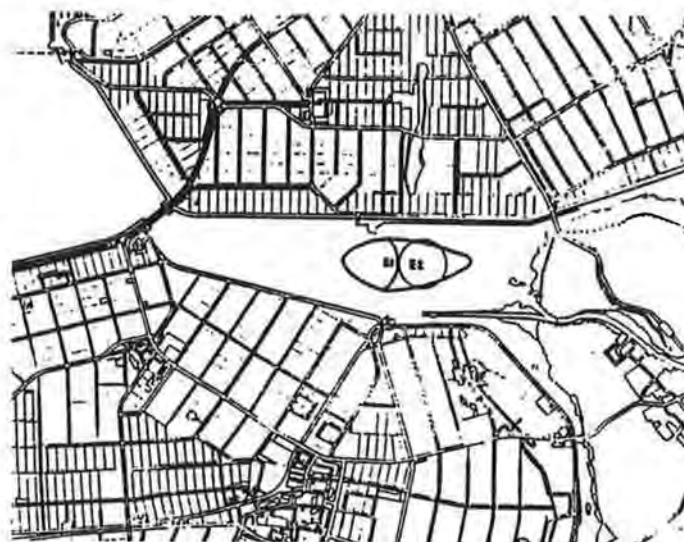
Tabel 10 Combinaties van de bergingswijzen met homogene gebieden voor berging in de waterbodem.

depotvolume (milj m ³):	2	5	19
Wp	Ww	Ww	Wm1 + Wm2
Wh	Wm1	Wm1	-

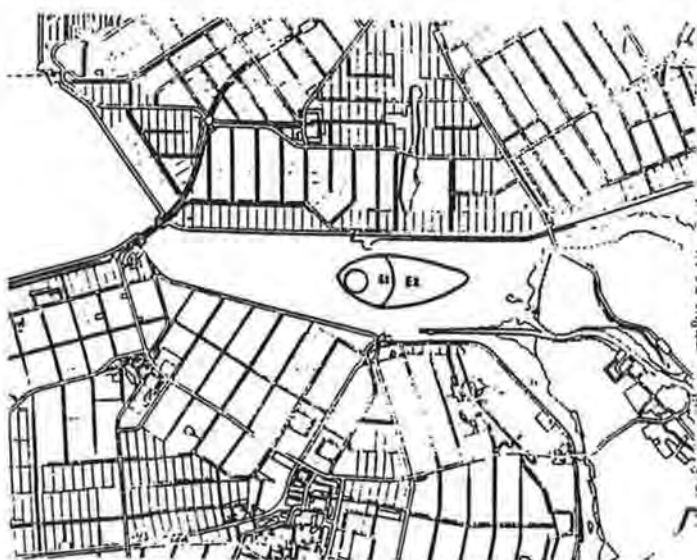
Voor de varianten Wh2 en Wh5 is gekozen voor gebied Wm1 vanwege de grotere dikte van het holocene ter plaatse plus de aanwezigheid van basisveen. Dit resulteert immers in een grotere weerstand tegen het uitstromen van vervuilingen. Voor de locatie van beide varianten is gekozen voor een plek in gebied Wm1 waar de transportkosten minimaal zijn. Vanwege inpassing in het gebied is gekozen voor een rechthoekige vorm. Variant Wh19 is vanwege de grote afmetingen in geen van de gebieden Wm1, Wm2



Epb2



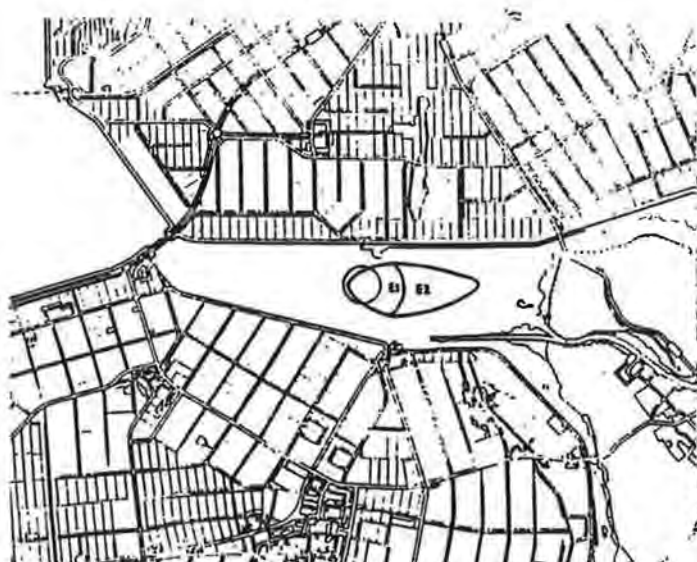
Eho2



Epb5



Eho5



Epb19

of $Wm1 + Wm2$ te plaatsen en zal daarom in de rest van deze studie niet meer worden meegenomen.

Berging in een eiland

De varianten Epo2, Epo5 en Epo19 zijn in eerste instantie gesitueerd in gebied E2, vanwege de betere mogelijkheden voor natuurontwikkeling bij deze varianten. Als locatie voor deze varianten is gekozen voor een plek waarbij de route Ketelmond-Schokkerhaven vrij gelaten is en waar de transportkosten voor specie zo gering mogelijk zijn.

Voor de varianten Epb2, Epb5, Epb19 en Epb19-sg komt het gebied E1 het meest in aanmerking vanwege de mogelijkheden voor recreatieve nabestemming. Bij de nadere locatie-bepaling is rekening gehouden met de zichtlijn Ketelhaven-Schokkerhaven en is gekozen voor een plek waar de transportkosten zo laag mogelijk zijn.

De varianten Epk2, Epk5 en Epk19 dienen bij voorkeur in gebied E1 gesitueerd te worden vanwege meer mogelijkheden voor recreatieve nabestemming en geringere transportkosten voor specie. Bij de nadere locatie-bepaling is uitgegaan van gelijke argumenten als gebruikt bij de Epb-varianten.

Tabel 11 Combinaties van de bergingswijzen met homogene gebieden voor berging in een eiland.

depotvolume (milj m3):	2	5	19
Epo	E2	E2	E2
Epb	E1	E1	E1
Epb-sg	-	-	E1
Epk	E1	E1	E1
Eho	E2	E2	-
Ehb	E1	E1	E2

De afweging ten behoeve van de Eho-varianten komt overeen met de afweging gemaakt bij de Epo-varianten. Variant Eho19 past vanwege de grote afmetingen niet in het gecombineerde gebied E1 + E2 en wordt daarom niet verder uitgewerkt.

Voor de bergingsvarianten Ehb2 en Ehb5 gelden dezelfde overwegingen als voor de overeenkomstige Epb-varianten. Variant Ehb19 is vanwege het ruimtebeslag geprojecteerd in gebied E2.

Berging in een voorland

Tabel 12 Combinaties van de bergingswijzen met homogene gebieden voor berging in een voorland.

depotvolume (milj m3):	2	5	19
Vho	Vn	Vn	Vn
Vhb	VzI	VzI	Vn

De varianten Vho2, Vho5 en Vho19 dienen bij voorkeur in gebied Vn gesitueerd te worden vanwege de aanwezigheid van holocene en



Vho2



Vhb 2



Vho5



Vhb 5



Vho19



Vhb19

Figuur 15 Enkele voorbeelden van de locatie binnen de voorkeursgebieden voor voorlanddepots.

basisveen, daarnaast biedt gebied Vn in navolging van de bestemming meer mogelijkheden voor natuurontwikkeling. Bij de nadere localisering is aansluiting gezocht met Schokkerhaven en is rekening gehouden met de ligging van enige telefoonkabels. Voor de varianten Vhb2 en Vhb5 gaat de voorkeur uit naar gebied Vz1 omdat deze varianten minder geschikt zijn voor herinrichting met een natuurfunctie. Bij de nadere locatie-bepaling is aansluiting gezocht bij het Ketelbos als landschappelijk element. Variant Vhb19 is vanwege de grote afmetingen in gebied Vn geplaatst.

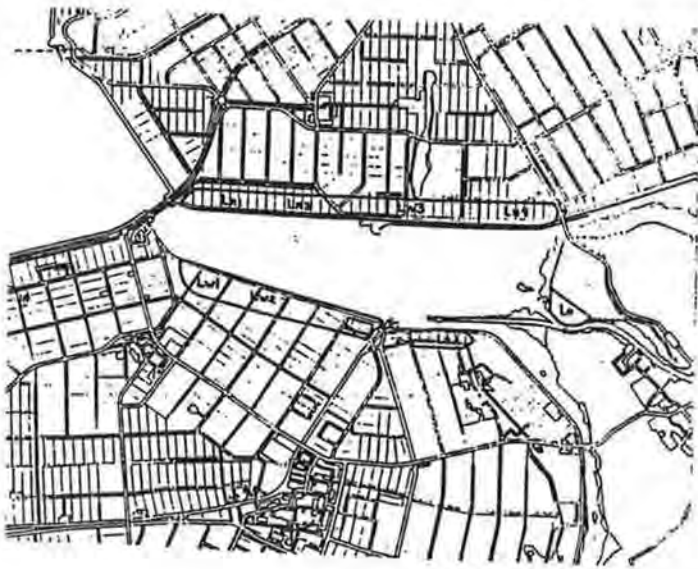
Berging op land

De afweging van de homogene gebieden op land is met behulp van multicriteria-analyse uitgevoerd. De gebieden Lw1 en Lw2 in Oostelijk Flevoland zijn uit het oogpunt van geohydrologie en landschap en natuurwaarden het meest gunstig. Het homogene gebied Ln2 in de Noordoostpolder verschilt op deze punten echter weinig van de gebieden in Oostelijk Flevoland. Omdat het landschap in de Noordoostpolder iets kleinschaliger en daardoor aantrekkelijker is, wordt de voorkeur aan Oostelijk Flevoland gegeven. Kampereiland, dat relatief hoge natuurwaarden heeft, valt ook af vanwege een minder geschikte geohydrologische situatie.

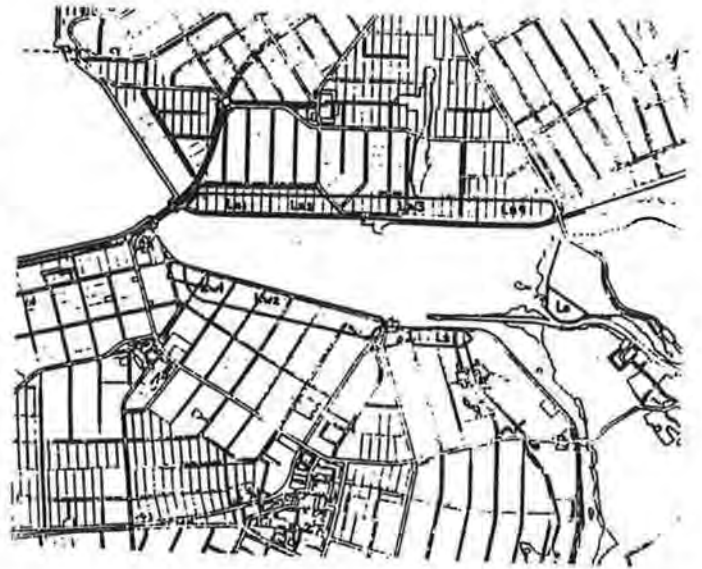
Voor de varianten waarbij het holoceen wordt doorbroken, valt het onderscheid tussen de gebieden Lw1 en Lw2 weg, omdat deze is gebaseerd op de aan- respectievelijk afwezigheid van het basisveen. De cluster baggerlogistiek, de transportkosten, geven hiedoor de doorslag bij de multicriteria-analyse. De verschillen in transportkosten zijn echter gering. De Lpo- en Lpb-varianten dienen bij voorkeur in gebied Lw2 gesitueerd te worden. Bij de nadere locatiebepaling is vanwege de mogelijkheden voor een recreatieve invulling na afloop van de exploitatie gekozen voor aansluiting bij Ketelhaven. Om redenen van veiligheid is tevens enige afstand tot de meerdiijk aangehouden. De vorm van de depots is rechthoekig, omdat dit beter aansluit bij de vorm van het homogene gebied.

De varianten Lpb5 en Lpb19 zijn tevens uitgewerkt met een sluitende grondbalans. De locaties van deze varianten komen overeen met die van de hiervoor beschreven varianten. Om redenen van eenvoud is echter gekozen voor een rond depot.

Hoewel voor de bergingswijze Lpk evenals bij Lpo en Lpb het gebied Lw2 het meest gunstig is, is toch gekozen voor gebied Lw1 aansluitend op het bos bij Kamperhoek. Het verschil in transportkosten wordt van ondergeschikt belang geacht. Door Lw1 te kiezen ontstaat bij de nadere uitwerking van aspecten en effecten mogelijk inzicht in de locatie-gebonden verschillen in deze aspecten en effecten. Ook bij deze varianten is uit redenen van veiligheid enige afstand tot de meerdiijk in acht genomen.



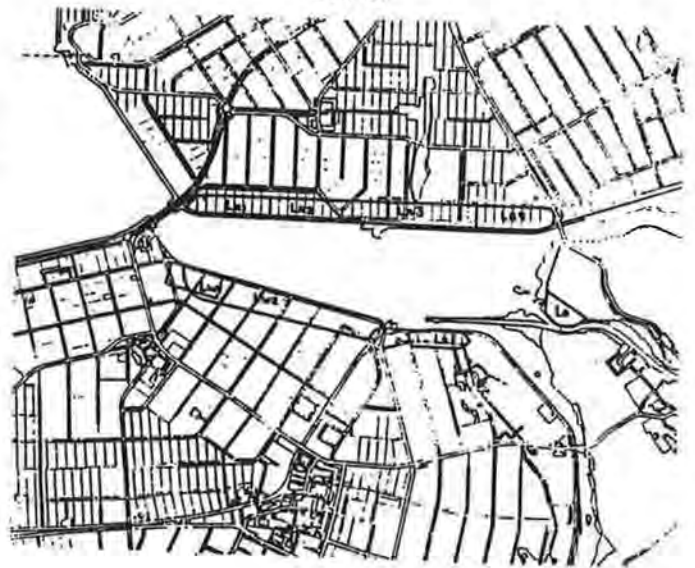
Lpb2



Lm2



Lpb5



Lm5



Lpb19



Lm19

Figuur 16 Enkele voorbeelden van de locatie binnen de voorkeursgebieden voor depots op land.

Tabel 13 Combinaties van de bergingswijzen met homogene gebieden voor berging op land.

depotvolume (milj m3):	2	5	19
Lpo	Lw2	Lw2	Lw2
Lpb	Lw2	Lw2	Lw2
Lpb-sg	-	Lw2	Lw2
Lpk	Lw1	Lw1	Lw1
Lm	Lw1	Lw1	Lw1

Berging van specie boven maaiveld, de Lm-varianten, dient volgens de multicriteria-analyse bij voorkeur in gebied Lw1 plaats te vinden. Dit gebied krijgt de voorkeur vanwege de meer gunstige eigenschappen van de holocene deklaag in dit gebied. Bij de nadere localisering is aansluiting gezocht bij het Ketelbos. Hierbij kan een functie recreatie of natuur worden gerealiseerd of een combinatie van beide.

Bij de afweging van landvarianten is na de multicriteria-analyse een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Uit de resultaten van de gevoeligheidsanalyse blijkt dat de keuze van een homogeen gebied per variant betrouwbaar is.

5.4 Afweging van varianten

5.4.1 Algemeen

Van de criteria die bij de afweging van de varianten een rol spelen is in paragraaf 5.1 reeds de indeling in clusters gegeven. De indeling is:

- IBC (Isolatie, Beheersbaarheid en Controleerbaarheid)
- natuur en landschap
- functies
- kosten
- overig

Ieder cluster is samengesteld uit verschillende criteria. In paragraaf 5.4.2 is beschreven welke aspecten en effecten, welke criteria, binnen de verschillende clusters zijn meegenomen.

Voor het uitvoeren van de multicriteria analyse zijn op twee niveaus gewichten toegekend:

- aan de criteria binnen de clusters
- aan de clusters als geheel.

De gewichten van de criteria binnen de clusters zijn vastgesteld in samenspraak met vakspecialisten, deskundig op het betreffende gebied. In combinatie met de bespreking van de criteria in paragraaf 5.4.2 is globaal aangegeven hoe de verdeling van de gewichten binnen de clusters is. De gewichten van de clusters als geheel worden besproken in paragraaf 5.4.3.

In aansluiting op het toekennen van gewichten op twee niveaus is de multicriteria analyse op twee niveaus uitgevoerd:

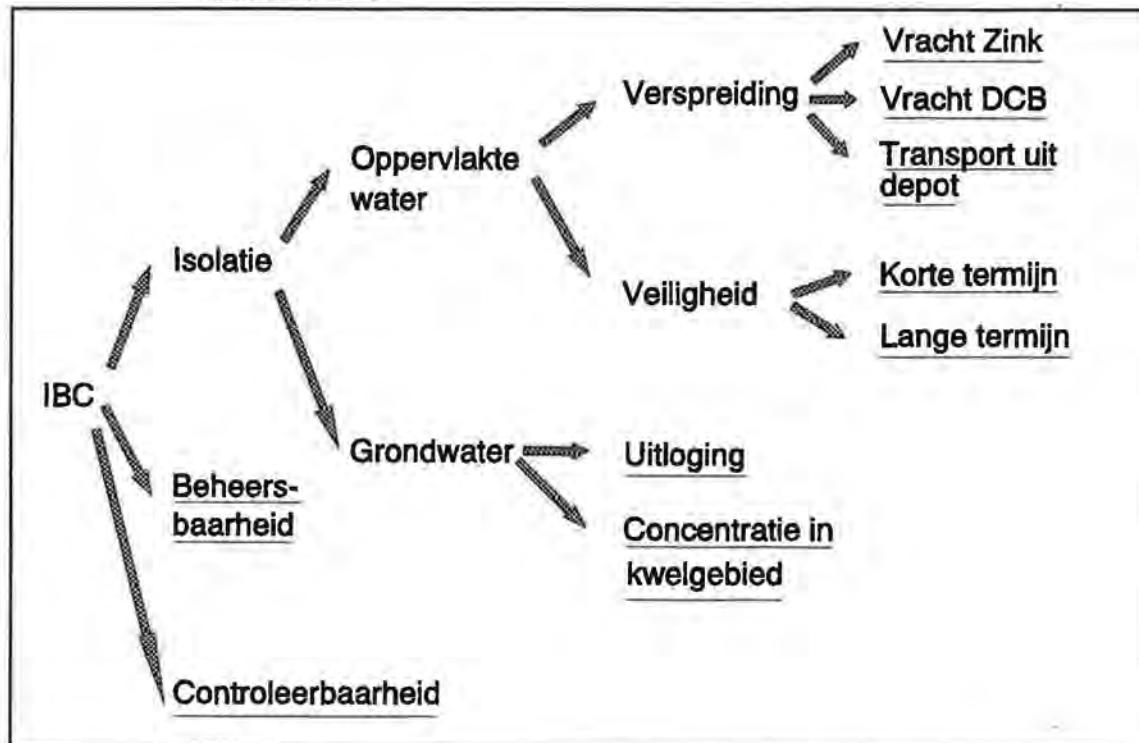
- afweging per cluster op basis van de criteria binnen het betreffende cluster
- totaalafweging op basis van alle criteria en clusters.

In paragraaf 5.4.4 worden per bergingswijze de resultaten van beide afwegingen besproken.

Figuur 18 Plastjes grondwatermodelberekeningen

5.4.2 Clusters en criteria

Cluster IBC



Figuur 17 Criteria binnen de cluster IBC.

De cluster IBC bestaat uit de drie elementen isolatie, beheersbaarheid en controleerbaarheid. Aan isolatie is het meeste gewicht toegekend (65% van de cluster). Om de isolatie-eigenschappen van een depot te bepalen is gekeken naar emissies naar het grondwater en het oppervlaktewater.

De emissies naar het grondwater (stroming, diffusie) zijn bepaald met behulp van modelberekeningen voor een voorbeeldstof (standaardverontreiniging). Er is beoordeeld op het percentage uitloging na 25.000 jaar en de concentratie van de verontreiniging die in de polders opkwelt. Ook is gekeken naar de bijdrage van de consolidatie aan de uitloging naar het grondwater. Deze bijdrage vindt slechts gedurende de eerste 200 jaar plaats, en is in verhouding zo klein, dat ze niet in de beoordeling is meegenomen.

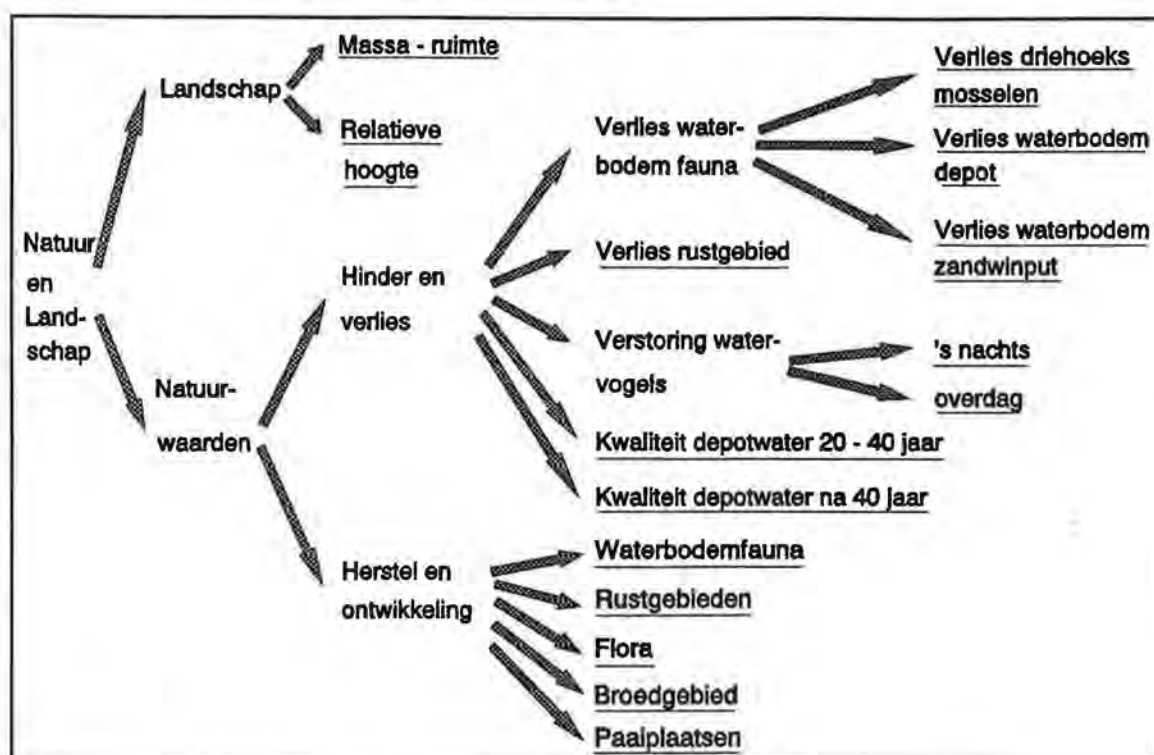
Emissie aan de bovenzijde van het depot treedt op als gevolg van uittreding van consolidatiewater en slibopwerveling. Zn, een relatief goed oplosbare verbinding, en DCB, een verbinding die sterk aan het zwevend stof is gebonden, zijn als voorbeeldstoffen gebruikt. Bij de depots die omringd zijn door een dijk kan de opwaartse emissiestroom beheerst worden. Er is van uitgegaan dat het water dan alleen via een zuiveringsinstallatie, dus zonder het oppervlaktewater te belasten, het depot verlaat. De kosten van een zuiveringsinstallatie zijn een onderdeel van de cluster kosten. Emissie naar het oppervlaktewater kan echter ook optreden als gevolg van een calamiteit

of erosie. De zekere emissie door consolidatie en opwerveling is zwaarder meegeteld dan het mogelijke optreden van een calamiteit of erosie.

Tabel 14 Voorbeeld van een scoretabel voor de cluster IBC (depotvolume 19 miljoen m³, slijtype 1).

Variant	Up	Epo	Epk	Epb	Epb-sg	Ehb	Vho	Vhb	Lpo	Lpk	Lpb	Lpb-sg	Lm
Vracht zink na zuivering (kg)	288	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vracht DCB na zuivering (kg)	516	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transport vanuit depot	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veiligheid op korte termijn	0	1,5	0	6	18,6	6	2,5	5,5	0	0	12	38,7	12
Veiligheid op lange termijn	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Uitloging (percentage)	23,6	13,4	13	13,3	13	84,2	66,8	50,9	14	14	12	12	74
Concentratie kwelgebied	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Beheersbaarheid	-	+	+	+	0	0	0	0	+	+	+	0	0
Controleerbaarheid	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Cluster natuur en landschap



Figuur 19 Criteria binnen de cluster natuur en landschap.

De naam van de cluster natuur en landschap zegt al dat de ibeinvloeding van zowel het landschap als de natuur in beschouwing zijn genomen. De gewichtverhouding landschap/natuur is vastgesteld op 20%/80%.

Bij de beïnvloeding van het landschap is gelet op de verhouding tussen de massa, de omvang van het depot en de ruimte waarin deze geprojecteerd is. De hoogte van het depot ten opzichte van de omgeving is ook gewaardeerd.

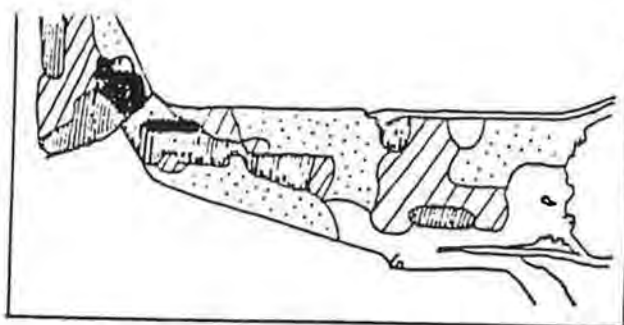
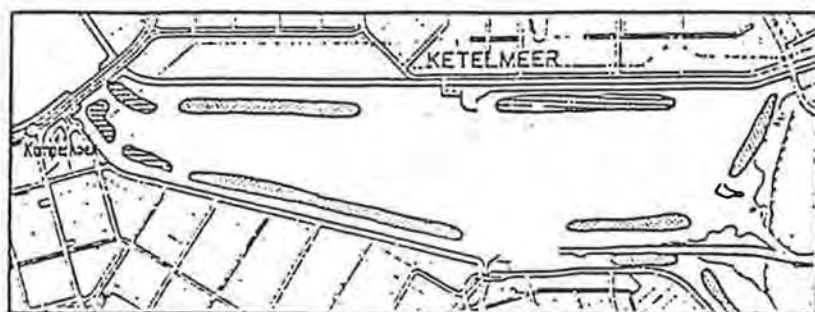
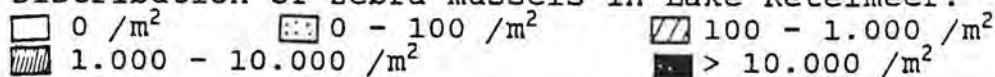
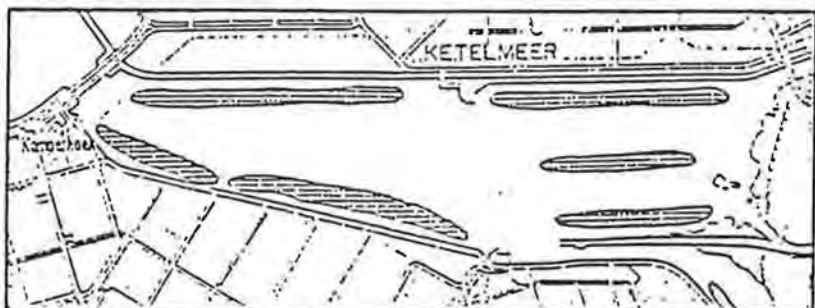


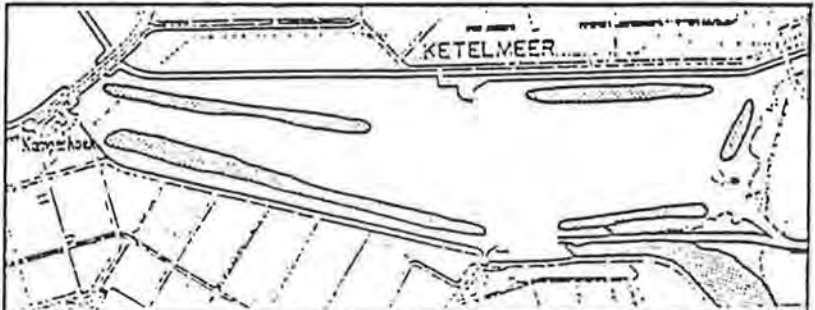
Figure 20. Distribution of Zebra mussels in Lake Ketelmeer.



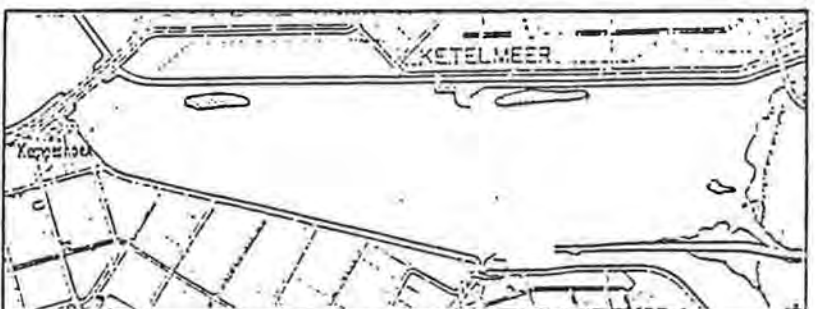
Pochard



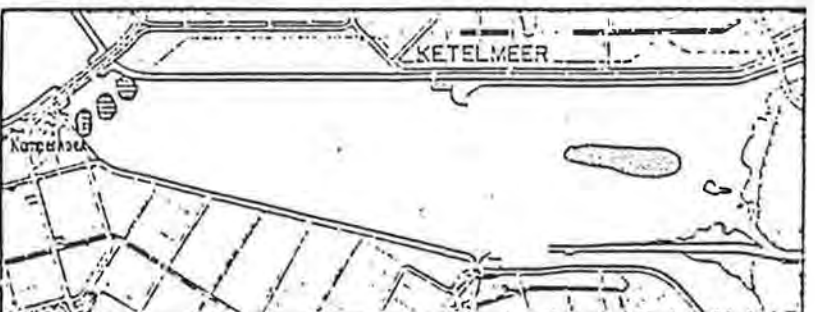
Tufted duck



Grebe



Widgeon



Cormorant

Figure 21. Distribution of some bird species in Lake Ketelmeer. Period 1987-1988.

Voor de natuurwaarde van het Ketelmeer zijn vooral de waterbodema fauna (criteria: verlies driehoeksmosselen, verlies oppervlak waterbodema ter plekke van depot, verlies oppervlak waterbodema ter plekke van eventuele zandwinput) en de functie als rustgebied voor vogels van belang (criteria: verlies rustgebied, verstoring tijdens aanleg en exploitatie). De invloed van de aanleg van een depot op planten en vissen is naar verwachting zo gering, dat deze niet in de beoordeling is meegenomen.

Naast verlies aan natuurwaarden biedt een depot ook gelegenheid tot ontwikkeling van natuurwaarden (criteria: waterbodema fauna, flora, rustgebied vogels, broedgebied, paaiplassen). Er kunnen ondiepe stukken ontstaan of worden gecreëerd, waar waterplanten kunnen groeien en waar vogels en vissen beschutting kunnen vinden. Hinder en verlies is twee maal zo zwaar meegeteld als ontwikkeling van natuurwaarden. Het is namelijk zeker dat er verlies optreedt, terwijl moet worden afgewacht of natuurontwikkeling daadwerkelijk zal optreden.

Tabel 15 Voorbeeld van een scoretabel voor de cluster natuur en landschap (depotvolume 19 miljoen m³, slibtype 1).

Variant	Vp	Epo	Epk	Epb	Epb-sg	Ehb	Vho	Vhb	Lpo	Lpk	Lpb	Lpb-sg	Ln
Ontw. flora begin	0	3	3	3	3	5	5	5	2	2	2	2	2
Ontw. flora eind	0	2	2	2	3	5	5	5	1	1	2	2	2
Verlies waterbodema depot (ha)	113	124	140	112	201	249	389	291	0	0	0	0	0
Verlies waterbodema zandwinput (ha)	0	0	0	0	0	23	53	53	0	0	0	0	21
Verlies driehoeksmosselen (mln. stuks)	1709	372	245	195	351	1058	8903	5525	0	0	0	0	0
Ontw. waterbodema fauna begin	2	3	3	1	1	2	5	2	2	2	0	0	0
Ontw. waterbodema fauna eind	2	2	2	2	3	2	5	2	1	1	2	0	0
Ontw. paaiplassen begin	0	3	3	1	1	2	5	2	2	2	0	0	0
Ontw. paaiplassen eind	0	2	2	2	3	2	5	2	1	1	2	0	0
Ontw. broedgebied begin	0	3	2	3	3	6	5	6	1	1	2	2	2
Ontw. broedgebied eind	0	3	2	2	2	6	5	6	1	1	1	2	2
Verlies rustgebied watervogels (ha)	0	0	0	0	0	0	263	255	0	0	0	0	0
Ontw. rustgeb. waterv. begin	0	2	2	1	1	2	4	2	1	1	0	0	0
Ontw. rustgeb. waterv. eind	0	2	2	2	2	2	4	2	1	1	1	0	0
Kwaliteit depotwater 20 - 40 jaar	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kwaliteit depotwater 40 - eind	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Verstoring watervogels overdag (ha)	3	0	0	0	0	23	15	15	38	30	29	10	43
Verstoring watervogels 's nachts (ha)	141	147	157	141	179	275	333	327	38	30	29	10	120
Massaruimte	0	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	*	-
Relatieve hoogte	0	-	0	0	-	-	0	0	0	0	0	*	-

Cluster functies

In het Ketelmeergebied kunnen de volgende functies worden onderscheiden:

- landbouw
- visserij
- recreatie
- infrastructuur
- oppervlaktedelfstoffenwinning
- specieberging
- waterhuishouding
- waterkering
- natuur

Eerst worden nu een aantal functies besproken die niet binnen de cluster functies zijn gewaardeerd.

De invloed van een depot op de infrastructuur op land is beperkt, omdat bij de locatiekeuze rekening is gehouden met de aanwezige infrastructuur. Indien het omleggen van wegen of andere infrastructuur nodig is, gaat het om infrastructuur van een lagere orde en is dit in de beoordeling opgenomen als onderdeel van de meerkosten (cluster kosten). Beïnvloeding van infrastructuur op water kan worden vertaald naar hinder voor

Figuur 22 Plaatje watertransportmodelberekening Ketelmeer.(Blom)

scheepvaart op de vaarroutes. Hinder voor de beroepsscheepvaart op de hoofdvaarroute wordt niet verwacht. Hinder voor recreatievaart is bij de functie recreatie aan de orde gesteld.

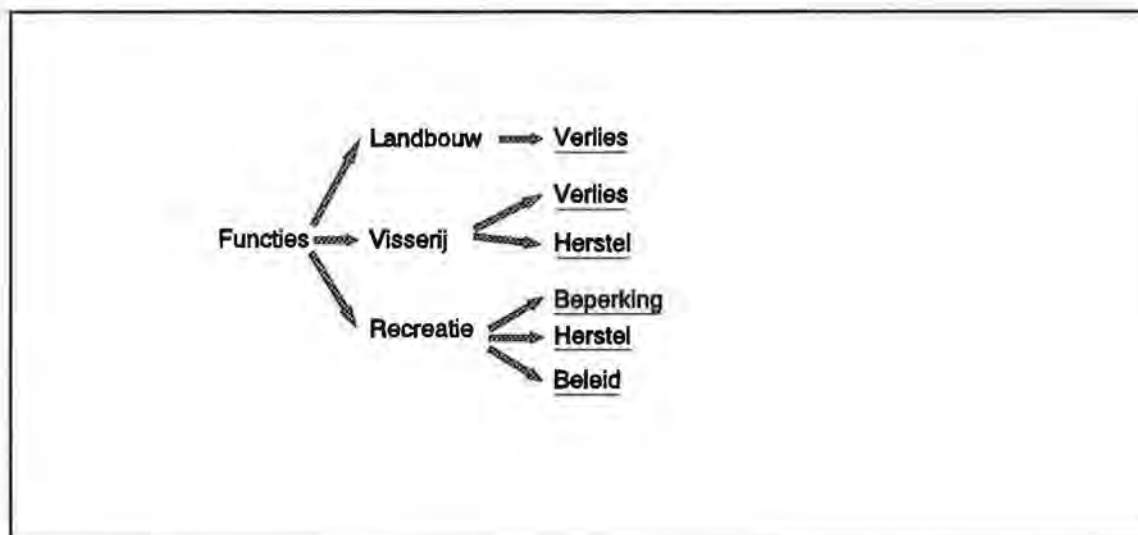
De situatie met betrekking tot oppervlaktedelfstoffenwinning is voor elk depot verschillend. Soms is er een overschot aan zand en/of klei/veen, soms een tekort aan zand. In het geval van een grondoverschot, is er voorshands van uitgegaan dat dit wordt gebruikt voor natuurbouw in het oostelijk deel van het Ketelmeer. Indien het overschot groot is kan ook nog tijdelijke opslag van zand in de nabijheid van het Ketelmeer nodig zijn. In de beoordeling van de depots is rekening gehouden met kosten voor het transport van het grondoverschot (cluster kosten) en de effecten van de aanleg van een tijdelijk depot (cluster overig). In het geval dat er zand nodig is voor de aanleg van een depot is er voorlopig van uitgegaan het zand in het Ketelmeer wordt gewonnen. Effecten van deze winning op de waterbodem zijn bij de cluster natuur en landschap meegenomen.

Speciebergings is onderwerp van dit project en is daarom geen beoordelingscriterium bij de afweging.

De waterhuishouding in het Ketelmeer verandert doorgaans in geringe mate. Opstuwing en opwaaiing worden niet noemenswaardig beïnvloed. Bij grote eilanden echter neemt de stroomsnelheid op versmalde stukken wel zodanig toe dat de zwemmers en surfers hinder zouden kunnen ondervinden. Dit is meegenomen bij de functie recreatie. Als gevolg van de verhoogde stroomsnelheid is er ook kans op uitschuring van de waterbodem. Dit punt is in de cluster overig opgenomen.

Omdat opstuwing en opwaaiing nauwelijks wordt beïnvloed, zijn de gevolgen voor de functie waterkering beperkt. Voorlanden, waarbij voor de bestaande dijk ook de dijk van het voorland wordt aangelegd, zullen de veiligheid ter plaatse verhogen.

De functie natuur komt uitgebreid aan de orde binnen de cluster natuur en landschap.



Figuur 23 Criteria binnen de cluster functies.

In het bovenstaande is uitgelegd waarom een aantal functies niet binnen de cluster functies zijn meegewogen. Alleen de functies landbouw, visserij en recreatie zijn binnen de cluster functies meegewogen (zie figuur 23).

Aan de landbouw en de recreatie is een groot gewicht toegekend. Visserij is van ondergeschikt belang. Evenals bij de waardering van de natuurwaarden zijn zowel verlies en hinder als herstel-mogelijkheden in de beschouwing betrokken.

Tabel 16 Voorbeeld van een scoretabel voor de cluster functies (depotvolume 19 miljoen m³, slibtype 1).

Variant	Wp	Epo	Epk	Epb	Epb-sg	Ehb	Vho	Vhb	Lpo	Lpk	Lpb	Lpb-sg	Lw
Landbouw verlies (ha)	0	0	0	0	0	0	0	0	125	122	111	97	233
Visserij verlies (km)	0	0	0	0	0	0	6,0	6,1	0	0	0	0	0
Visserij herstel (km)	0	3,9	4,2	3,7	5,0	5,6	7,3	7,1	0	0	0	0	0
Recreatie beperking	0	0	-	-	-	0	-	-	0	0	0	0	0
Recreatie herstel	0	++	+++	+++	+++	++	++	++	0	0	+	+	+
Recreatie beleid	0	0	+	+	+	0	+	+	-	-	+	+	+

Cluster kosten

Tabel 17 Voorbeeld van een scoretabel voor de cluster kosten (depotvolume 19 miljoen m³, slibtype 1).

Variant	Wp	Epo	Epk	Epb	Epb-sg	Ehb	Vho	Vhb	Lpo	Lpk	Lpb	Lpb-sg	Lw
Meerkosten (mln. guldens)	103,3	175,0	186,0	148,7	86,3	99,5	202,3	177,8	181,0	173,1	136,7	94,8	166,4
Inrichting tijdelijk depot (mln. m ³)	0,45	0,39	0,74	0,59	0,84	1,38	1,45	2,10	0	0	0	0	0,08
Zuivering													
- Overschr. ANK-zink (jaar)	4	2,5	3,5	1,5	1,5	8	12,5	6	2,5	3	2	0,25	5
- Overschr. ANK-DCB (jaar)	200	18	18	31	194	9,5	17,5	15,5	18,5	17,5	115	311	50
- Max. conc. lozing zink (µg/l)	75	73,1	24,2	73,1	72,9	73,6	74,1	73,5	73,1	73,2	72,9	72,7	72,6
- Max. conc. lozing DCB (µg/l)	32	26,4	19,0	23,8	31,2	24,4	24,6	26,5	28,5	28,1	28,5	27,3	30,3

In de cluster kosten gaat het om meerkosten; dit houdt in dat kosten die voor alle varianten gelijk zijn niet in de kostenraming zijn opgenomen. In de praktijk komt het er echter op neer dat bijna alle kosten die gemaakt moeten worden voor een depot binnen de meerkosten zijn meegeteld. In de meerkosten zijn opgenomen:

- voorbereidingskosten
- kosten voor verwerving en schadevergoeding van grond
- aanlegkosten
- kosten voor extern baggertransport (baggerlogistiek; aanvoer verontreinigde specie)
- exploitatiekosten
- afwerkingskosten
- beheerskosten

De kosten van een zuiveringsinstallatie en de kosten voor een tijdelijk depot voor de berging van een zandoverschot zijn moeilijk in te schatten. Deze kosten zijn daarom in deze fase niet uitgedrukt in guldens, maar er is verondersteld dat de kosten evenredig zijn met de mate van de verontreiniging van het te zuiveren water respectievelijk met de hoeveelheid grondoverschot.

Figuur 24 Voorbeeld geluidhindercontouren.

Cluster overig

Tabel 18 Voorbeeld van een scoretabel voor de cluster overig (depotvolume 5 miljoen m³, slibtype 1).

Variant	Up	Epo	Epk	Epb	Epb-sg	Ehb	Vho	Vhb	Lpo	Lpk	Lpb	Lpb-sg	Lm
Geluidshinder (oppervlak equivalenten)	985	695	685	670	725	370	1310	1180	2000	1535	1595	1290	910
Uitschuring buiten depot	0	0	-	-	-	-	---	---	0	0	0	0	0
Terugneembaarheid	++	++	++	+++	+++	+	+	+	++	++	+++	+++	+
Uitbreidbaarheid	++	++	++	+++	+++	+	+	+	++	++	+++	+++	+
Combineerbaarheid (mln. m ³)	22,2	18,5	20,7	14,4	0,1	0	5,0	0,6	24,4	24,5	13,4	0	4,3
Effecten opslag overschot (mln. m ³)	17,2	13,5	15,7	9,4	0	0	0	0	19,4	19,5	8,4	0	0

In de cluster overig zijn een aantal aspecten ondergebracht, die wel dienen te worden meegewogen, maar die niet bij de andere clusters thuishoren. Het zijn:

- geluidshinder
- uitschuring buiten depot
- effecten opslag grondoverschot
- terugneembaarheid
- uitbreidbaarheid
- combineerbaarheid

De aspecten hebben onderling geen relatie. Aan geluidshinder is het meeste gewicht toegekend.

5.4.3 Gewichten van de clusters

Het toekennen van gewichten aan de clusters is een beleidskeuze. De belangen milieu (clusters IBC en natuur en landschap), ruimtelijke functionaliteit (cluster functies) en kosten (cluster kosten) moeten worden gewaardeerd en kunnen zo tegen elkaar worden afgewogen. Er is voor gekozen om de multicriteria analyse uit te voeren op basis van meerdere, zeven, gewichtensets. In iedere set wordt het accent op één of meerdere clusters van criteria gelegd. Op deze manier is het mogelijk de invloed van de verschillende belangen door te rekenen, terwijl tevens inzicht wordt verkregen in de gevoeligheid voor verschillende waarderingen. In tabel 19 zijn de gewichtensets weergegeven. Na het uitvoeren van multicriteria analyse op basis van de zeven gewichtensets is de werkelijke beleidskeuze gemaakt (hoofdstuk 6).

Tabel 19 Gewichtensets waarmee multicriteria analyse is uitgevoerd (percentages).

	milieu (IBC)	milieu (n&l)	milieu (IBC en n&l)	functies	kosten/ milieu	kosten/ functies	kosten/ milieu/ functies
cluster:							
IBC	75	26	45	20	27	18	20
natuur en landschap	13	60	30	20	18	12	20
functies	5	6	10	50	6	24	20
kosten	-	-	-	-	40	40	20
overig	7	8	15	10	9	6	20
totaal	100	100	100	100	100	100	100

In de eerste plaats zijn een viertal gewichtensets samengesteld, waarin de kosten buiten beschouwing zijn gelaten. Drie maal ligt het accent op milieu (accent op IBC, accent op natuur en landschap, accent op IBC en natuur en landschap) en één maal op functies. Uit de afweging op basis van de milieusets komt naar voren welke variant uit het oogpunt van milieu het meest gunstig, het meest milieuvriendelijk, is. In de set milieu met accent op IBC en natuur en landschap is het milieubelang het meest evenwichtig opgenomen. Aan de cluster overig is bij deze set ook redelijk wat gewicht toegekend, omdat het nevenge-schikte milieucriterium geluidshinder hierin is opgenomen.

Vervolgens zijn er twee sets, de set kosten/milieu en kosten/functies, waarbij de kosten hoog zijn gewaardeerd. De verhouding van de gewichten van de set milieu 3 respectievelijk de set functies zijn gehandhaafd, terwijl er aan de cluster kosten 40% van het totaalgewicht is toegekend.

Bij de set kosten/milieu/functies tenslotte is geen specifieke voorkeur aan een bepaald cluster gegeven; alle clusters hebben 20% van het totaalgewicht gekregen.

5.4.4 Resultaten

Met behulp van multicriteria analyse zijn op twee niveaus afwegingen uitgevoerd, namelijk:

- afweging per cluster op basis van de criteria binnen het betreffende cluster
- totaalafweging op basis van alle criteria en clusters.

Beide afwegingen zijn 6 maal uitgevoerd; voor de drie depotvolumina 19, 5 en 2 miljoen m³ en voor de slibtypes 1 en 2. De resultaten staan in bijlage 2 (uitklapbaar). De resultaten van de totaalafwegingen zijn bepalend voor de keuze van de veelbelovende variant en zijn daarom met kleur aangegeven.

Om het interpreteren van de resultaten te vereenvoudigen zijn de resultaten niet als rangvolgorde of eindscore weergegeven, maar zijn ze voor elke afweging in vier groepen ingedeeld. De volgende systematiek is gehanteerd:

eindscore > 1/2 maximale eindscore	goed	in bijlage 2 aangegeven met:	
1/2 maximale eindscore > eindscore > 0	redelijk	++	donker groen
1/2 minimale eindscore < eindscore < 0	matig	+	lichtgroen
eindscore < 1/2 minimale eindscore	slecht	-	geel
		--	oranje

In het onderstaande worden per bergingswijze de resultaten van de afwegingen per cluster en de totaalafwegingen besproken. De bespreking is gebaseerd op de resultaten voor slibtype 1. De resultaten voor slibtype 2 wijken zo weinig af, dat een aparte bespreking niet zinvol is.

Berging in de waterbodem

Variant Wp

Variant Wp voorziet in berging in een put in de waterbodem. Wp19 is in het centrale deel van het meer geprojecteerd en Wp5 en Wp2 in het gebied van de bestaande zandwinputten.

* De variant Wp19 scoort voor de cluster IBC slecht, omdat er verspreiding van verontreiniging naar het oppervlaktewater kan plaatsvinden. De cluster natuur en landschap scoort redelijk. Het verlies aan waterbodempoppervlak is beperkt in vergelijking met de andere varianten en op het landschap heeft variant Wp geen invloed. Voor de cluster functies behoort Wp tot de slechte alternatieven. Er is weliswaar weinig verlies van functies, maar er zijn ook weinig ontwikkelingsmogelijkheden. Uit het oogpunt van kosten is een Wp variant gunstig, want aanleg van dure dijken is niet nodig. Voor overig behoort Wp tot de groep van redelijke varianten. Dit komt vooral door een relatief geringe geluidshinder.

* De beoordeling van de varianten Wp5 en Wp2 verschilt voor de meeste clusters weinig van die voor Wp19. Voor de cluster IBC komen Wp5 en Wp2 in de groep van matige varianten terecht, doordat nu de variant Wh, die zeer slechte IBC eigenschappen heeft, bij de afweging is meegenomen. Voor de cluster natuur en landschap treedt wel een opvallende verschuiving op van redelijk voor Wp19 naar slecht en matig voor Wp5 respectievelijk Wp2. Dit wordt veroorzaakt door het locatieverschil. In het gebied van de bestaande zandwinputten zijn hogere dichtheden driehoeksmosselen aanwezig dan in het centrale deel van het meer.

De resultaten van de totaalafwegingen kunnen worden verklaard uitgaande van de afwegingen per cluster.

* Wp19 eindigt op de sets milieu als een matige tot slechte variant, vanwege de slechte IBC eigenschappen. Voor de set functies is de eindscore slecht. Hierbij speelt naast de matige score voor de cluster functies de slechte op de cluster IBC een rol. Doordat Wp goedkoop is, behoort de variant op de sets waarbij de kosten zijn meegeteld tot de groep van redelijke varianten.

* Voor Wp5 en Wp2 is de eindscore voor de sets milieu en de set functies eveneens matig tot slecht. Voor de sets kosten/milieu en kosten/functies vallen Wp5 en Wp2 in de groep van goede alternatieven. Voor Wp19 is de klassering voor deze sets lager, redelijk, doordat er bij het depotvolume 19 miljoen m³ een relatief betere variant, Epb-sg, is meegewogen. Voor de set kosten/milieu/functies is de eindscore, evenals bij Wp19, redelijk.

Variant Wh

Bij variant Wh wordt de specie in een ondiepe put zonder doorbreking van de holocene laag geborgen. De variant is alleen voor 5 en 2 miljoen m³ uitgewerkt.

* Wh5 en Wh2 scoren alleen op de cluster kosten goed. De overige clusters worden steeds als matig of slecht gewaardeerd. Omdat de verontreinigde specie in een relatief dunne laag verspreid over een groot oppervlak wordt geborgen, vindt de uitloging naar het grondwater snel plaats in vergelijking tot varianten met berging in een diepe put in het pleistoceen. Het cluster IBC wordt nu zowel vanwege de belasting van het oppervlaktewater als van het grondwater slecht gewaardeerd. Natuur en landschap scoort zeer slecht, omdat er een groot oppervlak met een grote hoeveelheid driehoeksmosselen verloren gaat. Evenals Wp scoort Wh voor functies slecht en voor kosten goed. Voor de cluster overig tenslotte komt Wh als slechte oplossing naar voren vanwege hoge geluidshinder-scores.

* De variant Wh is gezien vanuit het belang milieu de slechtste oplossing. Ook bij de beoordeling met de set functies is Wh een slecht alternatief. Doordat berging in de waterbodem goedkoop is, is de eindscore voor de sets kosten/milieu en kosten/functies (beide kosten 40% gewicht) redelijk tot goed. Bij een geringer gewicht voor kosten, zoals bij de set kosten/milieu/functies het geval is (20%), is het resultaat echter al weer matig (Wh2) of slecht (Wh5)

Berging in een eiland

Varianten Epo, Epk, Epb, Epb-sg

Er zijn vier eilandvarianten, waarbij de specie binnen een omringdijk tot in het pleistoceen, in een put, wordt geborgen: Epo, Epk, Epb en Epb-sg. Epo is ten oosten van de zichtlijn Schokkerhaven-Ketelhaven gepland (E2), de andere drie varianten ten westen van deze lijn (E1).

* Voor de cluster IBC behoren de varianten Epo19, Epk19 en Epb19 tot de beste alternatieven. De uitstroom van verontreinigingen naar boven toe is beheersbaar. De uitloging naar het grondwater geschiedt zeer langzaam. In het algemeen geldt dat varianten met een grote storthoogte, dus met een dikke specielaaag, veel beter geïsoleerd zijn richting grondwater dan varianten waarbij de specie zonder doorbreking van het holocene, met een relatief dunne laag specie, wordt geborgen. Specie in een depot wordt van zichzelf, met name bij een grote storthoogte (grote druk), zeer ondoorlatend. De holocene laag kan zodoende slechts weinig bijdragen aan de totale weerstand tegen waterstroming door een depot. Epb19-sg heeft ook goede isolatie eigenschappen, maar wordt toch iets minder, als redelijk, gewaardeerd voor IBC. Doordat de variant hoger is, is de berging op korte en lange termijn namelijk minder veilig en is de beheersbaarheid geringer. Het aspect natuur en landschap is voor Epo19 als redelijk beoordeeld. Er gaat relatief weinig natuurwaarde verloren, terwijl er goede mogelijkheden voor natuurontwikkeling zijn. De beïnvloeding van het landschap op de betreffende locatie is echter als zeer negatief gewaardeerd, omdat de depotomvang groot is en de dijken nogal hoog zijn in vergelijking met het

nabij liggende Kampereiland. De varianten Epk19 en Epb19 worden voor natuur en landschap als goed gewaardeerd. Ook nu geldt dat er weinig natuur verloren gaat en natuurontwikkeling mogelijk is. Het landschap wordt op de locatie westelijk van Schokkerhaven-Ketelhaven minder negatief beïnvloed. De hoogte van de depots is geen bezwaar, maar de omvang van de depots wordt op deze plaats als een negatieve beïnvloeding van het landschap gezien. De goede score voor natuur geeft voor de beoordeling van de cluster als geheel echter de doorslag. De variant Epb-sg is alleen voor het volume 19 miljoen m³ uitgewerkt en scoort voor natuur en landschap matig. Weer een goede beoordeling wat betreft natuur, maar een slechte beoordeling op landschap. Reden voor dit laatste is de grote hoogte van het depot. Het resultaat voor de cluster functies is voor alle eiland met put varianten goed. Er is weinig verlies van functies, terwijl een eiland een goed aangrijpingspunt is voor de ontwikkeling van recreatie.

Gezien de kosten zijn de varianten Epo19 en Epk19 slecht. Bij beide varianten moet er bij de aanleg van het depot veel grond verzet worden en er is een grondoverschot, waarvoor transportkosten in rekening zijn gebracht. Epk is het duurste, doordat er kosten gemoeid zijn met het handhaven van een kwelsituatie (water afpompen). Epb valt voor kosten in de groep matig. Epb-sg, de sluitende grondbalansvariant, is relatief goedkoop. Doordat bij een sluitende grondbalansvariant het grondoverschot volledig in de randen van het depot worden verwerkt, zijn kosten voor het vervoer van een grondoverschot niet aan de orde.

Voor de aspecten van de cluster overig scoren de eilandvarianten met put goed.

* Het beeld voor de varianten Epo, Epk en Epb voor de volumina 5 en 2 miljoen m³ is op enkele kleine verschillen na gelijk aan dat voor 19 miljoen m³.

* Vanwege de gunstige eindscore op de clusters IBC, natuur en landschap, functies en overig zijn de varianten Epo19, Epk19 en Epb19 voor de sets milieu en de set functies goede varianten. Epb-sg, die zowel op de cluster IBC als de cluster natuur en landschap in de groep redelijk valt, eindigt hierdoor in de totaalafweging voor de sets milieu eveneens als redelijk.

Ook als de kosten meewegen zijn de eiland met put varianten redelijk tot goed. Epk eindigt, doordat hij relatief duur is, voor de set kosten/milieu als matig. Voor Epb-sg is de verhouding prijs-kwaliteit duidelijk het meest gunstig.

* Voor de volumina 5 en 2 miljoen m³ is de situatie sterk vergelijkbaar. Epo, Epk en Epb kunnen worden gekenmerkt als goede alternatieven. Doordat Epb-sg bij deze afweging niet is meegenomen, komt nu de variant Epb naar voren als een variant die zowel uit het oogpunt van milieu en functies als uit het oogpunt van kosten gunstig is.

Varianten Eho en Ehb

Eho en Ehb zijn eilanddepots, waarbij de specie boven een laag holocoon wordt geborgen. De storthoogte is hierdoor beperkt en het ruimtebeslag relatief groot. Eho is vanwege het ruimtebeslag niet uitgewerkt voor het volume 19 miljoen m³. Eho5, Eho2 en Ehb19 zijn gepland in het oostelijk deel van het Ketelmeer (gebied E2). Voor Ehb5 en Ehb2 is het gebied E1 ten westen van de lijn Ketelhaven-Schokkerhaven gekozen.

* Ehb19 heeft slechte IBC-eigenschappen. Zoals in het voorgaande is verteld, is de isolerende werking van de holocene laag beperkt en logen de varianten type 'holoceen', die een geringe storthoogte hebben, relatief snel uit. Voor natuur en landschap behaalt Ehb19 een lage rangschikking. Door het grote oppervlaktebeslag treden een groot verlies van natuurwaarden op (veel driehoeksmosselen; rustgebied vogels). Daarnaast is het effect op het landschap negatief gewaardeerd mede in verband met de nabijheid van Kampereiland. Evenals de eiland met put varianten behoort Ehb voor functies tot de groep van goede alternatieven. Betreffende kosten is Ehb gunstig, met name door de geringe omvang van het grondverzet en de afwezigheid van een grondoverschot. De cluster overig geeft een goede eindscore. Omdat het grondverzet gering is, is er weinig geluidshinder.

* De eindscore van Eho5, Eho2, Ehb5 en Ehb2 voor de cluster IBC is matig ten opzichte van de slechte variant Wh. De uitloging vindt bij dit type varianten relatief snel plaats. Eho5 en Eho2 scoren evenals Ehb19 voor natuur en landschap slecht respectievelijk matig. Ehb5 en Ehb2 liggen in een ander gebied en scoren voor natuur en landschap redelijk respectievelijk goed. Het verlies aan natuurwaarden en het effect op het landschap is op die plaats geringer. De waardering voor het aspect functies is voor alle eiland holocene varianten goed of redelijk. De Eho varianten zijn relatief duur, met name door de grote omvang en de resulterende dijk lengte. Ehb19 is voor kosten goed gewaardeerd, terwijl Ehb5 en Ehb2 als redelijk eindigen. De lagere rangschikking wordt bereikt doordat andere varianten relatief goedkoper worden door een verminderde omvang van het grondoverschot en doordat de goedkope Wh-varianten bij deze scenario's ook meegewogen worden. Voor overig zijn Eho5 en Eho2 redelijk tot matig, mede vanwege het risico van uitschuring. Ehb5 en Ehb2 eindigen voor overig als redelijk.

* Bij de totaalafwegingen scoort Ehb19 voor de sets milieu slecht tot matig, vanwege de slechte IBC-eigenschappen en de negatieve invloed op natuur en landschap. Omdat de waardering voor de clusters functies en kosten goed is, is de eindscore van de afwegingen op basis van de set functies en de sets kosten redelijk.

* Eho5 en Eho2 scoren overwegend matig tot slecht. Evenals Ehb19 behoren Ehb5 en Ehb2 voor de sets milieu tot de minder goede varianten en voor de set functies tot de redelijke varianten. Ehb5 eindigt evenals Ehb19 voor de sets met kosten als redelijk tot goed, maar Ehb2 is in vergelijking met andere varianten matig.

Berging in een voorland

Varianten Vho en Vhb

De varianten Vho en Vhb zijn voorlandvarianten. Vho ligt voor alle depotvolumina langs de dijk Ketelbrug-Schokkerhaven. Vhb19 ligt eveneens langs de noordelijke dijk. Vhb5 en Vhb2 zijn langs de zuidelijke dijk geprojecteerd. Vho wordt nat afgewerkt en Vhb droog.

* Vho19 heeft een slechte eindscore voor de clusters IBC, natuur en landschap, kosten, en overig. De isolatie is zoals bij alle holocene varianten slecht en het oppervlaktebeslag is groot. Vho19 is relatief duur, want er is een hoge lange dijk benodigd, terwijl de ruimte in depot door lage storthoogte van

de specie inefficiënt wordt gebruikt. Voor de cluster functies is de eindscore redelijk, omdat bij voorlanden recreatief medegebruik is voorzien. Voor Vhb zijn de resultaten vergelijkbaar, behalve voor de cluster kosten. Vhb scoort op kosten redelijk, want de verhouding depotvolume/benodigde dijk ligt gunstiger dan bij Vho.

* Vho5, Vho2, Vhb5 en Vhb2 worden voor IBC als matig geclassificeerd, omdat Wh, die bij het volume 19 miljoen m³ niet is meegewogen, slechter is. Voor Vho worden de resultaten voor de cluster natuur en landschap beter naarmate de depotomvang afneemt. Een kleiner depot beïnvloedt het landschap in mindere mate en bij de kleinere depots gaat er minder rustgebied voor vogels verloren. De beoordeling van de overige clusters verschilt niet sterk van die bij Vho19. Voor de varianten Vhb5 en Vhb2 geldt ook dat de eindscore dezelfde tendens vertonen als bij de corresponderende grote variant Vhb19.

* Zoals op basis van de eindscore per cluster verwacht kan worden, zijn de eindscore na de totaalafwegingen voor Vho19 en Vhb19 voor alle zeven de gewichtensets slecht of matig. Een voorlandvariant is geen veelbelovende variant.

* Voor de varianten Vho5, Vho2, Vhb5 en Vhb2, zijn de eindscore van de totaalafwegingen slecht of matig en een paar keer redelijk. De eindscore vallen iets beter uit dan bij Vho19 respectievelijk Vhb19, omdat de voor vele aspecten ongunstige variant Wh is meegenomen.

Berging op het land

Varianten Lpo, Lpk, Lpb en Lpb-sg

Lpo, Lpk, Lpb en Lpb-sg zijn speciedepots op het land, waarbij de specie tot in het pleistoceen (put) is geborgen. Lpo en Lpk hebben geen omringdijk, Lpb en Lpb-sg wel. de varianten zijn alle in oostelijk Flevoland geprojecteerd. Lpo, Lpb en Lpb-sg bij Ketelhaven (gebied Lw2) en Lpk bij het Ketelbos (gebied Lw1).

* Lpo19, Lpk19 en Lpb19 scoren goed voor de afweging op de cluster IBC. Evenals bij de eiland met put varianten is de specie ondoorlatend, doordat de sliblaag in het depot dik is. Lpk19 scoort voor het cluster IBC iets minder goed, redelijk, want door de grote hoogte van het depot is de veiligheid geringer. De eindscore voor natuur en landschap is voor Lpo19 en Lpk19 goed respectievelijk redelijk. Er is weinig verlies aan bestaande natuurwaarden en in landschappelijk opzicht zijn de varianten neutraal gewaardeerd. Er zijn echter beperkte mogelijkheden voor natuurontwikkeling in vergelijking met een eilandvariant. Natuur en landschap is bij Lpb als matig gewaardeerd, vooral vanwege een negatieve waardering van het effect op het landschap. Voor Lpb-sg valt de waardering voor natuur en landschap goed uit, omdat als uitgangspunt is genomen dat een variant met sluitende grondbalans een opvallend element in het landschap mag vormen, wat eventueel door inrichtingmaatregelen nog kan worden geaccentueerd. Betreffende functies is het resultaat steeds matig of slecht. Er is veel verlies aan landbouwgrond en er zijn slechts beperkte ontwikkelingsmogelijkheden. Epo en Epk zijn uit het oogpunt van kosten slechte alternatieven in verband met de omvang van het grondverzet en van het grondoverschot. Epb is gezien de kosten redelijk. Epb-sg is relatief goedkoop, doordat het grondoverschot niet dient

te worden afgevoerd, maar in de dijken wordt verwerkt. Voor de resultaten van de cluster overig is de mate van geluidshinder bepalend. Lpo is wat dat betreft het minst gunstig, omdat er veel grondverzet (veel machines) nodig is en Ketelhaven is dichtbij.

* De berging op-land-in-put varianten voor de volumina 5 en 2 miljoen m³ zijn evenals de varianten met het volume 19 miljoen m³ gunstig op het aspect IBC. Voor de varianten Lpo, Lpk en Lpb-sg is de waardering van de cluster natuur en landschap vergelijkbaar met die bij het volume 19 miljoen m³. Voor Lpb verandert de waardering van matig naar redelijk (Lpb2) of goed (Lpb5), doordat bij de kleinere volumina het effect op het landschap geringer is. De eindscore voor de cluster functies is onveranderlijk matig of slecht bij de kleinere volumina. De kosten nemen bij Lpo en Lpk af met het volume, omdat het grondverzet geringer wordt. Evenals Lpb19 en Lpb19-sg eindigen Lpb5, Lpb2 en Lpb5-sg als redelijke tot goede alternatieven voor het aspect kosten. De veranderingen in de waardering voor de cluster overig zijn gering.

* Voor het volume 19 miljoen m³ is de eindscore na de totaalafweging voor de sets milieu voor alle op-land-in-put varianten redelijk tot goed. Zoals op basis van de waardering voor de cluster functies verwacht mag worden eindigen de varianten Lpo19, Lpk19 en Lpb19 als matige tot slechte varianten. Voor Lpb19-sg loopt de waardering bij deze set op tot redelijk, omdat goede waardering voor ander clusters dan functies ook meetelt. Lpo19 en Lpb19 scoren op de kostensets slecht tot matig. Bij Lpb ligt de verhouding prijs-kwaliteit beter (redelijk) en bij Lpb-sg het best.

* Het algemene beeld is voor de volumina 5 en 2 miljoen m³ vergelijkbaar. Lpb behoort voor de milieusets nu steeds tot de groep goed. Uit de afwegingen voor de sets kosten/milieu en kosten/functies wordt duidelijk dat het verschil tussen Lpb5 en Lpb5-sg slechts gering is.

Variant Lm

De variant Lm is een speciebergingsdepot grotendeels boven maaiveld ten noord-oosten van Swifterbant (gebied Lw1).

* Lm19 behoort voor de cluster IBC tot de slechte alternatieven. Er is een forse uitloging met hoge concentraties in het opkwellende grondwater. Er is een beperkte veiligheid op korte en lange termijn en er is een beperkte beheersbaarheid. De beoordeling voor de cluster natuur en landschap is matig, mede door een negatieve landschappelijke beoordeling. De cluster functies levert een matige eindscore op. Er is veel verlies aan landbouwgrond en er zijn weinig ontwikkelingsmogelijkheden. Lm behoort tot de duurdere varianten, met name vanwege de hoge verwervingskosten en de grote kadelenkte. Voor de cluster overig scoort Lm redelijk.

* Evenals Lm19 zijn de eindscores van Lm5 en Lm2 veelal matig.

* Lm19 behoort in elk van de totaalafwegingen tot de slechte varianten.

* Lm5 en Lm2 geven een in alle totaalafwegingen een matige tot slechte eindscore te zien.

5.5 Terugkoppeling

zie achtergrondrapport.

LIJST VAN FIGUREN EN TABELLEN

Figuur 1	Overzichtskaart van het Ketelmeergebied. (--- = provinciegrens)
Figuur 2	Schema van de m.e.r.-procedure 'Baggerspeciebergingslocatie Ketelmeergebied'.
Figuur 3	Overzicht potentiële locaties speciebergingsdepot.
Figuur 4	Procedure van de beslissing over de sanering van het Ketelmeer.
Figuur 5	Dikte van de holocene deklaag in het Ketelmeergebied. (Bruinsma, 1989)
Figuur 6	Voorbeeld van enkele globale ontwerpen voor berging in de waterbodem.
Figuur 7	Voorbeeld van enkele globale ontwerpen voor berging in een eiland.
Figuur 8	Voorbeeld van enkele globale ontwerpen voor berging in een voorland.
Figuur 9	Voorbeeld van enkele globale ontwerpen voor berging op land.
Figuur 10	Indeling van de potentiële locaties in homogene gebieden.
Figuur 11	De verspreiding van het basisveen in het Ketelmeergebied.
Figuur 12	Schema van het keuzeproces in fase I.
Figuur 13	Enkele voorbeelden van de locatie binnen de voorkeursgebieden voor depots in de waterbodem.
Figuur 14	Enkele voorbeelden van de locatie binnen de voorkeursgebieden voor eilanddepots.
Figuur 15	Enkele voorbeelden van de locatie binnen de voorkeursgebieden voor voorlanddepots.
Figuur 16	Enkele voorbeelden van de locatie binnen de voorkeursgebieden voor depots op land.
Figuur 17	Criteria binnen de cluster IBC.
Figuur 18	Plaatjes grondwatermodelberekeningen
Figuur 19	Criteria binnen de cluster natuur en landschap.
Figuur 20	Verspreiding driehoeksmosselen in het Ketelmeer.
Figuur 21	Rustgebieden van vogels in het Ketelmeer.
Figuur 22	Plaatje watertransportmodelberekening Ketelmeer. (Blom)
Figuur 23	Criteria binnen de cluster functies.
Figuur 24	Voorbeeld geluidhindercontouren.
Figuur 25	Schets van de variant Epb5.
Figuur 26	Schets van de variant Epb19.
Tabel 1	Overzicht van de m.e.r.-plichtige besluiten.
Tabel 2	Overzicht van mogelijke bergingsvarianten.
Tabel 3	Samenvatting van de slibvolumina in situ gehanteerd in de startnotitie en bij de studie van Oranjewoud en de aruit afgeleide depotvolumina (miljoenen m ³).
Tabel 4	Basisvorm, storthoogte, afmeting (diameter of lengte*breedte) en oppervlak van varianten voor berging in de terbedem.
Tabel 5	Basisvorm, storthoogte, afmeting (diameter of lengte*breedte) en oppervlak van varianten voor berging in een eiland.
Tabel 6	Basisvorm, storthoogte, afmeting (diameter of lengte*breedte) en oppervlak van varianten voor berging in een voorland.

Tabel 7	Basisvorm, storthoogte, afmeting (diameter of lengte*breedte) en oppervlak van varianten voor berging op land.
Tabel 8	Voorbeeld van een multi-criteria-analyse matrix of scoretabel.
Tabel 9	Voorbeeld van een tabel met eindscores van een afweging met multicriteria-analyse.
Tabel 10	Combinaties van de bergingswijzen met homogene gebieden voor berging in de waterbodem.
Tabel 11	Combinaties van de bergingswijzen met homogene gebieden voor berging in een eiland.
Tabel 12	Combinaties van de bergingswijzen met homogene gebieden voor berging in een voorland.
Tabel 13	Combinaties van de bergingswijzen met homogene gebieden voor berging op land.
Tabel 14	Voorbeeld van een scoretabel voor de cluster IBC (depotvolume 19 miljoen m ³ , slibtype 1).
Tabel 15	Voorbeeld van een scoretabel voor de cluster natuur en landschap (depotvolume 19 miljoen m ³ , slibtype 1).
Tabel 16	Voorbeeld van een scoretabel voor de cluster functies (depotvolume 19 miljoen m ³ , slibtype 1).
Tabel 17	Voorbeeld van een scoretabel voor de cluster kosten (depotvolume 19 miljoen m ³ , slibtype 1).
Tabel 18	Voorbeeld van een scoretabel voor de cluster overig (depotvolume 19 miljoen m ³ , slibtype 1).
Tabel 19	Gewichtensets waarmee multicriteria analyse is uitgevoerd (percentages).

LITERATUUR

- Baerselman, F. en F.W.M. Vera, 1989. Natuurontwikkeling. Een verken-nende studie.
Achtergrondreeks Natuurbeleidsplan nr. 6. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
- Bakker, J.J., B. van Dessel en F.J. van Zadelhoff, 1989. Natuurwaardenkaart 1988. Natuurgebieden, bossen en natte gronden in Nederland.
Achtergrondreeks Natuurbeleidsplan nr. 7.
Rijksinstituut voor Natuurbeheer.
- Beekman, J.H. en M. Platteeuw, 1990. Biologische kanttekeningen bij saneringsvarianten/grootschalige ingrepen in het Ketelmeer. Rijkswaterstaat directie Flevoland.
- Bergh. L.M.J., van den, 1985. Ganzenpleisterplaatsen in Nederland
Rijksinstituut voor Natuurbeheer.
- Beurskens, J.E.M., Th.E.M. ten Hulscher en L.E. van der Velde, 1988
Verspreiding van microverontreinigingen in IJssel, Ketelmeer en IJsselmeer. Rijkswaterstaat directie Flevoland.
- Blom, G., 1991. De invloed van bergingsdepots op waterbeweging en slibtransport in het Ketelmeer.
Landbouwuniversiteit Wageningen.
- Bruggeman, W.A., M.A.T. Kerkhof en R.C.C. Wegman, 1985.
Verspreiding van organische microverontreinigingen in onderwaterbodems en de relatie tot accumulatie in waterorganismen.
Proc. Symp. Onderwaterbodems, Rol en Lot, Rotterdam.
- Bruinsma, J., 1989. Geohydrologisch modelonderzoek in het Ketelmeergebied.
Rijkswaterstaat directie Flevoland.
- Cazemier, W.G., 1977. Zandwinning en bodemvoedselvoorziening voor vis op IJsselmeer en Gooimeer.
Visserij, jrg. 30, nr. 3, pp. 125-135.
- Cazemier, W.G. en W. Heermans, 1988. Monitoring van de visstand in het Nederlandse deel van de stroomgebieden van Rijn en Maas in 1987.
Rijksinstituut Visserij-onderzoek.
- CIBRIJ, 1987. Deelplan Veluwemeer, Drontermeer, Vossemeer en Ketelmeer, concept. Deelplan van het integraal beleidsplan Randmeren.
- Claessen, F.A.M., 1990. Conceptnota Analyse grondwater in putfilters onder/nabij Ketelmeer.
Rijkswaterstaat Dienst Binnenwateren/RIZA.

Consulentschap Natuur, Milieu- en Faunabeheer (N.M.F.) Flevoland, 1990.

Jaarverslag vogelinventarisatie Randmeren september 1988-september 1989.

Driebergen, J., 1988. Een eerste inventarisatie van de waterbodempkwaliteit van het Ketelmeer.

Rijkswaterstaat directie Flevoland.

Engelhardt, W., 1977. Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher? Eine Einführung in die Lehre vom Leben der Binnengewässer.

Gemeente Dronten, 1971. Bestemmingsplan landelijk gebied gemeente Dronten.

Gemeente Dronten, recreatieschap West-Overijssel, 1986. Recreatiedeelplan Ketelmeer.

Heidemij Adviesbureau.

Gemeente Noordoostpolder, 1986. Bestemmingsplan landelijk gebied gemeente Noordoostpolder.

Gemeente Rotterdam, Rijkswaterstaat en openbaar lichaam Rijnmond, 1984. Projectnota/milieu-effectrapport: Grootschalige locatie voor de berging van baggerspecie uit het benedenrivierengebied.

Geohydrologische atlas IJsselmeergebied, 1991. Rijks Geologische Dienst; Dienst Grondwaterverkenning TNO; Rijkswaterstaat, Dienst Binnen-wateren/RIZA; Rijkswaterstaat directie Flevoland.

Gerritsen, G.J., J. Los en J. Nap, 1986. Vogels in de IJsseldelta.

Grondmechanica Delft, 1990. Consolidatieberekeningen ten behoeve van depotontwerpen Ketelmeer.

Grondmechanica Delft, 1991a. Tweede serie consolidatieberekeningen voor slibdepot Ketelmeer.

Grondmechanica Delft, 1991b. Hydraulische consolidatieproeven ten behoeve van depotontwerp Ketelmeer.

Grondmechanica Delft, 1991c. Consolidatieberekeningen ten behoeve van depotontwerp Ketelmeer.

Hartman, J. en P.G. Kruitwagen, 1989. De berekende kruinhoogten en maatgevende hoogwaterstanden in het IJsselmeergebied. Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA.

Kamp, L. van der, 1987. Spoormetalen in het IJsselmeergebied. Verspreiding van metalen en effecten op organismen. Doctoraalverslag universiteit van Amsterdam.

Kappe, B., P. van Koningsbruggen en L. Voogt, 1989. Erosie van slib ten gevolge van scheepvaart.

- Kappe, B., P. van Koningsbruggen en L. Voogt, in prep.
Vervolgonderzoek erosie van slib ten gevolge van scheepvaart.
- Kerkhoff, M.A.T., 1986. De PCB-verontreiniging van Rode Aal: trends in chloorbifenyl gehalten (1977-1985).
Rijksinstituut voor Visserij-onderzoek.
- Kerkum, F.C.M. en G. van Urk, 1989. Dichtheid, biomassa en misvormingen van Chironomus-populaties in het Ketelmeer in drie opeenvolgende jaren: Een aanzet voor biologisch monitoring van de waterbodemkwaliteit.
Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA.
- Kock, W.Chr. de, J. Joziassse en P. de Jong, 1986. Ecotoxologisch onderzoek aan watervogels.
MT-TNO, Delft.
- Koot, A.C.J., 1986. Behandeling van industrieel afvalwater.
Syllabus Vakgroep Gezondheidstechniek en Waterbeheersing, Technische Hogeschool Delft.
- Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1990. Natuurbeleidsplan, regeringsbeslissing.
- Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, directie Openlucht-recreatie, 1990. Vormgeving en inrichting van viswater.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1989. Derde nota waterhuishouding.
- Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 1989. Vierde nota over de ruimtelijke ordening. Deel d: regeringsbeslissing.
- Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 1991. Vierde nota over de ruimtelijke ordening Extra. Ontwerp-planologische kernbeslissing.
- 'Oranjewoud' 1990. Milieu-effectrapport inzake aanleg van een buisleiding door het waddengebied.
Ingenieursbureau 'Oranjewoud' B.V., Heerenveen.
- Organisatie ter verbetering van de binnenvisserij (O.V.B.), 1985. Cursus vissoorten.
- Pennekamp, J.G.S. en M.P. Quaak (in voorbereiding). Turbidity generated by dredging; a threat to the environment?
Combinatie Speurwerk Baggertechniek (C.S.B.), projectgroep 'Milieu-effecten Baggeren'.
- Pieters, H., 1991. Het voorkomen van milieukritische stoffen in Rode Aal, Driehoeksmosselen, aalscholverlevers en duikeendlevers afkomstig uit het Ketelmeergebied. Rijksinstituut voor Visserij-onderzoek.
- Platteeuw, M., 1986. Effecten van geluidshinder door militaire activiteiten op gedrag en ecologie van wadvogels.
Rijksinstituut voor Natuurbeheer.

Platteeuw M. en J.H. Beekman, 1991. Bodemfaunakartering Ketelmeer, Vossemeer en Zwarte Meer (concept).
Rijkswaterstaat directie Flevoland.

Provincie Flevoland, 1986. Toeristisch recreatief ontwikkelingsplan (TROP) voor de Noordoostpolder.

Provincie Flevoland, 1989. Nota Ketelmeer.

Provincie Flevoland, 1991. Hoofdpijnen van beleid streekplan Flevoland (discussienota).

Provincie Noord-Holland, 1990. Milieu-effectrapport zuiveringsslib c.a. en baggerspecie.
Grontmij. N.V., De Bilt.

Provincie Overijssel, 1986. Streekplan IJsselvallei.

Provincie Overijssel, 1988. Flora en fauna van de IJsseldelta.

Provincie Overijssel, 1991. Voorontwerp streekplan West-Overijssel.

Reijnen, M.J.S.M., 1988. Invloed van watersport op de natuur; een programmeringsstudie voor zoetwater- en moerasgebieden in Nederland.
Rijksinstituut voor Natuurbeheer.

Rijkswaterstaat, 1986. Veiligheidsnormen dijken IJsselmeer.
Rijkswaterstaat directie Zuiderzeewerken, Dienst Binnenwateren/RIZA.

Rijkswaterstaat Bouwdienst i.o., 1990. Onderzoek baggertechnieken en kosten voor sanering Ketelmeer (concept).

Rijkswaterstaat directie Flevoland, 1989. Jaaroverzicht scheepvaart IJsselmeergebied.

Rijkswaterstaat directie Flevoland, 1990. Concept 'Zand boven water'. Ontwerp beleidsnota oppervlakedelfstoffenwinning wateren IJsselmeergebied 1990-1999 en milieu-effectrapport.

Scholten, M.C.Th. en E.M. Foekema, 1988. Onderzoek naar de effecten van een verhoogd gehalte aan microverontreinigingen in het voedsel, op de conditie en voortplanting van watervogels.
MT-TNO, Delft.

Stortelder, P.B.M., M.A. van der Gaas en L.A. van der Kooij, 1989. Kansen voor waterorganismen. Een ecotoxicologische onderbouwing voor kwaliteitsdoelstellingen voor water en waterbodem.
Rijkswaterstaat Dienst Binnenwateren/RIZA.

Stuurgroep Rivierengebied, 1991. Eindrapport van de Stuurgroep Nadere uitwerking Rivierengebied.

Straalen, N.M. van, H. Schat en J.A.C. Verkleij (eds.), 1990. Oecotoxicologie. Syllabus Vakgroep Oecologie en Oecotoxicologie, Vrije Universiteit van Amsterdam.

Toet, C. en G. Blom, 1989a. Slibtransportmodel voor het Ketelmeer (concept). Landbouwniversiteit Wageningen, Rijkswaterstaat directie Flevoland.

Toet, C. en G. Blom, 1989b. Slibtransportmodel in het Ketelmeer (concept). Landbouwniversiteit Wageningen, Rijkswaterstaat directie Flevoland.

Toet, C. en G. Blom, 1990a. Interimrapport 'Slibtransport in het Ketelmeer; scenario-berekeningen met STRESS-2d'. Landbouwniversiteit Wageningen, Rijkswaterstaat directie Flevoland.

Toet, C. en G. Blom, 1990b. Aanvulling interimrapport 'Slibtransport in het Ketelmeer; scenario-berekeningen met STRESS-2d'. Landbouwniversiteit Wageningen, Rijkswaterstaat directie Flevoland.

Toet, C. en G. Blom, 1991. Modellerings van het slibtransport in het Ketelmeer (2e concept). Landbouwniversiteit Wageningen, Rijkswaterstaat directie Flevoland.

Urk, G. van en F.C.M. Kerkum, 1986. Misvormingen bij muggelarven uit Nederlandse oppervlaktewateren. *H₂O*, 19, pp. 624-627.

Urk, G. van en F.C.M. Kerkum, 1988. Biologisch onderzoek van verontreinigde waterbodems. In: 'Effecten van verontreinigde waterbodems op aquatische organismen'. Verslag studiedag vereniging voor milieuwetenschappen, Ede.

Waterloopkundig Laboratorium, 1990. Modellerings grondwaterkwaliteit Ketelmeer.

Waterloopkundige Laboratorium, 1991. Verspreiding van verontreinigingen naar het grondwater voor slibdepots in het Ketelmeergebied.

Werkgroep Hydrobiologie Holland, 1986. Ecologische aspecten van het storten van bagger en zuiveringsslib in diepe plassen.

Winkelman, J.E., 1989. Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringsslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. Rijksinstituut voor Natuurbeheer.

Winkelman, J.E. 1990. Verstoring door de Sep-proefwindcentrale te Oostbierum (Fr.) tijdens bouwphase en half-operationele situaties (1984-1989). Rijksinstituut voor Natuurbeheer.

Winkels, H.J. en J.E.M. Beurskens, 1990. De mate van verontreiniging van de IJm- en Zu-afzetting in de tijd ter bepaling van de hoeveelheid verontreinigd slib met gehalten boven de toetsings- en signaleringswaarde in het Ketelmeer.
Rijkswaterstaat directie Flevoland.

Winkels, H.J. en A. van Diem, 1990. De opbouw en kwaliteit van de waterbodem van het Ketelmeer (concept).
Rijkswaterstaat directie Flevoland.

Winkels, H.J. en A. van Diem, 1991. De opbouw en kwaliteit van de waterbodem van het Ketelmeer.
Rijkswaterstaat directie Flevoland.

Winkels, H.J. en R. Koopstra, 1990.
Beschrijving van de aard en de dikte van de onderscheiden bodemlagen in het Ketelmeer in volgorde van ouderdom.
Rijkswaterstaat directie Flevoland (interne notitie).

ZMAS, 1984. Zware metalen in aquatische systemen, geochemisch en biologisch onderzoek in Rijn en Maas en daardoor gevoede bekkens; overzicht van het onderzoek en conclusies, med. E.H. Hueck-van der Plas, MT-TNO, IB, W2; Rijkswaterstaat Dienst Binnenwateren/RIZA en Deltadienst.

BIJLAGEN

met doorbreking
holoceen = p (put)

specie geheel onder
grond(water) = o

zonder doorbreking
holoceen = h

specie deels boven naam
(grond)water = b variant

in het Ketelmeer

- onder water

p
h

o
o

Wp
Wh

- eiland

p
p
p
h
h

o
b
k
o
b

Epo
Epb
Epk
Eho
Ehb

- voorland

h
h

o
b

Vho
Vhb

op het land

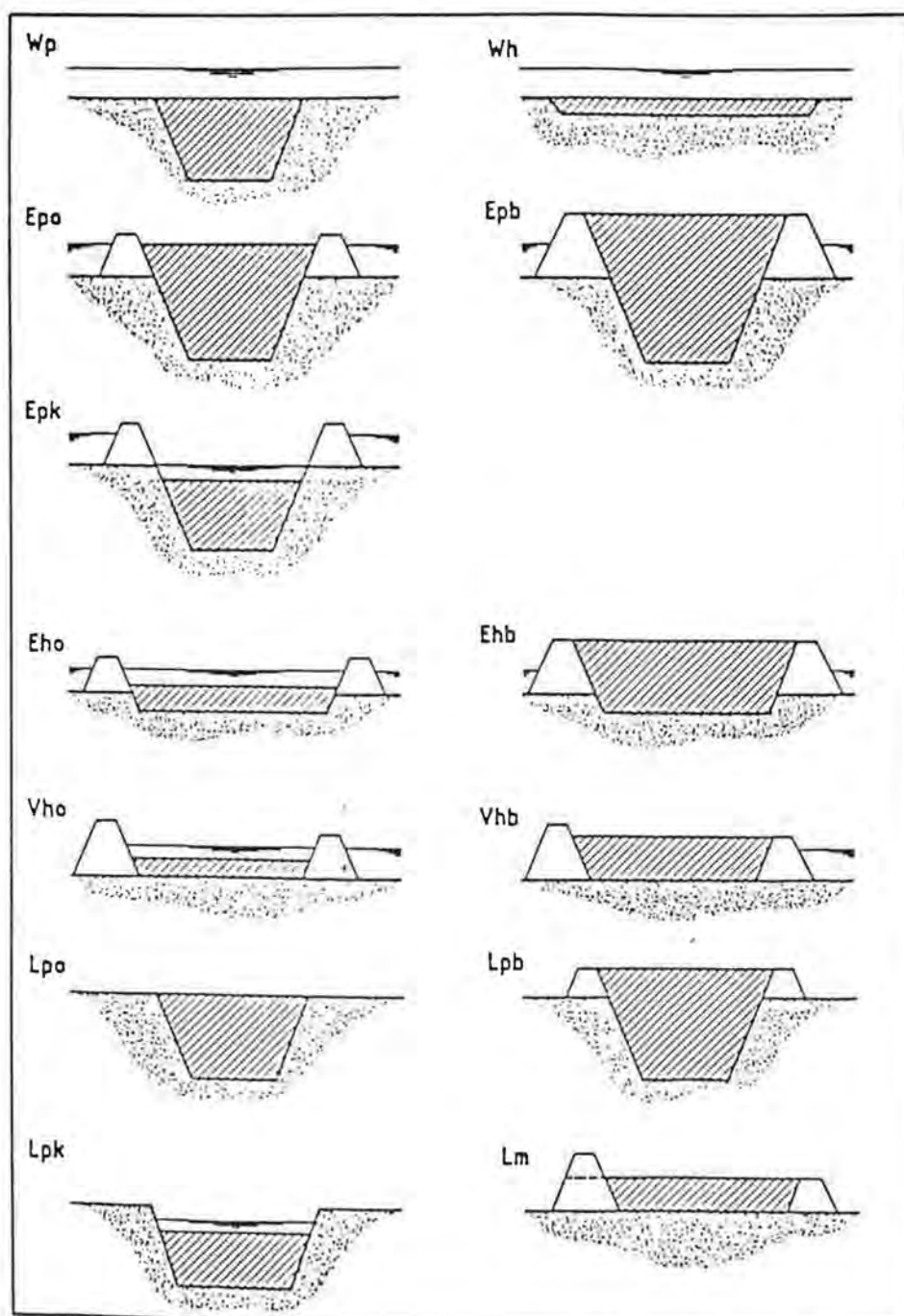
- in put

p
p
p
h

o
b
k
b

Lpo
Lpb
Lpk
Lm

- op het maaiveld



19 miljoen m3, slib 1

	Wp	Wh	Epo	Epk	Epb	Epb-sg	Eho	Ehb	Vho	Vhb	Lpo	Lpk	Lpb	Lpb-sg	Lm
IBC	--		++	++	++	+		--	--	-	++	++	++	+	--
natuur en landschap	+		+	++	++	+		-	--	--	++	+	-	++	-
functies	-		++	++	++	++		++	+	+	--	--	-	-	-
kosten	++		--	--	-	++		++	--	+	--	--	+	++	-
overig	+		++	+	++	++		++	--	--	--	-	-	+	+

	Wp	Wh	Epo	Epk	Epb	Epb-sg	Eho	Ehb	Vho	Vhb	Lpo	Lpk	Lpb	Lpb-sg	Lm
milieu (IBC)	--		++	++	++	+		--	--	--	+	+	++	+	--
milieu (n&l)	-		++	++	++	+		-	--	--	+	+	+	++	--
milieu (IBC en n&l)	--		++	++	++	+		--	--	--	+	+	+	+	--
functies	--		++	++	++	++		+	-	-	--	--	-	+	--
kosten/milieu	+		+	-	+	++		+	--	--	--	-	+	++	--
kosten/functies	+		+	+	+	++		+	--	-	--	--	+	++	--
kosten/mil./fun.	+		+	+	++	++		+	--	--	--	-	+	++	--

5 miljoen m3, slib 1

	Wp	Wh	Epo	Epk	Epb	Epb-sg	Eho	Ehb	Vho	Vhb	Lpo	Lpk	Lpb	Lpb-sg	Lm
IBC	-	--	++	++	++		-	-	-	-	++	++	++	+	-
natuur en landschap	--	--	+	+	++		--	++	+	-	+	+	++	++	-
functies	-	-	++	++	++		++	++	++	++	--	--	-	-	--
kosten	++	++	-	--	+		-	+	--	+	-	-	+	++	-
overig	+	-	++	+	++		-	+	-	-	--	-	+	-	+

	Wp	Wh	Epo	Epk	Epb	Epb-sg	Eho	Ehb	Vho	Vhb	Lpo	Lpk	Lpb	Lpb-sg	Lm
milieu (IBC)	-	--	++	++	++		-	-	+	-	++	++	++	+	-
milieu (n&l)	-	--	++	++	++		--	-	-	-	+	+	++	++	+
milieu (IBC en n&l)	-	--	++	++	++		-	-	-	-	+	+	++	+	-
functies	-	--	++	++	++		-	+	+	+	-	-	+	+	--
kosten/milieu	++	-	+	-	++		--	+	--	+	-	-	++	++	-
kosten/functies	++	+	+	+	++		--	++	--	+	--	--	++	++	--
kosten/mil./fun.	+	--	++	+	++		--	+	--	-	--	-	+	++	--

2 miljoen m3, slib 1

	Wp	Wh	Epo	Epk	Epb	Epb-sg	Eho	Ehb	Vho	Vhb	Lpo	Lpk	Lpb	Lpb-sg	Lm
IBC	-	--	++	++	++		-	-	+	-	++	++	++		-
natuur en landschap	-	--	++	++	++		-	++	++	-	+	+	+		-
functies	-	-	+	++	++		+	++	+	++	--	--	-		--
kosten	++	++	-	--	+		--	+	--	--	+	-	+		-
overig	++	-	++	++	++		+	+	--	-	--	-	+		-

	Wp	Wh	Epo	Epk	Epb	Epb-sg	Eho	Ehb	Vho	Vhb	Lpo	Lpk	Lpb	Lpb-sg	Lm
milieu (IBC)	-	--	++	++	++		+	-	-	-	++	++	++		-
milieu (n&l)	-	--	++	++	++		-	-	-	-	+	+	++		-
milieu (IBC en n&l)	-	--	++	++	++		-	-	-	-	+	+	++		-
functies	-	--	++	++	++		+	+	+	+	--	-	-		--
kosten/milieu	++	+	+	+	++		--	-	--	--	+	+	++		--
kosten/functies	++	++	+	+	++		--	+	--	-	-	--	+		--
kosten/mil./fun.	+	-	++	++	++		--	+	--	-	-	-	+		--

19 miljoen m3, slib 2

	Wp	Wh	Epo	Epk	Epb	Epb-sg	Eho	Ehb	Vho	Vhb	Lpo	Lpk	Lpb	Lpb-sg	Lm
IBC	--		++	++	++	+		--	--	-	++	++	++	+	--
natuur en landschap	+		+	++	++	+		+	--	--	++	+	++	++	-
functies	-		++	++	++	++		++	+	+	--	--	-	-	--
kosten	++		-	--	+	++		++	--	--	--	-	+	++	-
overig	+		++	+	++	++		++	--	--	--	-	-	+	+

	Wp	Wh	Epo	Epk	Epb	Epb-sg	Eho	Ehb	Vho	Vhb	Lpo	Lpk	Lpb	Lpb-sg	Lm
milieu (IBC)	--		++	++	++	+		--	--	--	++	++	++	+	--
milieu (n&l)	-		++	++	++	+		-	--	--	+	+	++	++	--
milieu (IBC en n&l)	--		++	++	++	+		--	--	--	+	+	++	+	--
functies	--		++	++	++	++		+	-	+	-	-	+	+	--
kosten/milieu	+		+	+	+	++		+	--	--	-	-	+	++	--
kosten/functies	+		+	+	+	++		++	--	--	--	--	+	++	--
kosten/mil./fun.	+		+	+	++	++		+	--	--	-	-	+	++	--

5 miljoen m3, slib 2

	Wp	Wh	Epo	Epk	Epb	Epb-sg	Eho	Ehb	Vho	Vhb	Lpo	Lpk	Lpb	Lpb-sg	Lm
IBC	-	--	++	++	++		-	-	-	-	++	++	++	+	-
natuur en landschap	-	--	++	++	++		+	+	+	-	+	+	+	++	+
functies	-	-	+	++	++		++	++	++	+	--	--	-	-	--
kosten	++	++	-	-	+		-	-	--	-	-	-	+	++	-
overig	+	-	++	++	++		-	+	-	+	--	-	+	-	+

	Wp	Wh	Epo	Epk	Epb	Epb-sg	Eho	Ehb	Vho	Vhb	Lpo	Lpk	Lpb	Lpb-sg	Lm
milieu (IBC)	-	--	++	++	++		-	-	-	-	++	++	++	+	-
milieu (n&l)	-	--	++	++	++		-	-	-	-	+	+	++	++	-
milieu (IBC en n&l)	-	--	++	++	++		-	-	-	-	+	+	++	+	-
functies	-	--	++	++	++		+	+	+	+	-	-	+	+	--
kosten/milieu	++	-	++	+	++		--	+	--	-	+	+	++	++	-
kosten/functies	++	+	+	+	++		-	++	--	-	-	-	+	++	--
kosten/mil./fun.	+	--	++	+	++		-	+	--	-	-	-	+	+	--

2 miljoen m3, slib 2

	Wp	Wh	Epo	Epk	Epb	Epb-sg	Eho	Ehb	Vho	Vhb	Lpo	Lpk	Lpb	Lpb-sg	Lm
IBC	-	--	++	++	++		-	-	-	-	++	++	++		-
natuur en landschap	--	--	+	++	++		-	++	++	--	+	-	+		-
functies	-	-	+	++	++		+	++	+	++	--	--	-		--
kosten	++	++	-	-	+		-	+	--	--	+	+	+		-
overig	++	-	++	++	++		+	+	--	-	--	+	-		-

	Wp	Wh	Epo	Epk	Epb	Epb-sg	Eho	Ehb	Vho	Vhb	Lpo	Lpk	Lpb	Lpb-sg	Lm
milieu (IBC)	-	--	++	++	++		-	-	-	-	++	++	++		-
milieu (n&l)	--	--	++	++	++		-	-	+	-	+	+	+		-
milieu (IBC en n&l)	-	--	++	++	++		-	-	-	+	+	+	++		-
functies	--	--	++	++	++		+	+	+	+	--	-	-		--
kosten/milieu	++	+	++	+	++		--	-	--	--	++	+	++		-
kosten/functies	++	+	+	+	++		--	+	--	--	+	-	+		--
kosten/mil./fun.	+	--	++	++	++		--	+	--	--	-	+	+		--