

Milieu-aspecten van depots voor berging van verontreinigde baggerspecie

Inleiding

De noodzaak om een oplossing te vinden voor de verwerking van verontreinigde baggerspecie was in 1989 voor de ministers van Verkeer en Waterstaat en van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer de aanleiding om het initiatief te nemen op vrijwillige basis een milieu-effectrapport (MER) op te stellen. Het doel van deze 'beleids-MER' was de onderbouwing te leveren voor het beleidsstandpunt over landelijke richtlijnen voor soort en inrichting van baggerspeciedepots.



IR. J. G. A. COPPES
Witteveen + Bos



IR. W. F. DE HAAN
Witteveen + Bos

Het MER zou bovendien dienen als een belangrijke bron van informatie bij het opstellen van provinciale milieu-effect-rapportages voor lokatiekeuze-afwegingen of inrichtingen van speciedepots. In het milieu-effectrapport *Berging Baggerspecie*, dat in 1992 werd gepubliceerd [1], wordt voor het te formuleren regelingsbeleid informatie verschaft op de volgende vier niveaus:

a. Specie-aanbod

Schatting van kwantiteit en kwaliteit van de onderhouds- en saneringsspecie voor de periode 1991-2010 op basis van drie preventiescenario's.

b. Verwijderingsketens

Ontwikkeling van alternatieve mogelijkheden bij de verwijdering van baggerspecie, zoals verspreiden, verwerken (onder andere scheiden, reinigen, hergebruiken) en bergen alsmede schatting van hun milieu-effecten en kosten.

c. Milieu-effecten van depots

Ontwikkeling van twaalf representatieve varianten voor berging van baggerspecie, zoals berging boven of beneden (grond)-water, op het land, in eilanden of putten, en bepaling van hun milieu-effecten.

d. Centralisatie of decentralisatie van speciebergings

Ontwikkeling van opties voor centrale en decentrale berging van baggerspecie en bepaling van de milieu-effecten en kosten. Omdat op dit moment het ontwerp van een aantal bovenregionale speciedepots actueel begint te worden, wordt vooral

Samenvatting

De noodzaak een oplossing te vinden voor de opslag en verwerking van verontreinigde baggerspecie was in 1989 voor de ministeries van Verkeer en Waterstaat en het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer de aanleiding een milieu-effectrapport op te laten stellen.

De studie moest zich op vier belangrijke thema's richten:

- het aanbod van verontreinigde baggerspecie tot het jaar 2010;
- alternatieven voor verwijderings- en verwerkingsketens;
- de milieu-effecten van drie hoofdvarianten voor speciebergings (landdepot, eilanddepot en onderwaterdepot) en de daarbij behorende subvarianten;
- de milieu-effecten en de kosten van centrale en decentrale baggerspeciedepots.

Bij de inventarisatie van het specie-aanbod is een onderscheid gemaakt tussen onderhoudsspecie en saneringsspecie. Op basis van de opgave van de regionale directies van de Rijkswaterstaat en de provincies is een schatting gemaakt van de hoeveelheden vrijkomende baggerspecie in de periode tot 2010. Omdat er geen goed inzicht bestond in de ontwikkeling van de hoeveelheden en de verontreinigingsgraad van nieuw te vormen sediment, is hiervoor een drietal scenario's opgesteld.

Voor de vrijkomende baggerspecie zijn de drie mogelijke verwijderingsmethoden beschreven, namelijk: verspreiden, verwerken en bergen. Ook het laten liggen van baggerspecie, wat alleen mogelijk is voor saneringsspecie, is beschreven. De verwijderingsketens zijn beoordeeld op hun milieu-effecten. Op basis van de vergelijking van de milieu-effecten is het meest milieuvriendelijke verwijderings-alternatief ontwikkeld. In dit alternatief blijft er geen specie klasse III en IV liggen. De specie wordt op een milieuvriendelijke wijze gebaggerd, getransporteerd en zo mogelijk verwerkt. De niet verwerkbare specie wordt onder IBC-condities geborgen.

Van de drie hoofdvarianten voor speciebergings in depots en de daarbij behorende subvarianten zijn de milieu-effecten op korte en lange termijn bepaald. Speciale aandacht is besteed aan de effecten van advection en diffusief transport van verontreinigingen op grond- en oppervlaktewater. Verder heeft een risico-analyse plaatsgevonden.

De ontwerpuitgangspunten voor speciedepots zijn bepaald, gebaseerd op IBC-criteria. Voor de isolatiemaatregelen is onderscheid gemaakt tussen civiel-technische isolatie, geohydrologische isolatie en ruimtelijke isolatie. De beheersbaarheid is beoordeeld op het in een goede staat houden van de isolerende voorzieningen, de mogelijkheid om maatregelen te nemen als isolerende maatregelen falen en de mogelijkheid van terugnemen. De controlemaatregelen zijn beoordeeld op controlemogelijkheden van het depot zelf en de controlemogelijkheden van de omgeving van het depot.

Voor de formulering van een nationaal baggerspeciebergingsbeleid heeft een afweging plaatsgevonden van centralisatie en decentralisatie van baggerspeciebergings, op basis van milieu-effecten en kosten. Hiervoor zijn depots, variërend in grootte en aantal beschouwd in de Noordzee, langs de kust, in grote binnenwateren en op het land.

Het beleidsstandpunt, dat gebaseerd is op de m.e.r., zal na analyse van de financiële consequenties worden vastgesteld door de regering.

nader ingegaan op de milieu-effecten van de verschillende te onderscheiden depotvarianten en op de afweging van centrale of decentrale berging. Voor de volledigheid wordt ook nog kort ingegaan op het specie-aanbod en de verwijderingsketens.

Scenario's voor specie-aanbod

Bij de inventarisatie van het specie-aanbod is onderscheid gemaakt tussen onderhoudsspecie en saneringsspecie. Als onderhoudsspecie wordt beschouwd de baggerspecie die vanwege nautische en/of waterhuishoudkundige redenen verwijderd moet worden. Als saneringsspecie

wordt beschouwd alle niet-onderhoudsspecie, die vanwege milieuhygiënische redenen in aanmerking komt voor sanering. Verder is de kwaliteit van de vrijkomende baggerspecie bepaald. De ontwikkeling van de kwaliteit van de baggerspecie in de tijd is gezien in relatie tot het preventief beleid. Hiertoe zijn drie preventiescenario's beschouwd. Scenario 1. Preventie conform het huidige beleid: 50% emissiereductie in 1995 ten opzichte van 1985. Scenario 2. Preventie conform het middellange-termijnbeleid uit de Derde Nota Waterhuishouding: 50% emissie-

TABEL I – Specieklassen.

Klasse O:	de specie voldoet aan de streefwaarde;
Klasse I:	de specie voldoet aan de grenswaarde;
Klasse II:	de specie overschrijdt de grenswaarde maar voldoet aan de toetsingswaarde;
Klasse III:	de specie overschrijdt de toetsingswaarde, maar voldoet aan de signaleringswaarde;
Klasse IV:	de specie overschrijdt de signaleringswaarde.

reductie in 1995 en 90% in 2005 ten opzichte van 1985.

Scenario 3. Preventie gericht op duurzame ontwikkeling, zodat het bezinkend slib in 2010 aan de streefwaarden voldoet. De totale hoeveelheid onderhoudsspecie is voor de periode 1991-2010 geschat op 1.116 miljard m³ (ruim 55 miljoen m³ per jaar). Van het totale aanbod is circa 75% afkomstig uit rijkswateren en 25% uit regionale wateren. Van de matig tot sterk verontreinigde baggerspecie (klasse II, III, en IV) is circa 60% afkomstig uit rijkswateren en circa 40% uit regionale wateren.

De herkomst van veruit het grootste deel van de onderhoudsspecie, te weten circa 84%, is uit zoute wateren, vooral uit Zuid-Holland en Zeeland. De herkomst van regionale specie is meer gelijkmatig over het land verdeeld.

De totale hoeveelheid potentiële saneringsspecie is geschat op 94 miljoen m³. Het aanbod tot 2010 is grotendeels gebaseerd op de hoeveelheid aanwezige klasse III en IV specie in zoete wateren. De specie-aanbodgegevens waarmee in het MER wordt gewerkt, gaan uit van het preventiescenario 2. Dit scenario lijkt op basis van huidige ontwikkelingen realiseerbaar en levert het volgende aanbod van onderhoud- en sanerings-specie op over de periode 1991-2010:

- 788 miljoen m³ schone tot licht verontreinigde specie (Klasse O en I: 65%);
- 251 miljoen m³ matig verontreinigde specie (Klasse II: 21%);
- 171 miljoen m³ ernstig verontreinigde specie (Klasse III en IV: 14%).

Voor de periode tot 2010 verschilt het aanbod van scenario 2 overigens nauwelijks met dat van scenario 3. Ten opzichte van scenario 1 daarentegen zal wel meer klasse III-specie gevormd worden, ten koste van klasse II-specie.

Verwijderingsketens

De vrijkomende baggerspecie moet worden verwijderd. Hiervoor zijn in principe drie verwijderingsmethoden beschikbaar. De onderhoudsspecie kan worden verspreid, nuttig toegepast of geborgen. Voor saneringsspecie bestaat daarnaast nog de mogelijkheid deze te laten liggen (afb. 1).

Uitgaand van deze eindbestemmingen van de baggerspecie is een aantal alternatieve verwijderingsketens, opgebouwd uit bouwstenen, beschreven en met elkaar vergeleken voor wat betreft milieu-effecten en kosten. De verwijderingsketens zijn:

- Alternatief 1: het laten liggen van saneringsspecie;
- Alternatief 2: maximaal verspreiden;
- Alternatief 3: gedeeltelijk verspreiden, bewerken en bergen;
- Alternatief 4a: maximaal bergen, exclusief klasse I;
- Alternatief 4b: maximaal bergen, inclusief klasse I.

De verwijderingsketens zijn beoordeeld op hun milieu-effecten. De volgende beoordelingscriteria zijn hierbij gehanteerd:

- emissies naar oppervlaktewater;
- emissies naar grondwater;
- emissies naar lucht;
- energieverbruik;
- ruimtebeslag;
- functieverlies;
- productie van grondstoffen.

Het meest milieuvriendelijke alternatief, dat op basis van de vergelijking van de milieu-effecten is ontwikkeld, bestaat uit:

- milieuvriendelijk baggeren en transporteren (voor zover mogelijk);
- verspreiden van specie die voldoet aan de streefwaarden;
- verwerken voor nuttig gebruik (voor zover mogelijk);
- bergen onder IBC-condities.

De belangrijkste overwegingen hierbij zijn:

- het laten liggen van verontreinigde specie resulteert in handhaving van een ten dele zware verontreinigingsbron;
- het verspreiden van verontreinigde

specie geeft veel en versnelde verontreiniging van het oppervlaktewater, nog afgezien van het probleem van het vinden van geschikte verspreidingslokaties;

- het concentreren van verontreinigingsbronnen is in beginsel beter (door de mogelijkheden tot vermindering van emissies en tot het creëren van een beheersbare situatie) dan het verspreiden.

Concentreren is bovendien in overeenstemming met het Nederlandse milieubeleid. Reinigen en bergen verdienen in dit opzicht de voorkeur boven het laten liggen en/of verspreiden;

- baggeren en transport spelen in de bepaling van de meest milieuvriendelijke verwijderingsketen geen onderscheidende rol van betekenis. De hoeveelheden waarom het gaat zijn in alle alternatieven nagenoeg gelijk. Wel moet een milieuvriendelijke bagger- en transportmethode worden gekozen.

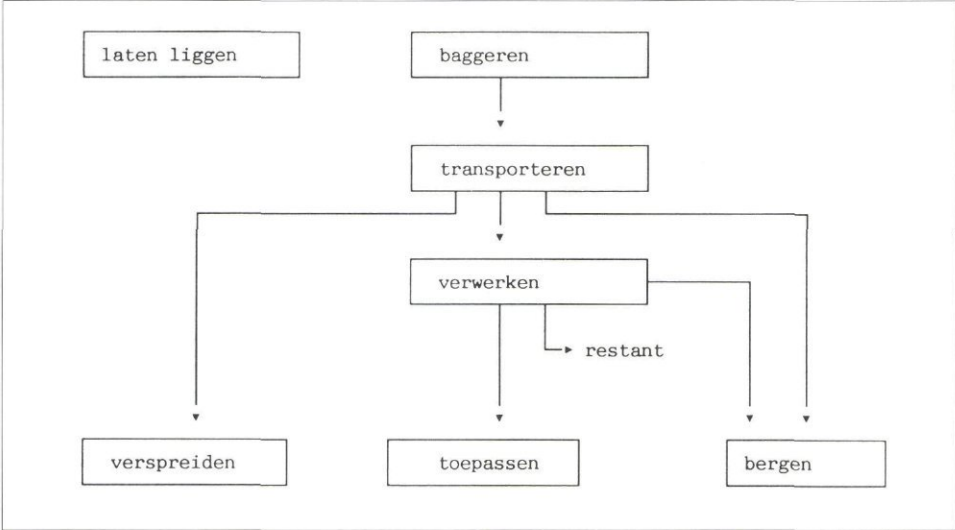
Omdat reinigingstechnieken momenteel nog onvoldoende beschikbaar zijn, zal men in de komende tientallen jaren in Nederland vooral zijn aangewezen op het milieuvriendelijk bergen van de verontreinigde baggerspecie. De milieuvriendelijke uitvoering daarvan is derhalve van het grootste belang. Een gedegen kennis van en inzicht in de milieu-effecten van baggerspeciedepots is hiervoor een voorwaarde.

IBC-criteria

Om de milieu-effecten van speciedepots te onderzoeken is eerst een aantal depotvarianten ontwikkeld, uitgaande van de IBC (Isolatie-Beheersing-Controle) criteria;

I: verspreiding van bodembedreigende

Afb. 1 – Opbouw van bouwstenen tot potentiële verwijderingsketens.

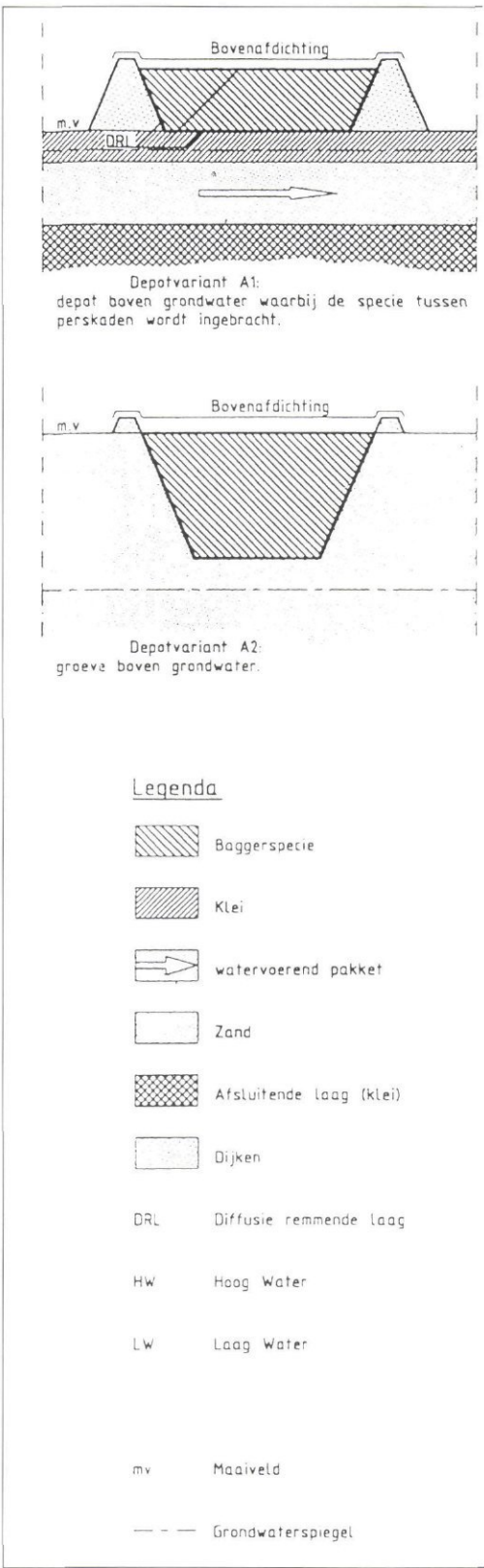


stoffen moet worden vermeden door isolerende maatregelen;
B: de situatie waarin bodembedreigende stoffen op of in de bodem worden gebracht, dient beheersbaar te zijn en te blijven, ook in geval de isolerende maatregelen falen;
C: de situatie waarin bodembedreigende stoffen op of in de bodem worden gebracht, dient controleerbaar te zijn en te blijven. Regelmatige controle op de situatie en de effectiviteit van de getroffen maatregelen moet plaatsvinden.

Isolatie
Bij nog niet voltooide consolidatie treedt een emissie op naar het grondwater door uitpersing van water (advectief transport) aan de onderzijde van het depot. Ook aan de bovenzijde treedt water uit. Het gaat

hier om korte termijn effecten: tot 50 à 100 jaar. Na consolidatie (lange termijn: langer dan 100 jaar) treedt emissie naar het grondwater op door advectief en diffusief transport. Beperking van emissies naar het grondwater kan worden bereikt door isolatie. Er zijn drie vormen van isolatie te onderscheiden:
– civieltechnische isolatie
– geohydrologische isolatie
– ruimtelijke isolatie.
Civieltechnische isolatie bestaat uit het aanbrengen van isolerende lagen aan de onder-, boven- en zijkant van het depot. Voor depots onder grondwater kan isolatie bestaan uit een organisch stofrijke kleilaag of kunststoffolie. Momenteel worden er door de Werkgroep Referentie

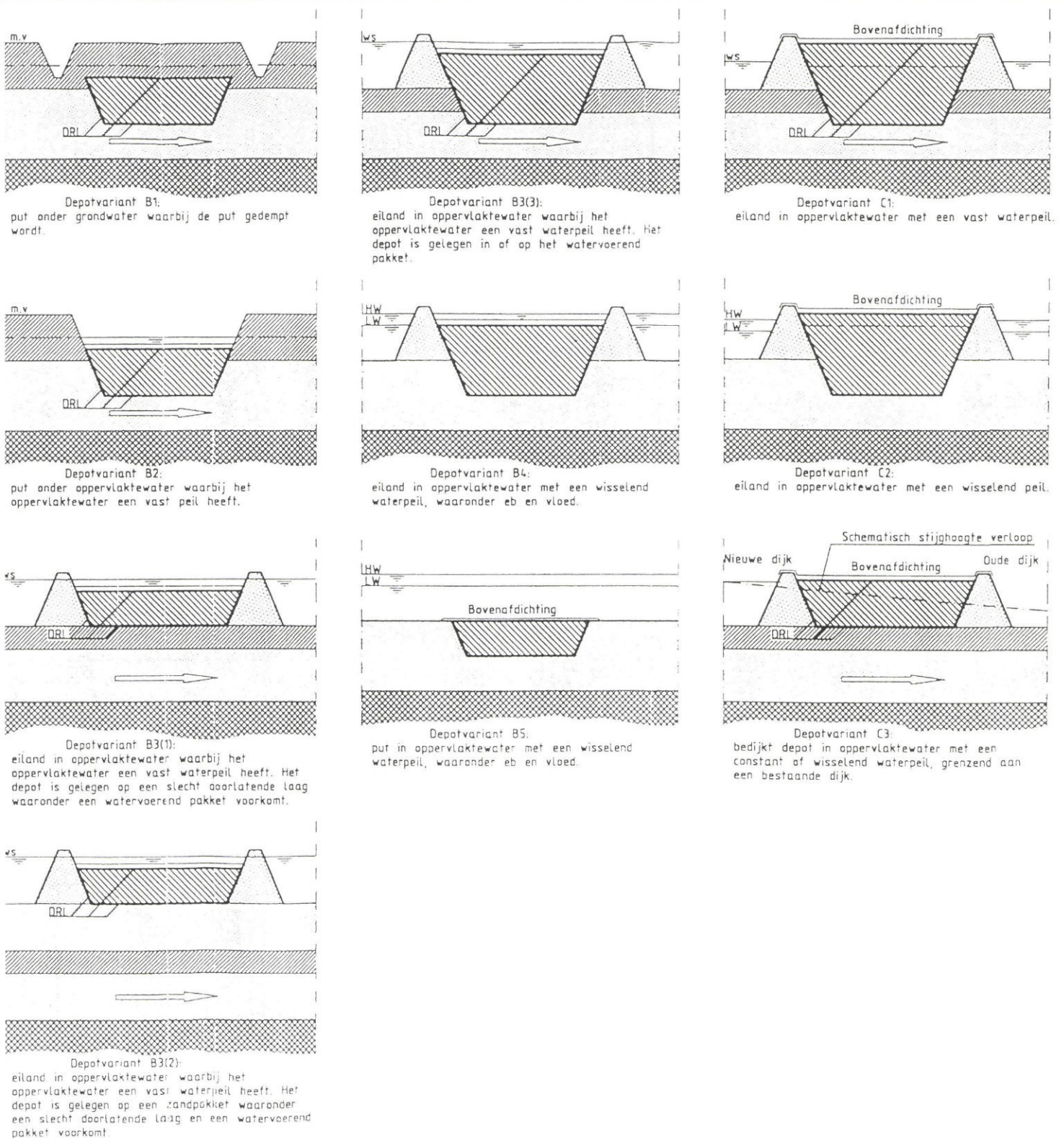
Afb. 2 - Depotvarianten.



TABEL II – Ontverpuitgangspunten speciedepotvarianten.

Lokatie-onafhankelijke criteria	
1.	Isolatie
1.1.	Stoftransport in consolidatiefase moet worden tegengegaan.
1.2.	Beperken van het advectief transport naar grond- en oppervlaktewater tot tenminste 2 mm jaar.
1.3.	Beperken van diffusief transport waar nodig door diffusie-onderbrekende of -remmende maatregelen.
Bij een depot in de droge (onderkant permanent boven (grond-)water, depotvarianten A):	
a.	dienen de korrelverdeling en dikte van deze diffusieremmende laag zodanig te zijn dat de capillaire opstijging vanuit grondwater de onderkant van de specie niet bereikt.
b.	dienen samenstelling en dikte van de diffusieremmende laag zodanig te zijn dat voldoende diffusieremming aanwezig is, aan te tonen in het definitieve depotontwerp.
Bij een depot in den natte (onderkant permanent of tijdelijk beneden (grond)waterstand, depotvarianten B en C):	
c.	dienen samenstelling en dikte van de diffusieremmende laag zodanig te zijn dat voldoende diffusieremming aanwezig is, aan te tonen in het definitieve depotontwerp.
d.	dient een naar binnen danwel naar boven gerichte kwelstroom ingesteld te worden (zoveel mogelijk door het depot) in de orde van 20 mm/jaar met opvang en zonodig zuivering van het kwelwater.
1.4.	Berging van zoveel mogelijk m³ (tonnen droge stof) baggerspecie per m² grondoppervlak.
1.5.	Berging van de meest verontreinigde en mobiele verontreiniging op zo groot mogelijke afstand van het grondwater.
Voor depotvarianten met de bovenkant boven het grondwater (A en C) betekent deze eis berging bovenin het depot, voor depotvarianten met de bovenkant beneden het grondwater (B) betekent dit midden in het depot.	
2.	Beheersing
2.1.	Opvang en zuivering van verontreinigd run-off, kwel- en consolidatiewater.
2.2.	Beheersing van een ingestelde kwelstroom.
2.3.	Adequaat onderhoud aan bovenafdichting.
2.4.	Baggerspecie moet terugneembaar zijn.
3.	Controle
3.1.	Controle op werking van afdichtende en/of diffusieremmende lagen.
3.2.	Controle van ingestelde kwelstroom.
3.3.	(Grond)watermonsternamen en waterkwaliteitsanalyse.
Lokatiegebonden criteria	
1.	Bodemkundig, geohydrologisch
1.1.	Aanleg van depots bij voorkeur in gebieden met slecht doorlatende ondergrond.
1.2.	Aanleg van depots bij voorkeur in gebieden waar zeer geringe/geen inzijging plaatsvindt of waar een geringe kwel is.
1.3.	Aanleg van depots bij voorkeur niet op locaties met dikke snelstromende wervoerende pakketten.
1.4.	Aanleg van (bovengrondse) depots niet op locaties met zeer diepe grondwaterstanden.
2.	Ruimtelijke ordening
2.1.	Aanleg van depots bij voorkeur in gebieden waar dit zo weinig mogelijk overlast geeft aan de samenleving en het milieu.
2.2.	Uitsluiting van aanleg van depots in drinkwaterbeschermingsgebieden en gebieden met hoge natuurwaarden.

Ontwerp van de Bouwdienst van Rijks-waterstaat [2] ook andere isolatie materialen/technieken onderzocht, zoals speciale kunststoffolies, bitumen, precipitatielagen, beton en natuursteen, waarbij een combinatie met geohydrologische isolatie wordt nagestreefd. Voor



depots boven grondwater kunnen dezelfde isolatiematerialen/technieken worden toegepast, al dan niet in combinatie met een droge grofkorrelige zandlaag (stortbesluit). Voor isolatie aan de bovenzijde van het depot kan gedacht worden aan klei of een schone sliplaag of

voor de depots boven grondwater een zand-bentonietlaag. Geohydrologische isolatie is vooral bij depots beneden (grond)water een effectief middel om het advectief en diffusief transport te beperken. Het opheffen van stijghoogteverschillen gaat het advectief

transport tegen. Om het diffusief transport te beperken moet een kwelstroom worden geïntroduceerd in de orde van 20 mm/jaar. Lokale omstandigheden, alsmede het depotontwerp, zullen bepalen of dit realiseerbaar is. Bij ruimtelijke isolatie biedt horizontale

compartimentering een mogelijkheid om emissies uit het depot te beperken. Bij horizontale compartimentering wordt de specie zodanig geborgen dat de meest verontreinigde specie op de grootste afstand van het grondwater geborgen wordt. Dit is bovenin bij depots boven grondwater en middenin bij depots beneden (grond)water. De minder verontreinigde specie werkt dan als diffusie-remmende laag. Verticale compartimentering binnen één depot blijkt niet zinvol.

Beheersing

Als isolerende voorzieningen falen moet het mogelijk zijn de negatieve effecten daarvan toch te beheersen. Onder beheersbaarheid wordt verstaan:

- het in goede staat houden van de isolerende voorzieningen;
- mogelijkheden om maatregelen te kunnen treffen om de situatie te beheersen als door het falen van de isolatie of anderszins een ongewenste verspreiding van verontreiniging plaatsvindt;
- terugneembaarheid van de baggerspecie.

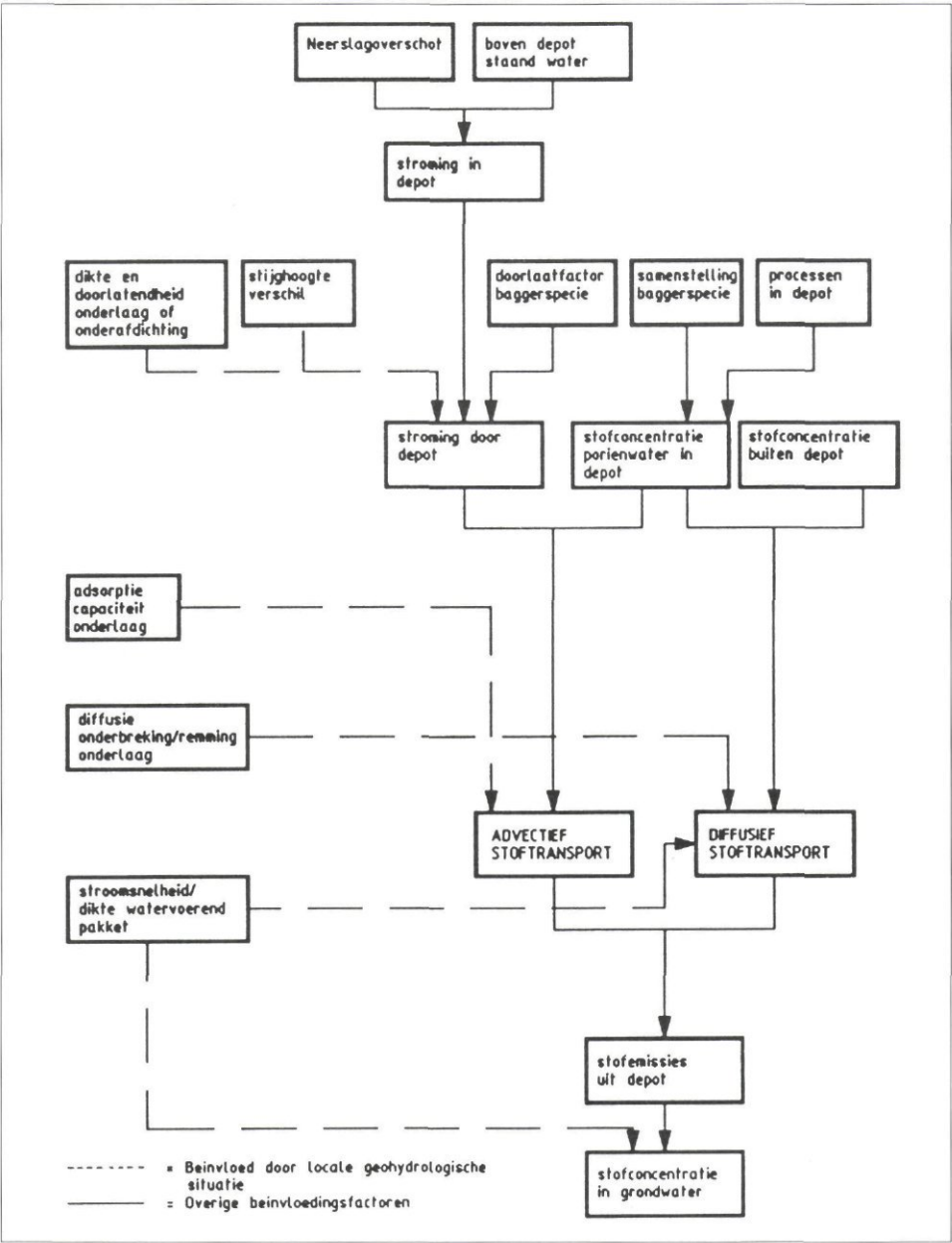
Het in goede staat houden van de isolerende voorzieningen vergt zowel bij depots boven als beneden (grond)water regelmatige inspectie en onderhoud. De beheersbaarheid bij bovenafsluitingen wordt vergroot door het aanbrengen van een dubbele isolatie, gecombineerd met een drainagestelsel. De onderhoudsmogelijkheid van de onderafsluiting is gering, vanwege de slechte toegankelijkheid.

Beheersing van ongewenste verspreiding naar het grondwater van verontreinigingen bij falen van de isolerende voorzieningen kan plaatsvinden door het introduceren van een kwelstroom, vooral bij depots beneden (grond)water. In feite gaat het hier om een geohydrologische isolatietechniek, die toegepast wordt als beheersingsmaatregel. Bij depots boven grondwater is het creëren van een bemaling ter plaatse van het depot een mogelijkheid om verdere verspreiding te beperken.

controle op de afwerking van het depot en controle tijdens de bedrijfsvoering. De controle van de omgeving betreft vooral de controle op de grond- en oppervlaktewaterverontreiniging. De benodigde controlemechanismen verschillen per depottype.

Depotvarianten

De IBC-criteria zijn uitgewerkt tot ontwerpuitgangspunten, op basis waarvan twaalf representatieve depotvarianten zijn ontwikkeld (tabel II). Onderscheid is



Afb. 3 - Het proces van grondwaterverontreiniging vanuit een depot in samenhang met lokale geohydrologische situatie en een bovenafsluiting.

gemaakt in lokatie-onafhankelijke criteria (isolatie, beheersing, controle) en lokatie-gebonden criteria (bodembundige, geohydrologie, ruimtelijke ordening).

De twaalf depotvarianten zijn:
A. Depots boven grondwater
De terugneembaarheid van de specie is in principe altijd mogelijk, zij het dat dit bij depots beneden (grond)water wel gepaard zal gaan met enige verspreiding van verontreiniging.

Controle

Voor de controlemogelijkheden wordt onderscheid gemaakt in:
- controle van het depot;
- controle van de omgeving.

Bij controle van het depot wordt onderscheid gemaakt in controle van de constructie, controle tijdens de vulfase, A.1. depot boven grondwater op maaiveld¹;
A.2. groeve boven grondwater²;
B. Depots beneden (grond-)water
B.1. gedempte put beneden grondwater³;
B.2. put beneden begrensd oppervlaktewater met een vast peil³;
B.3.1. eiland in oppervlaktewater met vast buitenwaterpeil¹;
B.3.2. eiland in oppervlaktewater met vast buitenwaterpeil²;
B.3.3. eiland in oppervlaktewater met vast buitenwaterpeil³;
B.4. eiland in oppervlaktewater met een wisselend buitenwaterpeil⁴;

TABEL III – Mobiliteit van stoffen.

Omstandigheden	Grote mobiliteit	Kleine mobiliteit
gereduceerd contaminanten	Cr, As, NH ₄	meeste zware metalen, meeste organische
geoxydeerd	meeste zware metalen, Cr	As, meeste organische contaminanten

B.5. put in open oppervlaktewater met een wisselend waterpeil⁴.

C. Depots boven en beneden (grond)-water

C.1. eiland in oppervlaktewater met een vast waterpeil³;

C.2. eiland in oppervlaktewater met een wisselend waterpeil³;

C.3. bedijkt depot in oppervlaktewater met een wisselend waterpeil, grenzend aan een bestaande dijk¹.

¹ de onderkant van het depot is gelegen op een slecht doorlatende ondergrond.

² de onderkant van depot is gelegen op een doorlatende ondergrond.

³ de ondergrond van het depot is ingegraven tot in een watervoerend pakket.

⁴ de onderkant van het depot is ingegraven tot in een watervoerend pakket, waarin geen grondwaterstroming plaatsvindt.

In afbeelding 2 zijn de depotvarianten weergegeven.

Milieu-effecten van depots

Van de depotvarianten zijn milieu-effecten geanalyseerd. Hierbij is onderscheid gemaakt in:

- 1. emissies naar grondwater
 - 1.1. advectief transport
 - 1.1.1. korte termijn
 - 1.1.2. lange termijn
 - 1.2. diffusief transport
 - 1.2.1. korte termijn
 - 1.2.2. lange termijn
 - 2. emissies naar oppervlaktewater
 - 2.1. korte termijn
 - 2.2. lange termijn
 - 3. emissies naar lucht
 - 3.1. tijdens vulling
 - 3.2. na vulling
 - 4. energieverbruik
 - 4.1. korte termijn
 - 4.2. lange termijn
 - 5. produktie van grondstoffen
 - 5.1. grondbalans
 - 5.2. afzetbaarheid van grondstoffen
 - 6. ruimtelijke ordening
 - 6.1. ruimtebeslag
 - 6.2. visuele hinder
 - 6.3. functieverandering
 - 7. risico's
 - 7.1. relatieve faalkans
 - 7.2. gevolgen van falen voor grondwater
 - 7.3. gevolgen van falen voor oppervlakte-water
 - 8. beheersbaarheid en controle
 - 8.1. beheersbaarheid
 - 8.2. controle
- De belangrijkste milieu-effecten bij

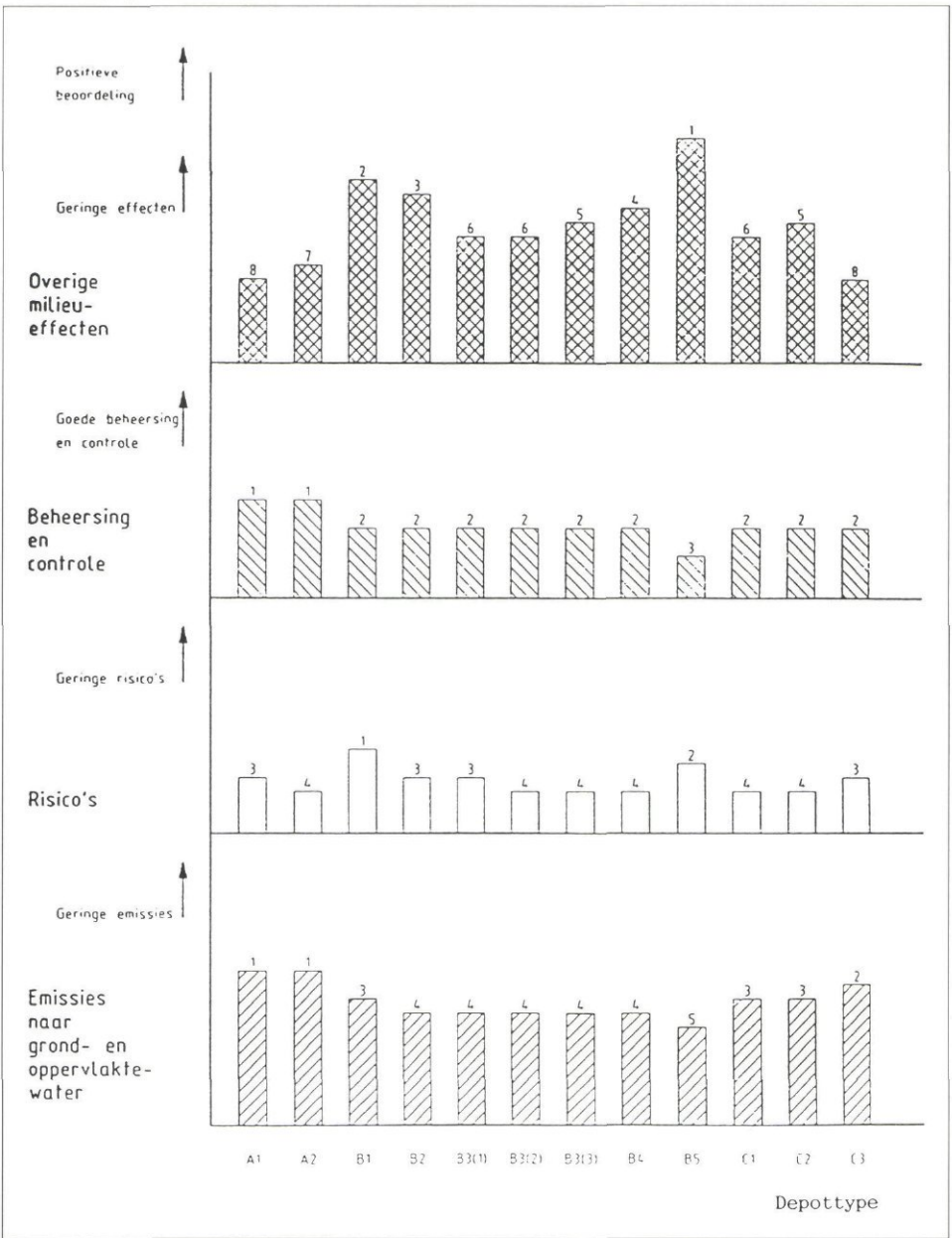
speciedepots treden op bij emissies naar grond- en oppervlaktewater. Om die reden worden deze milieu-aspecten nader uitgewerkt.

Emissies naar grondwater

In afbeelding 3 is het proces van grondwaterverontreiniging weergegeven. Bij depots boven grondwater zal zonder bovenafdichting een deel van het neerslagoverschot infiltreren, bij depots beneden grondwater kan het bovenstaande water infiltreren. De stroming van

water door het depot is afhankelijk van het stijghoogteverschil, de doorlatendheid van de specie en de ondergrond alsmede de dikte van de specielaag in het depot. Tezamen met de stofconcentratie in het poriënwater, bepaalt de stroming door het depot het advectief stoftransport in kwantitatieve en kwalitatieve zin. De stofconcentratie in het poriënwater wordt weer bepaald door de kwaliteit van de baggerspecie en de processen die gedurende berging in depot in de baggerspecie plaatsvinden. Bij deze processen is het van belang of de specie onder gereduceerde of geoxydeerde omstandigheden wordt geborgen, daar dit van invloed is op de mobiliteit van vooral de zware metalen (tabel III). Naast het advectief transport is er het

Afb. 4 - Vergelijking milieu-effecten depotvarianten lange termijn.



diffusief transport, dat ook bijdraagt aan emissies uit het depot en daarmee ook aan de mogelijke verontreiniging van het grondwater. De grootte van het diffusief transport wordt bepaald door de concentratiegradiënt (concentratieverschillen over de laagdikte) en de diffusiecoëfficiënt. De diffusie vermindert bij kleinere concentratieverschillen, kleinere diffusiecoëfficiënten en grotere laagdikten. Uit modelberekeningen blijkt dat pas bij een beperking van het advectief stoftransport tot minder dan 2 mm per jaar het effectief wordt om het diffusief stoftransport te gaan beperken. De grootte van het advectief transport is tijdens de consolidatiefase (tot circa 100 jaar) van een andere orde van grootte dan in de fase daarna (lange termijn). In de consolidatiefase wordt het advectief transport bepaald door uitpersing van water uit het speciepakket. Het totale neerwaartse transport van water bedraagt ongeveer 20% van de totale zetting van het speciepakket. Door isolatie aan de onderzijde kan het neerwaarts transport aanzienlijk worden verminderd. Ook door gunstige lokatiespecifieke maatregelen kan het advectief transport beperkt worden. Gegeven het feit dat er altijd emissies uit een depot zullen zijn, zal er tevens naar gestreefd moeten worden de depots onder zo gunstig mogelijk lokale (geohydrologische) omstandigheden aan te leggen. Dit betekent dat depots bij voorkeur niet met de onderkant in een goed doorlatend pakket worden aangelegd, maar op een slecht doorlatende laag met voorkeur voor afwezigheid van een stijghoogteverschil. Verder verdient concentratie onder het depot van uitgetreden verontreinigingen (ook al kan dit overschrijding van de streefwaarde betekenen) altijd nog de voorkeur boven een diffuse verspreiding over grote gebieden. Tenslotte zal er een preferentie zijn voor depots onder gereduceerde condities vanwege de resulterende immobiliteit van een groot aantal stoffen.

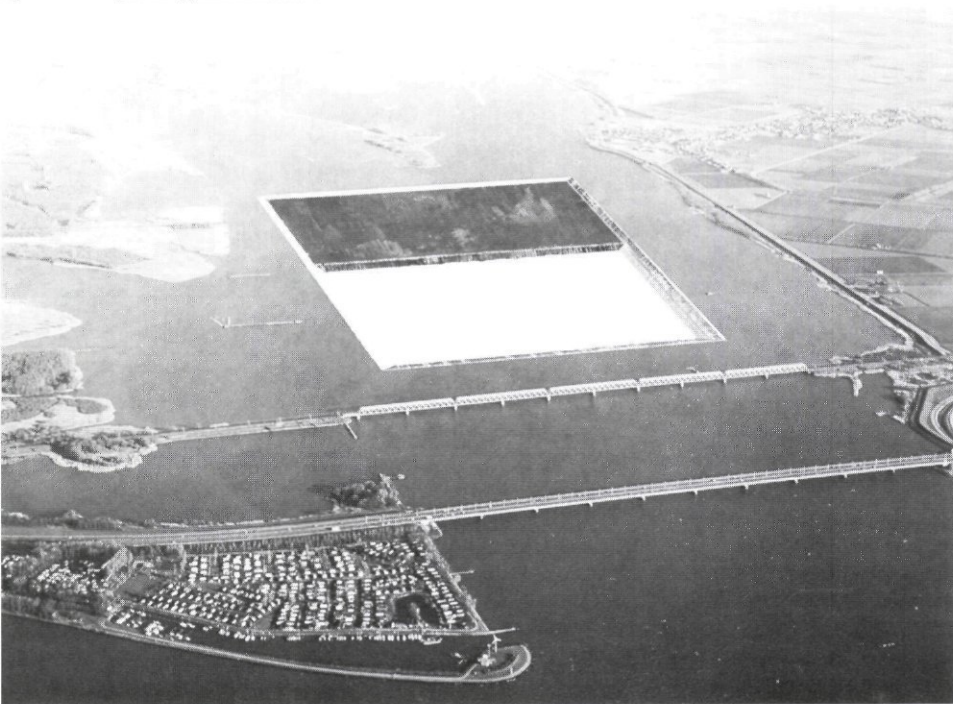
Emissies naar oppervlaktewater
Tijdens de consolidatiefase zal het merendeel van het consolidatiewater uit een speciedepot naar boven worden afgevoerd. Voor depots boven grondwater zal dit water opgevangen worden en – na zuivering – op het oppervlaktewater worden geloosd. Bij depots beneden grond- of oppervlaktewater zal dit consolidatiewater zich mengen met het bovenstaande water. Bij putdepots op het land of eilanddepots zal het beïnvloede oppervlaktewater beperkt van oppervlakte zijn, bij putdepots in open oppervlaktewater kan

verspreiding van verontreinigingen over grotere afstanden plaatsvinden. Na het aanbrengen van voorzieningen zullen bij depots beneden oppervlaktewater op lange termijn nog emissies naar oppervlaktewater optreden door diffusie.

Beoordeling van de milieu-effecten
Om te komen tot een evenwichtige totaalbeoordeling van de depotvarianten zijn de milieu-effecten als volgt gegroepeerd:
1. emissies naar grond- en oppervlaktewater;
2. risico's;
3. beheersing en controle;
4. overige milieu-aspecten (lucht, energie, productie van grondstoffen, ruimtebeslag, visuele hinder en functieverandering).
In afbeelding 4 zijn de resultaten van de evaluatie weergegeven, waarbij ook een rangorde is aangegeven per (gegroepeerd) milieu-effect. In deze afbeelding staan op de horizontale as de twaalf depotvarianten weergegeven en op de verticale as de relatieve maat van het beoordeelde milieu-effect.
Bepalend voor de emissies uit depots naar oppervlaktewater en grondwater zijn de mate waarin IBC-voorzieningen worden gerealiseerd, de geohydrologische omstandigheden en de redox-potentiaal in het depot. Ook de kwaliteit van de baggerspecie is van invloed op de emissies uit het depot.
Depots boven grondwater geven op lange termijn een geringere emissie naar het grondwater dan depots beneden (grond-)water. Depots die op land liggen

en eilanddepots die boven water uitsteken geven geringere emissies naar het oppervlaktewater. Putdepots veroorzaken tijdens de consolidatiefase een directe emissie naar het oppervlaktewater. De faalkans van het depot is enerzijds afhankelijk van de faalkans van de onderdelen van het depot en anderzijds van de aard en kans op wijziging van de geohydrologische situatie. Onderdelen die kunnen falen betreffen het drainage- en waterbeheersingssysteem en de boven- en onderafdichting, dijken en kaden. Zowel in de kans op falen als in de gevolgen van falen verschillen de verschillende depotvarianten. De gevolgen van falen zijn beperkter naarmate de depots onder gunstiger lokale geohydrologische omstandigheden zijn aangelegd. Op de punten beheersing en controle scoren de depots boven grondwater gunstiger door betere onderhoudsmogelijkheden. Een putdepot scoort het slechtst, omdat de mogelijkheden tot beheersing en controle beperkt zijn. Bij alle depots is de baggerspecie in beginsel terugneembaar, zij het dat meer verspreiding van verontreiniging in de omgeving zal optreden bij het terugnemen van baggerspecie uit depots onder water dan bij depots op het land. Putdepots onder water en onder de grond scoren voor de overige milieu-effecten (emissies naar lucht, productie van grondstoffen, ruimtebeslag, functieverandering) gunstiger dan andere depotvarianten. In het MER wordt geen voorkeur uitgesproken voor een bepaalde depot-

Afb. 5 - Putdepot in oppervlaktewater.



variant, aangezien geen weging van ongelijksoortige milieu-effecten (emissies grond- en oppervlaktewater, faalkans, beheersing en controle, overige milieu-effecten) heeft plaatsgevonden. Een nadere afweging is een beleidsmatige en bestuurlijke keuze. Bij een nadere afweging moet er rekening mee worden gehouden dat de milieu-effecten van depotvarianten sterk afhankelijk zijn van lokale (geohydrologische) omstandigheden.

Centralisatie of decentralisatie

Met betrekking tot de formulering van een nationaal baggerspeciebergingsbeleid moest ook een afweging plaatsvinden van centralisatie of decentralisatie van speciebergings. Deze afweging heeft in het MER plaatsgevonden op basis van milieu-effecten en kosten. Om tot deze afweging te komen zijn de volgende zeven beleidsopties geformuleerd, geanalyseerd en doorgerekend:

- a. één Noordzeedepot voor zoute en zoete specie;
- b. drie Noordzeedepots voor zoute en zoete specie;
- c. drie kustdepots (buitengaats) voor zoute en zoete specie;
- d. één kustdepot voor zoute specie en één centraal depot voor zoete specie;
- e. één kunstdepot voor zoute specie en vier bovenregionale depots voor zoete specie;
- f. twee kustdepots voor zoute specie en twaalf regionale depots voor zoete specie;
- g. twee kustdepots voor zoute specie en zesendertig lokale depots (drie per herkomstgebied).

Ter nuancering van de depotkosten zijn deze opties vervolgens nog nader uitgewerkt in putten (afb. 5), eilanden, depots boven grondwater en putten op het land.

De beoordeling van de milieu-effecten is gedaan naar de emissies van de depots, het energieverbruik, het ruimtebeslag en de fysieke aantasting die een depot veroorzaakt.

Voor alle beschouwde depotvarianten geldt dat emissies naar grond- en oppervlaktewater uit depots in hoge mate zijn te beperken. Op lange termijn zal bij alle depotvarianten enige emissie optreden. Verspreiding van emissies is tegen te gaan door adequate isolatie-, beheers- en controlemaatregelen. Een klein aantal depots betekent derhalve een klein aantal lokaties dat door emissies wordt beïnvloed. Bij decentralisatie is het aantal beïnvloede lokaties groter. Dit pleit vanuit de emissies bezien voor het centraliseren van depots.

Doordat bij het centraliseren van depots de transportafstanden in het algemeen langer zullen zijn dan bij decentrale depots, zullen de emissies naar de lucht en het energieverbruik bij decentrale vestiging geringer zijn dan bij centralisatie. Het ruimtebeslag van baggerspeciedepots is bij eenzelfde hoeveelheid te bergen specie en een gelijke bergingshoogte, voor centrale depots identiek aan decentrale depots. De extra benodigde ruimte voor taluds, dammen en dijken, toegangen, werkruimten en dergelijke zal bij decentrale depots aanzienlijk groter kunnen zijn dan bij centrale depots. Ook andere factoren, zoals de waarde van de ruimte in ecologische, landschappelijke of financiële zin, spelen een rol in de beoordeling. Geconcludeerd wordt dat ten aanzien van het aspect ruimtebeslag de voorkeur neigt in de richting van centrale depots.

Dit geldt ook bij het aspect fysieke aantasting. Veel depots (decentralisatie) betekent functieverlies en fysieke aantasting op veel lokaties. Dit wordt negatiever gewaardeerd dan functieverlies en fysieke aantasting op één of enkele lokaties. Ook dit aspect pleit voor het centraliseren van depots.

Zowel vanuit het oogpunt van emissies als vanuit het oogpunt ruimtebeslag en fysieke aantasting kan een voorkeur worden uitgesproken voor het centraliseren van baggerspeciedepots. Vanuit de emissies naar de lucht en het energieverbruik gaat de voorkeur uit naar het decentraliseren van depots.

De kosten van verwijdering van baggerspecie met bergen als eindbestemming, worden bepaald door de kosten van baggeren en transporteren alsmede door de kosten van de depots.

De kosten voor baggeren en transport blijken bij centralisatie hoger te zijn dan bij decentralisatie. Voor één centraal depot zijn de bagger- en transportkosten circa f 13,50 per m³ terwijl voor een combinatie van 2 (kust)depots voor zoute specie en 36 lokale depots voor zoete specie dit neerkomt op circa f 8,-/m³. Daartegenover staat dat de bergingskosten voor grote centrale depots geringer zijn. De geschatte bergingskosten variëren van f 11,- per m³ voor een grootschalig depot in binnenwater tot circa f 28,- per m³ voor kleinere depots op land en boven grondwater.

Naschrift

In 1992 is het MER Berging Baggerspecie uitgebracht. Het MER is tezamen met het ontwerp Beleidsstandpunt Verwijdering Baggerspecie ter inzage gelegd in de tweede helft van 1992 en tevens voor

advies aangeboden aan de Commissie-MER. Naar aanleiding van het concept advies van de commissie-MER is besloten tot aanvulling van het MER, met als doel het Beleidsstandpunt Verwijdering Baggerspecie en de uitvoering van het beleid verder vorm te geven.

De aanvulling van het MER gaat in op nieuw beschikbaar gekomen informatie over het te verwachten aanbod van klasse III en IV-specie, de verwerking en verwerkingskosten van verontreinigde baggerspecie, het toetsingskader voor baggerspeciedepots en milieu-effecten door het laten liggen van verontreinigde baggerspecie.

Het concept beleidsstandpunt gaat in op verwijdering van baggerspecie en geeft richtlijnen voor baggerspeciedepots. Het beleidsstandpunt is gebaseerd op het MER en de aanvulling daarvan. De richtlijnen voor baggerspeciedepots bestaan uit doelvoorschriften die aangeven welke milieubelasting maximaal acceptabel is. Het beleidsstandpunt zal, na analyse van de financiële consequenties, worden vastgesteld door de regering.

Verantwoording

Aan de totstandkoming van het milieu-effectrapport is door Rijkswaterstaat, met name de hoofddirectie, de directie Zuid-Holland, de Bouwdienst en RIZA, en door het Directoraat-Generaal van Milieu-beheer bijgedragen, waarvoor onze speciale dank. In het bijzonder willen wij waardering uitspreken voor de sterk inhoudelijke inbreng van dr. G. Kamerling (Bouwdienst), drs. W. Munters (DGM) en ir. P. Stortelder (RIZA).

Literatuur

1. Witteveen + Bos, Raadgevende ingenieurs BV (1992). *Milieu-effectrapport berging bouwspecie*. In opdracht van het Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat en het Directoraat-Generaal Milieu-beheer. Den Haag.
2. Werkgroep Referentie-ontwerp, Bouwdienst Rijkswaterstaat (1993). *Ontwerpaspecten speciedepots, resultaten van de tweede fase*. Utrecht.

