

DI 318979

Advies- en Kenniscentrum
Waterbodems

Sachstandsbericht

~~WAU-BID-A-02025~~

Die subaquatische Unterbringung von Baggergut in den Niederlanden



erstellt durch:

DEPOTEC

Amersfoort / Niederlande

im Auftrag von:

Freie und Hansestadt Hamburg
Wirtschaftsbehörde
Strom- und Hafenbau

fachliche Beratung
durch:

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat – General Rijkswaterstaat
Advies- en Kenniscentrum Waterbodems
Utrecht / Niederlande



AKWVA

Januar 2002

alleen binnen
de BOUWDIENST
uitleenbaar

Sachstandsbericht

Die subaquatische Unterbringung von Baggergut in den Niederlanden



erstellt durch:

DEPOTEC

Amersfoort / Niederlande

im Auftrag von:

Freie und Hansestadt Hamburg
Wirtschaftsbehörde
Strom- und Hafenbau

fachliche Beratung
durch:

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat – General Rijkswaterstaat
Advies- en Kenniscentrum Waterbodems
Utrecht / Niederlande



Januar 2002

Aktenzeichen S0147-01-002

Datum 22. Oktober 2001

Registrierungsnummer IS-DE20010014

Version 4

INHALT

GLOSSAR	V
VORWORT	IX
1. EINFÜHRUNG UND ÜBERBLICK ÜBER DEN BERICHT	1
1.1 Die Gewässerbodenproblematik in den Niederlanden	1
1.2 Gesetze und Verordnungen	2
1.3 Neuere Entwicklungen	2
1.4 Grundgedanken der Unterbringung von Baggergut in subaquatischen Depots	2
1.5 Technische Aspekte	4
1.6 Planungsprozess	5
1.7 Baggergutdepots in den Niederlanden	5
2. POLITIK	7
2.1 Die Sedimentproblematik in den Niederlanden	7
2.1.1 Beseitigung verunreinigter Sedimente notwendig	7
2.1.2 Umfang der Problematik	8
2.2 Lösung der Sedimentproblematik ist praktisch und dauerhaft	9
2.2.1 Praktische Normierung zur Bewertung von Baggergut	9
2.2.2 Entscheidung für dauerhafte Lösung durch zweigleisige Strategie	9
2.3 Gesetzgebung für die Durchführung der Sedimentpolitik	14
2.4 Neue Entwicklungen auf dem Gebiet der Politik und Untersuchung	17
2.4.1 Schadstoffbewertung von Baggergut wird möglicherweise verändert	17
2.4.2 Einlagerung von Baggergut in Gruben („Open pits“) möglich	17
2.4.3 EU-Richtlinie für Deponien auf Land	18
2.4.4 Die Behandlung bzw. Verwertung von Baggergut	19
2.4.5 Zehnjahresszenario für das Baggergutangebot	20
2.4.6 Nutzung vorhandener Depots	22
2.4.7 Optimierung der Depotnutzung	22
3. UMWELTAUSWIRKUNGEN SUBAQUATISCHER DEPOTS	25
3.1 Emissionen aus einem Depot	25
3.1.1 Migrationswege von Schadstoffen	25
3.1.2 Vorschriften für die Minimierung von Emissionen	28
3.1.3 Modellierung der Emissionen aus einem Depot	31
3.1.4 Maßnahmen zur Minimierung von Emissionen	34
3.2 Weitere Umweltauswirkungen von Depots	41
3.2.1 Vorschriften für den Entscheidungsprozess neuer Depots	41
3.2.2 Die Umweltauswirkungen von Baggergutdepots	42
3.3 Die ökologischen Auswirkungen von Baggergutdepots näher betrachtet	46
3.3.1 Die Auswirkungen auf Phyto- und Zooplankton	46
3.3.2 Die Auswirkungen auf Flora und Vegetation	47
3.3.3 Die Auswirkungen auf die Makrofauna	48
3.3.4 Die Auswirkungen auf Fische	48
3.3.5 Die Auswirkungen auf Vögel	49



3.3.6	Die Auswirkungen auf Säugetiere	51
3.3.7	Potentielle Bioakkumulation	52
4.	TECHNIK DER SUBAQUATISCHEN DEPOTS	55
4.1	Merkmale des Depots	55
4.1.1	Depottypen	55
4.1.2	Lebensphasen eines Depots	58
4.1.3	Vor- und Nachteile der Depottypen	60
4.2	Der Weg zu einem Depotentwurf	61
4.2.1	Baggergutaufkommen	61
4.2.2	Ermittlung des Suchgebiets	61
4.3	Rahmenbedingungen bestimmen die Eingliederung eines Depots	62
4.3.1	Natürliche Rahmenbedingungen	62
4.3.2	Funktionelle Rahmenbedingungen	63
4.3.3	Gesetzliche Rahmenbedingungen	64
4.3.4	Standort und Typ des Depots laut UVP	64
4.3.5	Entwurfsausgangspunkte	65
4.4	Entwurfaspekte des Baggergutdepots	66
4.4.1	Entwurfprozess	66
4.4.2	Physikalische Prozesse innerhalb des Depots	67
4.4.3	Grundsätze der technischen Bemessung bzw. Bestimmung des Depotinhalts	70
4.4.4	Bestimmung von Formgebung und Abmessungen	73
4.4.5	Planungsphilosophie	75
4.4.6	Kompartimentierung des Depotinhalts	78
4.5	Ausführungstechnische Aspekten	79
4.6	Der Betrieb eines Depots	81
4.7	Verwaltung und Monitoring eines Depots	92
4.8	Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen	96
4.8.1	Einleitung	96
4.8.2	Ausgleichsmaßnahmen	96
4.8.3	Ersatzmaßnahmen	97
4.9	Arbeiten und Verfahren in der Nachsorgephase	98
4.10	Nebenfunktionen	100
4.11	Kostenschätzung für subaquatische Ablagerungen	101
5.	PLANUNGSPROZESS	105
5.1	Allgemein	105
5.2	Die Realisierung eines Depots	105
5.3	Entscheidungsprozess und UVP-Prozedur	107
5.4	Bewertung der Alternativen in der Umweltverträglichkeitsprüfung	110
5.4.1	Einleitung	110
5.4.2	Bewertungsgrundlage	110
5.5	Eine breite Kommunikation lohnt sich	114
5.6	Mitspracheregelung ist gesetzlich festgelegt	115
6.	ENTWICKLUNGEN DER BAGGERGUTDEPOTS IN DEN NIEDERLANDEN	117
6.1	Baggergutdepots in den Niederlanden	117
6.2	Depotmerkmale	119



6.3	Weitere Entwicklungen	121
-----	-----------------------	-----

ANLAGEN

ANLAGE 1	NIEDERLÄNDISCHE NORMEN FÜR DIE QUALITÄTSBEURTEILUNG DES OBERFLÄCHENWASSERS, SCHWEBSTOFFEN, SEDIMENTEN UND GRUNDWASSER	127
ANLAGE 2	NIEDERLÄNDISCHE VORSCHRIFTEN FÜR SUBAQUATISCHE ABLAGERUNGEN VON BAGGERGUT	141
ANLAGE 3	DER NIEDERLÄNDISCHE BAUSTOFFBESCHLUSS	151
ANLAGE 4	ABLAGERN VON BAGGERGUT IN GRUBENDEPOTS	171
ANLAGE 5	VERWERTUNG VON BAGGERGUT IN DEN NIEDERLANDEN (IMPULS B2)	177
ANLAGE 6	BERECHNUNG UND ÜBERPRÜFUNG DER VERTEILUNG VON SCHADSTOFFEN AUS BAGGERGUTDEPOTS AN LAND	185
ANLAGE 7	DIE WIRKSAMKEIT VON ISOLATIONSMAßNAHMEN FÜR BAGGERGUTDEPOTS	193
ANLAGE 8	DIFFUSION VON SCHADSTOFFEN	211
ANLAGE 9	NUMERISCHE MODELLE	217
ANLAGE 10	ÜBERSICHT ZUSÄTZLICHER REINIGUNGSTECHNIKEN FÜR RÜCKWASSER	223
ANLAGE 11	METHODIK DER BEWERTUNG UND DES VERGLEICHS DER DEPOTVARIANTEN IM UMWELTVERTRÄGLICHKEITSBERICHT (UVB)	225
ANLAGE 12	SUBAQUATISCHE DEPOTS IN DER PRAXIS	235
LITERATUR		333
IMPRESSUM		339





GLOSSAR

<i>Niederländische Begriffe</i>	die auch im Text unübersetzt verwendet werden, sind hier kursiv dargestellt.
Ablagern	Festlegen von Baggergut in einem Depot
Advektiver Transport	Transport von Verunreinigungen durch die Mitführung von gelösten und an Sedimenten gebundenen Schadstoffen durch die Grund- oder Oberflächenwasserströmung (s. Kapitel 3.2.2)
Annahmekriterien	<p>Kriterien, den Baggergut entsprechen muss, um in einem bestimmten Depot untergebracht werden zu dürfen sowie die Bedingungen, zu welchen dies zulässig ist. Diese Kriterien können basieren auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Herkunftsgebiet (nur Baggergut aus der unmittelbaren Umgebung) ▪ Verwertung (keine Baggergutrückstände in Gruben einlagern; kein Baggergut mit Sandgehalt > 50% einlagern) ▪ Qualität (nur Baggergut in einer Qualität besser oder schlechter als Klasse 3 einlagern) ▪ Konditionen (Baggergut in eine Grube nur zu solchen Zeiten einlagern, in denen bestimmte Wind- und Strömungsbedingungen nicht überschritten werden). Die Kriterien werden fallweise beurteilt
ALARA-Prinzip	Bei der Minimierung der Emissionen in das Grund- und Oberflächenwasser wird vom so genannten ALARA-Prinzip ausgegangen. ALARA bedeutet, 'so gering wie angemessen erreichbar' (As Low As Reasonably Achievable, siehe Kapitel 1.3).
Baggergut	Gebaggertes Sediment (Mischung aus Sand, Schlick und Wasser).
Behandlung	Alle Arten der Behandlung von Baggergut, wie Entwässerung, Trennung, Reinigung und Immobilisierung, alles zur Gewinnung eines wiederverwendbaren Produkts (siehe auch 'Verwertung').
DCB	<p>Dichlorbenzol</p> <p>Leitstoff für die Bestimmung der gesamten aus einem Depot in das Grundwasser migrierenden Schadstofffracht</p>



Depot	Eine vorübergehende oder permanente Unterbringung von Baggergut in einer bestehenden oder gegrabenen Grube unter Wasser oder in einer eingedeichten Anlage im Wasser bzw. an Land, in der Baggergut abgelagert wird.
Diffusiver Transport, Diffusion	Transport von Schadstoffen von einem Bereich mit hoher Konzentration zu einem Bereich mit niedriger Konzentration („Teebeutel in warmem Wasser“; (s. Kapitel 3.2.2)
Eingedeichtes Depot	Subaquatische Unterbringung von Baggergut, wobei dieses durch einen Deich vom Oberflächengewässer getrennt ist.
EIS	E nvironmental I mpact S tatement, Umweltverträglichkeitsstudie
Emission	Austreten von Verunreinigungen aus einem Depot in die Umgebung (Atmosphäre, Oberflächenwasser oder Grundwasser).
<i>Evaluatienota Water (ENW)</i>	Evaluatienota Water (ENW) regeringsbeslissing, aanvullende beleidsmaatregelen en financiering 1994-1998. [Ministerie Verkeer en Waterstaat] Ein Regierungsdokument über Vorgaben und Finanzierung.
EOX	Parameter für das Gesamt der organisch verbundenen Halogene
Geohydrologisches Isolationssystem	Ein ‚Schutzschirm‘ von Brunnen um ein Depot, mit denen Grundwasser hochgepumpt, gereinigt und wieder zurückgepumpt werden kann, falls eine Begrenzung des Umfangs des Einflussgebiets einer Emission notwendig ist.
<i>Grenswaarden</i>	Niederländische Bezeichnung für Grenzwerte
Grube, Grubendepot	Die Unterbringung von Baggergut in einer Vertiefung am Gewässerboden.
Hydraulische Beschickung	Das Einlagern von Baggergut im Depot mit Hilfe einer Druckleitung (eventuell mit Zusatzwasser).
IKU-Kriterien	Abkürzung für Isoliert, Kontrolliert und Überwacht.
<i>Interventiewaarden</i>	Niederländische Bezeichnung für Interventionswerte
Isolation	Maßnahme zur Verhinderung oder Minimierung der Ausbreitung von Verunreinigungen.

Kalte Immobilisierung	Behandlungstechnik für Baggergut, die die Verunreinigungen im Baggergut dauerhaft bindet, so dass sie keinen Schaden mehr anrichten können. Die Wirkung kann zum Beispiel durch die Verfestigung des Baggerguts (Einkapselung) mittels eines zugefügten Bindemittel erzielt werden.
MZR	Maximal Zulässiges Risiko für den Menschen
Nachsorgephase	Phase der Lebensdauer eines Depots, die nach der Einlagerung und Fertigstellung beginnt.
Oberflächenwasser	Um den Geltungsbereich des Wvo (Einleitungsverbot) möglichst weit zu fassen, wurde der Begriff Oberflächenwasser in den Niederlanden sehr großzügig ausgelegt. "Eine nicht unerhebliche Wassermenge (einschließlich des Gewässerbodens, in dem sich das Wasser zeitweilig befindet), angrenzend an die Erdoberfläche und die Atmosphäre, sofern kein normales Ökosystem im Wasser als Folge einer legalen Nutzung für einen bestimmten Zweck vorhanden ist."
Sanierungsbaggerung	Entnahme verunreinigter Sedimente aus einem Gewässersystem aus ökologischen Gründen.
Schlick	Fraktion der Sedimente kleiner 63 µm (organischer Stoff Ton, Lehm).
Schwebstoffe	Teilchen, die im Wasser schweben, bestehen hauptsächlich aus Tonmineralen und organischen Stoffen.
Standardgehalte	Die im niederländischen Bodenschutzgesetz festgelegten Verunreinigungsgehalte im Sediment / Baggergut, auf deren Grundlage die Verunreinigungs-kategorie von Sediment / Baggergut festgestellt wird (Kategorie 0, 1, 2, 3, 4).
<i>Streefwaarden</i>	Niederländische Bezeichnung für Zielwerte
Subaquatische Unterbringung	Technische Anlage für die ortsfeste, den IKU-Kriterien (Isoliert, Kontrolliert, Überwacht) entsprechende Unterbringung von belastetem Baggergut in Gewässern (entweder Oberflächengewässern oder Grundwasser) zur Minimierung negativer Effekte auf die Umwelt.
<i>Toetsingswaarden</i>	Niederländische Bezeichnung für Prüfwerte
Unterhaltungsbaggerung	Baggararbeiten zur Gewährleistung der Schiffbarkeit.
UVB	Abkürzung für Umweltverträglichkeitsbericht
UVS / UVP	Umweltverträglichkeitsstudie bzw. -prüfung: Teil des Entscheidungsprozess, mit dem die Umweltauswirkungen von Bau, Betrieb und Nachsorge einer Anlage ermittelt werden.

Verbreiten	Umlagern von Baggergut im Gewässer, landwirtschaftliche / landbauliche Verwertung, usw.
Verwertung	Einsatz von behandeltem oder unbehandeltem Baggergut als sekundärer Baustoff.
VOX	Parameter für den Gehalt flüchtiger halogenierten Kohlenwasserstoffe.
Warme Immobilisierung	Behandlungstechnik für Baggergut, die Verunreinigungen durch Erhitzung zerstört, bindet oder austreibt; die Reststoffe können häufig wiederverwendet werden.
Wasserstandsregulierung	Aufhebung des hydraulischen Gefälles durch Regulierung des Wasserstands, um Ein- und Aussickerungen weitmöglichst zu verhindern.
<i>Wet bodembescherming (WBB)</i>	Niederländisches Bodenschutzgesetz
<i>Wet bodembescherming (WM)</i>	Niederländisches Umweltschutzgesetz
<i>Wet verontreinigen Oppervlaktewater (WVO)</i>	Niederländisches Gesetz über die Verschmutzung von Oberflächengewässern
<i>Wet verontreinigenzeewater (WVZ)</i>	Niederländisches Gesetz zum Schutz der Meere

Im Text wird der Begriff **Permeabilität** verwendet, er entspricht dem deutschen Begriff der Durchlässigkeit.

Ebenfalls ist häufig die Rede von **isolierend**, dies entspricht dem deutschen dichtend.

VORWORT

Vielerorts stellen mit Schadstoffen belastete Sedimente ein Umweltproblem dar. Anfang der 80er Jahre wurde deutlich, dass gerade die großen Flüsse erhebliche Schadstofffrachten mit sich führten. Industrie und Kommunen leiteten ihre Abwässer oft ungeklärt oder nur mit unzureichender Abwasserreinigung versehen in die Gewässer ein. Die Flüsse transportieren diese Schadstoffe, die sich über die Fließstrecke zu immer größeren Frachten addieren, in Richtung Meer.

Ein Großteil dieser Verschmutzungen ist an die Schwebstoffe oder Sedimente gebunden, die sich an ruhigen Stellen, wie beispielsweise in Flussmündungen und Ästuaren, absetzt. Von diesem kontaminierten Material auf dem Gewässerboden kann eine Bedrohung für die Umwelt und die menschliche Gesundheit ausgehen, wenn die Schadstoffe in den biologischen Kreislauf eintreten oder sich über das Grundwasser verbreiten. Aus diesen Sünden der Vergangenheit ergibt sich an vielen Stellen in den Niederlanden die Notwendigkeit einer Sanierung, indem die belasteten Sedimente gesichert untergebracht oder auch behandelt werden.

Wenn belastete Sedimente bei der Unterhaltung der Schifffahrtsstraßen und Häfen gebaggert werden, entstehen Probleme für die Unterhaltungspflichtigen. Dies war Mitte der 80er Jahre zum Beispiel der Fall in Rotterdam, wo jährlich annähernd 20 Mio. m³ gebaggert werden müssen. Der Rotterdamer Ansatz zur Lösung dieses Problems war zweifach: Prävention durch Aktionen im Rheineinzugsgebiet zur Beendigung der Schadstoffeinleitungen und Ablagerung schadstoffbelasteter Sedimente im Slufter. Dieses nach wie vor mit 150 m³ Fassungsvermögen größte subaquatische Depot in Europa war die erste Einrichtung dieser Art.

In diesen speziell errichteten Depots werden die Verunreinigungen der Umwelt entzogen und auf kompakte und kontrollierte Weise gelagert. Zur Lösung des Umgangs mit belasteten Sedimenten wurden zwischenzeitlich an etlichen anderen Stellen in den Niederlanden subaquatische Depots errichtet, weitere sind in Planung. Veranlassung ist oft die Sanierung von Gewässern, und nicht allein die Unterhaltung erforderlicher Wassertiefen.

Auch in Hamburg wurde Anfang der 80er Jahre das Problem im Umgang mit belasteten Elbesedimenten erkannt. Hier entwickelte man jedoch aufgrund unterschiedlicher Rahmenbedingungen eine andere Lösung. Das an Land zu entsorgende Baggergut wird verfahrenstechnisch aufbereitet und anschließend verwertet oder in speziell dafür errichteten Schlickhügeln deponiert.

Da aufgrund nicht sicher abzuschätzender Entwicklungen einerseits, nur noch begrenzter Hügelkapazitäten andererseits nicht sicher ist, ob mittel- bis langfristig das Ziel der Umlagerung allen gebaggerten Materials im Gewässer erreicht werden kann, hat der Hamburger Senat 1999 beschlossen, als eine mögliche Option die subaquatische Baggergutunterbringung zu untersuchen.

Als erster Schritt und Grundlage für das weitere Vorgehen sollen für die weiteren Planungen die in den Niederlanden erarbeiteten Erfahrungen aufbereitet werden.

Die Wirtschaftsbehörde Hamburg, Strom- und Hafenbau hat deshalb DEPOTEC den Auftrag erteilt, einen Überblick über die niederländischen Erfahrungen im Umgang mit kontaminiertem Baggergut im Allgemeinen und der Realisierung von subaquatischen Depots im Besonderen zu erstellen.

DEPOTEC ist ein Zusammenschluss von drei renommierten niederländischen Ingenieurbüros:

- DHV Umwelt und Infrastruktur BV
- Ingenieurbüro 'Oranjewoud BV'
- Witteveen + Bos Beratende Ingenieurs BV

DEPOTEC hat seit seiner Gründung im Jahr 1994 zahlreiche Erfahrungen bei Beratung, Planung, Entwurf und Bau der Schaffung von Baggergutdepots gewonnen.

Der Auftrag wird inhaltlich vom AKWA, dem 'Advies- en Kenniscentrum Waterbodems' (Beratungszentrum für Sedimente in den Niederlanden, Rijkswaterstaat) betreut. Darüber hinaus wurden von AKWA sämtliche, bei dieser Inventarisierung verwendete Literatur und Berichte bereitgestellt.

Vorbehalt

Die Studie gibt den aktuellen Stand der Kenntnisse wieder. Auch wenn sie sehr umfangreich und durch Fallbeispiele illustriert wird, kann dennoch nicht jeder Aspekt vollständig beleuchtet werden. Eventuell entstehende Fragen sind in einem weiteren Schritt zu klären.

Bei der Lektüre der Texte ist jeweils zu berücksichtigen, dass die niederländische Terminologie nicht deckungsgleich mit der deutschen ist. Nicht immer wird mit demselben Wort ein vergleichbarer deutscher Begriff beschrieben. Als Hilfsmittel verweisen wir auf das Glossar.

1. EINFÜHRUNG UND ÜBERBLICK ÜBER DEN BERICHT

In diesem Kapitel wird ein Überblick über wesentliche Inhalte der Studie gegeben. Dabei wird auf die Kapitel hingewiesen, in denen ausführliche Darstellungen erfolgen. Im ersten Teil des Berichts werden die Erkenntnisse und Erfahrungen mit Depots beschrieben, der zweite Teil (Anlagen) enthält Hintergrundinformationen und Fallstudien angelegter bzw. geplanter Depots.

1.1 Die Gewässerbodenproblematik in den Niederlanden

In Kapitel 2 werden die Problematik der verunreinigten Sedimente in den Niederlanden, die Inangriffnahme dieser Problematik, Gesetze und Regelungen sowie die Untersuchung und Entwicklung der Maßnahmen für verunreinigtes Baggergut näher beschrieben.

In den siebziger Jahren erreichte die Gewässerverschmutzung in den Niederlanden ihren Höhepunkt. Außer dem Wasser waren vor allem die Schwebstoffe in Rhein, Maas und Schelde betroffen. Die Sedimentation dieser Schwebstoffe auf dem Gewässerboden im niederländischen Delta führte an vielen Stellen zu erheblichen Verunreinigungen. Daraus ergaben sich:

- potentielle Gefahren für die menschlichen Gesundheit (Trinkwasserverschmutzung, Konsum von kontaminiertem Fisch)
- potentielle Gefahren für das Ökosystem (Fischsterben, sauerstoffarmes Wasser)
- Probleme bei Unterhaltungsbaggerungen der Schifffahrtswege (Baggergut war für eine Umlagerung im Gewässer oder die landwirtschaftliche Verwertung zu stark verunreinigt)

Aufgrund der Erkenntnis der Tragweite der Problematik wurde in den siebziger und achtziger Jahren in den Niederlanden eine zweigleisige Politik entwickelt. In erster Linie wurde danach gestrebt, die Verunreinigung einzudämmen (Prävention). Ziel dieser Vorgehensweise ist es, letztendlich eine Qualität der Gewässerböden zu erreichen, die eine Umlagerung oder Verwertung des Bodens ohne weitere Behandlung ermöglicht.

Als zweites sind die verunreinigten Sedimente zu entfernen bzw. zu baggern. Bei einem Teil des anfallenden Baggerguts (= gebaggerte Sedimente) ist die Verunreinigung so erheblich (Klasse 3-4), dass die Umlagerung im Gewässer oder die landwirtschaftliche bzw. landbauliche Verwertung nicht erlaubt ist. Insgesamt handelt es sich dabei um circa 250 Millionen Kubikmeter. Davon wurden in den vergangenen 15 Jahren bereits 80 Millionen Kubikmeter in Depots gelagert oder behandelt. Für die nächsten zehn Jahre wird von einer Menge von 170 Millionen Kubikmeter Baggergut der Klasse 3-4 ausgegangen.

In den Niederlanden wurden bisher rund 10 subaquatische Depots mit einem Depotvolumen von insgesamt 125 Millionen m³ realisiert. Für die kommenden 10 Jahre befinden sich 8 neue Depots mit circa 60 Millionen m³ Depotkapazität in der Planung. Die Behandlung und Verwertung von Baggergut der Klasse 3 und 4 ist zwar technisch möglich, führt jedoch zu operationellen Problemen. Bei einer Verarbeitung in



großem Umfang ergibt sich das Problem der Ablagerung von Restprodukten, die bei der Verarbeitung anfallen. Es wird damit gerechnet, dass höchstens 20 bis 30 % des Materials verwertet werden können. Der größte Teil ist in speziell eingerichteten Depots, entweder an Land oder subaquatisch, unterzubringen.

1.2 Gesetze und Verordnungen

Die wichtigsten Gesetze zur Regelung der Gewässerbodenpolitik in den Niederlanden sind folgende:

- Das Gesetz über die Verschmutzung von Oberflächengewässern (Wvo) enthält Regelungen bezüglich der Süßwasserqualität. Eine auf diesem Gesetz basierende Genehmigung ist zum Beispiel für die Einleitung von Depotwasser oder die Einlagerung von Baggergut in einer Grube erforderlich. Mit diesem Instrument wird auch der Präventionsweg gestaltet.
- Zur Erhaltung der Qualität von Salzwasser dient das Gesetz über Verunreinigungen von Seewasser („Wet Verontreinigen zeewater“ Wvz).
- Das Bodenschutzgesetz (Wbb) über die Sanierung von verunreinigten Sedimenten. Dieses Gesetz besagt, dass die Qualität des Sediments festgestellt werden muss, bevor Baggarbeiten durchgeführt werden dürfen.
- Das Umweltschutzgesetz (Wm) über die Unterbringung von Baggergut an Land und eventuelle Lärmbelästigung beim Betrieb der Anlage.

1.3 Neuere Entwicklungen

Neuere Entwicklungen in den Niederlanden sind eine politisch stärker geforderte Verwertung von Baggergut, deren höhere Kosten bei festem Finanzrahmen allerdings der Sanierung möglichst großer Sedimentmengen entgegenstehen, sowie die Berücksichtigung europäischer Vorgaben für die Deponierung von Abfällen.

1.4 Grundgedanken der Unterbringung von Baggergut in subaquatischen Depots

In Kapitel 3 werden mögliche Emissionen aus dem Unterwasserdepot sowie andere Auswirkungen auf die Umwelt beschrieben. Wie können sich Verschmutzungen aus dem Depot verteilen, auf welche Weise bzw. mit welchen Maßnahmen können diese Emissionen auf ein Mindestmaß reduziert werden?

Aus folgenden Gründen bilden subaquatische Depots eine praktische und sinnvolle Lösung für die Gewässerbodenproblematik in den Niederlanden:

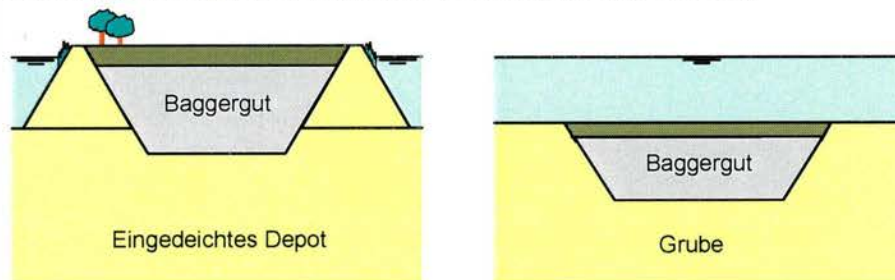
- die subaquatische Unterbringung ist eine umweltfreundliche und dauerhafte Lösung
- subaquatische Depots sind technisch gut realisierbar
- es liegen zahlreiche Erfahrungen mit der Planung subaquatischer Depots vor
- die Unterbringung in subaquatischen Depots ist preiswerter als die Verwertung

Bei subaquatischen Depots sind zwei Hauptarten zu unterscheiden: offene Depots und Inseldepots mit einem Ringdeich (s. Textbox). Bei den meisten Baggergutdepots in den Niederlanden handelt es sich um ausgebagberte oder natürliche, eventuell durch einen Ringdeich vom Oberflächenwasser abgetrennte, Anlagen.

Grundtypen subaquatischer Depots

Bei subaquatischen Depots sind zwei Hauptarten zu unterscheiden: offene Depots und Inseldepots mit einem Ringdeich (siehe Abbildung 2-3). In den Niederlanden handelt es sich bei den meisten Baggergutdepots um subaquatische ausgebagberte oder natürliche, eventuell durch einen Ringdeich vom Oberflächenwasser getrennte Anlagen

Abbildung 1-1: Hauptarten subaquatischer Depots (endgültige Situation)



Die Durchmesser der Depots liegen zwischen 500 Metern und 3 Kilometern. Die Deichhöhe der Inseldepots variiert von 3 bis 25 m über dem Wasserspiegel, die Depottiefe ist 5 bis 50 Meter unter der Gewässerbodenfläche.

Bei der Unterbringung verunreinigten Baggerguts in einem Depot wird eine die Umwelt bedrohende Schadstoffmenge festgelegt. Die Lagerung von Baggergut in einem Depot ist kontrollierbar und beherrschbar, die Emission von Verunreinigungen ist minimal. Durch die Art und Weise der Lagerung kommen im Hinblick auf den Umweltschutz große Vorteile zum Tragen:

- mittels kompakter Lagerung findet eine Konzentration von Verunreinigungen statt, so dass deren Verbreitung stark reduziert und gut kontrolliert und beeinflusst werden kann;
- die Mobilität vieler Verunreinigungen im Baggergut ist unter Wasser geringer als bei einer Lagerung über Wasser bzw. an Land: Unter Wasser herrschen anoxische Verhältnisse (niedriges Redoxpotential). Im allgemeinen schlagen sich dabei Metalle als schlecht löslichen Salzen nieder (Sulfide).

Es ist nicht auszuschließen, dass trotz der positiven dichtenden Eigenschaften eines Depots Verunreinigungen ins Grund- oder Oberflächenwasser geraten können. Die niederländische Philosophie bei der Begrenzung von Emissionen ist es, die Depotmerkmale, wie Standort, Form, Abmessungen, Isolationseigenschaften etc., auf den Grad der Verunreinigung des eingelagerten Baggerguts abzustimmen. Mit Hilfe von Modellberechnungen wird von Fall zu Fall festgelegt, ob weitere isolierende Maßnahmen zu ergreifen sind. Ein Depot kann auf diese Weise 'auf Maß' für die Lagerung verschiedener Baggergutqualitäten angelegt werden.

Bei der Minimierung der Emissionen in das Grund- und Oberflächenwasser wird vom so genannten ALARA-Prinzip ausgegangen, das bedeutet 'so gering wie angemessen erreichbar' (**A**s **L**ow **A**s **R**easonably **A**chievable, siehe Textbox).

As Low As Reasonably Achievable (ALARA)

Die Ergreifung von Maßnahmen, die angemessener Weise zur Vermeidung negativer Folgen durch den Betrieb des Depots (unter anderem Emissionen in das Grund- und Oberflächenwasser) gefordert werden können. Beispiele für solche Maßnahmen sind das Anbringen von Isolationseinrichtungen (wie Tonschichten auf dem Depotboden und die Vermeidung von Infiltration von Depotwasser in den Untergrund durch Wasserspiegelüberwachung) sowie die Verwendung umweltfreundlicher Einleitungsverfahren, bei denen ein möglichst geringer Baggergutverlust auftritt. In der Umweltverträglichkeitsstudie sind vernünftigerweise die Effektivität einer Maßnahme und die Zusatzkosten dieser Maßnahme gegeneinander abzuwägen.

Im Sinne der Begrenzung der Emissionen in das Grundwasser wurde diese Philosophie in Vorschriften umgesetzt, die in den politischen Standpunkt zur Entsorgung von Baggergut (Beleidsstandpunt Verwijdering Baggerspecie) [Tweede Kamer der Staten-Generaal, 1994] Eingang gefunden haben. Diese Vorschriften sind in Kapitel 3.1.2 beschrieben.

Die Anordnung in Bezug auf den Umgang mit verunreinigtem Baggergut in den Niederlanden geht weiter als die allgemein gefassten Niederländischen Abfallrichtlinien. Die Depotmerkmale werden mittels Zielvorschriften für die Emission in die Umgebung an die Verschmutzungsgehalte des Baggerguts angepasst.

Auch mit der *Wvo-Genoegzaamheid* kann die Versickerung von Verunreinigungen ins Oberflächenwasser beschränkt werden. In dieser Genehmigung werden Anforderungen an die Qualität des einzuleitenden Wassers gestellt; dies betrifft also die Qualität des Wassers über einem Grubendepot.

Für die Ermittlung möglicher Emissionen aus subaquatischen Depots stehen umfangreiche Erfahrungen und mathematische Modelle zur Verfügung. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse können in Abhängigkeit vom Standort, dem eingelagerten Material, gestellten Anforderungen etc. Minderungsmaßnahmen vorgenommen werden. Dazu gehören der Einbau des Materials selber, die Dichtung des Depots, ein hydrogeologisches Isolationssystem beim Überschreiten bestimmter Werte im Grundwasser, etc.

Auch die Ermittlung anderer Umweltauswirkungen, wie z.B. die Auswirkungen auf Flora und Vegetation, sind im Rahmen der Umweltverträglichkeitsuntersuchung zu ermitteln.

1.5 Technische Aspekte

Technische Aspekte im Hinblick auf Bau, Betrieb, Verwaltung und Nachbereitung eines Unterwasserdepots werden in Kapitel 4 dargestellt.

Neben den beiden Haupttypen subaquatischer Depots gibt es diverse Unter- und Zwischenformen. Je nach spezifischen Anforderungen sind die Rahmenbedingungen für die Suche nach einem geeigneten Standort zu formulieren.

Bei der Anlage eines Depots kommt es zu verschiedenen Prozessen, wie Konsolidierung des Material, Gasbildung, Anfall von Abwasser etc. Für Ausführung und Betrieb eines Depots werden Hinweise gegeben. Weiter erfolgen Ausführungen über Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen und Kosten. Im Mittel kann von etwa € 13 / m³ eingebautes Baggergut in ein Depot ausgegangen werden.

1.6 Planungsprozess

Kapitel 5 werden Erfahrungen im Planungsprozess für Depots in den Niederlanden dargestellt.

In den Niederlanden hat man eine Menge Erfahrungen bei der Realisierung großformatiger Eingriffe in die Landschaftsstruktur gewonnen, darunter die Realisierung einer Reihe groß angelegter Depots. Es hat sich gezeigt, dass der gesamte Planungsverlauf in den Niederlanden einen Zeitraum von fünf bis zehn Jahren in Anspruch nehmen kann. Wichtige Aspekte, die bei der Realisierung zu beachten sind, sind hierbei:

- ein sorgfältiger Entscheidungsprozess (gesetzlich vorgeschrieben)
- eine sorgfältige Umweltverträglichkeitsstudie zur Feststellung möglicher Auswirkungen auf das Umfeld (gesetzlich vorgeschrieben)
- eine offene Kommunikation und rechtzeitige Beteiligung Betroffener am Planungsprozess (nicht gesetzlich vorgeschrieben)
- eine sorgfältig umgesetzte Mitspracheregulung, wobei Betroffenen die Gelegenheit geboten wird, ihre Bedenken gegen den Plan anzumelden (im Gesetz festgelegt)

1.7 Baggergutdepots in den Niederlanden

In Kapitel 6 ist eine Übersicht in den Niederlanden. eingerichteter Depots für die Lagerung von Baggergut wiedergeben. Die Hintergründe dieser Beispiele werden in den Anlagen dargestellt.

Die Depots sind in den letzten 40 Jahren angelegt worden, für die Zukunft bestehen weitere Planungen. Die Kapazität reicht von ca. 1 Mio. bis 150 Mio. Kubikmeter. Die Grundtypen sind etwa je zur Hälfte Gruben- bzw. eingedeichte Depots.

2. POLITIK

Dieses Kapitel beschreibt die Problematik der verunreinigten Sedimente in den Niederlanden, die Inangriffnahme dieser Problematik, Gesetze und Regelungen sowie die Untersuchung und Entwicklung der Maßnahmen für verunreinigtes Baggergut.

2.1 Die Sedimentproblematik in den Niederlanden

Die Gewässerverschmutzung erreichte in den siebziger Jahren ihren Höhepunkt. Außer dem Wasser waren vor allem die Schwebstoffe im Rhein, in der Maas und in der Schelde ernsthaft verunreinigt. Die Sedimentierung dieser Schwebstoffe auf dem Gewässerboden in dem Niederländischen Delta führte zu erheblichen Verunreinigungen an vielen Stellen [Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1989/1998].

Das Problem der verschmutzten Sedimente wurde in den achtziger Jahren erkannt. Die Politik kam zu der Einsicht, dass

- die Beseitigung der verunreinigten Sedimente wegen der Gefahr für die Gesundheit und die Natur unumgänglich war und
- dabei gewaltige Mengen an verunreinigtem Baggergut anfallen würden.

2.1.1 Beseitigung verunreinigter Sedimente notwendig

Die verunreinigten Sedimente bilden in mehrerer Hinsicht ein Problem. Grundsätzlich lassen sich die Probleme unterteilen in Gefahr für die Gesundheit der Bevölkerung, Umweltauswirkungen, Probleme für die Schifffahrt und Probleme bei sonstigen Baggararbeiten (u.a. bei Landschaftsentwicklungsprojekten und Infrastruktur).

- Gefahr für die Gesundheit
Die Gesundheit des Menschen kann auf verschiedene Art und Weise durch verunreinigte Sedimente in Gefahr kommen, zum Beispiel durch direkten Kontakt mit den Sedimenten, das Verschlucken von verunreinigtem Sediment, den Konsum von kontaminiertem Wasser oder Fisch.
- Auswirkungen auf Flora und Fauna
Verunreinigte Sedimente können das Oberflächenwasser und das Grundwasser verschmutzen und den ökologischen Zusammenhang des Wassersystems stören, zum Beispiel durch höhere Verunreinigungsgehalte in Mikroorganismen (demzufolge Unfähigkeit zur Fortpflanzung, Fehlbildungen bei Tierchen/Insekten) und Bioakkumulation in größeren Wassertieren durch die Ernährung mit kontaminiertem Fisch und Insekten.
- Gefahr der Ausbreitung von Verunreinigungen.
Die verunreinigten Sedimente können eine fast dauerhafte diffuse Quelle bilden, von der aus die Verunreinigungen sowohl in das Oberflächen- als auch in das Grundwasser gelangen und sich dort ausbreiten. Nach neuesten Erkenntnissen ist die Mobilität der Verunreinigungen jedoch geringer als angenommen. Eine Beschreibung der Mobilität von Stoffen erfolgt in Kapitel 3.

- Probleme für Schifffahrt und Wasserableitung.
Bei der Aufrechterhaltung der für den Schiffsverkehr notwendigen Wassertiefen (Schifffahrtsfunktion) und der Verbesserung von Gewässern zur Zu- und Ableitung von Wasser (Ableitungsfunktion) wird verunreinigtes Sediment ausgehoben. Dieses verunreinigte Baggergut muss entweder in einem Depot sicher untergebracht oder aber gereinigt werden. Früher wurde Baggergut zum Beispiel zu Aufschüttungszwecken oder zur Bodenverbesserung verwendet oder an geeigneten Stellen ins Wasser zurückgeschüttet. Bei sauberem Baggergut ist das noch immer der Fall und auch bei leicht verunreinigtem Baggergut (höchstens Verunreinigungsstufe 2) ist dies unter Einhaltung bestimmter Bedingungen zulässig.
- Beschränkung bei Funktionen wie Erholung, Landschaftsentwicklung, Infrastrukturarbeiten usw.
Außer aus Gründen der Umweltauswirkungen und der Probleme für die Schifffahrt sind aus folgenden Gründen Baggerarbeiten erforderlich:
 - Arbeiten im Rahmen des Programms 'Raum für den Fluss' zur besseren Beherrschung der Gefahren durch Hochwasser
 - Landschaftsentwicklungsprojekte
 - Infrastrukturarbeiten wie Verfüllungen, Deichverstärkungen, Tunnelbau usw.
 - die Verbreiterung und Vertiefung von Fahrrinnen

Auch hier ist oft von erheblich verunreinigten Sedimenten die Rede und bildet das ausgehobene Baggergut ein dringendes Unterbringungsproblem.

2.1.2 Umfang der Problematik

Kürzlich durchgeführte Ermittlungen ergaben, dass ein größeres Angebot an Baggergut ansteht als erwartet. Die neuen Ergebnisse basieren auf einer besseren Inventarisierung des zur Instandhaltung auszuhebenden Schlammes und einem besseren Einblick in ausstehende Baggerarbeiten in städtischen Gewässern. Bis 2010 fallen zirka 400 Million Kubikmeter Baggergut an (Süßwasser- und Meerwassersedimente); etwa 90 Millionen davon sind so verunreinigt, dass Umlagerung nicht möglich ist. Mehr als die Hälfte ist Baggergut, das aus Umweltgründen entsorgt werden muss.

Der größte Teil dieses verunreinigten Baggerguts ist Eigentum der niederländischen Wasserbehörde (34%) und der obersten niederländischen Straßen- und Wasserbaubehörde Rijkswaterstaat (36%). Der Rest (30%) des Baggerguts stammt von Provinzen, Städten und Industrie [Rijkswaterstaat, AKWA, 2001]. In Kapitel 2.4.5 werden die anfallenden Mengen näher erläutert.

2.2 Lösung der Sedimentproblematik ist praktisch und dauerhaft

Die Erkenntnis der Bedeutung und des Ausmaßes der Sedimentproblematik hat zu einer Normierung der Qualität von Baggergut und zu einer zweigleisigen Strategie zur Inangriffnahme dieser Problematik geführt: Prävention und Beseitigung der verunreinigten Sedimente.

2.2.1 Praktische Normierung zur Bewertung von Baggergut

Aufgrund der Erkenntnis, dass nicht alles Baggergut gleich verunreinigt ist, wurde 1982 eine praktische, leicht anzuwendende Klassifizierung eingeführt, die den Verunreinigungsgehalt so gut wie möglich wiedergibt (Klassen 0 bis 4). Die Güte des Baggerguts wird anhand eines Vergleichs des Gesamtgehalts an Verunreinigungen mit Standardgehalten bestimmt. Je nach der 'meistverfügbaren Verunreinigung' wird das Baggergut einer der fünf Kategorien zugeordnet. Liegen alle Verschmutzungsgehalte unter dem festgesetzten Zielwert, dann ist das Baggergut nicht verunreinigt und fällt unter Klasse 0 (siehe Abbildung 2-1).

Abbildung 2-1: Klassifizierung von Baggergut in den Niederlanden (Begriffe: siehe Glossar)

Klasse 4	interventiewaarden	Ablagern/Behandlung/Verwertung
Klasse 3	toetsingswaarden	
Klasse 2	grenswaarden	Umlagern im Gewässer/ landbauliche-/landwirtschaftliche Verwertung unter Bedingungen
Klasse 1	streefwaarden	
Klasse 0		keine Anforderungen

Die in den Niederlanden geltenden Zielwerte (*streefwaarden*), Grenzwerte (*grenswaarden*), Prüfwerte (*toetsingswaarden*) und Interventionswerte (*interventiewaarden*) sind in Anlage 1 (Normen) wiedergegeben.

Klasse 0 ist sauberes Sediment, das jedoch geringe Mengen Schwermetall und PAKs enthalten kann. Sediment der Klassen 1 und 2 ist leicht verschmutzt, eine Umlagerung dieses Sediments ist jedoch zulässig. Sediment der Klasse 3 hat einen noch höheren Verschmutzungsgrad und darf wegen möglicher gesundheitlicher und anderer Umweltauswirkungen nicht umgelagert werden. Das in Klasse 4 eingestufte Sediment ist dermaßen verunreinigt, dass im Bodenschutzgesetz festgelegt wurde, dass Sanierung unvermeidlich ist. Bei diesem Verschmutzungsgrad ist eine Gefährdung der Gesundheit und des Lebens im und auf dem Wasser äußerst wahrscheinlich.

2.2.2 Entscheidung für dauerhafte Lösung durch zweigleisige Strategie

Ende der achtziger Jahre wurde in den Niederlanden eine zweigleisige Politik für eine dauerhafte Lösung des verunreinigten Baggerguts entwickelt. Dabei wurde in erster Linie danach gestrebt, die Verunreinigung einzudämmen (Prävention). Ziel

dieser ersten Vorgehensweise ist es, letztendlich eine Qualität der Sedimente zu erzielen, die so gut ist, dass sie ohne weitere Behandlung umgelagert oder wiederverwendet werden können.

Als zweites wurden Maßnahmen zur Sanierung der verschmutzten Ufer und Gewässerböden getroffen.

Die Basis dieser Inangriffnahme wurde in der Dritten Wasserhaushaltsnota von 1989 festgelegt (siehe auch Textkasten „Vorgeschichte der niederländische Sedimentpolitik“). Das Programm wurde ausgearbeitet in Strategien und Zielen für die Gewässer- und Gewässerbodenverwaltung wie beschrieben im Politischen Standpunkt zur Entsorgung von Baggergut [BvB, Tweede Kamer, 1994] sowie in der Vierten Wasserhaushaltsnota [NW4, Ministerie van V&W, 1998]. Die Grundlinien dieser Strategien wurden nach den folgenden Prioritäten festgelegt:

- 1.) Prävention;
- 2.) Entfernen und Baggern der verunreinigten Sedimentschicht
 - Bedingte Umlagerung im Gewässer / bedingte landbauliche *Verwertung*
 - Verwertung (direkt oder nach Behandlung)
 - Ablagerung in Depots

In Abbildung 2-2 ist diese Strategie schematisch dargestellt.

Vorgeschichte der niederländische Sedimentpolitik

In der Dritten Wasserhaushaltsnote [NW3, Ministerie van V&W, 1989] wurde die Gewässerbodenverschmutzung als wichtiges Problem anerkannt, insbesondere weil Instandhaltungsbaggerarbeiten in Fahrrinnen und Häfen dadurch beeinträchtigt wurden. Als Lösung des Problems des verunreinigten Baggerguts wurde die Einrichtung fünf großer Einlagerungsdepots (u.a. im Ketelmeer und im Hollandsch Diep) angetragen. Darüber hinaus wurde die Entwicklung umweltfreundlicher Bagger- und Entsorgungstechniken stimuliert. 1994 wurde eine weitere Kursvorlage erstellt: die Evaluationsnote Wasser [ENW, Ministerie van V&W, 1994]. Auch wurde 1994 ein spezifischer Kurs zur Entsorgung von verunreinigtem Baggergut festgelegt: der politische Standpunkt zur Entsorgung von Baggergut [BVB, Tweede Kamer, 1994]. Dieses Schriftstück enthält unter anderem Richtlinien der Einrichtung und Verwaltung von Absatzdepots.

1998 wurde die Vierte Wasserhaushaltsnote [NW4, Ministerie van V&W, 1998] vorgelegt. Die Problematik der verschmutzten Gewässerböden wird momentan gemäß den in der NW4 und im BVB festgehaltenen Strategien und Zielsetzungen in Angriff genommen (siehe www.waterland.net/nw4/deutsch und www.vrom.nl/milieu/bodembouwstoffenbesluit und Anlage 3).

Abbildung 2-2: Niederländische Gewässerbodenpolitik (Begriffe: siehe Glossar)

Prävention

Das Problem der verschmutzten Sedimente muss in erster Linie durch Prävention (siehe auch Kapitel 2.3) in Angriff genommen werden. Die Gewässerbodenpolitik strebt nach einer solchen Abnahme der Einleitung von Verschmutzungen, dass ab 2010 nur noch sauberes Sediment (Klasse 0 bis 1) auf dem Gewässerboden abgesetzt wird. In diesem Fall entsprechen die Stoffgehalte im Sediment den Zielwerten (Abbildung 2-1).

U.a. auf der Grundlage internationaler Vereinbarungen (Rhein-Aktionsplan, Nordsee-Aktionsplan) wurden auf Regierungsebene Reduzierungszielsetzungen für wasserbelastende Verschmutzungsquellen in Höhe eines 70-90%igen Rückgangs gegenüber dem Niveau von 1995 formuliert. Diese Werte sollten 1995, und für einige Stoffe später, umgesetzt worden sein. Im Bereich der Industrie ist dies zum größten Teil auch geschehen. Anders sieht es jedoch bei diffusen Quellen wie Schifffahrt, Straßenverkehr, Landwirtschaft, Niederschläge aus der Luft usw. aus. Hierfür wurden ergänzende Maßnahmen formuliert, da die Zielsetzungen für 1995 nicht erreicht worden sind. U.a. aus diesem Grund werden auch die anvisierten Grenzwerte für die Gewässer- und Bodenqualität im Jahr 2000 nicht realisiert.

Umlagern von Baggergut der Klasse 1-2 (Boxen 1 und 2 in Abbildung 2-2)

Die niederländische Politik hatte sich zum Ziel gesetzt, dass im Jahre 2000 kein Baggergut der Klasse 1-2 mehr umgelagert werden sollte (Politischer Standpunkt zur Entsorgung von Baggergut [BvB, Tweede Kamer, 1994]. Dieses Ziel konnte jedoch nicht realisiert werden. Immer noch liegt der Grad der Verunreinigung neu angeführten Sediments weit über dem Zielwert (*streefwaarde*). Demzufolge ist die Zielsetzung erneut zu überdenken. Solange schließlich noch Baggergut der Klasse 2 vorhanden ist, ist es vom Umweltstandpunkt aus betrachtet nicht empfehlenswert, diese Klasse aus dem System zu nehmen. Das Verbot, Klasse 2 im Wasser umzulagern oder landbaulich/landwirtschaftlich zu verwerten, ist bis zum 1. Januar 2003 aufgeschoben worden. In Erwartung einer besseren Untermauerung der weiteren Nuancierung der Verteilungskriterien gelten die jetzigen Kriterien für die

Umlagerung (Prüfwert, Gehaltprüfung) im Wasser vorläufig weiterhin. Eingehendere Untersuchungen sollen zeigen, welchen Anforderungen Baggergut bei der Umlagerung entsprechen muss, um sowohl Kurz- als auch Langzeitauswirkungen auf die Wasserumwelt auszuschließen.

Daraus entstehende Änderungen des Umlagerungsprogramms könnten wegen der gewaltigen Mengen gravierende Folgen haben. Man erwartet, dass in den nächsten 10 Jahren circa 310 Millionen m³ Baggergut der Klasse 1-2 anfallen, wovon etwa ein Drittel aus Süßwasser- und zwei Drittel aus Salzwasserbaggergut besteht [Rijkswaterstaat, AKWA, 2001].

Die Möglichkeit der landwirtschaftlichen oder landbaulichen Verwertung ist wegen des zu geringen verfügbaren Raumes und der geringen Akzeptanz der Gefahren begrenzt. Salzhaltiges sauberes bzw. leicht verunreinigtes Baggergut darf im Meer untergebracht werden.

Behandlung und Verwertung von Baggergut der Klasse 3-4 (Box 3 in Abbildung 2-2)

Die Umlagerung von Baggergut der Klassen 3 und 4 ist aus Gründen des Naturschutzes nicht vertretbar. Baggergut dieser Qualität muss behandelt und eventuell verwertet werden. Unter Behandlung ist zu verstehen das Abscheiden, Reinigen und Immobilisieren mit dem Ziel, ein verwertbares Produkt zu erhalten. Der bei der Behandlung von Baggergut verfolgte Kurs sieht folgendermaßen aus:

- Das politische Behandlungsziel liegt bei 20% einschließlich der ‚Verwendung‘, worunter auch die ‚Verwendung ohne vorherige Behandlung‘ zu verstehen ist.
- Die Wiederverwendung wird durch Subventionen der Regierung gefördert (circa 140 Millionen DM in den nächsten 5 Jahren);
- Die Anwendung von Behandlungstechniken wie Landfarming/Reifung, Sandtrennung durch Absetzbecken und kalte Immobilisierung;
- Die Anwendung weiterführender Behandlungstechniken wie Wärmeimmobilisierung wird untersucht;
- Die technischen und logistischen Möglichkeiten einer Kombination der Unterbringung in Depots und der Wiederverwendung werden eingehend untersucht.

Das Problem bei der Behandlung von Baggergut liegt einerseits in der begrenzten Möglichkeit, Reststoffe abzusetzen und andererseits darin, dass Baggergut nur begrenzt für die Verwertung geeignet ist. Die Absetzung von Reststoffen wird durch das Image („verschmutztes Baggergut“), durch den Niederländischen Baustoffbeschluss (erlaubt die Unterbringung nicht immer) und durch die verhältnismäßig schlechte bautechnische Qualität der Reststoffe erschwert [Rijkswaterstaat AKWA, 2000].

Ob das Baggergut für die Verwertung geeignet ist, hängt in den Niederlanden in hohem Maße von seinem Sandgehalt ab. Liegt dieser unter 50%, dann ist die Wiederverwendung eine kostspieligere und weniger effiziente Lösung als Ablagerung in Depots (Box 4 in Abbildung 2-2).

Ablagern von Baggergut in Depots (Box 4 in Abbildung 2-2)

Da die Verwertung von Baggergut der Klassen 3 und 4 sehr kostspielig und die Unterbringung von Reststoffen schwierig ist, wurde bereits 1989 beschlossen, dieses Baggergut in speziell eingerichteten (subaquatischen) Depots unterzubringen (siehe Kapitel 3.1). Bei Unterbringung von stark verunreinigtem Baggergut in einem Depot ist die Gefahr einer Ausbreitung der Verunreinigungen infolge der kompakten Einlagerung wesentlich geringer als wenn die Sedimente auf dem Gewässerboden liegenblieben.

In den Niederlanden wurde eine umfassende landesweite Umweltverträglichkeitsprüfung der Auswirkungen der Unterbringung von Baggergut in groben Depots durchgeführt. Aufgrund der Befunde wurde für die Einrichtung grober Baggergutdepots eine Richtlinie aufgestellt. Diese wurde im „Beleidsstandpunt Verwijdering Baggerspecie“ (BVB, politischer Standpunkt zur Entsorgung von Baggergut) aufgenommen. Grundlage der Richtlinie für Baggergutdepots bildet die Gewähr, dass bei der Einrichtung neuer Absetzdepots in den Niederlanden gleichermaßen Umweltschutzmaßnahmen getroffen werden. Die Richtlinie bezieht sich hauptsächlich auf den Schutz des Grundwassers und enthält keine Vorschriften bezüglich des Oberflächengewässerschutzes, weil dieser in der Gesetzgebung (Wvo: Gesetz über die Verschmutzung von Oberflächengewässern und Wvz: Gesetz über die Verschmutzung von Meerwasser) (siehe den folgenden Abschnitt) ausreichend vorgesehen ist.

Modellberechnungen haben erwiesen, dass sich begrenzte Migrationen von Schadstoffen aus einem Depot in das Grundwasser nicht verhüten lassen. Deshalb wurden nach dem ALARA-Prinzip zulässige Richtwerte für die Auswirkungen in die Richtlinie aufgenommen. Diese zulässige Auswirkung entspricht den im Wbb (Bodenschutzgesetz) festgelegten Zielwerten für die Grundwasserqualität (siehe den folgenden Abschnitt).

Die niederländische Regierung wünscht die Zahl der Absetzdepots in den Niederlanden zu begrenzen. Dabei wird von einer umfassenden, erkennbaren und beherrschbaren Einlagerung bei minimaler Kapazität eines Depots von mehreren Millionen m³ ausgegangen. Vier große Depots sind bestimmt, und zwar De Slufter an der Maasvlakte (150 Millionen m³ Fassungsvermögen), Depot IJsseloog im Ketelmeer (23 Millionen m³ Fassungsvermögen), Depot Hollandsch Diep (30 Millionen m³ Fassungsvermögen) und Depot Koegorspolder in der Provinz Seeland (3 Millionen m³ Fassungsvermögen). Die beiden erstgenannten sind bereits angelegt, die Planung der beiden letztgenannten ist weit fortgeschritten; 2004 - 2005 können diese voraussichtlich in Betrieb genommen werden.

Darüber hinaus wurden noch mehrere kleinere Depots eingerichtet oder sind sie geplant. Sie sollen eine Lösung für lokale Unterbringungsprobleme von Baggergut bieten. Insgesamt wurden in den Niederlanden bisher circa 10 Depots realisiert (insgesamt 125 Millionen m³ Depotkapazität, siehe Abbildung 2-3). Für die kommenden 10 Jahre sind noch 8 neue Depots mit einer Kapazität von circa 60 Million m³ geplant.

**Abbildung 2-3: Übersicht geplante und realisierte Depots in den Niederlanden
[Millionen Kubikmeter Depotinhalt *in-situ*]**



* Slufter Fassungsvermögen ist 150 Millionen m³ statt 90 Millionen m³

2.3 Gesetzgebung für die Durchführung der Sedimentpolitik

In den Niederlanden wurden in den achtziger und neunziger Jahren Gesetzgebung und Vorschriften erstellt für den Umgang mit Baggergut und für die Unterbringung von Baggergut in subaquatischen Depots.

Im Hinblick auf den Umgang mit Baggergut sind in den Niederlanden vier Gesetze von ausschlaggebender Bedeutung:

- 1.) Das Bodenschutzgesetz (Wet bodembescherming, Wbb)
- 2.) Das Gesetz zum Schutz von Oberflächengewässern (Wet verontreinigen oppervlaktewater, Wvo)

3.) Das Gesetz zum Schutz der Meere (Wet verontreinigingen zeewater, Wze)

4.) Das Umweltschutzgesetz (Wet milieubeheer, Wm)

Diese einzelnen Gesetze überschneiden sich in gewissen Bereichen und hängen daher sehr stark miteinander zusammen. So sind beispielsweise die in der Vierte Wasserhaushaltsnote (Vierde Nota Waterhuishouding, NW4) aufgenommenen Zahlenwerte für die Wasser- und Bodenqualität Bestandteil von Wbb und Wvo/Wvz. Werden für bestimmte Projekte Genehmigungen auf Grund dieser gesetzlichen Grundlage benötigt, können diese Genehmigungen übergreifend beantragt werden.

Bodenschutzgesetz (Wbb)

Das Wbb setzt die Kriterien der niederländischen Bodenschutzpolitik um. Primäres Ziel dieser Politik ist der Schutz der Boden- und Grundwasserqualität, die zukünftig an jedem Ort den in Kapitel 2.2.1 genannten Zielwerten (*streefwaarden*) zu entsprechen hat. Der Gewässerboden ist als Boden unter dem Oberflächenwasser (die Definition des Oberflächenwassers findet sich im Wvo) definiert. Zur Qualitätsbeurteilung von Boden und Gewässerboden gibt das Gesetz entsprechende Zahlenwerte als Rahmen. Sie sind in Anlage 2 (Tabelle 1) aufgeführt.

Im Allgemeinen ist die Verbringung von Abfällen in oder auf Böden laut Wbb verboten.

Auf die Einrichtung von Depots findet der „Stortbesluit Bodembescherming“ (Abfallentsorgungs- und Bodenschutzbeschluss) Anwendung. Von dem Grundsatz ausgehend, dass die Ablagerung von Abfall auf oder im Boden nicht zulässig ist, enthält dieser Beschluss Anforderungen bezüglich der Einrichtung von Deponien für anderen Abfall als Baggergut. Der Abfallentsorgungsbeschluss besagt, welche spezifischen Isolationsmaßnahmen getroffen werden müssen (Mittelvorschriften).

In der Richtlinie für Baggergutdepots wird von Zielvorschriften ausgegangen. Auf diese Weise kann der Initiator der Einrichtung eines Depots selbst entscheiden, welche Isolationsmaßnahmen er trifft und dabei die ortsspezifischen Verhältnisse beachten, neu entwickelte Techniken nutzen sowie die besonderen Eigenschaften des einzulagernden Baggerguts berücksichtigen. Die Auswirkungen auf das Grundwasser gelten als zulässig, wenn die Konzentrationen im Porenwasser des Depots den für das Grundwasser geltenden Sollwerten entsprechen, wenn die aus dem Depot austretenden Schadstofffrachten die festgelegten zulässigen Werte unterschreiten oder wenn die Auswirkungen auf ein geringeres als das zulässige Einflussgebiet beschränkt bleiben (siehe Abschnitt 3). Diese Richtlinien sind auch im Baustoffbeschluss enthalten.

Die Nutzung von Boden bzw. Gewässerboden als sekundärer Baustoff fällt unter den Baustoffbeschluss (Ministerium für Wohnungswesen, Raumordnung und Umweltschutz, 2000), der Bestandteil des Wbb ist. Die Nutzung solcher Baustoffe (Verwertung) ist dann erlaubt, wenn die für Schwermetalle definierte marginale Bodenbelastung (Emission/Immission) nicht überschritten wird (siehe Anlage 3: Baustoffbeschluss). Außerdem werden Anforderungen an die im Baustoff vorhandenen Schadstoffgesamtkonzentrationen gestellt. Die im Baustoffbeschluss für Schwermetalle definierte marginale Bodenbelastung (g/Fläche/Jahr) ist höher angesetzt als die für die selben Metalle definierte zulässige Fracht (g/ha/Jahr). Somit sind die Richtlinien für Depots als streng zu bezeichnen.



Regelungen für verunreinigte Sedimente

Die Regelungen für verunreinigte Sedimente sind im Bodenschutzgesetz (Wbb) enthalten. Nach diesem Gesetz muss die Qualität der Sedimente ermittelt werden, bevor mit den Baggerarbeiten begonnen werden darf. Der Umgang mit dem Baggergut hängt von seiner Qualität ab und wird in dem Politischen Standpunkt zur Entsorgung von Baggergut [Tweede Kamer der Staten-Generaal] beschrieben.

Ergibt die Untersuchung, dass die Verunreinigung der Sedimente über einen bestimmten Grenzwert hinausgeht (*toetsingswaarde*, siehe Abbildung 2-1), dann muss aufgrund des Wbb ermittelt werden, ob und inwiefern unannehmbare Risiken vorhanden sind. Sind Risiken vorhanden, dann werden die verunreinigten Sedimente als gefährlich verunreinigt registriert. In solchen Fällen muss aufgrund des Wbb saniert werden. Dazu ist eine Genehmigung erforderlich und ist ein Sanierungsplan zu erstellen.

Gesetz zum Schutz von Oberflächengewässern bzw. der Meere (Wvo bzw. Wvz)

Diese beiden Gesetze stecken den Rahmen der niederländischen Wasserqualitätspolitik ab. Hauptziel ist eine Verbesserung und Schutz der Wasserqualität. In diesem Zusammenhang gilt ein allgemeines Einleitungsverbot in das Oberflächenwasser, wenn keine Genehmigung vorliegt. Für Einleitungen bedarf es demnach einer ausdrücklichen Genehmigung.

Um den Geltungsbereich des Wvo (Einleitungsverbot) möglichst weit zu fassen, wurde der Begriff Oberflächenwasser sehr großzügig ausgelegt.

“Eine nicht unerhebliche Wassermenge (einschließlich des Gewässerbodens, in dem sich das Wasser zeitweilig befindet), angrenzend an die Erdoberfläche und die Atmosphäre, sofern kein normales Ökosystem im Wasser als Folge einer legalen Nutzung für einen bestimmten Zweck vorhanden ist (z.B. Depot IJsselooij)”

Mit dieser Definition ist im Prinzip auch der Unterschied zwischen Land- und Gewässerböden aus dem Wbb umschrieben.

Durch die Sanierung der Verunreinigungsquellen aufgrund des Wvo/Wvz wird die erneute Verschmutzung der Sedimente verhindert. Da die natürliche Qualität der neu antransportierten Sedimente jedoch noch nicht den Zielwerten (*streefwaarden*) entspricht, hat man beschlossen, dass die Umlagerung von Baggergut, das maximal dem Prüfwert (Klasse 1-2) entspricht, vorläufig zulässig ist. Für die Unterbringung von Baggergut in Oberflächengewässern/Meerwasser ist allerdings immer eine Genehmigung erforderlich (Wvo/Wvz).

Es bedarf dann auch der Sanierungsbaggerarbeiten auf Grund des WvO, wenn dies aus wasserqualitätsbezogenen Gründen notwendig sein sollte. Für die Verteilung salzhaltigen Baggerguts im Meer ist eine „Gehaltsprüfung“ durchzuführen (siehe Anlage 1: Normen) [NW4, 1998].

Umweltschutzgesetz (Wm)

Das Wm ist ursprünglich ein Rahmengesetz, das mit den Allgemeinen Verwaltungsmaßnahmen (Algemene Maatregelen van Bestuur, a.m.v.b) inhaltlich gefüllt werden kann. Zahlreiche der europäischen Direktiven werden in die niederländische Gesetzgebung durch eine Aufnahme in das Wm implementiert. Dies gilt beispielsweise für die Regelung im Hinblick auf Abfälle.

Für Baggergut der Kategorien 0, 1 und 2 wurde jedoch im "Freistellungsbeschluss Deponierung außerhalb der Anlage" eine Ausnahme gemacht. Es ist demnach möglich, diese Baggergutklassen entlang oder in (mit Wvo-Genehmigung) Wasserabflüssen zu verteilen.

All das, von dem wir uns entledigen möchten, bezeichnet man als Abfall. Demnach wird auch Baggergut, das wir deponieren möchten (in verunreinigter Form oder nicht), nach dem niederländischen Gesetz als Abfall angesehen. Abfälle dürfen nicht auf oder in den Boden eingebracht werden, sondern sind in dafür geeigneten Anlagen zu lagern (Anlagenbeschluss - Inrichtingenbesluit). Zur Deponierung von Baggergut in solchen Anlagen (groß angelegte Baggergutdepots) wurde eine Richtlinie erstellt, die in den Planungsstandpunkt zur Verwertung von Baggergut [Beleidsstandpunt verwijdering baggerspecie, BvB, 1994] Eingang gefunden hat. Die im BvB beschriebene Richtlinie basiert u.a. auf einer überregionalen Umweltverträglichkeitsstudie zur Lagerung von Baggergut [MER berging baggerspecie, 1993] und wird in Kapitel 3 beschrieben.

Die Klassen 3 und 4 werden als gewerbliche Abfälle angesehen und sind in speziell dafür vorgesehene Anlagen zu verbringen (laut Richtlinie aus dem BvB). Anlagen mit einem Füllvolumen von mehr als 500.000 m³ müssen auf Grund des Wm ein Umweltverträglichkeitsverfahren durchlaufen (Beschluss UVP).

Auch der "Anweisungsbeschluss gefährliche Abfälle" (Besluit Aanwijzing Gevaarlijk Afval, BAGA) ist ein Bestandteil des Wm. Auf Grund der in diesem Beschluss genannten Gesamtkonzentrationen kann Baggergut als gefährlicher Abfall klassifiziert werden. Zurzeit wird der Beschluss auf EU-Ebene angepasst.

Die EU-Deponierichtlinie 1999/31/EG findet ebenfalls Aufnahme in das Wm. Für den spezifischen Abfall Baggergut jedoch wurde eine gesonderte Richtlinie (für Hintergrundinformation siehe www.minvrom.nl/bodem/bodemactueel) erstellt, die an die im Planungsstandpunkt Verwertung Baggergut aufgenommene Richtlinie anknüpft.

2.4 Neue Entwicklungen auf dem Gebiet der Politik und Untersuchung

2.4.1 Schadstoffbewertung von Baggergut wird möglicherweise verändert

Die jetzige Klasseneinteilung (1 bis 4) für verunreinigte Sedimente, wobei die Grenzen der Klassen für jeden Stoff als Totalgehalte angegeben sind [mg/kg trockenes Sediment], stehen kaum im Verhältnis zu den ökotoxikologischen Auswirkungen.

Zurzeit wird die Frage untersucht, ob und auf welche Weise die Kategoriengrenzen bei verunreinigtem Baggergut an die ökotoxikologischen Auswirkungen (unter anderem auf der Grundlage von Bio-Tests) angepasst werden müssen.

2.4.2 Einlagerung von Baggergut in Gruben („Open pits“) möglich

Aufgrund des Gesetzes über die Verschmutzung von Oberflächengewässern (Wvo) wurde bis vor kurzem angenommen, dass die Einlagerung von erheblich verunreinigtem Baggergut in Grubendepots nicht möglich war. Dies würde mit dem Schutz der Qualität des Oberflächenwassers nicht übereinstimmen.

Annahmekriterien

Die Unterbringung von Baggergut in offenen Gruben ist zulässig, wenn bestimmten Kriterien, den sogenannten *Annahmekriterien*, entsprochen wird. Annahmekriterien können sein:

- Nur *gebietsgleiches* Baggergut einlagern (= Baggergut der gleichen Qualität wie das im Gebiet des Depots).
- Nur umweltfreundliche Einlagerungsmethoden anwenden (= Einlagerungsmethoden, wobei nur eine sehr geringe Menge Baggergut verloren geht, wie hydraulische Einlagerung mit spezieller Schüttöffnung (*Diffusor*), durch eine Schütte, mit unter Wasser entladenden Schiffen usw.).
- Nur bei geeigneten Umfeldverhältnissen einlagern (zum Beispiel bei einer Strömungsgeschwindigkeit von $< 0,5$ m/s, Windstärke < 7 Beaufort usw.).
- Kein Baggergut einlagern, das verarbeitet werden kann (Sandgehalt $> 50-60\%$).
- Keine Restprodukte von verarbeitetem Baggergut und kein ernsthaft verunreinigtes Baggergut (Klasse 4 und höher) einlagern.

Weiterführende Untersuchungen [Rijkswaterstaat AKWA, 2000] haben inzwischen ergeben, dass die Einlagerung von Baggergut der Klassen 1 bis 3 in Gruben keine besonderen Auswirkungen auf das Umfeld hat, wenn bestimmten Annahmekriterien entsprochen wird. Im Textrahmen 'Annahmekriterien' wird ein Beispiel der Annahmekriterien für die Einlagerung von Baggergut in der Grube von Cromstrijen (Hollandsch Diep) dargestellt [Projectbureau WAU, 2000].

Anlage 4 enthält eine allgemeine Beschreibung der Unterbringung in einem Grubendepot. Diese Anlage enthält auch einen Untersuchungsbericht über das bei der Einlagerung in einer Grube verlorene und durch die Strömung, den Wellengang und Schiffe ausgewaschene Baggergut.

2.4.3 EU-Richtlinie für Deponien auf Land

Die EU-Deponierichtlinie 1999/31/EG gilt nur für Deponien an Land über dem Grundwasserspiegel.

Implementierung der EU-Richtlinie

In den Niederlanden wurden 1993 in den „Beleidsstandpunt Verwijdering Baggerspecie“ (BVB, politischer Standpunkt zur Entsorgung von Baggergut) Richtlinien für große Depots aufgenommen. Im Hinblick auf die EU-Richtlinie bezüglich der Deponie von Abfall (einschließlich Baggergut) an Land, war es notwendig, eine Richtlinie für Baggergutdepots an Land (über dem Grundwasser) aufzustellen.

Im Hinblick auf diese Ausnahmebestimmung (Kapitel 2.2) und die spezifischen Eigenschaften des Abfalls Baggergut wurde in den Niederlanden für die Baggergutdepots an Land eine Sonderregelung geschaffen. Diese knüpft an die bestehende niederländische Richtlinie für Baggergutdepots an (BvB). In Anlage 7 ist der Vergleich der niederländischen Richtlinie mit der EU-Richtlinie detailliert dargestellt.

Die genannte Richtlinie (BvB) gilt nach dem Inkrafttreten der Richtlinie für Baggergutdepots an Land nicht länger für Depots an Land (über dem Grundwasser). Einrichtungen, in denen Baggergut unterhalb des Grundwasserspiegels (subaquatisch) deponiert wird, fallen vorerst noch unter die Richtlinie aus dem BvB.

Möglicherweise wird in näherer Zukunft eine allgemeine Verwaltungsmaßnahme (als Bestandteil in das Wm zu integrieren) für alle Baggergutdepots erstellt.

In der EU-Deponierichtlinie 1999/31/EG ist laut Artikel 3, Absatz 2 des Geltungsbereichs der Richtlinie ausgenommen (*Zitat der deutschen Version der 1999/31/EG*):

„die Ablagerung von ungefährlichen Schlämmen aus der Nassbaggerung entlang kleiner Wasserstrassen, aus denen sie gebaggert wurden, sowie von ungefährlichen Schlämmen in Oberflächengewässern einschließlich des Bodens und des Untergrundes“

Vergleich zwischen den niederländischen und europäischen Richtlinien

Vergleicht man in bezug auf die Isolationsmaßnahmen die Niederländischen Richtlinien für Baggergutdepots mit der EU-Deponie-Richtlinie 1999/31/EG, dann kommt man zu dem folgenden Schluss:

- Die Richtlinien gehen von unterschiedlichen Ansätzen aus. Die EU-Richtlinie gilt sowohl für die Deponierung trockener Abfälle als auch für Baggergut. In der EU-Richtlinie werden die spezifischen Eigenschaften von Baggergut und die spezifischen Probleme im Zusammenhang mit dessen Deponierung nicht berücksichtigt. Die Isolationsmaßnahmen zielen ausschließlich auf die Eingrenzung des Durchflusses bzw. der Zirkulation von Wasser in dem Depot (Einleitungsstelle) und des Abflusses von schadstoffbelastetem Wasser ab; anders ausgedrückt, auf den advektiven Schadstofftransport. Die Ausbreitung von Schadstoffen infolge Diffusion wird außer Acht gelassen.
- Eine kritische Untersuchung der Wirksamkeit der in beiden Richtlinien genannten Isolationsmaßnahmen legt die Auffassung nahe, dass die in den allgemeinen Anforderungen (EU-Richtlinie) genannten Maßnahmen zwar die Eingrenzung des advektiven Transports zum Ziel haben, zur Eingrenzung dieser Form des Transports nach Abschluss der Einlagerungsphase jedoch häufig ungeeignet bzw. nicht hinreichend wirksam sind. Die Maßnahmen sehen keine Eingrenzung des diffusiven Transports vor, sodass dieser ungehindert erfolgen kann.

In Anlage 7 ist den Vergleich der EG-Richtlinie 1999/31/EG und dem niederländischen Entwurf einer Richtlinie für Baggergut Depots detaillierter dargestellt.

2.4.4 Die Behandlung bzw. Verwertung von Baggergut

Ende der achtziger Jahre leitete die niederländische Regierung die Unterbringung von Baggergut in Depots ein. Man entschied sich für diese Lösung, weil die Reinigung und Verwertung von Baggergut nur in Ausnahmefällen und zu verhältnismäßig hohen Kosten und somit nur im kleinen Rahmen erfolgen könnte.

In der niederländischen Sedimentpolitik muss die Prioritätenfolge Prävention – Verwertung – Ablagerung in bezug auf den Umgang mit dem Baggergut fest verankert werden (gemäß den gesetzlichen Vorschriften der EU). Darüber liegt die Akzeptanz in der Gesellschaft bei Entsorgung höher als bei Einlagerung in Depots. Die niederländische Regierung hat daher beschlossen, erneut über die Entsorgung bzw. Verwertung von Baggergut und eine vorrangige Stellung dieses Themas innerhalb der Politik nachzudenken. Man strebt dabei die Anwendung einfacher



Techniken an und zwar hauptsächlich zur Gewinnung von Sand aus Baggergut. Aber auch hochentwickelte Techniken wie die kalte und warme Immobilisierung werden erneut in Erwägung gezogen.

Vor Kurzem wurde die Möglichkeit einer großangelegten Entsorgung untersucht. Die Schlussfolgerungen dieser Machbarkeitsstudie lauten folgendermaßen:

1.) Techniken, die in Betracht kommen, sind:

- Sandtrennung mit Absetzbecken und Ablagerung der Rückstände (**Abbildung 4-19**).
- Landfarming bzw. Reifung (Verteilung von Baggergut auf Spezialgrundstücken zum Zwecke der Entwässerung, **Abbildung 4-17**).
- Kalte und warme Immobilisierung (Einkapselung von Verunreinigungen durch Zusetzung von Bindemitteln bzw. durch Erhitzen des Baggerguts, **Abbildung 4-21**).

2.) Die Behandlung bzw. Verwertung ist immer noch kostspieliger als die Ablagerung. Sandtrennung und Ablagerung der Rückstände ist ungefähr 20 % teurer, Landfarming bzw. Reifung ist doppelt so teuer und kalte bzw. warme Immobilisierung ist drei bis fünf Mal so teuer wie die einfache Ablagerung.

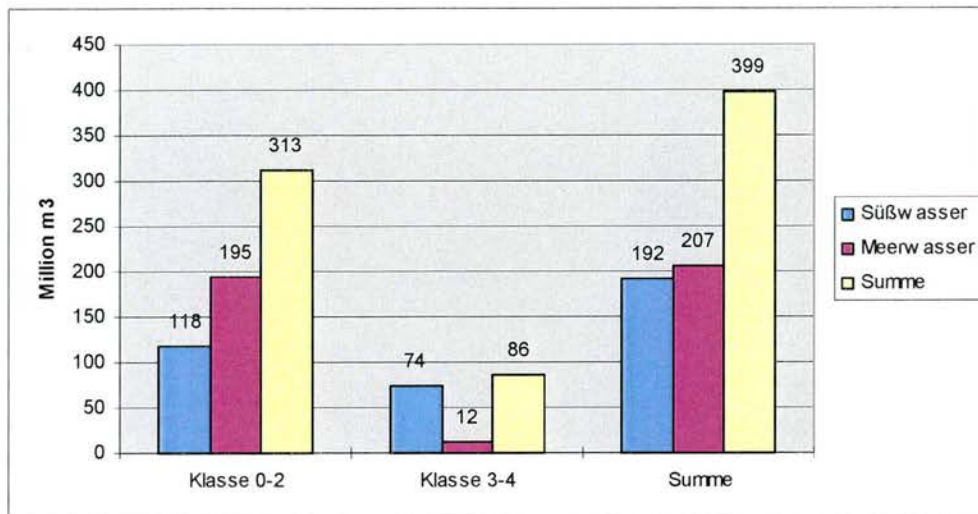
Baggergutdepots sind also weiterhin nötig für ungefähr 80% des angebotenen Baggerguts, in Verbindung mit der Behandlung und Verwertung von Baggergut (20%).

Die Verwertung von Baggergut mit einfachen Techniken sowie kalte und warme Immobilisierung werden in Anlage 5 beschrieben.

2.4.5 Zehnjahresszenario für das Baggergutangebot

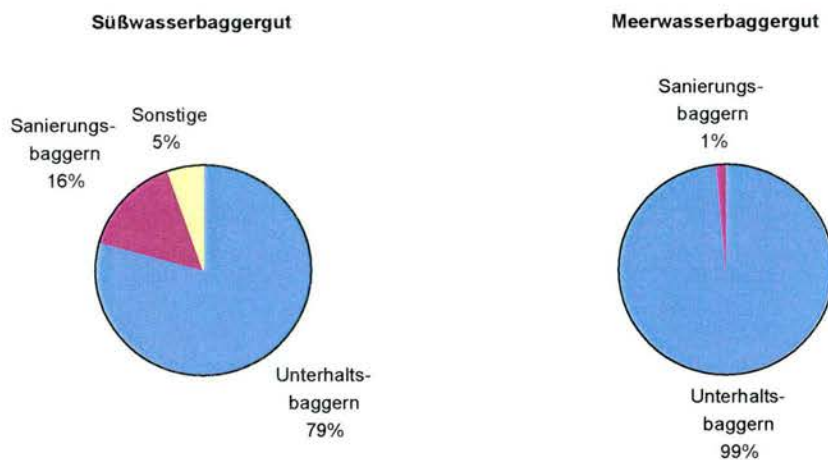
Momentan ist man dabei, ein Basisdokument zu erstellen, welches einen Durchführungsplan für die gesamte Gewässerbodenproblematik in den Niederlanden für die nächsten 10 Jahre enthält. Dieses Dokument bildet die Grundlage der Planung von Baggerarbeiten und den Anspruch auf ein entsprechendes Budget. Den Input für den Plan liefern die örtlichen Behörden und die Provinzen. Vorläufige Zahlen aus der Inventarisierung der Daten lassen folgende Angebotswerte von Baggergut aus dem gesamten Land erkennen (**Abbildung 2-4**).

Abbildung 2-4: Gesamtes Angebot der Süß- und Salzwassersedimenten bis einschließlich 2010 [AKWA, 2001]

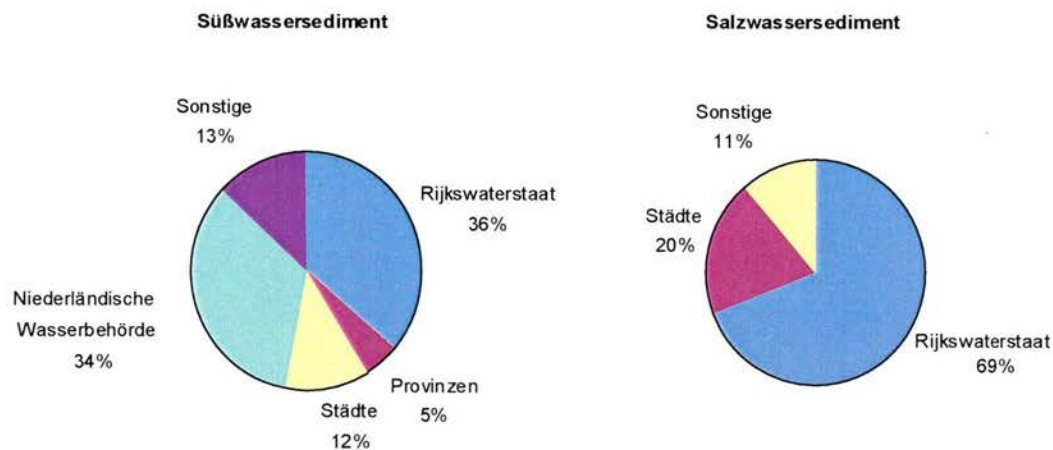


Die Verteilung des Aufkommens nach Baggerarttyp ist in Abbildung 2-5 wiedergegeben.

Abbildung 2-5: Verteilung des Baggergutaufkommens nach Baggerarttyp



Das Baggergut stammt von folgenden 'Problembsitzern' (siehe Abbildung 2-6):

Abbildung 2-6: Verteilung des Baggergutangebots nach Problembesitzern

2.4.6 Nutzung vorhandener Depots

Die beiden großen Depots Slufter und IJsseloog bieten derzeit keine Lösung für die Unterbringung von zusätzlichem Baggergut; in Zukunft könnte in den nachstehenden Fällen jedoch Kapazität frei werden:

- Beim Einlagerungszenario im Depot Slufter wurde ein Puffer zur Unterbringung von salzhaltigem Baggergut eingerichtet; wenn die Umlagerungs-Grenzwerte für Salzwassersedimente im Meer nicht verschärft werden, kann dieser Puffer zur Einlagerung von Süßwassersedimenten benutzt werden.
- In den Niederlanden wird das Baggergut qualitativ besser (sauberer). Wenn diese Entwicklung sich fortsetzt, kann mehr Baggergut im Wasser und an Land umgelagert werden.
- Die Entwicklung der Kenntnisse über die Risiken von verunreinigtem Baggergut könnte dazu führen, dass weniger Sanierungsbaggerarbeiten ausgeführt werden.
- Wenn es in Zukunft möglich ist, mit einfachen Techniken mehr Baggergut aus den Depots Slufter und IJsseloog zu behandeln als bisher, bleibt dort mehr Einlagerungsvolumen.

2.4.7 Optimierung der Depotnutzung

Die Optimierung der Nutzung vorhandener und neu einzurichtender Depots beinhaltet die Einschränkung des Depotvolumens durch effizientere Nutzung der Einlagerungskapazität und Stimulierung der Behandlung. Politische und technische Maßnahmen, die dazu beitragen, sind:

- Erweiterung der Annahmekriterien für die Herkunft und die Art des Baggerguts (zum Beispiel das Depot IJsseloog auch für Baggergut aus dem Norden der Niederlande freigegeben).
- Harmonisierung der Einlagerungspreise – um zu verhindern, dass auf Depots in anderen Provinzen ausgewichen wird, wo für die Depotverwaltung geringere Tarife gelten – sowie die Nivellierung der Mehrkosten für die Behandlung.

- Nationaler Abgleich der Bestimmung von Baggergut, zum Beispiel durch bessere Koordination.
- Verdichtung von Schlamm in vorhandenen Depots, um Raum zu gewinnen
- Bei geplanten Depots die Möglichkeiten zur Behandlung im Entwurf berücksichtigen





3. UMWELTAUSWIRKUNGEN SUBAQUATISCHER DEPOTS

In diesem Abschnitt werden die niederländischen Vorschriften zur Beschränkung der Schadstoffmigration in den Boden und in das Grundwasser dargestellt. Die Vorschriften werden in Maßnahmen umgesetzt, die getroffen werden können, falls zu erwarten ist, dass bestimmte Prüfwerte überschritten werden.

Bevor wir auf die Maßnahmen eingehen, werden die Migrationswege ermittelt, die in einem Umweltverträglichkeitsbericht zu beschreiben sind, wenn es sich um ein Depot mit einem Fassungsvermögen von über 500.000 m³ handelt.

3.1 Emissionen aus einem Depot

3.1.1 Migrationswege von Schadstoffen

Bei der Ermittlung von Schadstoffmigrationsprozessen aus einem Depot wird in diesem Bericht unterschieden zwischen einem Eingedeichten Depot und einer Grube. Der Ausgangspunkt dabei ist, dass das Baggergut bei beiden Depotarten subaquatisch untergebracht ist. Ein Depot an Land ist mit einem eingedeichten Depot vergleichbar, wobei sich an der Außenseite des Ringdeiches kein Oberflächengewässer befindet. [NB: Der politische Standpunkt zur Entsorgung von Baggergut (Beleidsstandpunt Verwijdering Baggerspecie – BvB) enthält keinen Vorzug einer bestimmten Depotvariante (eingedeicht, Grube, subaquatisch, an Land usw.)].

Migrationswege eingedeichter Depots

Zur Minimierung der Schadstoffmigration müssen zunächst die Migrationsmechanismen ermittelt werden. Bei einem eingedeichten Depot sind diese Migrationswege (siehe Abbildung 3-1)

- 1.) Einleitung von überschüssigem Wasser aus dem Depot in das Oberflächengewässer (Rückwasser: advektiver Transport). Das im Depot befindliche Wasser wird durch die Einlagerung von verunreinigtem Baggergut leicht verschmutzt. Ohne Behandlung entspricht die Qualität des Rückwassers dem im Depot befindlichen Wasser. Dies wird folgendermaßen verursacht:
 - Durch Schwebstoffe, die bei der Einlagerung in der Wassersäule zurückbleiben; an diesen Schwebstoffen haften Verunreinigungen;
 - Durch Wasser, das bei der Einlagerung aus dem Baggergut austritt (Porenwasser und Prozesswasser);
 - Durch Porenwasser, das durch die Verdichtung bereits eingelagerten Baggerguts durch das Eigengewicht (Konsolidation) austritt; Durch Diffusion: der durch unterschiedliche Konzentrationen ausgelöste Transport von Verunreinigungen aus dem Baggergut in das im Depot befindliche Wasser.

- 2.) In den Boden und in das Grundwasser durch Versickerung von Porenwasser (advektiver + diffuser Transport). Das verunreinigte Wasser aus dem Depot kann in die umgebenden Grundwasserleiter gelangen und so weitertransportiert werden. Die Transportprozesse Advektion und Diffusion werden im Textrahmen „Transportprozesse verunreinigter Stoffe im Grundwasser“ erläutert.
- 3.) Durch Biota/Organismen, welche die Oberseite des Depots ungehindert erreichen können. Sie können die Schadstoffe durch die Aufnahme von Baggergut oder anderen (kleineren) Organismen die Schadstoffe aufgenommen haben verbreiten. Migration von Schadstoffe auf diese Weise kommt in sehr kleiner Menge vor.

Transportprozesse verunreinigter Stoffe im Grundwasser

Advektiver / diffusiver Transport

Verunreinigungen können sich auf zweierlei Art und Weise ausbreiten:

- durch *advektiven Transport*: Transport durch die Mitführung von gelösten und an Sedimenten gebundenen Schadstoffen durch die Grund- oder Oberflächenwasserströmung;
- durch *diffusiven Transport*: Transport von Schadstoffen von einem Bereich mit hoher Konzentration zu einem Gebiet mit niedriger Konzentration („Teebeutel in warmem Wasser“).

Außer von diesen Transportmechanismen hängt die Ausbreitung von Verunreinigungen zu einem wichtigen Teil von der Mobilität des Schadstoffes ab. Die Mobilität eines Schadstoffes wird bestimmt durch die Adsorption-/Desorptionkapazität (siehe Textkasten „Adsorption bzw. Desorption“).

Adsorption bzw. Desorption

Adsorption tritt dann auf, wenn sich Schadstoffe an Tonmineralien oder organische Stoffe heften. Den Vorgang, wenn der Schadstoff den Ton oder den organischen Stoff wieder los lässt, nennt man Desorption. Adsorptionsprozesse bestimmen in hohem Maße die Mobilität (Verbreitungsgeschwindigkeit) und die auftretenden Konzentrationen der Verunreinigungen. Desorption tritt auf, wenn sich an Tonteilchen oder organische Stoffe gebundene Verunreinigungen auflösen.

Verteilungskoeffizient an Feststoff gebundenen und gelösten Schadstoffe

Ein guter Messwert für die Mobilität eines bestimmten Stoffes ist der sogenannte K-Wert. Das ist ein Verteilungskoeffizient, der den Anteil der an den Feststoff gebundenen und der freien, gelösten Schadstoffe angibt. Je höher der Wert des Verteilungskoeffizienten, desto größer ist der Anteil des an den Feststoff gebundenen Schadstoffs und desto geringer ist die Mobilität.

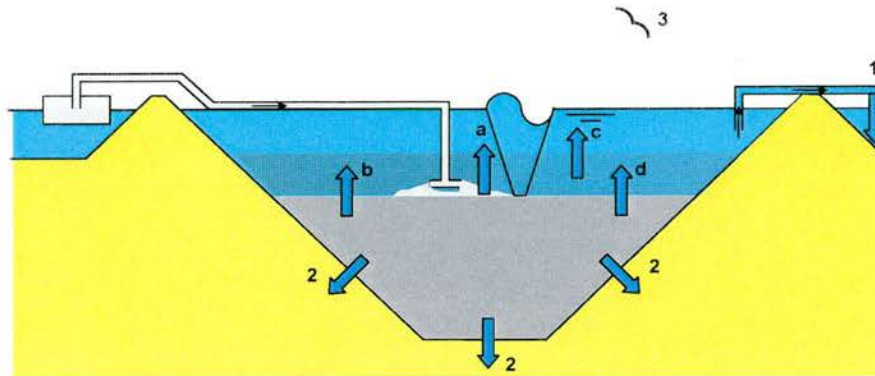
Der K_{oc} gibt den Anteil der an organischen Feststoff gebundenen organischen Mikroschadstoffen und deren gelösten Anteil und der K_d den Anteil der an den Trockenstoff gebundenen Metalle und deren gelösten Anteil an [NB: Die Situation ist in Wirklichkeit komplexer; die K_d wird jedoch in Ermangelung besserer Methoden angewendet].

Der K_{oc} -Wert ist wichtig zur Bestimmung der Porenwasserqualität und damit für die Menge der Schadstoffe, die pro Flächen- und Zeiteinheit aus dem Depot austreten (*Depotausfluss*), und die Ausbreitung des betreffenden Schadstoffs.

In neu kontaminiertem Sediment verteilen sich die organischen Mikroschadstoffe im Sediment und im Wasser meistens entsprechend der Gleichgewichtsverteilung (K_{oc}) der heutigen Normfestsetzung. Zum Beispiel eine kürzliche Untersuchung [Cornelissen G., (1999). *Mechanism and consequences of slow desorption of organic compounds from sediments*. Dissertation, Universität von Amsterdam. ISBN 9036952158] ergab jedoch, dass bei älterem Sediment ein Teil der Stoffe so stark gebunden ist, dass sie sich durch das Grundwasser fast nicht transportieren lassen. Eine Desorption tritt also schwerlich ein. Die Größe dieses stark gebundenen Teils ist für jeden Stoff/jede Stoffgruppe verschieden. Eine vorsichtige (sichere) Schätzung der Größe des stark gebundenen Teils ist 70%.

In Anlage 8 ist der diffusive Transport von Schadstoffen an Hand einer besonderen Situation weiter ausgearbeitet und die Geschwindigkeit der Ausbreitung der Verunreinigung an Hand eines Beispiels dargestellt.



Abbildung 3-1: Migrationswege bei einem eingedeichten Depot

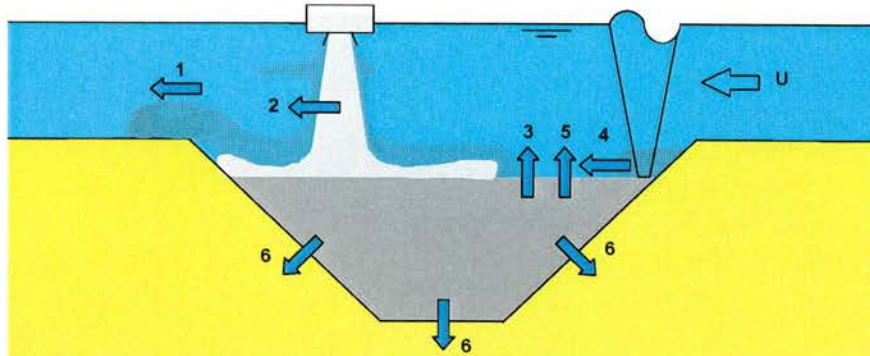
- 1 = Einleitung Rückwasser mit Verunreinigungen
 2 = Versickerung Wasser aus Baggergut (Advektiv und diffuser Transport)
 3 = Migration durch Biota
 a = Bei der Einlagerung aus dem Baggergut ausfließendes Wasser
 b = Durch Konsolidation aus dem Baggergut ausfließendes Wasser
 c = Schwebstoffe durch Einlagerung und Windwelle
 d = Diffuser Transport

Migrationswege bei einem Grubendepot

Bei einem Grubendepot lassen sich die folgenden Migrationsmechanismen unterscheiden (siehe Abbildung 3-2):

- 1.) In das Oberflächengewässer durch Mitführung (advektiver Transport) von:
 - a) Schwebstoffen, die bei der Einlagerung anfallen. An diese Schwebstoffe haben sich Verunreinigungen festgeheftet. Diese setzen sich zum Teil im Depot ab. Der andere Teil mit feineren Schwebstoffen wird durch die Strömung mitgeführt.
 - b) bei der Einlagerung aus dem Baggergut ausfließendes Wasser (Porenwasser). Die Verunreinigungen werden durch die Strömung mitgeführt.
 - c) Porenwasser, das durch die Verdichtung des eingelagerten Baggerguts durch das Eigengewicht (Konsolidation) austritt. Die Verunreinigungen werden durch die Strömung mitgeführt.
 - d) aus der Grube durch Wellen und Strömung ausgespültem Baggergut. Sedimente werden durch die Strömung aus der Grube gespült.
- 2.) In das Oberflächengewässer durch Diffusion (diffuser Transport): durch unterschiedliche Konzentrationen ausgelöster Transport von Verunreinigungen aus dem Baggergut in das Depotwasser.
- 3.) Durch Versickerung von Porenwasser in den Boden (advektiver Transport). Das verunreinigte Wasser aus dem Depot kann in die umgebenden Grundwasserleiter gelangen und so weitertransportiert werden.

Abbildung 3-2: Migrationswege bei einer Grube



- 1 = Einlagerungsverlust (Mitführung von schwebenden Sedimenten)
 2 = Bei der Einlagerung aus dem Baggergut ausfließendes Wasser
 3 = Durch Konsolidation aus dem Baggergut ausfließendes Wasser
 4 = Erosion von Baggergut durch Wellen und Strömung
 5 = Diffusiver Transport
 6 = Versickerung in den Boden (advektiver und diffuser Transport)

3.1.2 Vorschriften für die Minimierung von Emissionen

Grundwasser

Die niederländischen Vorschriften bezüglich der Minimierung von Migrationen aus einem Absatzdepot in das Grundwasser sind im BvB enthalten [Tweede Kamer der Staten-Generaal (Zweite Kammer der Generalstaaten), 1994]. Modellberechnungen haben gezeigt, dass es in der Praxis nicht möglich ist Emissionen ganz wegzunehmen (Emissionen gleich Null). Daher stützt sich diese Richtlinie auf das ALARA-Prinzip, mit dem die Emissionen aus Baggergutdepots durch angemessene Maßnahmen verhindert werden:

- 1.) Die Emissionen der Anlage sollten mittels der IKU-Maßnahmen (Isoliert, Kontrolliert, Überwacht) auf ein Minimum beschränkt werden.
- 2.) Die inhärente Sicherung¹ der Anlage soll garantieren, dass auch langfristig Emissionen auf ein Minimum beschränkt werden. Dabei wird ein Gebiet ausgesucht in dem der Bereich der Umweltbeeinflussung minimal ist.
- 3.) Die möglichen Folgen einer Schadstoffemission sollen reduziert werden. Der Einflussgebiet der Emissionen soll dabei kleiner sein als das zulässige Einflussgebiet

Das zulässige Einflussgebiet ist definiert um die Auswirkungen der Schadstoffemissionen zu prüfen.

Nachstehende Tabelle (siehe Tabelle 3-1) enthält eine Zusammenfassung des politischen Standpunkts zur Entsorgung von Baggergut (BvB). Hier werden die Richtlinien in Kriterien umgesetzt. In Anlage 2 werden die Richtlinien näher erläutert. Die Methode, Depotpläne an den oben erwähnten Vorschriften zu prüfen, wird in Anlage 6 beschrieben.

¹ das heißt: der „natürliche“ Einfluss des Depotentwurfs (Form, Oberfläche, Lage hinsichtlich der Wasserleiter) auf die Emissionen

Tabelle 3-1: Zusammenfassung des Politischen Standpunkts zur Entsorgung von Baggergut [BvB,1994]

Gruppe	Betreff	Aspekt	Kriterium
IKU-Maßnahmen	Isolation	Qualität des austretenden Porenwassers	Zielwerte Grundwasser
		Ausfluss pro ha im Jahr (Fluss, advektiver+diffusiver Transport)	Zulässige Flüsse
		ALARA	Advektiver Transport < 2 mm/Jahr Diffusiven Transport beschränken
	Kontrolle	Isolationsmaßnahmen	Gut unterhalten (Instandhaltung)
		Unvorhergesehene Umstände	Möglichkeit, Maßnahmen zu treffen
		Wieder aufzubaggern	Eingelagertes Baggergut muss wieder aufgebaggert werden können
	Überwachung	Isolationsmaßnahmen	Überwachung der Einlagerung und des Betriebs
		Grund- und Oberflächenwasser	Nulluntersuchung und Überwachung der Qualität
Eingebaute * Sicherheit	Einrichtung	Kontaktfläche	Minimierung (Menge des Baggerguts pro Oberflächeneinheit maximalisieren)
		Durchlässigkeit	Minimierung (advektiver Transport < 2 mm/Jahr)
		Verunreinigungsgrad	Geschichtete Ablagerung
		Redox-Potential	Anoxische subaquatische Ablagerung
	Lokale Verhältnisse/ Standort	Geologie	Gering durchlässige (adsorbierende) Schichten im Boden des Depots
		Geohydrologie	Geringe Strömungsgeschwindigkeit und Dicke des 1. Wasserleiters
		Im Wasser	Geringes hydraulisches Gefälle zwischen Depot und Wasserleiter
		An Land	Geringer Abstand zwischen der Unterseite des Depots und dem Grundwasserspiegel
Restemission	Grundwasser	Zulässiges Einflussgebiet	Fassungsvermögen des Depots

Ein wichtiger Aspekt der oben beschriebenen Richtlinien wird hier näher dargelegt: Die Richtlinien im Hinblick auf die Dichtung. Ein Prüfungsrahmen zur Beurteilung der Frage, ob den Richtlinien entsprochen worden ist, ist im nachstehenden Rahmen *Isolationsprinzipien* enthalten.

Die Isolationsprinzipien

Emissionen von Baggergutdepots müssen entsprechend dem *ALARA-Prinzip* minimiert werden. Zur Feststellung, ob derartige Isolierungsmaßnahmen unternommen werden müssen (der Isolationsaspekt der IKU-Kriterien) sollte der folgende abgestufte Ansatz verwendet werden.

- 1) Bewertung der Qualität des ausgetragenen Porenwassers anhand der Grundwassergrenzwerte. Für Schadstoffe, bei denen die Porenwasserkonzentrationen diese Konzentrations-grenzwerte nicht überschreiten, müssen keine weiteren Schritte unternommen werden. Wenn die Zielwerte für das Grundwasser von keinem einzelnen Schadstoff überschritten werden, sind keine weiteren Isolationsmaßnahmen erforderlich.
Unter den anaeroben Bedingungen in einer Baggergutdeponie überschreiten die meisten Schwermetallkonzentrationen die gesetzten Grundwasserzielwerte nicht. Bei Schadstoffen, die diese Zielwerte überschreiten, muss die 2. Phase durchgeführt werden.
- 2) Bewertung der Versickerung aus einer Deponie im Vergleich zu zulässigen Werten.
Die berechnete Versickerung ins Grundwasser an der Grenze zwischen dem Boden und den Hängen der Deponie und dem unmittelbaren Untergrund (oft ein Wasserleiter) muss mit der sogenannten *zulässigen Versickerung* (Anlage 2, Tabelle 1) verglichen werden. Isolationsmaßnahmen sind nicht erforderlich, wenn die zulässige Versickerung nicht überschritten wird. Wird die zulässige Versickerung bei einem oder mehreren Schadstoffen überschritten, so muss die 3. Phase für diese Schadstoffe durchgeführt werden.
- 3) Bewertung mit Hilfe der Dispersionskriterien (zulässige Einflußgebiete).
Wenn das von Schadstoffemissionen betroffene Volumen kleiner ist als das Volumen der Deponie, dann sind weitere Isolationsmaßnahmen nicht notwendig. Bei Depots, die sich unterhalb des Grundwasserspiegels befinden, ist der für die Bewertung herangezogene Bereich der Teil des Unterbodens (meistens der Wasserleiter), in dem die Schadstoffzielwerte nach 10.000 Jahren überschritten werden. In Deponien über dem Grundwasserspiegel wird der ungesättigte Teil des Unterbodens zwischen der Deponiebasis und dem Grundwasserspiegel mit in den betroffenen Bereich einbezogen.

Mit Hilfe von Modellberechnungen (Geohydrologie und Stofftransport) soll ersichtlich gemacht werden, inwieweit den Richtlinien entsprochen werden kann und ob isolierende Maßnahmen getroffen werden müssen (siehe auch Anlage 6)

Wenn nach 10.000 Jahren das betroffene Volumen größer wäre als das Deponievolumen ist es erforderlich, adäquate Maßnahmen zu ergreifen, um die festgelegten Kriterien zu erreichen. Isolationsmaßnahmen, die das bewirken könnten, müssen den ALARA Prinzipien entsprechen.

Oberflächenwasser

Ein geeignetes Instrument zur Beschränkung der Versickerung von Verunreinigungen in das Oberflächenwasser ist die *Wvo-Genehmigung*. In dieser Genehmigung werden Anforderungen an die Qualität des einzuleitenden Wassers gestellt. Das kann bedeuten, dass technische Maßnahmen zur Reinigung des Wassers vorgenommen werden müssen.

Eine *Wvo-Genehmigung* ist auch notwendig für das Ablagern von Baggergut in einer Grubendeponie da Oberflächenwasser anwesend ist. In dieser Genehmigung können Akzeptanzkriterien (über z.B. Qualität des verunreinigten Baggergutes) oder Anforderungen gestellt werden.

3.1.3 Modellierung der Emissionen aus einem Depot

Modellierung der Emissionen ins Grundwasser

In den Niederlanden wird aus UVP-Erwägungen die Verteilung von Verunreinigungen im Grundwasser mit Hilfe von Computermodellen ermittelt. Auf der Grundlage der dabei gewonnenen Erkenntnisse wird beschlossen, eventuell Maßnahmen zur Isolierung zu ergreifen.

Die Modellierung und Berechnung der Migration von Verunreinigungen aus einem Depot wird in Anlage 6 beschrieben: „Berechnung und Prüfung der Migration von Verunreinigungen aus Absetzdepots für Baggergut an Land“ [niederl. Ministerium für Wohnungswesen, Raumordnung und Umweltschutz, 2000]. Bei subaquatischen Depots werden für die Berechnung und Prüfung der Migration von Verunreinigungen die selbe Methode angewandt.

In Anlage 9 werden einige Modelle beschrieben, die in den Niederlanden häufig Verwendung finden. Die Modellierung setzt sich aus zwei Teilen zusammen:

- 1.) der Modellierung der Grundwasserströmung;
- 2.) der Modellierung der Verteilung von Schadstoffen auf der Grundlage der ermittelten Grundwasserströmung und Annahmen zur Emissionsquelle, dem Depot.

Praktische Ermittlung der Emissionen ins Grundwasser

Die Verteilung von Emissionen im Grundwasser in den Niederlanden ist ein sehr langsam verlaufender Prozess, der sich über Hunderte bis Tausende von Jahren hinzieht (siehe auch Textrahmen). Eine Reihe von Messungen in und in der Nähe der Depots De Slufter und IJsselooq haben bestätigt, dass die Schadstoffverteilung sehr langsam verläuft.

Wohl wurden wissenschaftliche Untersuchungen der Adsorption bzw. Desorption (Mobilität von Stoffen) durchgeführt, die ergaben, dass die Migrationskoeffizienten (K-Werte) regional sehr unterschiedlich sein können und oft einen anderen Wert haben als angenommen (weniger löslich und somit weniger mobil) (siehe auch Anlage 8: Diffusionstransport von Schadstoffen).

In Anlage 12 ist ein Beispiel dargestellt (Depot Hollandsch Diep), in dem an Hand der oben erwähnten Richtlinien festgestellt wird, ob bei einem bestimmten Depot Isolationsmaßnahmen nötig sind.

Die Migration von Verunreinigungen in das Grundwasser: ein sehr langsamer Prozess

Das dritte Kriterium der Isolationsrichtlinie (das beeinflusste Volumen darf nach 10.000 Jahren nicht größer als das Depotvolumen sein) ist entstanden, nachdem Modellberechnungen gezeigt haben, dass die Verteilung von Verunreinigungen im Grundwasser ein sehr langsam ablaufender Prozess ist. Eine Vorausberechnung über einen Zeitraum von 100 Jahren zeigte, dass sich kaum Verunreinigungen auf dem Untergrund verteilt hatten. Daher wurde diese theoretische Grenze von 10.000 Jahren geschaffen. Diese theoretische Grenze ist bereits ein Hinweis dafür, dass ein Depot eine stabile und dauerhafte Lösung für die Lagerung von Baggergut darstellt.

Neben diesem Kriterium wurde noch die Bedingung gestellt, dass der advective Transport (Transport von Verunreinigungen durch Mitführen im [Grund-] Wasser) weniger als 2 mm/ Jahr betragen darf. Nach 10.000 Jahren würde dies im theoretisch denkbaren Fall bedeuten, dass sich Verunreinigungen über eine Entfernung von 20 m verteilt hätten, eine zu vernachlässigende Größe!



In Abbildung 3-3 sind die Ergebnisse eine Berechnung von Migrationen in das Grundwasser beim Depot IJsseloog im Ketelmeer dargestellt. In der ermittelten Tiefe (30 m unter dem NAP) verläuft die Grundwasserströmung von rechts (Ost) nach links (West).

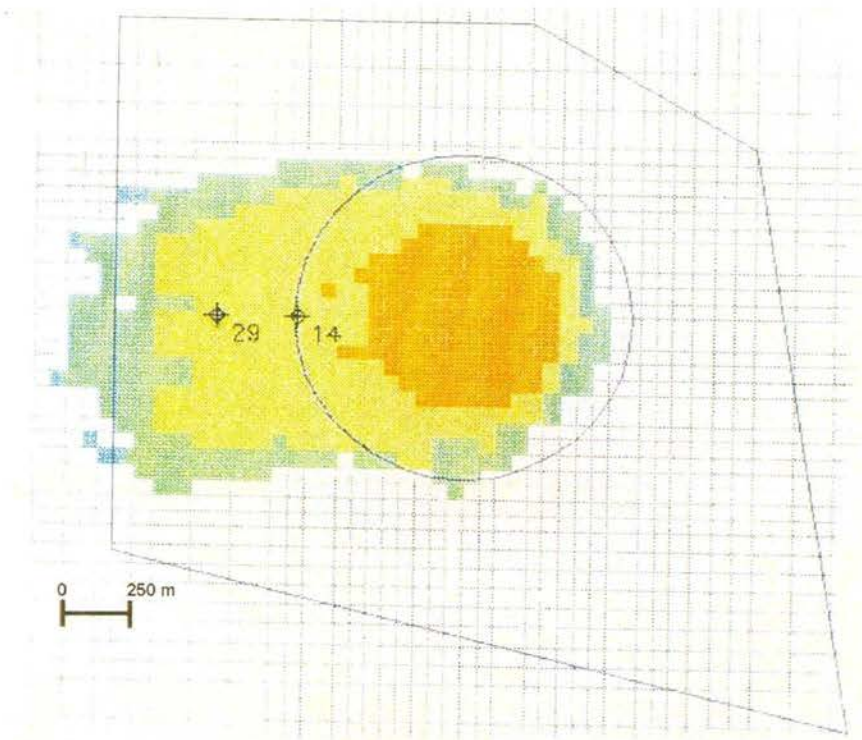


Abbildung 3-3: Ausbreitung von DCB nach 10.000 Jahren beim Depot IJsseloog im Ketelmeer (ohne Isolationsmaßnahmen), Tiefe: 30 m unter dem NAP [Projektbureau WAU, 1999]

Grüne Zone	: 0,01 µg/l bis 0,5 µg/l	(0,01 µg/l = Zielwert DCB)
Braune Zone	: 0,5 µg/l bis 25 µg/l	(0,5 µg/l = Grenzwert Grundwasser)
Orangene Zone	: über 25 µg/l	(25 µg/l = (Zielwert + Interventionswert)/2)

Modellierung der Emissionen in Oberflächengewässer

Mitführen:

Das Mitführen von Schwebstoffen, die während der Einleitung in der Wassersäule zurückbleiben (aktueller Lagerungsverlust) lässt sich anhand von Studienergebnissen errechnen, die mit dem Projekt Bezugsentwurf Grubendepots [Rijkswaterstaat/AKWA, 2000, siehe auch Anlage 4] gewonnen werden konnten. In dieser Studie wurden auf der Grundlage von Messungen der beim Einleiten entstehenden Trübungen mittels (u.a.) Klappschuten potentielle Ablagerungsverluste ermittelt. Mit Hilfe von einfache hydraulischer Modelle wurden Schätzungen über den Anteil an Baggergut angestellt, der sich tatsächlich außerhalb der Grube findet (der aktuelle Lagerungsverlust). Die Multiplikation der Fracht an Schwebstoffen (Trockenstoff) mit den an diese Stoffe gebundenen Verunreinigungen ergibt die Verunreinigungsfracht.

Desorption:

Bei den Desorptionsberechnungen kam das Computermodell WESTSIDE (**W**aterkwaliteits- **E**ffecten bij **S**Torten van **S**pecie In **D**epots, Wasserqualitätseffekte beim Einleiten von Baggergut in Depots) [RIZA, 1996] zur Anwendung. Dieses Modell errechnet beim Einleiten mit Klappschuten anhand eines gegebenen Einleitungssystems und einer Einleitfahne die Desorption der Verunreinigungsfracht, die abgeleitet wird (siehe Anlage 9). Desorption ist der Prozess, bei dem die Verunreinigungen, die davor an das Baggergut gebunden waren, in den gelösten Zustand übergehen.

Erosion:

Die Schadstoff Verteilung durch Erosion wird errechnet, indem man die voraussichtliche erodierte Masse mit der durchschnittlichen chemischen Zusammensetzung multipliziert. Die Theorie hinter diesen Erosionsberechnungen sind im Bericht 'Bezugsentwurf Grubendepots' [Rijkswaterstaat/AKWA, 2000] enthalten, siehe Anlage 4.

Konsolidierung:

Verteilung durch Konsolidierung (in der Nachsorgephase) lässt sich errechnen, indem man die austretende Porenwassermenge mit der Porenwasserkonzentration multipliziert. Die austretende Menge an Porenwasser kann mit dem Computerprogramm FSCONBAG errechnet werden (siehe Anlage 9).

Ablassen von Rückwasser:

Die Verunreinigungsfracht im Rückwasser wird errechnet, indem man die Schwebstofffracht mit der Konzentration der an Schwebstoffen gebundenen Schadstoffe multipliziert. Dazu wird das Rückwasservolumen addiert, das wiederum mit der Konzentration an gelösten Schadstoffen multipliziert wird.

Der Schwebstoffgehalt lässt sich mit Hilfe des WRO-Wasserqualitätsmodells modellieren [Projektbüro Depotbouw, 1997]. In diesem eindimensionalen Spreadsheet-Modell wird nach Einführung einer Reihe von Parametern (Depotabmessungen, Dicke der Wasserscheibe, Einleitungsproduktion, Eigenschaften des Baggerguts, Anteil des Baggerguts, das gelöst wird) ein zeitlicher Verlauf des Schwebstoffgehalts errechnet.

Migrationen in das Oberflächenwasser (Praxis)

In der Praxis werden zur Analyse der Qualität des Rückwassers in eingedeichten Depots und der Wasserqualität in der Wasserscheibe über Grubendepots oft die Schwebstoffkonzentration und der Ammoniumstickstoffgehalt gemessen. Der bei weitem größte Teil der Verunreinigungen haftet am Schwebstoff, während der Gehalt an gelösten Verunreinigungen am Ammoniumstickstoffgehalt messbar ist.

Die Rückwasserqualität in eingedeichten Depots

Messungen in verschiedenen, kleinen eingedeichten Depots (Durchmesser ca. 100 m, Tiefe 5-10 m) haben ergeben, dass die Schwebstoffkonzentrationen während der Einlagerung von 100 bis 300 mg/l variiert. Abends, nachts und am Wochenende, wenn kein Baggergut eingelagert wird, sinkt diese Konzentration auf 30-50 mg/l ab. Die gemessenen Ammoniumstickstoffgehalte lagen unter 10 mg/l [Projectbureau Depotbouw, 1995, 1997; Projectbureau WAU, 1998].

Analysen des Rückwassers in großen Depots (de Slufter, IJsseloog; Durchmesser 1000 - 3000m) haben ergeben, dass die Schwebstoffkonzentration meistens erheblich niedriger ist, und zwar 10 bis 30 mg/l. Die gemessenen Ammoniumstickstoffgehalte betrugen 10-30 mg/l [Waterloopkundig Laboratorium (Hydrodynamisches Labor)] WL, 1992; Haskoning, 1998; Rijkswaterstaat RDIJ, 2000/2001].

Die Wasserqualität über Grubendepots

Messungen während der Einlagerung von Baggergut in ein Grubendepot haben ergeben, dass die sehr feine Schlammfraktion von 2-16 μm den größten Beitrag zur Schwebstoffkonzentration leistet. Diese Partikel setzen sich nur sehr langsam ab (Absetzgeschwindigkeit von $1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-6}$ m/s). Die Schwebstoffkonzentrationen im oberen Dreiviertel der Wassersäule variierten während der Einlagerung je nach der Einlagerungsmethode von 30-100 mg/l (Verklappung mit einer Klappschute, Einlagerung mit einem Greifer, über eine Schütte usw.). Eine halbe bis ganze Stunde später sinkt die Konzentration durch Absetzen oder die Mitführung von Schlammpartikeln mit dem Strom wieder auf 20-30 mg/l ab. Einen bis zwei Meter über dem Boden wurde eine viel höhere Schwebstoffkonzentration gemessen: 100-200 mg/l. Auch in dieser Tiefe sinkt die Konzentration nach der Einlagerung wieder schnell ab auf weniger als 50 mg/l. Die gemessenen Ammoniumstickstoffgehalte variierten von 0,3 mg/l bis 3 mg/l. [siehe auch Rijkswaterstaat/RIKZ, 1984; Heidemij/Waterloopkundig Laboratorium|WL, 1988; Waterloopkundig Laboratorium|WL, 1991; Waterloopkundig Laboratorium|WL, 1992; Projectbureau Depotbouw, 1995; Projectbureau Depotbouw, 1996; Projectbureau Depotbouw, 1997; Haskoning, 1998; Rijkswaterstaat AKWA, 2000]

Anlage 4 enthält zahlreiche Verweisungen auf Messdaten der Wasserqualität während der Einlagerung in ein Depot.

3.1.4 Maßnahmen zur Minimierung von Emissionen

Maßnahmen Grundwasser

In Abschnitt 3.2.2 wurden die niederländischen Vorschriften für die Einlagerung von Baggergut in ein Depot aufgenommen. Diese Vorschriften beruhen auf der „Landelijke MER Berging Baggerspecie“ (Nationale UVS der Unterbringung von Baggergut) [Witteveen+Bos, 1993], einer Studie, in der die Umweltauswirkungen der verschiedenen Depottypen dargestellt wurden. Durch diese Vorschriften wird bezweckt, die Umweltauswirkungen von einem Depot durch entsprechende Maßnahmen zu minimieren. Diese Maßnahmen sind:

- 1.) IKU-Maßnahmen treffen (Isolieren, Kontrollieren, Überwachen):
 - Isolationsmaßnahmen;
 - Betriebs- und Monitoringsmaßnahmen.
- 2.) einen derartigen Entwurf zu erstellen, dass die eingebaute Sicherung der Anlage garantiert, dass auch langfristig Emissionen auf ein Minimum beschränkt werden;
- 3.) ein Depotgebiet zu wählen, in dem der Bereich der Umweltbeeinflussung minimal ist.

Für einen Vergleich zwischen der EU-Richtlinie und der niederländischen Konzept-Richtlinie für Depots auf Land siehe Anlage 7.

Zu 1a) Isolationsmaßnahmen treffen

Wenn es auf der Basis der stufenartigen Bewertung, nach den niederländischen Vorschriften notwendig² wird, Isolationsmaßnahmen zu ergreifen (insbesondere um den geforderten Dispersionskriterien zu entsprechen siehe Kapitel 3.1.2), kann eine oder mehrere der folgend geschilderten Isolationsmaßnahmen ergriffen werden. In bezug auf die zur Zeit bestehende Erfahrung und das zur Zeit bestehende Wissen fallen diese Maßnahmen alle unter das ALARA Prinzip³.

- **Steuerung des Wasserspiegels**
Verhinderung von Infiltration (d.h. den Fluss von Schadstoffen durch das Baggergut) durch die Reduzierung der Potenzialdifferenz zwischen Innen- und Außenseite der Deponie.
Durch das Einschränken der Versickerung innerhalb der Deponie kann dem advectiven Transport der Schadstoffe zum Wasserleiter entgegengewirkt werden. Die Wasserspiegelkontrolle ist nur in Unterwassereinrichtungen möglich, wo Infiltration auftritt. Der Ausfluss von Wasser zum Wasserleiter während der Konsolidierungsphase kann nur in geringem Maße durch die Wasserstandsüberwachung geregelt werden. Je nachdem, wie die Deponie gefüllt wurde, ist die Wasserstandsüberwachung während des Füllungszeitraums und kurz danach nicht durchführbar (siehe weitere Erklärungen).
- **Dichten der Depotoberfläche mit Ton oder tonähnlichem organisch reichhaltigem Material**
Eine derartige Dichtung wirkt als eine Adsorptionsschicht, insbesondere für gelöste organische Schadstoffe. Die Stofffront bewegt sich durch die adsorbierende Schicht, bis diese durchschlägt (die Stoffe heften sich an dem organischen Stoff in der dichtenden Schicht fest). Dadurch wird der Transport der gelösten Stoffe im Vergleich zu einer Situation ohne Adsorptionsschicht verzögert.
Das Anbringen einer solchen Schicht auf den Hängen ist wegen der schlechten Kohäsion des Materials unter Wasser nicht möglich. Wohl kann auf dem Boden unter Wasser eine organisch reichhaltige Schicht angebracht werden.
Die Wirkung der verschiedenen Isolationsmöglichkeiten, u.a. die einer isolierenden Tonschicht, ist beschrieben in: Ontwerpaspekten Speciedepots, deelnota Isolatie-onderzoek van Speciedepots (Entwurf Aspekte Baggergutdepots, Teilnote Isolationsuntersuchung von Baggergutdepots) [Werkgroep Referentie Ontwerp – Arbeitsgruppe Referenzmodell, 1998]
- **Abdeckung des Bodens und der Hänge mit sandähnlichem organisch reichhaltigem Material (zum Beispiel eine Schicht mit einer Dicke von ca. 1 m).**

Eine derartige Schicht wirkt auch als eine Adsorptionsschicht, die infolge der sandigen Zusammensetzung auch auf den Hängen eingesetzt werden kann (siehe weitere Erklärungen). Die isolierende Wirkung wird derzeit in der Praxis

² Die niederländische Richtlinie enthält keine Normen, sondern Richtwerte. Letztendlich entscheidet der Bewilliger der Genehmigung darüber, ob die einsichtig gemachten Effekte zulässig sind. (In der Praxis betrachten die betreffenden Behörden die Richtwerte oft wohl als Normen).

³ Die besten Techniken zu angemessenen, wirtschaftlich vertretbaren Kosten. Das ALARA-Prinzip bietet die Möglichkeit, in Zukunft neue Techniken anzuwenden.



geprüft; diese Art der Isolation wird voraussichtlich funktionieren.

Im Bericht ‚Absetzdepot IJsseloog; Konsolidierung des Holozäns für die Isolationsschicht‘ [Projectbureau Depotbouw, 1998] ist dargestellt, wie untersucht wurde, ob der bei der Anlage des Depots angefallene Lehm sich als Dichtungsschicht auf dem Boden eignet und welche bau- und umwelttechnischen Eigenschaften diese Schicht haben muss, wenn sie effektiv wirken soll. Im Falle IJsseloog Depot betrug die Dichte beim Anfang des Füllens mindestens 1275 kg/m^3 . Im allgemeinen sollte die Dichte ausreichend sein, um Baggergut zu tragen.

- Einrichtung eines geohydrologischen Isolationssystems

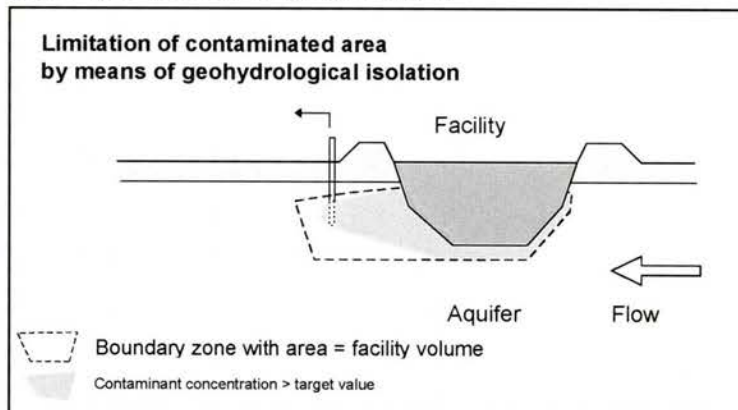
Sollte sich im Nachhinein herausstellen, dass die Verteilung der Verunreinigungen grössere Ausmasse annimmt als vorhergesagt, kann ein geohydrologisches Isolationssystem zur Begrenzung des Einflussgebiets als Notmassnahme angebracht werden.

Wenn eine der geohydrologischen Isolationsmethoden der Situation entsprechend eingesetzt werden kann, wird zwar der Ausfluss der Deponie nicht minimiert, jedoch wird die weitere Dispersion innerhalb des Wasserleiters begrenzt. Daher wird das Ausmaß des betroffenen Bereichs, in dem die Grundwasser-Grenzwerte überschritten werden, klein gehalten, während Leckagen unterhalb des zulässigen Ausflusswertes gehalten werden können (siehe Textrahmen sowie Abbildung 3-3 und Abbildung 3-5).

Geohydrologische Isolation

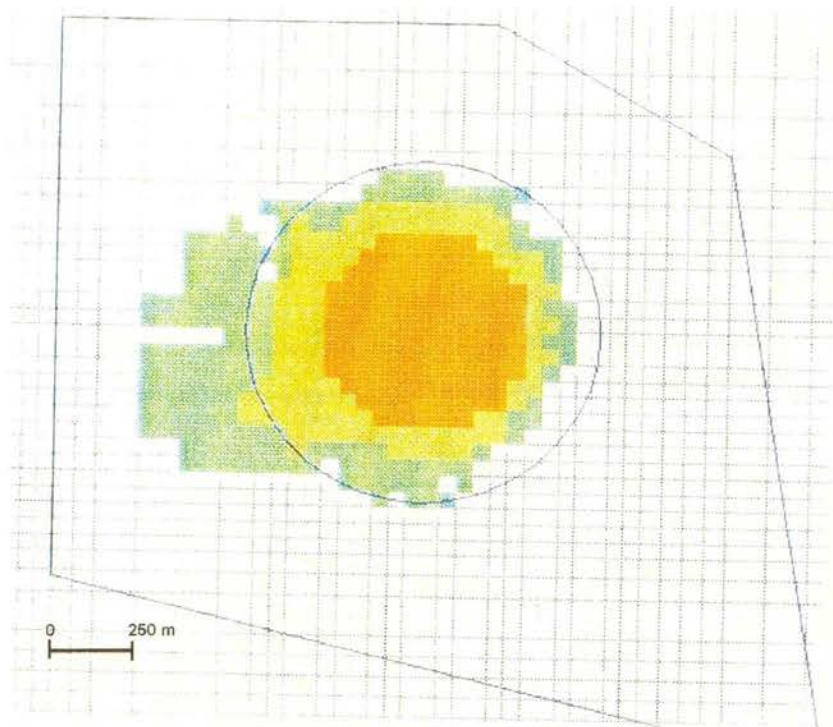
ist das Hochpumpen und Reinigen von verunreinigtem Grundwasser zur Begrenzung des Einflussgebiets eines Depots. Das System besteht aus einem Schirm von Brunnen, die – von der Strömungsrichtung des Grundwassers ausgehend – auf der Stromabwärtsseite des Depots angelegt wurden (siehe Abbildung 3-3). Das geohydrologische Isolations-System kann auch als Notmaßnahme eingesetzt werden, wenn sich zukünftig herausstellen sollte, dass die Emission schlimmere Ausmaße annimmt als vorhergesagt.

Abbildung 3-4: Geohydrologische Isolation



Die zuvor genannten Maßnahmen können separat oder in Kombination angewandt werden. Je nach der vorherrschenden Bedingung eines gewählten Bereiches kann die Wahl eines spezifischen Isolationssystems mit Hilfe eines Forschungsmodells den optimalen Schutz der Umwelt gegen Emissionen von dem Depot verhindern (weitere Erläuterungen siehe ANLAGE 2 und ANLAGE 7).

Abbildung 3-5: Ausbreitung von DCB nach 1000 Jahren beim Depot IJsseloog im Ketelmeer, Tiefe 30 m unter dem NAP, bei Aktivierung des Brunnenschutzes nach 10.00 Jahren [Projectbureau WAU, 1999]



Grüne Zone	: 0,01 µg/l bis 0,5 µg/l	(0,01 µg/l	= Zielwert DCB)
Braune Zone	: 0,5 µg/l bis 25 µg/l	(0,5 µg/l	= Grenzwert Grundwasser)
Orangene Zone	: über 25 µg/l	(25 µg/l	= (Zielwert + Interventionswert)/2)

Zu 1b) Betriebs- und Überwachungsmaßnahmen in der Nachsorgephase

Es ist offensichtlich, dass die Deponie und alle getroffenen Maßnahmen während des gesamten Zeitraums, in dem das Baggergut eine potentielle Schadstoffquelle für die Umwelt ist, überwacht und gesichert werden müssen. Da die Emissionen in die Umwelt aufgrund der eingesetzten Maßnahmen auf einer sehr geringen Stufe gehalten werden, verringert sich das potentielle Schadstoffbelastungsrisiko äußerst langsam. Das bedeutet, dass die Nachbehandlung (Kontrollieren der Wirkung der Isolationsmaßnahmen und Instandhaltung des Depots) sich über einen sehr langen Zeitraum hinzieht und man daher von einer *fortlaufenden Nachbehandlung* sprechen kann.

Die Überwachungssysteme sollten daher derart angelegt sein, dass sie Umstände erkennen helfen, die zur einer Beschädigung der Gesamtstruktur, zu einer weniger effizienten Wirkung der beabsichtigten Maßnahmen oder gar zum totalen Versagen dieser Maßnahmen führen könnten. Die ergriffenen Maßnahmen sollten helfen, die Situation unter Kontrolle zu halten, d.h. Bedingungen zu vermeiden, die eine Beschädigung der eingesetzten Mittel herbeiführen und soweit wie möglich unerwünschten Auswirkungen entgegenwirken oder sie aufheben.

Derartige Maßnahmen sollten innerhalb eines Programmes eingeschlossen werden, das sowohl den Zeitraum der Einlagerung als auch den Nachbehandlungszeitraum einschließt.

Insbesondere wird verlangt, dass Isolationsmaßnahmen und –mittel so optimal wie möglich unterhalten werden, und dass ihre Wirksamkeit entweder direkt oder indirekt überwacht wird.

Überwachungssysteme

Die eingesetzten Isolationsmaßnahmen haben zur Aufgabe, das Risiko einer Schadstoffbelastung von einer begrenzten Spezialdeponie für Baggergut auf die Umwelt so gering wie möglich zu halten. Um dies zu erreichen und den Einfluss des Depots auf seine Umwelt zu überwachen, müssen effektive Überwachungssysteme installiert und unterhalten werden. Sollte die Überwachung anzeigen, dass es zu einer unerwünschten oder unzulässigen Schadstoffdispersion gekommen ist, so sollte ein geohydrologisches System aktiviert werden (oder ein bestehendes geohydrologisches System entsprechend angepasst werden). Zusätzlich mögliche Maßnahmen sind die regelmäßige Messung des Wasserstands innerhalb und außerhalb der Anlage und die regelmäßige Probenahme des Porenwassers zur Feststellung des Schadstoffgehalts.

NB: In den Niederlanden ist man nach der Genehmigung aufgrund des Umweltschutzgesetzes verpflichtet, einen Nachsorgeplan zu erstellen, in dem deutlich dargestellt wird, in welcher Weise die Nachbehandlung eines Depots erfolgen soll. Des Weiteren ist man verpflichtet, die Verwaltungs- und Überwachungskosten in der Nachsorgephase bei der Finanzierung zu berücksichtigen.

Zu 2) Die eingebaute Sicherheit durch Entwurfsmaßnahmen erhöhen

Es ist wichtig, eine Spezialdeponie für Baggergut so anzulegen, dass auch langfristig Emissionen auf ein Minimum reduziert werden können, selbst wenn langfristige Isolationsmaßnahmen und deren Überwachung versagen sollten. Um dieses Ziel zu erreichen

- sollte die Menge von Baggergut pro Flächeneinheit so groß wie möglich sein,
- sollte es Ziel sein, das Baggergut so einzubauen, dass geringer belastetes Baggergut die unterste Schicht bildet, wenn möglich auch bei der Einrichtung von Hängen.

Auch hier sollte die Zweckmäßigkeit der Maßnahme mit der Kosteneffektivität verglichen werden (ALARA Prinzip).

Zu 3) Günstige Wahl des Deponiestandorts

Örtliche geohydrologische Gegebenheiten beeinflussen die Versickerung und somit die Schadstoffmigration in die Umwelt.

Im allgemeinen muss bei der Wahl eines entsprechenden Standorts die geohydrologische Auswirkung auf das Sickerverhalten der Deponie und der Wanderung von Substanzen von der Deponie in die Umwelt mit einbezogen werden. Falls möglich, sollte eine speziell angelegte Deponie auf einer Tonschicht angelegt werden, insbesondere bei Depots, die über dem Grundwasserspiegel angelegt werden sollen. Advektiver Transport von einsickerndem Porenwasser wird dann größtenteils verhindert und die Verunreinigungen im Porenwasser werden durch organische Partikel in der Tonschicht adsorbiert.

Maßnahmen Oberflächenwasser

In der Wvo-Genehmigung sind Kriterien für die Menge des einzuleitenden Rückwassers und dessen Qualität (bei subaquatischen Depots) sowie die Annahmekriterien für Baggergut festgelegt (bei Gruben: welche Qualität Baggergut darf wohl und welche nicht eingelagert werden, welche Bedingungen sind damit verbunden, welche Einlagerungsmethoden sind anzuwenden usw., vgl. Kapitel 2.4.1). Darüber hinaus muss beim Beantragen der Wvo-Genehmigung dargestellt werden, welche Maßnahmen getroffen werden, um die Migrationen in das Oberflächenwasser und die ökotoxikologischen Risiken zu begrenzen.

Zur Begrenzung der Belastung des Oberflächenwassers können die folgenden Maßnahmen getroffen werden:

Eingedeichtes Depot

Bei eingedeichten Depots wird das Oberflächenwasser durch Rückwasser belastet, das aus dem Depot geleitet wird, um den Wasserstand im Depot stabil zu halten. Dieses Rückwasser ist eine Mischung aus ‚reinem‘ Wasser, das sich schon am Beginn der Einlagerung im Depot befindet, aus ‚verunreinigtem‘ Porenwasser (durch die Prozesse der Sedimentation und Konsolidation) und aus Schwebstoffen mit daran haftenden Verunreinigungen. Die Qualität des Rückwassers hängt hauptsächlich von Schadstoffen ab, die größtenteils an Schwebstoffen haften. Deshalb sollte die Schwebstoffkonzentration im Rückwasser so gering wie möglich gehalten werden.

Die Wvo-Genehmigung (Gesetz für die Verschmutzung von Oberflächengewässern) enthält ein Erfordernis bezüglich der maximal zulässigen Schwebstoffkonzentration im eingeleiteten Rückwasser. In der Regel liegt diese maximal zulässige Konzentration bei 50 – 100 mg/l, aber 25 mg/l sollte nach Möglichkeit erreicht werden.

Die folgenden Maßnahmen sind möglich:

- Kein Wasser aus dem Depot in das Oberflächenwasser einleiten, wenn Baggergut eingelagert wird (wegen der starken Trübungskonzentration im Ablaufwasser beim Einlagern); das Depot fungiert dann vorübergehend als Absetzbecken
- Den Auslauf des Depots möglichst weit entfernt vom Einlagerungsstandort wählen
- Rückwasser bei der hydraulischen Einlagerung von Baggergut als Prozesswasser verwenden
- Das einzuleitende Rückwasser zuvor behandeln:
 - Auf der Innenseite des Depots eine Absetzzone anbringen, wo Schwebstoffe sich größtenteils absetzen können
 - Nötigenfalls Absetzbecken einsetzen, um den Schwebstoffgehalt im Ablaufwasser zu reduzieren
 - Einsatz eines Flockungsbeckens zur Reduzierung des Schwebstoffgehalts im Ablaufwasser (durch die Hinzufügung von Flockungsmitteln kleben die Schwebstoffteilchen zusammen und setzen sich dann schneller ab)

- Sonstige zusätzliche Wasserreinigungsmaßnahmen. In Anlage 10 sind verschiedene Reinigungsmethoden kurz aufgeführt

Grubendepot

Bei einem Grubendepot gibt es keine Rückwasser und ist das Baggergut immer in Berührung mit dem Oberflächenwasser. Allerdings können Maßnahmen getroffen werden, um Verluste von Baggergut bei der Einlagerung oder am Ende der Einlagerungsphase, wenn das Baggergutniveau im Depot nur wenige Meter unter dem Rand (des Gewässerbodens) liegt, zu beschränken.

- Maßnahmen zur Beschränkung von Verlusten von Baggergut bei der Einlagerung:
 - Baggergut mit hoher Dichte einlagern. Eine hohe Dichte bedeutet einen niedrigen Ausdehnungsfaktor; dadurch ist der Unterschied zwischen dem Volumen des eingelagerten Baggerguts und dem Volumen des vorhandenen Sediments verhältnismäßig gering. Das benötigte Fassungsvermögen des Depots ist dann ebenfalls geringer. Bei der Einlagerung mit hoher Dichte wird außerdem wenig Wasser zugemischt, wodurch die Ausbreitung von Verunreinigungen beeinträchtigt wird.
 - Anwendung umweltfreundlicher Einlagerungstechniken. Eine Auswertung von Messdaten von Einlagerungen von Baggergut ergab, dass bei einigen Einlagerungsmethoden weniger Baggergut verloren geht als bei anderen [Projektbüro Waterbodems Advies en Uitvoering, 2000]. Vgl. Anlage 4.
 - Möglichst auf der Stromaufwärtsseite des Depots einlagern. Der geringste Verlust von Baggergut ist zu erwarten, wenn möglichst nah am Fuß des Grubenhangs geschüttet wird. Erstens ist das Wasser hier vor der Strömung einigermaßen geschützt und zweitens ist bei dieser Schüttposition die Absetzlänge der Schwebstoffe in der Grube maximal.
- Die Einschränkung von Ausspülungsverlusten durch Strömungen und Schifffahrt:
 - Baldmöglichste Abdeckung des Depots am Schluss der Einlagerungsphase, so dass die Ausspülung von Baggergut aus der Grube weitgehend verhindert wird. Das Depot kann mit einer organisch reichhaltigen, 1 Meter dicken Tonschicht abgedeckt werden. Dann wird nicht nur die Ausspülung, sondern darüber hinaus der diffusive Transport von Verunreinigungen verhindert.
 - Anpassung der Einlagerungshöhe an die Verhältnisse über der Grube (Strömung, Wellen, Schifffahrt). Bei einem niedrigeren maximalen Einlagerungsniveau ist die Gefahr des Ausspülens geringer, weil dann die Strömungsgeschwindigkeiten über dem Baggergut niedriger sind.
 - Reduzieren der Strömungsgeschwindigkeit über der Grube. Eine der wenigen Methoden, die Strömungsgeschwindigkeit über der Grube zu drosseln, ist die Anlage einer Unterwasserschwelle rund um die Grube. Dann setzt sich mehr Baggergut in der Grube ab und die Gefahr der Ausspülung der Oberschicht ist geringer als ohne Schwelle.
 - Abschirmung des Depots von der Schifffahrtsstraße (bei Gruben). Sedimente aus der Oberschicht des Depots können durch die Strahlen



von Schiffsschrauben suspendiert und durch die Strömung aus dem Depot mitgeführt werden. Dies kann durch die Anlage einer Betonung rund um das Depot weitgehend verhindert werden.

- In und nach der Einlagerungsphase kann das Baggergut im Depot verdichtet werden. Dazu wird das Baggergut durch vertikale Dränrohre entwässert, so dass sich der Konsolidationsprozess beschleunigt. Das Depot kann dann schneller abgedeckt werden, und die Ausbreitung von Verunreinigungen wird somit gehemmt.

3.2 Weitere Umweltauswirkungen von Depots

3.2.1 Vorschriften für den Entscheidungsprozess neuer Depots

Außer den Vorschriften für die Minimierung von Ausflüssen aus einem Depot gibt es in dem BvB auch Vorschriften für die Minimierung der Auswirkungen auf das Umfeld, durch die Auswahl eines geeigneten Standorts und einer geeigneten Einrichtungsart des Depots (für Baggergut > 500.000 m³).

Die folgenden Elemente spielen in der einen oder anderen Weise während des Entscheidungsprozesses für den Standort und die Depotart eine Rolle:

- 1.) Die Auswahl von Flächen zur Errichtung von Depots, gefolgt vom Vergleich verschiedener potentieller Gebiete. Da diese Möglichkeiten auf regionaler, höherer Ebene bewertet werden müssen, ist dies gewöhnlich die Aufgabe des Landkreises. Das Landkreisamt benutzt für diese Bewertung eine Reihe von Kriterien: Planung, Logistik, Umwelt und Betriebsaspekte spielen hier eine Rolle. Aus diesem Grunde wird eine UVS zur Flächensuche verfasst. Das Ergebnis dieser UVS, ganz gleich, ob sie nun für jede Variante verfasst wurde, führt zu einer Rangfolge.
- 2.) Die Wahl eines oder mehrerer Gebiete und ihre Einbringung in die Regionspläne. Die Zulassung eines spezifischen Depottyps in einer spezifischen Umgebung durch die zuständige Behörde und die Eingliederung dieses Gebietes in ein Gebietszonenschema spielen hier eine Rolle. Wenn die Kapazität der geplanten eingegrenzten Deponie für Baggergut 500.000 m³ überschreitet, dann muss vor Beginn eine Entwurfs-UVS erstellt werden, wobei die bevorzugte Wahl als die beabsichtigte Wahl präsentiert wird. Darüber hinaus werden auch die andern Optionen im Vergleich zueinander in dieser UVS vorgestellt.
- 3.) Die Vorschriften zur Bestimmung der örtlichen Bedingungen des geplanten Depotgebietes spielen während der 1. und 2. Phase eine wichtige Rolle. In der 3. Phase wird eine komplette Bewertung durch eine kompetente Behörde gemäß den national gültigen Richtlinien, die im nationalem Grundsatzdokument festgehalten sind, durchgeführt.

In der Praxis kann es vorkommen, dass manche dieser Elemente in Kombinationen auftreten, zum Beispiel bei der Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVS) für die Auswahl und entsprechendem Entwurf eines Depots.

3.2.2 Die Umweltauswirkungen von Baggergutdepots

Einleitung

Bei der Beschreibung der Auswirkungen der verschiedenen Depotvarianten in einer Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) können die folgenden Themen unterschieden werden:

- Natürliche Umwelt (Auswirkungen auf Flora und Fauna, Emissionen usw.);
- Wohn-/Lebensraum (Auswirkungen auf den Menschen, Belästigung, Sicherheit usw.);
- Raumnutzung und Wirtschaft (Auswirkungen auf die Schifffahrt, die Industrie, die Fischerei usw.).

Des weiteren werden die verschiedenen Depotvarianten in der UVS an Zielen geprüft, welche die Behörden im Rahmen der Politik des *Umweltverträglichen Bauens* (Verwertung von Rückständen, minimaler Energieverbrauch usw.) formuliert haben.

Diese Themen sind in Kapitel 5.4 bei der Beschreibung der Bewertungsmethodik der Depotvarianten in der UVS nach Aspekten und Kriterien weiter ausgearbeitet.

Natürliche Umwelt

An vielen Standorten bilden verunreinigte Sedimente und Ufer eine diffuse Quelle von Verschmutzungen des *Grund- und / oder Oberflächenwassers*. Durch die Konzentration dieser Verunreinigungen in einem Depot wird die (aktuelle) Verschmutzungsgefahr reduziert. Darüber hinaus kann die Verunreinigungsgefahr am Depot 'beherrscht' und 'kontrolliert' werden. Nötigenfalls werden (zusätzliche) Maßnahmen zur Eingrenzung der schädlichen Auswirkungen getroffen.

Die schädlichen Auswirkungen für das *Grundwasser* sind bei der Anlage eines Depots, welches einen Wasserkörper durchschneidet, am größten. Ein Depot, dessen Boden aus einer undurchlässigen Schicht besteht, hat die geringsten Auswirkungen.

Der Umfang, in dem Verunreinigungen in das umgebende *Oberflächenwasser* migrieren können, hängt hauptsächlich von der Depotart ab. Ein eingedeichtes Depot belastet das Oberflächenwasser weniger als eine Grube. Der Ringdeich verhindert, dass die Verunreinigungen aus dem Depot sich unkontrolliert ausbreiten. Darüber hinaus kann das einzuleitende Rückwasser gereinigt werden. Bei einem Grubendepot fehlen diese Vorrichtungen; dadurch kann ein kleiner Teil der Verunreinigungsfracht außerhalb der Grube gelangen.

Darüber hinaus kann die Anlage eines Depots sich auf die *Flussmorphologie* auswirken. Bei einem eingedeichten Depot wird der Stromquerschnitt kleiner, was sich auf die Abführung des Flusswassers auswirken kann (siehe Textrahmen 'Flussmorphologie'). Dadurch können örtlich unerwünschte Erosionsfolgen in Erscheinung treten.

Ein Grubendepot fungiert in erster Linie als 'Sandfang', in dem sich Sand und Schlamm ablagern. In einem späteren Stadium, wenn die Grube mit Baggergut gefüllt ist, sind die morphologischen Auswirkungen minimal.

Wird das Depot in einem Gebiet mit (inter-)nationaler Bedeutung angelegt (besonderes Schutzgebiet aufgrund der Habitat- und / oder Vogelschutzrichtlinien



oder als Kerngebiet einer ökologischen Hauptstruktur), dann gilt die Grundbedingung, dass die *Natur* nur minimal beeinträchtigt werden darf. Es geht dabei um Auswirkungen wie den Verlust an Bodenfauna sowie die Störung von Vögeln und Lärmschutzgebieten.

Flussmorphologische Auswirkungen

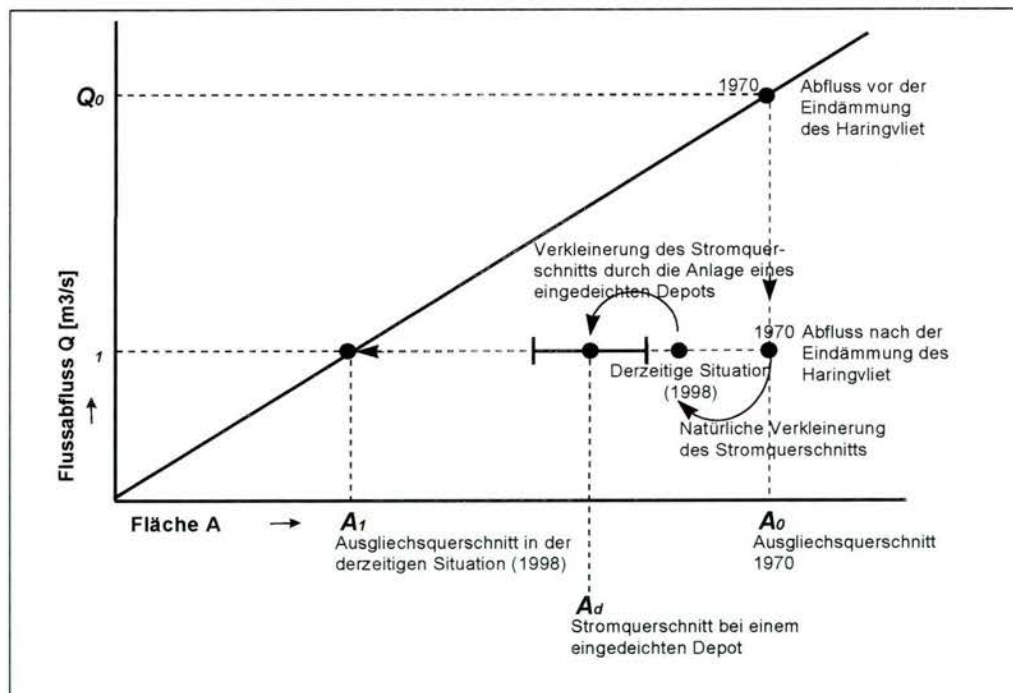
Die örtlichen flussmorphologischen Auswirkungen eines Depots können auf der Basis der Gleichgewichtsrelation des Abflusses Q zum durchströmten Querschnitt A eingeschätzt werden: die Q - A Gleichgewichtsrelation (siehe den Abschnitt: 'Q-A Gleichgewichtsrelation'). Ist der Querschnitt, den das Depot einnimmt so groß, dass der verbleibende Stromquerschnitt kleiner ist als der Ausgleichsquerschnitt gemäß der Q - A Relation, dann tritt am Depot lokal Erosion auf. Dieser Prozess setzt sich fort, bis der Ausgleichsquerschnitt erreicht ist [Projektnota/UVS Absetzdepot Hollandsch Diep, 2000].

Im Gegensatz zu eingedeichten Depots sind die örtlichen flussmorphologischen Auswirkungen eines Grubendepots unbedeutend. Der Stromquerschnitt bleibt fast unverändert. Die Vergrößerung des Stromquerschnitts in der Einlagerungsphase kann die Sedimentierung am Depot vorübergehend verstärken. Diese vorübergehenden Auswirkungen und die komplexen örtlichen flussmorphologischen Prozesse (z.B. Rauigkeit und Schubspannung) sind hier nicht näher betrachtet, spielen aber auch eine Rolle.

Die Q-A Gleichgewichtsrelation

Die Q - A Relation gibt an, welche Ausgleichsstromfläche (A) zu einem bestimmten, maßgeblichen Flussabfluss (Q) gehört. Der Flussabfluss im Hollandsch Diep wurde durch die Abspernung des Haringvliet (1970) und des Volkerak (1969) reduziert. Das System passt sich der neuen Situation durch Sedimentierung allmählich an. Die Stromfläche wird verringert bis der Ausgleichsquerschnitt erreicht ist (siehe Abb. 3-6).

Abbildung 3-6: Flussabfluss und Stromquerschnitt bei fortgesetzter Sedimentierung



Nach der Einlagerungsphase kann das Depot selbst als natürliche Landschaft eingerichtet werden. Auch im allgemeinen trägt ein Depot zur dauerhaften

Verbesserung der Natur bei. Wenn nämlich genügend Absetzraum verfügbar wird, können verunreinigte Ufer und Sedimente, die sich jetzt noch schädlich auf die Natur auswirken, saniert werden.

Ein Depot kann das *Landschaftsbild* beeinflussen: muss der offene Charakter des Gewässers mit Ausblick auf die Ufer auf der anderen Seite erhalten bleiben oder wird das Landschaftsbild durch ein Industriegebiet bestimmt.

Ein Grubendepot wirkt sich auf das Landschaftsbild nicht aus, weil es sich ja unter Wasser befindet. Ein eingedeichtes Depot dagegen beeinflusst die Landschaft; wie und inwiefern hängt von der Größe des Depots, dem Umfang, in welchem die räumliche Freiheit beeinträchtigt wird und der Anwesenheit anderer, die Landschaft prägender Elemente ab.

Des weiteren kann ein eingedeichtes Depot den *kulturgeschichtlichen* (visuelle Beeinträchtigung) und den *archäologischen Wert* (Abdeckung bzw. Abgrabung) beeinträchtigen. Archäologische Belange müssen in den Niederlanden in die Untersuchung zur Vorbereitung der Anlage eines Depots mit einbezogen werden.

Wohn- und Lebensraum

Je nach der Entfernung, der Größe und der Sichtbarkeit des Depots kann die *Attraktivität des Wohnraums* beeinträchtigt werden. Diese Beeinträchtigung erfolgt besonders bei eingedeichten Depots.

Wenn das Depot einmal fertiggestellt ist, ist die *Lärmbelästigung* des Wohngebiets gering. In der Einrichtungsphase ist die Lärmbelästigung größer. In eineinhalb Kilometer Entfernung vom Depot liegt der Geräuschpegel bei 50 dB(A).

Das Baggergut wird immer unter Wasser eingelagert, so dass keine *Geruchs- oder Staubbelästigung* auftritt. Wird das Baggergut bei einem eingedeichten Depot durch Sandtrennung behandelt, dann tritt bei vorübergehender Lagerung des gewonnenen Sandes durch die Verwehung feiner Sandteilchen begrenzt Staubbelästigung auf. Dies kann durch regelmäßiges Befeuchten des gelagerten Sandes allerdings vermieden werden.

Eine Gefährdung der Gesundheit kann bei der Anlage und beim Betrieb eines Depots fast ausgeschlossen werden. Allerdings ist mit *Aspekten* wie Überflutungen oder Unfällen mit schädlichen Stoffen zu rechnen (obwohl auch dieses Risiko gering ist).

Ein Depot kann sich auf die *Erholungsmöglichkeiten* auswirken. So kann ein eingedeichtes Depot den Ausblick vom Ufer aus beeinträchtigen und die Schwimm- und Surfmöglichkeiten einschränken. Auf den Angelsport kann sich die Anlage eines Depots einerseits durch den Verlust an Fischwasser nachteilig, andererseits durch die Entstehung neuer Angelstellen jedoch positiv auswirken. Des weiteren kann für Campingplätze und Feriendörfer Lärmbelästigung entstehen, insbesondere in der Einrichtungsphase des Depots.

Raumnutzung und Wirtschaft

Ein eingedeichtes Depot kann den Flussabfluss beeinträchtigen und dadurch einen *Stau effekt* verursachen. Hydraulische Berechnungen bei der Umweltverträglichkeitsuntersuchung des Depots Hollandsch Diep [Projectbureau WAU, 2000] haben zum Beispiel ergeben, dass das eingedeichte Depots in diesem Gebiet nur einen begrenzten Stau effekt von 4 mm bis maximal 12 mm zur Folge hat.

Dieser Effekt ist jedoch reversibel: nach der Betriebsphase kann das Depot, wenn es mit einer sauberen Erdschicht abgedeckt ist, wieder ganz unter Wasser fertiggestellt werden.

Die Flüsse haben nicht überall genügend Raum. Wenn das Hinterland auch auf längere Dauer vor Überflutungen geschützt werden soll, müssen Flusserweiterungsarbeiten durchgeführt werden. Außer einer großen Menge sauberes und wiederverwertbares Sediment kann bei diesen Arbeiten auch eine bedeutende Menge an verunreinigten Sedimenten anfallen, wofür Unterbringungsraum gefunden werden muss.

Ist ein Depot in einem Wassersystem mit Wasserwegen geplant, dann gilt die unbedingte Grundbedingung, dass immer eine ausreichend große Fahrrinne bleibt. Somit wirken sich die Anlage und der Betrieb eines Depots kaum oder gar nicht auf die *gewerbliche Schifffahrt* aus. Das gilt auch für Grubendepots in der Einlagerungsphase.

Bei einem eingedeichten Depot können für die *Freizeitschifffahrt* beim Auslaufen aus den Jachthäfen Behinderungen entstehen und kann Fahr- und Wettfahrtraum verloren gehen.

Die Anlage eines Depots kann sich begrenzt auf die *Industrie* auswirken, zum Beispiel, wenn Oberflächenwasser als Kühlwasser benutzt wird. Ein eingedeichtes Depot kann sich in sehr leichtem Maße auf die 'Kühlkapazität' dieses Oberflächenwassers auswirken.

Die Folgen der Anlage eines Depots für die *Fischerei* bestehen darin, dass (vorübergehend) Fischwasser und Futtergebiet für Fische verloren geht. Bei Grubendepots sind die Auswirkungen gering.

Ein Depot hat allerdings auch einen Vorteil: wenn Unterbringungsmöglichkeiten für verunreinigte Sedimente geschaffen werden, können verschmutzte Ufer und Gewässerböden saniert werden. Dadurch wird die Qualität der Umwelt verbessert, so dass sich in den sanierten Gebieten ein variierter, gesunder Fischbestand entwickeln kann.

Die Auswirkungen auf den *Landbau* in den umgebenden Poldern bestehen darin, dass sich der Grundwasserstand ändern kann. In den meisten Fällen in den Niederlanden wird der Grundwasserstand durch die Anlage eines Depots etwas höher oder niedriger.

Ein Depot kann zu einer Zunahme des *Straßenverkehrs* führen. Bei Grubendepots ist dies kaum oder gar nicht der Fall. In der Einrichtungsphase eines eingedeichten Depots ist wohl eine Zunahme des Straßenverkehrs zu erwarten, weil dafür Material und Maschinen benötigt werden, die zum Teil über die Straße transportiert werden.

Aufgrund der *Raumordnungspolitik* kann eine betriebliche Aktivität wie die bei einem Absatzdepot am besten in der Nähe eines Industriegebiets erfolgen, weil dort bereits andere betriebliche Aktivitäten konzentriert sind und die Störung anderer Funktionen wie 'Natur', 'Erholung' und 'Wohnen' dann auf ein Minimum beschränkt bleibt.

Umweltverträgliches Bauen

Die Depotvarianten sind auch an Bewertungskriterien zu prüfen, die von den Zielsetzungen für 'umweltverträgliches Bauen' abgeleitet sind. Diese Kriterien umfassen Aspekte wie Flexibilität in bezug auf Einrichtungs- und



Ausbaumöglichkeiten, Energie- und Rohstoffverbrauch, Abfallprävention, Beherrschbarkeit und Kontrollierbarkeit.

Eingedeichte Depots erfüllen diese Kriterien oft besser als Grubendepots, weil die Einlagerung von Baggergut innerhalb eines Ringdeiches besser zu *beherrschen und zu kontrollieren* ist. Darüber hinaus kann ein Großteil der sauberen Erde, die bei den Aushubarbeiten anfällt, für den Deich und das Betriebsgelände verwendet werden. Bei einem Grubendepot muss für diese Erde ein anderer nützlicher Verwendungszweck gefunden werden. Bestehende Gruben sind eine Ausnahme, weil dabei keine Aushubarbeiten notwendig sind. Übrigens werden bei einem Grubendepot *Energie und Rohstoffe* eingespart, da dabei kein Schüttstein für die Verkleidung eines Ringdeiches benötigt wird.

In Abschnitt 5 wird die Bewertungsmethodik der Depotvarianten näher erläutert.

3.3 Die ökologischen Auswirkungen von Baggergutdepots näher betrachtet

Im vorigen Abschnitt wurde ein Überblick über die Umweltauswirkungen eines Absetzdepots dargestellt; in diesem Abschnitt werden die ökologischen Auswirkungen der Anlage, des Betriebs und der Anwesenheit eines Depots (in der Nachsorgephase) näher betrachtet. Die folgenden Auswirkungen werden erläutert:

- Auswirkungen auf Phyto- und Zooplankton
- Auswirkungen auf Flora und Vegetation
- Auswirkungen auf Makrofauna
- Auswirkungen auf Fische
- Auswirkungen auf Vögel
- Auswirkungen auf Säugetiere
- Auswirkungen auf potentielle Bioakkumulation

3.3.1 Die Auswirkungen auf Phyto- und Zooplankton

Die Anlage und Anwesenheit eines Depots wirkt sich auf Phytoplankton aus durch:

- verändertes Absetzen von Plankton durch Veränderungen der Strömungsgeschwindigkeit;
- die Abnahme der primären Produktion durch Trübung

Der Einfluss der Anwesenheit und des Betriebs eines Depots auf das Vorkommen von Phytoplankton ist voraussichtlich anderen natürlichen Prozessen (Veränderungen der Stromgeschwindigkeiten, Verweilzeiten, Abgrasung von Zooplankton usw.) untergeordnet. Die eventuellen Auswirkungen auf Phytoplankton sind jedoch zur Information nachstehend beschrieben.

Verändertes Absetzen von Plankton

Veränderungen des Sedimentierungsschemas bzw. des Vorkommens von Plankton können sich auf Zooplankton, Dreikantmuscheln und andere Bodenfauna, die sich von sich absetzendem Flussplankton ernähren, auswirken.

Die Strömungsgeschwindigkeiten über einer Grube sind niedriger als in der Bezugssituation. Das Plankton wird sich jedoch durch seine sehr niedrige Sinkgeschwindigkeit nicht in der Grube, sondern mehr stromabwärts absetzen.

Bei der Anlage eines eingedeichten Depots wird sich weniger Phytoplankton absetzen, weil die Stromgeschwindigkeit örtlich zunimmt.

Trübung

Bei der Anlage und beim Betrieb eines Depots kann durch den Aushub, die Anlage von Kaien und die Einlagerung in das Depot eine Trübung des Oberflächenwassers auftreten. Phytoplankton ist von Licht (und Nährstoffen) abhängig, so dass die primäre Produktion durch einen durch die Trübung verringerten Lichteinfall beeinträchtigt wird.

Unter Berücksichtigung der schnellen Erholungszeit von Phyto- und Zooplankton sowie der Tatsache, dass Fische und sich von Fischen ernährende Vögel vorübergehend ausweichen können, ist die Auswirkung der Anlage eines Depots auf Plankton, Fische und Vögel voraussichtlich minimal.

3.3.2 Die Auswirkungen auf Flora und Vegetation

Verlust an Lebensraum für Wasser- und Uferpflanzen

Durch die Anlage eines Depots kann Lebensraum für Wasser- und Uferpflanzen verloren gehen. Ein Maß für den Umfang dieses Verlustes ist die Fläche des Teils des Depots, welche den bestehenden Lebensraum überschneidet.

Die Entwicklung von Lebensraum für Wasser- und Uferpflanzen

Bei einem Grubendepot gibt es keine Möglichkeiten zur Entwicklung von Lebensraum für Wasser- und/oder Uferpflanzen. Auch in einem eingedeichten Depot können sich in der Einlagerungsphase keine Wasser- oder Uferpflanzen ansammeln. Die Wachstumsmöglichkeiten für Wasserpflanzen sind in der Einlagerungsphase durch die hohe Phytoplanktonbiomasse und die damit verbundene Trübung sowie durch die schlechte Wasserqualität im Depot äußerst gering. Nach der Abdeckung des Baggersguts nehmen die Möglichkeiten zur Entwicklung der Pflanzen wieder zu.

Austrocknung bzw. Verwässerung von Naturlandschaften

- *Vorübergehende Auswirkungen infolge des Aushubs (Anlage des Depots)*
Die Anlage eines Absetzdepots kann infolge der durch den Aushub zunehmenden Infiltration einen vorübergehenden Anstieg des Grundwasserstands in den umgebenden (Natur-)gebieten verursachen. Dieser Anstieg des Grundwasserstands kann sich sowohl positiv als auch negativ auswirken. Vorläufig ist anzunehmen, dass diese Auswirkungen durch eine Verringerung von Austrocknungserscheinungen positiv sind.
- *Ständige Auswirkungen bei gefülltem Depot (Anwesenheit)*
Wenn das Depot gefüllt ist, kann der Grundwasserstand im Umfeld des Depots durch verringerte Infiltration absinken. Für die Naturwerte in den

umliegenden Naturlandschaften ist eine Senkung des Grundwasserstands negativ.

3.3.3 Die Auswirkungen auf die Makrofauna

Die Bodenfauna wird durch den Aushub entfernt und indirekt durch abiotische Veränderungen der Zusammensetzung und Tiefe des Bodens beeinflusst. Veränderungen der Bodenfauna wirken sich auf die Nahrungsversorgung von Fischen und sich von Makrofauna ernährenden Vögeln (wie Reiherenten und Tafelenten) aus.

Verlust von Makrofauna

Da das Vorkommen der Dreikantmuschel sowohl räumlich als in Bezug auf die Wassertiefe sehr unterschiedlich ist und diese somit bei der Auswahl von Standorten einen wichtigen Faktor bildet, wird sie bei der Bewertung der Standorte für alle Bodenfauna als Leitart benutzt. Zur Darstellung des Verlustes an Makrofauna wurden die folgenden Subkriterien verwendet:

- Verlust an Bodenfläche durch die Anlage eines Depots;
- Verlust an wertvollen Flachwasserzonen für Bodenfauna:
Die größte Dichte an Dreikantmuscheln kommt in einer Wassertiefe von 2,5 bis 5,5 m vor. Ein Depot an einem Standort, an dem der Gewässerboden im Schnitt höher liegt als 5,0 m unter dem NAP wird bereits als weniger geeignet betrachtet.

Zu bemerken ist, dass die Bodenfauna am Depot verschwindet, die Biomasse der Bodenfauna und somit die Nahrung für Fische und Vögel durch die Sanierung des Gewässerbodens an einer anderen Stelle in dem Gebiet jedoch wieder zunimmt.

3.3.4 Die Auswirkungen auf Fische

Die Auswirkungen auf Fische sind:

- Verlust bzw. Entstehung von Laichplätzen;
- Verlust an bzw. Entstehung von Lebensraum;
- Abnahme bzw. Zunahme des Nahrungsvorkommens.

Verlust von Laichplätzen

In der Einrichtungsphase können Laichplätze verloren gehen. Bei eingedeichten Depots ist dieser Verlust vorübergehend, weil bei der Landschaftsentwicklung auch neue Laichplätze geschaffen werden.

Entstehung von Laichplätzen

Bei einem eingedeichten Depot entstehen bei der Landschaftsentwicklung auch neue Laichplätze. Für die Entwicklungsmöglichkeiten solcher Plätze ist besonders die Entwicklung von Wasser- und Ufervegetation maßgeblich (diese Biotopen sind wichtige potentielle Laichplätze).

Verlust an Lebensraum für Fische

Bei einem eingedeichten Depot ist das Gebiet innerhalb des Depots für Fische nicht mehr zugänglich. Somit entspricht der Verlust an Lebensraum für Fische der Fläche des Depots.

In der Einlagerungsphase sind die Verhältnisse im Depot für Fische sehr ungünstig.

Entstehung von Lebensraum für Fische

In einem Grubendepot erfolgt die Einlagerung bis wenige Meter unter der aktuellen Bodentiefe des Standorts, so dass das Volumen des Lebensraums für Fische zunimmt. Dies wird als positiv bewertet.

In einem eingedeichten Depot werden die Verhältnisse nach der Betriebsphase günstiger, so dass der Fischbestand zunehmen kann.

Abnahme des Nahrungsvorkommens für Fische

Die Auswirkung eines Depots auf Fische durch verändertes Nahrungsvorkommen ist denen der Kriterien 'Verlust an Makrofauna' und 'Verlust an Lebensraum für Fische' sehr ähnlich. Eine umfangreichere Abnahme von Bodenfauna und ein größerer Verlust an Lebensraum hat eine größere Abnahme der Fischbiomasse zur Folge.

Zunahme des Nahrungsvorkommens für Fische

Wie unter 'Entwicklung von Makrofauna' beschrieben, entstehen bei einem eingedeichten Depot günstige Verhältnisse für Bodenfauna, so dass die Bedeutung als Nahrungsgebiet für Fische (wie zum Beispiel Rotaugen) wieder zunimmt.

3.3.5 Die Auswirkungen auf Vögel

Die Auswirkungen auf Vögel sind:

- Verlust an bzw. Entstehung von Brutrevieren
- Verlust an bzw. Zunahme von Rastgebieten
- Verlust bzw. Zunahme von Nahrungsquellen
- Störung

Verlust an Brutrevieren für Vögel

Hat die Einrichtung eines Depots den Verlust von Wasser- oder Ufervegetation zur Folge, dann gehen auch Brutreviere verloren. Wasser- und Uferbepflanzung eignen sich nämlich ausgezeichnet als Brutstätte von Vögeln.

Entstehung von Brutrevieren für Vögel

Für einige Wasservögel, wie zum Beispiel *Stockenten*, entstehen auf dem Deich Brutstätten. Auf der Innenseite des Depots sind die Brutmöglichkeiten für Schilf- und Strauchvögel begrenzt, weil die Übergangszone vom Wasser zum Ufer ziemlich schmal ist. Bei einem eingedeichten Depot entstehen bei der Landschaftsentwicklung außen ebenfalls neue Brutreviere.

Verlust an Rastgebieten für Vögel

Bei Grubendepots geht keine Wasserfläche verloren, so dass voraussichtlich auch die Rastgebiete erhalten bleiben. Eventuelle Störungen von Vögeln im Rastgebiet werden unter 'Störung' beschrieben.

Bei eingedeichten Depots geht Wasserfläche verloren und somit auch Rastgebiet. Da es sich bei Rastgebieten meistens um Windschutzgebiete handelt, sind die Standorte in der Nähe des Ufers wichtig. Der Verlust entspricht der Fläche des Depots.

Entstehung bzw. Zunahme von Rastgebieten für Vögel

In einem eingedeichten Depot oder in dessen Windschatten gibt es für Wasservögel eventuell Möglichkeiten, zu rasten oder zu brüten. Während und nach der Einlagerungsphase kann ein eingedeichtes Depot für Gänse und Enten einen angenehmen Ruheplatz bilden.

Verlust von Nahrungsquellen für Vögel

Für die Nahrungsbeschaffungsmöglichkeiten für Vögel sind hauptsächlich die Auswirkungen auf die Nahrungsquellen im aquatischen Umfeld maßgeblich. Die Bewertung des Kriteriums 'Abnahme des Nahrungsangebots für Vögel' schließt eng an die Bewertung in bezug auf 'Verlust an Wasser- und Uferpflanzen', 'Verlust an Makrofauna' oder 'Verlust an Lebensraum für Fische' an.

Entstehung bzw. Zunahme von Nahrungsquellen für Vögel

Das Kriterium 'Zunahme von Nahrungsangebot für Vögel' schließt eng an die Bewertung der Kriterien für 'Entwicklung von Wasser- und Uferpflanzen', 'Entstehung von Bodenfauna' oder 'Entstehung von Lebensraum für Fische' an.

- Auf der Innenseite eines eingedeichten Depots nimmt Nahrungsangebot für Pflanzenfresser kaum zu, weil sich dort wenig Pflanzen entwickeln. Auf der Außenseite kann durch Landschaftsentwicklung Ufervegetation entstehen, wo Wasservögel sich Nahrung verschaffen können.
- Für Benthosfresser: im Grubendepot sowie im eingedeichten Depot entsteht nur wenig Makrofauna. Auf der Außenseite eines eingedeichten Depots wird ein fester, für die Dreikantmuschel sehr geeigneter Nährboden verfügbar (Steinpflaster). Dies bietet der Reiherente neue Nahrungsbeschaffungsmöglichkeiten.
- Am Rand eines Grubendepots können sich im Winter Fische aus den umliegenden Gebieten konzentrieren (siehe Textrahmen). Des weiteren bietet die Zunahme der Makrofauna auf der Außenseite von eingedeichten Depots bessere Nahrungs-verschaffungsmöglichkeiten für Rotaugen und somit auch für Fischfresser.

Im Ketelmeer und Wolderwijd wurde festgestellt, dass sich im Winter am Rand der Fahrrinne Kaulbarsche konzentrieren.

Störung der Vögel in der Umgebung

Bei der Einrichtung, beim Betrieb und in der Nachsorgephase des Depots können Betrieb und Lärm besonders Wasservögel, die in diesem Gebiet rasten oder sich dort Nahrung verschaffen, vorübergehend gestört werden.

Als Richtmaß für die Störung gilt:

- die Fläche eines Depots: die Störung von Wasservögeln erfolgt bei einem eingedeichten Depot in einem Umkreis von ca. 200 m sowie über dem Grubendepot [Heidemij Adviesbureau, 1988]



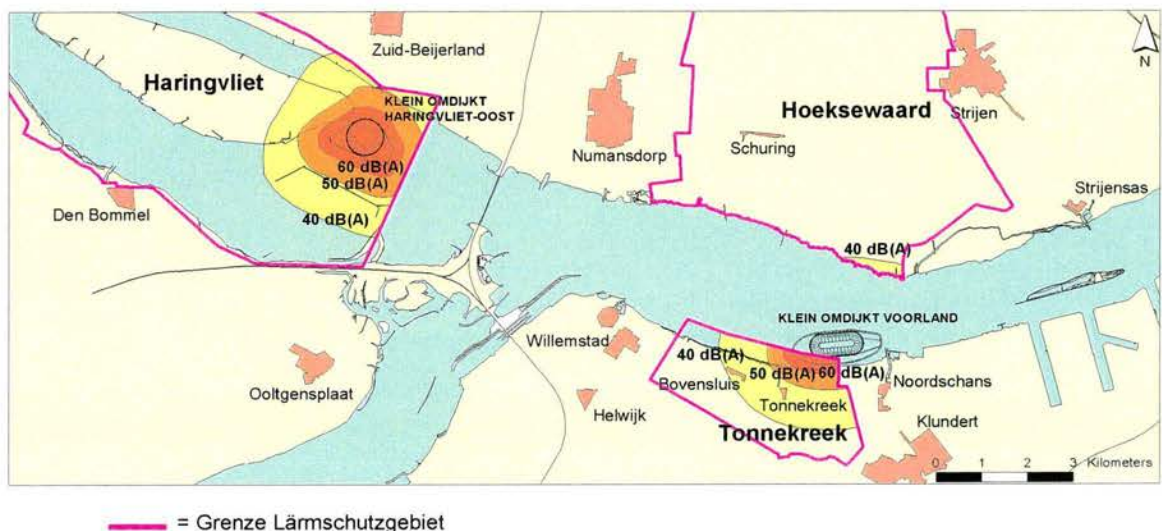
- der Abstand bis zu wertvollen Ufern oder anderen, für Vögel wichtigen Gebieten

Störung von Lärmschutzgebieten

In den Niederlanden werden manche Naturlandschaften zu sogenannten 'Lärmschutzgebieten' erklärt. Die Provinzen sind aufgrund des Umweltschutzgesetzes verpflichtet, Lärmschutzgebiete auszuweisen, in denen Lärmbelästigung vermieden beziehungsweise reduziert werden muss. Die Grenze wurde für den gesamten Zeitraum von 24 Stunden auf 40 dB(A) festgesetzt. Durch diese Maßnahme werden verschiedene Gebiete vor Lärmbelästigung geschützt.

Für das Kriterium 'Lärmbelästigung in Lärmschutzgebieten' ist die Fläche des Gebiets maßgeblich, welches in der Einrichtungs- und Betriebsphase innerhalb der 40 dB(A)-Umrisslinie liegt. Abbildung 3-7 stellt ein Beispiel für die Lärmauswirkungen in Lärmschutzgebieten dar.

Abbildung 3-7: Beispiel für die Lärmbelästigung in Lärmschutzgebieten, verursacht durch zwei eingedeichte Depotvarianten im Hollandsch Diep / Haringvliet-Ost [Projectb. WAU, 2000]



3.3.6 Die Auswirkungen auf Säugetiere

Verlust an Lebensraum für Säugetiere

Die Anlage und der Betrieb eines Depots beeinträchtigt kaum den Lebensraum von Säugetieren.

Entwicklung von Lebensraum für Säugetiere

Wenn einem eingedeichten Depot die Nebenfunktion 'Natur' zugeteilt wird, gibt es Raum für die Landschaftsentwicklung. Nach der Einlagerungsphase entstehen dann an eingedeichten Depots hauptsächlich Entwicklungsmöglichkeiten für Uferbiotopen.

Für die Bewertung der Entwicklungsmöglichkeiten können Subkriterien wie "für Landschaftsentwicklung verfügbarer Raum" und "Abstand zum Ufer" (positiv, wenn

das Depot sich in größerer Nähe des bestehenden Ufers befindet) angewendet werden.

3.3.7 Potentielle Bioakkumulation

Die Verunreinigungen in einem Depot können ökotoxikologische Auswirkungen auf das (aquatische) Ökosystem von Oberflächengewässern haben. Eine dieser Auswirkungen ist die potentielle Bioakkumulation: die Anhäufung von Verunreinigungen in Biota durch die Aufnahme in die Nahrungskette.

Grubendepots

Das Plankton im Grubendepot kann aus dem Depot entweichen und in die Nahrungskette aufgenommen werden. Es nimmt Verunreinigungen sowohl aus dem Depot als auch aus dem Oberflächenwasser auf.

Im Grubendepot Cromstrijen im Hollandsch Diep wurden die Auswirkungen des Depots und der Einlagerung von Baggergut auf die Bioakkumulation in Dreikantmuscheln stromabwärts untersucht. Die Akkumulation war nicht höher als die stromaufwärts. In der Vegetation konnte keine Akkumulation von durch das Depot verursachten Verunreinigungen festgestellt werden. Auch in einer höheren Stufe der Nahrungskette (Vogelwelt) wurden keine nachweislichen Auswirkungen festgestellt [Heidemij Adviesbureau, 1988].

Eingedeichte Depots

- *Pflanzenfresser*

Da die Entwicklung von Wasserpflanzen sehr gering ist, ist die Gefahr ökotoxikologischer Auswirkungen auf Pflanzenfresser (zum Beispiel die Schnatterente) sehr gering.

- *Plankton und Bodenfauna*

Das Plankton im Depot nimmt Verunreinigungen auf. Es bildet Nahrung für die Bodenfauna: Oligochaeten, Chironomiden und eine beschränkte Anzahl von Dreikantmuscheln.

- *Benthosfresser*

Das Baggergut in einem eingedeichten Depot trägt kaum oder gar nicht zur Akkumulation von Verunreinigungen in der Reiherente bei, da sich im Depot nur wenig Dreikantmuscheln ansammeln.

In einem eingedeichten Depot entsteht keine Zone mit trockenfallendem Baggergut und (sehr) flachem Wasser. Deshalb ist dieses Gebiet nicht geeignet für Stelzenläufer, die wadend ihre Nahrung suchen. Die Akkumulation von Verunreinigungen in Chironomiden und Oligochaeten hat somit wahrscheinlich keine ökotoxikologischen Auswirkungen auf Stelzenläufer.

- *Fischfresser*

Es kann sein, dass Kormorane durch den Konsum von Fisch aus dem Depot Verunreinigungen aufnehmen. Angesichts der schlechten Wasserqualität, der niedrigen Bodenfaunabiomasse und eventueller Stratifikation im Depot ist die Entwicklung eines guten Fischbestands jedoch nicht wahrscheinlich, so dass die Auswirkungen der Verunreinigungen im Depot auf den Bruterfolg von Kormoranen in diesem Gebiet wahrscheinlich äußerst gering sind. *Säugetiere*

Wahrscheinlich entsteht erst nach der Einlagerungsphase bei der Fertigstellung auf einer großen Fläche Ufervegetation, die Säugetiere anzieht. Das Baggergut ist dann abgedeckt und die Bioakkumulation in Säugetieren äußerst begrenzt.

4. TECHNIK DER SUBAQUATISCHEN DEPOTS

Nachdem in der Umweltverträglichkeitsstudie ‚Standort‘ die Entscheidung über Depotstandort und Depottyp getroffen worden ist, soll in der Umweltverträglichkeitsstudie ‚Einrichtung‘ die bevorzugte Einrichtung des Depots festgelegt werden, der vorläufige Entwurf also. Auf der Grundlage dieses vorläufigen Entwurfs wird ein detailliertes Konzept sowie eine Leistungsbeschreibung im Hinblick auf den Bau des Depots erstellt. In diesem Kapitel werden Prozess und Technik der Konzepte beschrieben, mit dem besonderen Augenmerk auf die diesbezüglichen Erfahrungen und Entwicklungen, die in den Niederlanden mit dieser Technik gewonnen wurden.

4.1 Merkmale des Depots

4.1.1 Depottypen

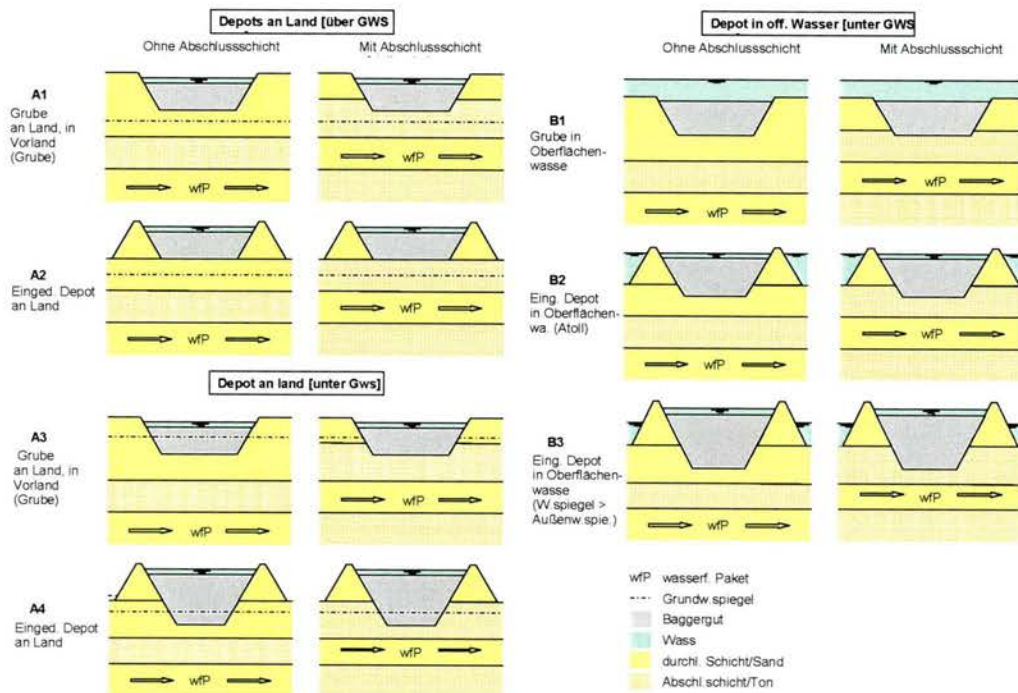
Bei der Ermittlung der Alternativen in der Umweltverträglichkeitsstudie lassen sich folgende Depottypen unterscheiden (siehe Abbildung 4-1):

- Landdepots (A) oder Depots im offenen Wasser (B);
- eingedeichte oder Grubendepots;
- Depots mit oder ohne dichtender Schicht an der Unterseite;
- eingedeichte Depots in offenem Wasser mit Depotwasserpegel = Außenwasserpegel (Atoll) oder Depotwasserstand > Außenwasserstand (Eiland);
- Depots, die oberhalb (oder zum Teil) unterhalb des Grundwasserpegels liegen.

Ob ein bestimmter Depottyp Anwendung finden kann, hängt von den örtlichen geohydrologischen Gegebenheiten sowie dem zur Verfügung stehenden Platzangebot ab und wird in der Umweltverträglichkeitsstudie festgelegt.

Die in Abbildung 4-1 gezeigten Depottypen lassen sich auf zwei Grundversionen reduzieren, die sich in wesentlichen Punkten voneinander unterscheiden: ein eingedeichtes Depot und eine Depotgrube (Grube im Gewässerboden). Die folgenden Definitionen gelten für die Situation am Ende der Betriebsphase, also zum Zeitpunkt der vollständigen Füllung des Depots.

Abbildung 4-1: Depottypen



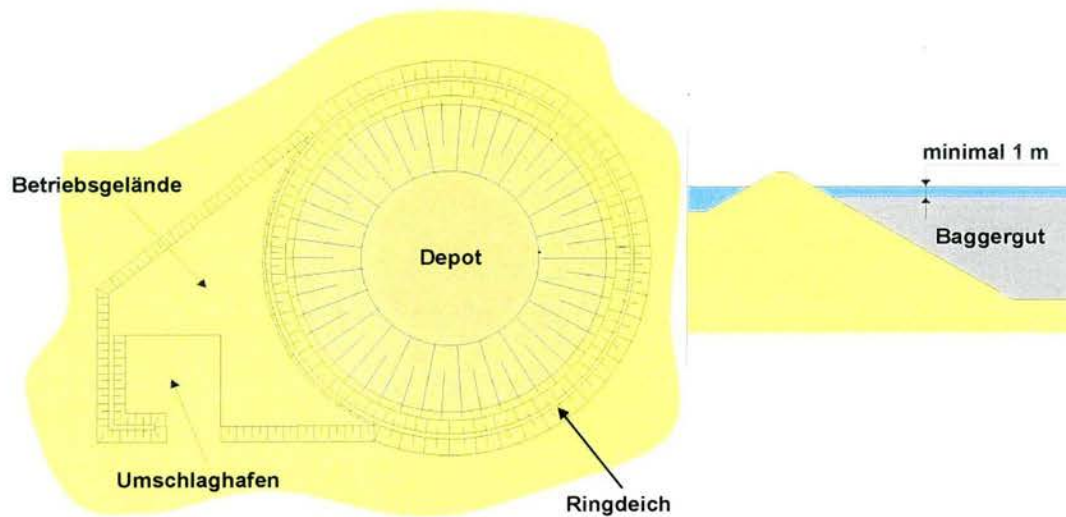
* Anm.: Richtlinien MR Richtlinien für Depottypen an Land: A1, A2

BvB Richtlinien für subaquatischen Depottypen: A3, A4, B1, B2, B3

Eingedeichtes Depot

Verunreinigtes Baggergut lässt sich in kontrollierter und überwachter Form durch Abschirmung in einem Depot lagern. Diese Abschirmung kann beispielsweise aus einem Ringdeich oder einer Spundwandkonstruktion bestehen. Aufgrund des relativ langen Einfüll- und Konsolidierungszeitraums, und somit langfristiger optischer Beeinträchtigungen durch die Einlagerung, geht man in den Niederlanden von der Voraussetzung aus, dass die Abschirmung optisch auf die Umgebung abzustimmen ist. Das bedeutet, dass eine solche Maßnahme einen weitestgehend natürlichen Charakter besitzen muss, wobei die Nutzung eines Erdkörpers die beste Alternative darstellt. Ein Ringdeich kann daher auch als Ausgangspunkt hinsichtlich abschirmender baulicher Maßnahmen gelten.

Der Ringdeich wird um eine vorhandene oder ausgebaggerte Grube angelegt. Der Baggergutspiegel kann in einem solchen Fall ober- oder unterhalb des äußeren Wasserspiegels liegen. Abbildung 4-2 zeigt das so genannte Atoll-Lösungsmodell mit Baggergutspiegel unterhalb des äußeren Wasserspiegels. Nach Konsolidierung des verschmutzten Baggerguts wird das Depot mit einer Schicht aus sauberem Sand oder Ton abgedeckt. Möglicherweise kann ein Teil des Ringdeichs abgebaut werden, wenn zu gegebener Zeit das Baggergutniveau weit genug abgesunken ist.

Abbildung 4-2: Merkmale eines eingedeichten Depots

Ein eingedeichtes Depot besteht aus den folgenden Komponenten:

- einer bestehenden oder ausgebaggerten Depotgrube, in der das verunreinigte Baggergut gelagert wird
- einem abschirmenden Ringdeich um die Grube; dessen Funktion ist es, ein Übergreifen von Verschmutzung aus dem Lagerungsstandort in das Umfeld, ein Eindringen von sauberem Wasser in das Depot sowie ein Auslaufen von verschmutztem Depotwasser zu verhindern
- Betriebsgelände, auf dem während der Einrichtungsphase- und Einlagerungsphase Materialien gelagert, Baggergut behandelt und verschiedene andere Anlagen eingerichtet werden können; nach der Einlagerungsphase kann dieses Gelände eventuell einer anderen Bestimmung zugeführt werden
- Umschlaghafen, an dem unter anderem Schiffe mit kontaminiertem Baggergut anlegen können und wo anschließend das Baggergut aus dem Schiff in das Depot gepumpt werden kann; nach der Einlagerungsphase kann auch dieser Umschlaghafen einer anderen Bestimmung zugeführt werden
- eventuell soll, an das Depot anschließend, ein Natur- und/oder Erholungsgebiet geschaffen werden, um die Anlage optimal in das Umland einzubetten

Das Baggergut wird mit Schiffen oder Lastkähnen am Depot angeliefert und von dort abgepumpt.

Grubendepots

Innerhalb der Randbedingungen wird die Einlagerung von verunreinigtem Baggergut in ein Grubendepot als mögliche Alternative in Erwägung gezogen.

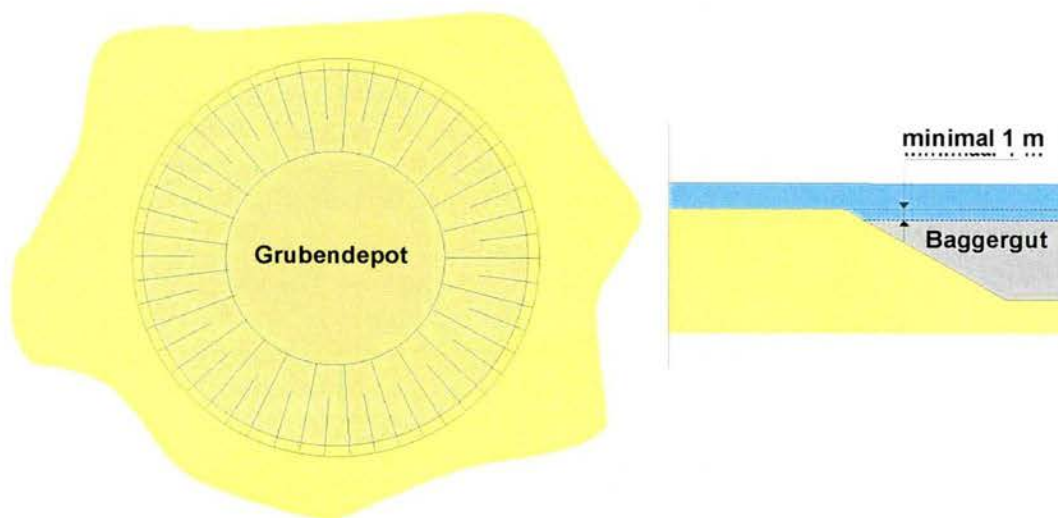
Der Vorteil der Nutzung eines solchen Grubendepots im Rahmen der Lagerung verunreinigten Baggergutes besteht darin, dass die gesamte Lagerung unterhalb des Wasserspiegels stattfindet. Auf diese Weise ist die optische Beeinträchtigung begrenzt (für Anwohner positiv), und werden offene Gewässer in maximaler Form

erhalten und genutzt (für die Schifffahrt und Freizeit- und Erholungssuchende positiv). Die Lagerung von verunreinigtem Baggergut in Gruben ist jedoch nicht immer machbar. Die Qualität des Sediments kann dermaßen schlecht sein, oder aber die Umstände stellen sich in einer solch negativen Weise dar, dass eine Lagerung in einer Grube ein zu großes Umweltrisiko darstellen würde. In einem solchen Fall bleibt nur die Alternative der Lagerung in einem eingedeichten Depot übrig. Die Überprüfung, ob das Baggergut in einer Grube gelagert werden kann, findet auf der Grundlage von Annahmekriterien statt, die unter anderem in Abschnitt 2.4.1 beschrieben werden.

Ein Grubendepot oder ein Unterwasserdepot besteht aus einer bereits vorhandenen oder ausgebaggerten Grube, in der das verunreinigte Baggergut gelagert wird (siehe Abbildung 4-3). Als zusätzliche Maßnahme kann eventuell eine Abschirmung um die Grube unterhalb des Wasserspiegels angelegt werden, um eine Verbreitung des abgelagerten Baggerguts durch Auswaschung zu verhindern.

Das Baggergut gelangt in das Depot, indem ein Schiff über die Grube fährt und dort das Baggergut direkt durch Verklappung oder über eine Schütte einlässt. Auch die hydraulische Entleerung des Schiffs ist ein mögliches Einleitungsverfahren. Das Baggergut übersteigt das Niveau des umliegenden Bodenspiegels nicht. Während der Einlagerungsphase steht die Oberseite des Baggerguts in Kontakt mit dem Oberflächenwasser. Das Depot wird deshalb unverzüglich nach dem Füllen mit einer Schicht aus sauberer Erde abgedeckt.

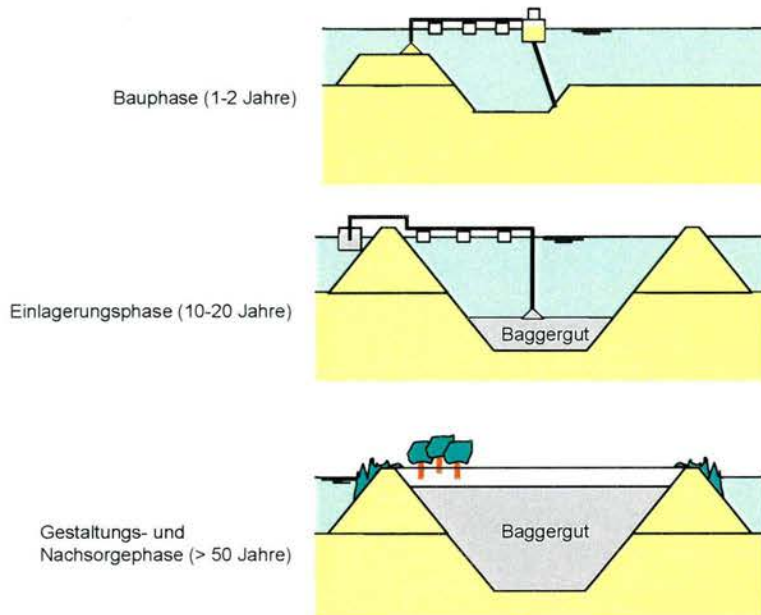
Abbildung 4-3: Merkmale eines Grubendepots



4.1.2 Lebensphasen eines Depots

Beim Entwurf eines Depots sind die folgenden Stadien zu berücksichtigen:

- Einrichtungsphase: dieser Zeitraum dauert zwischen 1 und 2 Jahren;
- Einlagerungsphase: dieser Zeitraum dauert zwischen 10 und 20 Jahren;
- Nachsorgephase: dieser Zeitraum endet im Prinzip niemals.

Abbildung 4-4: Lebensphasen eines eingedeichten Depots**Einrichtungsphase**

Beim Bau eines Grubendepots oder eines eingedeichten Depots wird mit Hilfe von Baggern eine Grube gegraben. Das frei werdende Erdmaterial wird für den Bau des Ringdeichs, des Betriebsgeländes u.ä. bei einem eingedeichten Depot eingesetzt (insbesondere Sand und Ton). Ein Teil des Materials wird wahrscheinlich an einen anderen Ort verbracht werden müssen (bei einer Depotgrube das gesamte Material). Des weiteren werden bei einem eingedeichten Depot Einrichtungen wie der Umschlaghafen mit Abladebereich für das Baggergut, Pump- und Reinigungsanlagen, Transportleitungen, Sinkbassins usw. benötigt. Und zu guter Letzt fehlen noch ein Messsystem zur Überprüfung einer eventuellen Verteilung von kontaminiertem Material außerhalb des Depotbereichs, ein Büro und eine Werkstatt.

Einlagerungsphase

Nach dem Bau kann mit dem Füllen des Depots begonnen werden. Dies geschieht mit Schubleichtern oder selbstentladenden Baggerfahrzeugen, die bei einem Grubendepot ihre Ladung unter Wasser abgeben. Bei einem eingedeichten Depot wird die Ladung mit einem Schutensauger aus den Kähnen oder Baggerschiffen über eine Druckleitung durch/über den Deich in das Depot gepumpt. Die maximal einzuhaltende Füllhöhe kann bei einem Gruben-depot variieren und hängt von der Lage des Gewässerbodens und den lokalen Umständen ab.

Während der Einlagerungsphase beginnt auch der Konsolidierungsprozess, bei dem das Baggergut unter dem Druck seines eigenen Gewichts komprimiert und verdichtet wird, so dass das Volumen abnimmt und die Schlammschicht eine kompaktere Konsistenz erhält. Der Durchströmungswiderstand für die Schlammschicht steigt hierdurch an. Auf diese Weise kann das herauszupressende Wasser immer schwieriger entweichen und verlangsamt sich der Konsolidierungsprozess zunehmend.

Andere Aktivitäten, die während der Einlagerungsphase eine Rolle spielen, sind Verwaltung und Wartung des Depots sowie dessen Einrichtung und die Überwachung hinsichtlich einer eventuellen Verteilung von kontaminiertem Material in die Umgebung mit Hilfe eines Messsystems.

Nachsorgephase

Dem Auffüllen des Depots schließt sich die Nachsorgephase an, in der das Depot fertiggestellt und eingerichtet wird. Durch den Konsolidierungsprozess senkt sich die Oberseite der Schlammschicht noch sehr lange ab (die theoretische Konsolidierungsperiode beträgt zwischen 50-100 Jahre). Die Schlammschicht ist dann im allgemeinen bei einem Grubendepot bis weit unter das Erdbodenniveau und bei einem eingedeichten Depot bis weit unter den Wasserpegel abgesunken. Das Baggergut wird nahezu unmittelbar nach Ablauf der Einlagerungsphase abgedeckt. Die Abdeckschicht aus sauberer Erde senkt sich beim Eindicken der Schlammschicht mit ab.

In dieser Nachsorgephase werden Wartung und Verwaltung fortgeführt, einschließlich der Überwachung einer eventuellen Migration von verunreinigten Stoffen. Wenn sich bei dieser Kontrolle zeigt, dass es zu einer unerwünschten Verteilung von Stoffen kommt, können eventuelle Maßnahmen zu deren Vermeidung getroffen werden.

Nach dem Abdecken der Schlammschicht im Depot kann in dieser Phase bei einem eingedeichten Depot eine Naturentwicklung eingeleitet werden, aber auch die Schaffung von Erholungsräumen stellt eine Alternative dar.

4.1.3 Vor- und Nachteile der Depottypen

Im Allgemeinen gelten folgende Vor- und Nachteile für ein eingedeichtetes Depot und eine Grube (siehe Tabelle 4-1):

Tabelle 4-1: Vor- und Nachteile der Depottypen

Depottyp	Vorteile	Nachteile
Gruben-depot	<ul style="list-style-type: none"> • reduzierte Verhältnisse* • nicht sichtbar • einfaches Befüllen • geringerer Wartungsaufwand • kein Raumbeschlag 	<ul style="list-style-type: none"> • kostenintensivere Abgrabung • überflüssiger Sand • Belastung des Oberflächenwassers. • Wasserstandsregulierung nicht möglich
Ein-gedeichtetes Depot	<ul style="list-style-type: none"> • reduzierte Verhältnisse * • kostengünstigere Abgrabung • geringer Belastung des Oberflächenwassers • Wasserstandsregulierung leicht • einfache Verwaltung und Kontrolle der Emissionen 	<ul style="list-style-type: none"> • sichtbar • Schifffahrt wird behindert • Befüllen schwieriger

*Kompakte Lagerung unter Wasser reduziert Emissionen



4.2 Der Weg zu einem Depotentwurf

Die Schritte zur Erarbeitung eines detaillierten Depotentwurfs sehen global wie folgt aus:

- Ermittlung des Baggergutaufkommens (Menge, Qualität und Herkunftsbereich)
- Ermittlung des Suchgebiets
- Rahmenbedingungen im Suchgebiet inventarisieren
- Umweltverträglichkeitsanalyse
 - Umweltverträglichkeitsstudie Standort, resultierend in einer Standort- und Anlagenentscheidung
 - Umweltverträglichkeitsstudie Einrichtung, resultierend in einer Einrichtungsentscheidung und einem Vorentwurf
- detaillierter Entwurf

4.2.1 Baggergutaufkommen

Die Diskussion in Bezug auf Nutzen und Notwendigkeit eines Depots – die in der Phase vor der Umweltverträglichkeitsstudie geführt worden ist – hat gezeigt, dass der Bedarf an einem Baggergutdepot als (Teil-)Lösung für kontaminierte Gewässerböden besteht. Ein Element dieser Diskussion stellt die Inventarisierung des Aufkommens an verunreinigtem Baggergut dar. Die Ergebnisse einer solchen Inventarisierung präsentieren sich in Form einer Reihe zeitlich gegliederter Angebotsszenarien, wobei das wahrscheinlichste Szenario als Ausgangspunkt für den Bau des Baggergutdepots zu Grunde gelegt wird.

4.2.2 Ermittlung des Suchgebiets

Verunreinigtes Baggergut ist ein 'wasserbezogenes Problem'. Es liegt also auf der Hand, die Lösung dieses Problems innerhalb des Wassersystems zu suchen. Bei der Entscheidung für ein Suchgebiet zur Schaffung der benötigten Lagerkapazität spielen drei Kriterien eine entscheidende Rolle:

- Das Suchgebiet muss ein ausreichendes Platzangebot für eine sichere Anlage eines Depots bieten.
- Die bestehenden Nutzungsfunktionen und Qualitätszielsetzungen des Suchgebiets schließen die Schaffung eines Depots nicht aus.
- Das Suchgebiet gehört aus Kosten- und Umwelterwägungen vorzugsweise zu einem Bereich, aus dem der größte Teil des Baggergutaufkommens stammt.

[Baggergutdeponierung Hollandsch Diep/Haringvliet-Oost, Projektnote/Umweltverträglichkeitsstudie Zusammenfassung (in *Niederländisch*), 2001]

4.3 Rahmenbedingungen bestimmen die Eingliederung eines Depots

Bestimmend für die Einbettung und den Entwurf eines Depots, sowohl im Hinblick auf den Vorentwurf aus der Umweltverträglichkeitsstudie als auch den definitiven detaillierten Entwurf, sind:

- die physischen, funktionellen und gesetzlichen Rahmenbedingungen
- die Entwurfsausgangspunkte einschließlich des prognostizierten Baggergutaufkommens

4.3.1 Natürliche Rahmenbedingungen

- Klimatologische Faktoren wie Wind, Temperatur und Niederschlag.

Die Einteilung des Depots einschließlich der Einrichtungen für Betrieb und Verwaltung wird u.a. durch die vorherrschende Windrichtung bestimmt. Windrichtung und Windstärke beeinflussen die hydraulischen Rahmenbedingungen 'Wellen' und 'Aufwirbelung'. Diese Rahmenbedingungen wiederum geben die Mindestkronenhöhe des Ringdeiches vor. Das Ausmaß des Auftretens von Temperaturen unter dem Gefrierpunkt bestimmt – in Kombination mit dem Salzgehalt und der Strömung des Wassers – das Ausmaß der Eisbildung ('Treibeis'). Überschüssiger Niederschlag wirkt sich auf die Wasserbilanz des Depots aus.

- Hydraulische Rahmenbedingungen, insbesondere Hoch- und Niedrigwasserstände und Strömungsgeschwindigkeiten der Flüsse, (Wind-) Wellen und Aufwirbelung.

Diese Rahmenbedingungen sind für den Entwurf des Ringdeichs und die Form des Depots entscheidende Faktoren. Zugleich wirken sie sich auf die Durchführung / Gestaltung und eine eventuelle Phaseneinteilung beim Bau des Depots aus.

- Sohlhöhe und geologischer Bodenaufbau, insbesondere die Wassertiefen, die Flachheit des Bodens, das Vorhandensein von Rinnen, verunreinigtem Schlamm, der Aufbau des Untergrunds, geotechnische Parameter des Untergrunds.

Die Sohlhöhe ist eine Rahmenbedingung beim Entwurf des Ringdeichs und des Betriebsgeländes sowie für den Umfang der Erdarbeiten. Der Aufbau des Untergrunds ist im Hinblick auf alle geotechnischen Aspekte von Belang: die Stabilität der auszubaggernden Unterwasserböschungen und des Ringdeichs, die Durchlässigkeit bestimmter Schichten und die Phaseneinteilung beim Bau des Deiches. Der Bodenaufbau ist außerdem für die Bodenbilanz von entscheidender Bedeutung: vorhandener Sand beispielsweise kann für den Aufbau des Ringdeichs und des Betriebsgeländes, Ton und Torf für Bau und Ausgestaltung von Naturgebieten usw. verwendet werden.

- Geohydrologische Rahmenbedingungen leiten sich aus dem Bodenaufbau und den Eigenschaften der Bodenschichten sowie den geographischen, geologischen und geohydrologischen Gegebenheiten des Projektgebietes ab.

Diese Rahmenbedingungen beziehen sich in erster Linie auf die Grundwasserströmung und die Anstiegshöhen in den wasserführenden Schichten im Untergrund. Wasserspiegeldifferenzen beeinflussen die Stabilität der Grubenböschungen und der aufzuschüttenden Erdkörper. Wasserspiegeldifferenzen

sind des weiteren für das Ausmaß der Infiltration des Depotwassers in den Untergrund von Bedeutung. Liegt von Natur aus ein wasserführendes Paket mit gespanntem Wasser vor, wird durch den Bau eine Quellsage geschaffen (mit anderen Worten: keine Einsickerung). Ist die Druckhöhe in dem darunter liegenden Paket jedoch niedriger als der Oberflächenwasserspiegel, tritt bei einem Einschnitt in die wasserundurchlässigen Schichten eine Einsickerung von Depotwasser auf.

4.3.2 Funktionelle Rahmenbedingungen

- Wasserwirtschaftliche Rahmenbedingungen und Hydro-Morphologische Randbedingungen wie Wasserabfluss, Wasseraufnahmekapazität, Zu- und Abfuhr von Sediment, Schlamm und Schwebstoffen sowie die Abfuhr von Eis.

Mit dem Bau eines groß angelegten eingedeichten Depots in Binnengewässern oder (Delta-) Flusssystemen treten Veränderungen bezüglich der verfügbaren Fläche und des Durchflussprofils auf. Mindestanforderungen im Hinblick auf die Sicherheit vor Überströmungen angrenzender Gebiete und dem Wasserabfluss stellen Rahmenbedingungen an die Planungsform des Depots und den Bettungsquerschnitt. Auch Planungen im Bereich der Wasserwirtschaft wie der Bau von Hochwasserschutzdämmen, Änderungen der Oberflächenwasserstruktur und ähnliches gelten ebenfalls als Rahmenbedingungen für das Depot.

- Schifffahrtsbezogene Rahmenbedingungen, d.h. die für die gewerbliche und Freizeitschifffahrt benötigte Fahrrinnenbreite und -tiefe und die sonstigen funktionell dabei tangierten Bereiche (wie benötigter Wendekreis).

Die funktionellen Anforderungen an die Schifffahrt können sich einschränkend auf die Breite und Form des Depots und eventuell die Höhe des Ringdeichs auswirken, unter anderem im Zusammenhang mit Sicht und Sicherheit.

- Die Beibehaltung vorhandener Funktionen und Einrichtungen wie Leitungen, Hafenzugänge und (Jacht-) Häfen, Brücken und sonstige Infrastruktureinrichtungen, Polderableitungen, Naturgebiete, Erholungsgebiete und Fischerei stellt Rahmenbedingungen an das Depot und dessen Entwurf.

Diese Planungsbedingungen lassen sich in räumliche Rahmenbedingungen umsetzen, die wiederum zu einer Eingrenzung des verfügbaren Raumes für das Depot und die formelle Gestaltung des Depots führen.

- Verschiedene Anforderungen und Einschränkungen im Hinblick auf Raumordnung und Landschaft, die in Rahmenbedingungen für das Depot und dessen Entwurf umgesetzt werden können und müssen.

Die Kronenhöhe des Ringdeiches kann beispielsweise an einen Maximalwert gebunden sein. Auch die Gestaltung der Außenkontur des Ringdeichs und des Betriebsgeländes wird bestimmten Gestaltungskriterien unterzogen werden müssen und können, die wiederum in Rahmenbedingungen für die Auskleidung / den Schutz des Deiches und die Gestaltung naturfreundlicher Uferbereiche oder Naturgebiete entlang des Depots umgesetzt werden kann.

4.3.3 Gesetzliche Rahmenbedingungen

In den Niederlanden sind beim Entwurf und Bau eines Depots folgende gesetzliche Rahmenbedingungen zu beachten:

- Abfallgesetz (AW)
- Baggervorschriften
- Bodenschutzgesetz (Wbb)
- Abgrabungsgesetz
- Gesetz zum Schutz der Flüsse
- Wasserwirtschaftsgesetz
- Allgemeine Umweltschutzbestimmungen (WABM)
- Gesetz über chemische Abfallstoffe (WCA)
- Umweltschutzgesetz (Wm)
- Raumordnungsgesetz (WRO)
- Gesetz über die Verschmutzung von Oberflächengewässern (Wvo)
- Gesetz über den Wasserhaushalt (WHH)
- Europarechtliche Belange (z.B. FFH, WFD, EWC)

Lediglich ein Teil der oben aufgeführten gesetzlichen Bestimmungen gilt auch für den wasserbautechnischen Entwurf eines Depots.

Gesetzliche Bestimmungen im Hinblick auf Betrieb und Verwaltung können in Anforderungen und Rahmenbedingungen gegenüber dem Entwurf resultieren, die deshalb auch in einem frühen Stadium formuliert und festgelegt werden müssen. Beispiele für solche einschränkenden Kriterien sind: Zwischenlagerung von Sanierungsschlamm aus der Baustelle, Mindesteinrichtungen für die Klärung von in das Oberflächenwasser zurückgeleitetem Rückwasser, frei werdendes Erdmaterial, das nicht auf dem noch nicht sanierten Gewässerboden der Baustelle gelagert werden kann, Lärmbehinderung durch Umschlagsaktivitäten auf dem Depot usw.

4.3.4 Standort und Typ des Depots laut UVP

In den Niederlanden sind gemäß Wm (Umweltschutzgesetz) beim Bau von Baggergutdepots mit einem Volumen von 500.000 m³ oder mehr die Auswirkungen auf die Umwelt in Form einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) abzuwägen. Die Umweltverträglichkeitsprüfung besteht aus einer Standortprüfung und einer Einrichtungsprüfung. In der Standortprüfung, auch Standortsuche genannt, wird der bevorzugte Standort festgelegt; in der Umweltverträglichkeitsprüfung UVP wird die bevorzugte Einrichtung am gewählten Standort festgelegt.

Bei der Standort- und Depottypwahl spielen folgende Umweltaspekte eine Rolle:

- Einfluss auf Flora und Fauna
- Emissionen in das Grund- und Oberflächenwasser

- Emissionen in die Luft (Lärm-, Geruchs- und Staubemissionen)
- Flächenverbrauch, Sichtbehinderung, landschaftliche Eingliederung und Funktionsänderung
- Energieverbrauch (Bau, Antransport von Baggergut, Abtransport von Erdreich)
- Produktion von Grundstoffen (bei Bau und Nutzung des Depots)

(Bezüglich einer ausführlichen Beschreibung über Verfahren und Inhalt einer Umweltverträglichkeitsprüfung verweisen wir auf Kapitel 5) [Quelle: überregionale Umweltverträglichkeitsprüfung Baggergutlagerung].

4.3.5 Entwurfsausgangspunkte

Vor dem Entwurf eines Depots sind einige Ausgangspunkte festzulegen. Die wichtigsten davon sind:

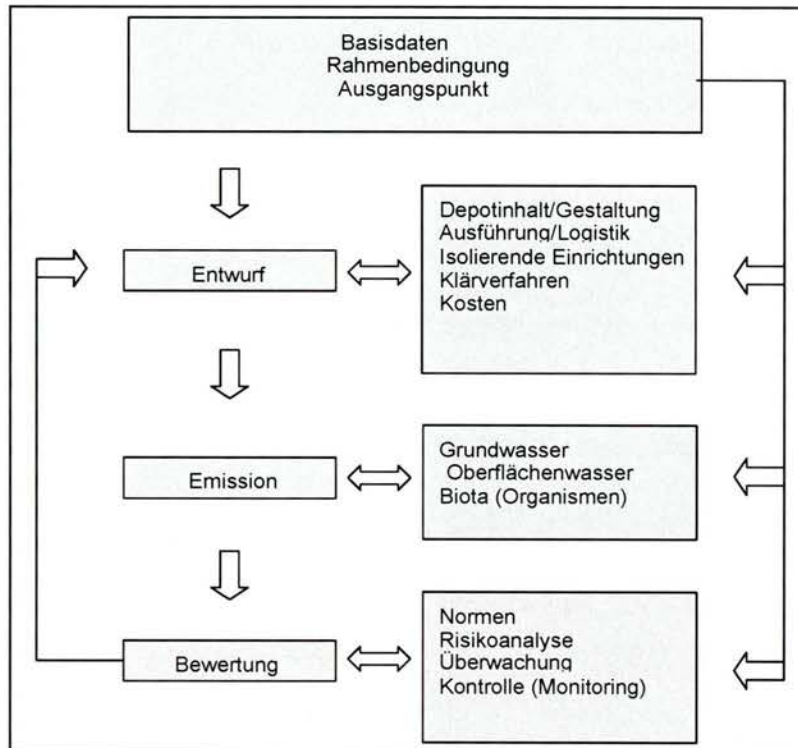
- Baggergutaufkommen: wichtig diesbezüglich ist die Frage, wie viel Baggergut im Depot über welchen Zeitraum gelagert werden muss, welche Qualität und physische Zusammensetzung das Baggergut besitzt, wie das Baggergut herangeführt wird usw.
- Depottyp und Depotstandort der in der Umweltverträglichkeitsprüfung festgelegten bevorzugten Alternative (Vorentwurf) stellen einen zweiten wichtigen Ausgangspunkt dar, der als Grundstein des definitiven Entwurfs gilt.
- Lebensdauer des Depots sowie die zulässigen Versagensquoten des Depots (auf der Grundlage einer zu erstellenden Entwurfsphilosophie). Handelt es sich um ein vorübergehendes oder ein Dauerdepot?
- Die derzeitige und zukünftige Wasser- und Bodenqualität.
- Maximale Kronenhöhe des Ringdeichs sowie maximale Grubentiefe, u.a. auf der Grundlage der oben genannten Rahmenbedingungen ermittelt. Die maximale Grubentiefe wird darüber hinaus auch durch ausführungstechnische Aspekte wie Präzision der Baggararbeiten, Verfügbarkeit des Materials usw. festgelegt.
- Böschungswinkel von Ringdeich und Grube, die sich aus den geotechnischen Untersuchungen des Untergrunds ergeben.
- Einsatz bestehender oder in Kürze operationeller Techniken beim Bau.
- Entscheidung für einen maximalen Füll- und Wasserspiegel im Depot, basierend auf der geohydrologischen Situation (Sickerung oder Infiltration sind zu vermeiden), die maximale Kronenhöhe (bei eingedeichtem Depot) und die Strömungs- und Schifffahrtsbedingungen (bei Grubendepots).

4.4 Entwurfaspekte des Baggergutdepots

4.4.1 Entwurfprozess

Die Tätigkeiten, die nötig sind, um das gesamte Entwurfverfahren für ein Baggergutdepot zu durchlaufen, sind in Abbildung 4-5 dargestellt. [Quelle: Entwurfaspekte von Baggergutdepots, Hauptbericht, WRO, 1996].

Abbildung 4-5: Globaler Entwurfprozess für ein Baggergutdepot



Das Entwurfverfahren ist ein interaktiver Prozess. Anhand der Rahmenbedingungen, Ausgangspunkte und der verfügbaren Daten wird ein Entwurf erstellt, der wiederum eine Grundlage zur Quantifizierung von Schadstoffemissionen darstellt. Diese Emissionen sind in der Folge zu bewerten. Wenn sich dabei herausstellen sollte, dass deren Auswirkungen inakzeptabel oder unkontrollierbar sind, muss das Entwurfverfahren erneut durchlaufen und der Entwurf angepasst werden. Der Entwurf steht erst dann definitiv, wenn alle Auswirkungen optimiert wurden, alle Einsprüche behandelt worden und alle Genehmigungen erteilt sind.

Global lassen sich drei Arten von Aspekten bei einem Depotentwurf unterscheiden, nämlich:

- Entwurfsaspekte, die zu einer Dimensionierung eines Depots führen; dieser Bereich wird im nächsten Unterkapitel behandelt.
- Ermittlung von Emissionen und Kosten; zur Ermittlung der Emissionen verweisen wir auf Kapitel 3; die Kosten werden in Kapitel 4.11 behandelt.

- Risikoauswertung und Beurteilung von Emissionen und Kosten; im Prinzip fällt dieser Bereich unter die Umweltverträglichkeitsprüfung, zur Auswahl der bevorzugten Alternative, wird jedoch beim Detailentwurf durchgeführt.

4.4.2 Physikalische Prozesse innerhalb des Depots

Bevor in den folgenden Unterkapiteln weiter auf die Berechnung des Lagervolumens und die Wasserbilanz eingegangen werden soll, müssen die physikalischen Prozesse bekannt sein, die in einem Depot, in dem Baggergut gelagert wird, ablaufen.

Beim Baggern, Transportieren und Einlagern des Baggerguts kann dem Material in mehr oder minderem Maße Wasser hinzugefügt werden. Dies hängt unter anderem von der Dichte vor Ort und dem Baggerverfahren, der Art des Transportes und der Einbringung des Materials ab. Wird Wasser zugefügt, entsteht ein Schlamm-Wassergemisch mit einer geringeren Dichte als die Dichte vor Ort. Nach dem Einbringen wird die Dichte des Baggerguts, durch Sedimentierung und Konsolidierung bedingt, wieder ansteigen.

Vom Moment des Beginns des Füllvorgangs an lassen sich im Depot eine Reihe physikalischer Prozesse unterscheiden:

- 1.) Wasserverdrängung durch das Einleiten von Baggergut
- 2.) Sedimentierung des eingebrachten Schlamms
- 3.) Konsolidierung unter dem Einfluss des Eigengewichts und der aufliegenden Belastung
- 4.) Kriechen unter dem Einfluss des Eigengewichts und der aufliegenden Belastung
- 5.) Gasbildung

Eine Reihe von Prozessen ist je nach Depotvariante unterschiedlich. Bei einem eingedeichten Depot geht man davon aus, dass das Baggergut hydraulisch (mit Hilfe einer Druckleitung) und unter Wasser eingebracht wird. Depotwasser und Baggergut werden durch einen Deich vom Oberflächenwasser getrennt.

Bei einem Grubendepot kann das Baggergut im Prinzip ebenfalls hydraulisch unter Wasser eingebracht werden, bei diesem Teilbericht wird jedoch von einem Einbringen mit Klappschuten ausgegangen, wobei das Baggergut direkt mit dem Oberflächenwasser in Berührung kommt.

Zu 1) Wasserverdrängung durch das Einleiten von Baggergut

Beim Einleiten eines bestimmten Volumens an Schlamm-Wassergemisch (Baggergut) wird ein ebenso großes Volumen an Wasser verdrängt. Handelt es sich um ein Depot mit geschlossenem Ringdeich, hat dies den Anstieg des Wasserspiegels zur Folge. Durch aktive Wasserspiegelmaßnahmen⁴ lässt sich dies regulieren. Die eigentliche Menge an Rückwasser wird insbesondere durch die Dichte des eingeleiteten Baggerguts bestimmt, *Ablagerungsdichte* genannt.

⁴ Bei aktiven Wasserspiegelmaßnahmen wird der Wasserspiegel im Depot reguliert. Während des Einlagerns von Baggergut im Depot wird ein derart großes Wasservolumen abgelassen, dass der Wasserspiegel im Depot nicht über den durchschnittlichen Pegel des Umgebungswassers ansteigt.

Wasserverdrängung bei dem hydraulischen und mechanischen Befüllen

Hydraulisches Befüllen

Beim hydraulischen Einleiten von Baggergut (Pumpen durch Leitungen, bei eingedeichtem Depot: Dichte ca. 1250 kg/m^3) ist die Ablagerungsdichte geringer als beim mechanischen Einbringen von Baggergut mit Greifern oder Klappschuten (dieses Verfahren wird häufig bei einem Grubendepot angewendet. Dichte ca. 1400 kg/m^3). Wird das Baggergut hydraulisch herbeitransportiert, muss es vor dem Pumpen in das Depot nicht noch verdünnt werden. Die Ablagerungsdichte liegt dann in einer Größenordnung von etwa 1250 kg/m^3 . Baggergut, das per Schubleichter oder Schiff herangebracht wird, ist in der Regel (teilweise) entwässert und besitzt darum eine höhere Dichte. In diesem Fall muss Wasser hinzugegeben werden, um den Schlamm pumpfähig zu machen.

Die Menge an Rückwasser ist bei der Anlieferung des Baggerguts per Schubleichter und bei hydraulischem Umschlagen relativ groß. Um die Schlammichte von 1.400 auf 1.250 kg/m^3 zu verringern, müssen je m^3 angelieferten Schlamm $0,6 \text{ m}^3$ Wasser hinzugefügt werden. Die Menge des Rückwassers beträgt dann das 1,6fache der Menge des angeführten Baggerguts. Diese Menge lässt sich durch Einsatz von Rezirkulation des Rückwassers bedeutend verringern. Bei diesem Verfahren wird das Rückwasser aus dem Wasser als Jetwasser (Verdünnungswasser) für das Pumpen des Baggerguts verwendet. Wenn das angelieferte Baggergut eine Dichte von 1400 kg/m^3 besitzt, dann heißt Rückwasser-Rezirkulation: auf 1 Kubikmeter eingelassenes Baggergut kommt 1 Kubikmeter entnommenes Wasser.

Mechanisches Befüllen

Beim Schütten über eine Klappschute liegt die Ablagerungsdichte in der Größenordnung von 1.400 kg/m^3 . Bei einer offenen Depotgrube wird auch Wasser verdrängt: 1 Kubikmeter eingelassenes Baggergut entspricht 1 Kubikmeter entnommenes Wasser. Dieses Wasser wird beim Einlassen des Baggerguts direkt mit dem Oberflächenwasser vermischt.

Zu 2) Sedimentierungsprozess

Sobald das Baggergut in das Depot eingebracht worden ist, beginnt der Sedimentierungsprozess, bei dem der Schlamm auf den Boden absinkt. Die Dichte, die das Baggergut unmittelbar nach der Sedimentierung besitzt, nennt man *Sedimentierungsdichte*. Die Sedimentierungsdichte ist die Dichte, bei der das Baggergut gerade von der schwebenden in die feste Phase übergegangen ist. Letzteres heißt, dass es sich um ein Korngerüst handelt. Hierdurch ist die Baggergutablagerung in der Lage, Schubkräfte aufzunehmen. Die Sedimentierungsdichte ist eine Materialeigenschaft und hängt nicht von der Dichte ab, mit der das Baggergut herantransportiert worden ist. Hydraulisch angeliefertes Baggergut besitzt im allgemeinen eine geringere Dichte als die Sedimentierungsdichte. In diesem Falle wird Sedimentierungswasser frei gesetzt. Der Schlamm, der bei einer offenen Depotgrube direkt in die Grube verklappt wird, besitzt in der Regel eine höhere Dichte als die Sedimentierungsdichte. Durch das Einlassen wird das Schlammgemisch demnach verdünnt.

Zu 3) Konsolidierungsprozess

Die Konsolidierung (Komprimierung) beginnt, sobald das Baggergut sedimentiert (eingedeichtes Depot) oder – wenn der Schlamm mit hoher Dicht eingebracht worden ist – sobald das Baggergut eingelassen worden ist (offene Depotgrube). Unter dem Einfluss des Eigengewichts und der zunehmende Auflast (es wird nahezu ständig Baggergut herantransportiert) tritt eine Wasserüberspannung auf. Die geringe Durchlässigkeit des Schlammpakets als Folge der feinen Konsistenz des Materials sorgt dafür, dass sich diese



Wasserüberspannung nur langsam abbaut. Die Kornspannung nimmt bei diesem Prozess im entsprechenden Verhältnis zu. Diesen Prozess nennt man Konsolidierung. Durch das Austreten von Wasser nimmt die Dichte des Baggerguts zu.

Das Konsolidierungswasser tritt an allen Seiten des Schlammpaketes heraus; also sowohl auf der Ober- als auch Unterseite des Schlammpaketes wie auch an den Böschungen des Depots. Am Ende der Konsolidierungsperiode (= etwa 50-100 Jahre) entspricht die Wasserüberdruck Null und ist der Verlauf der Wasserdrucks linear.

Zu 4) Kriechen

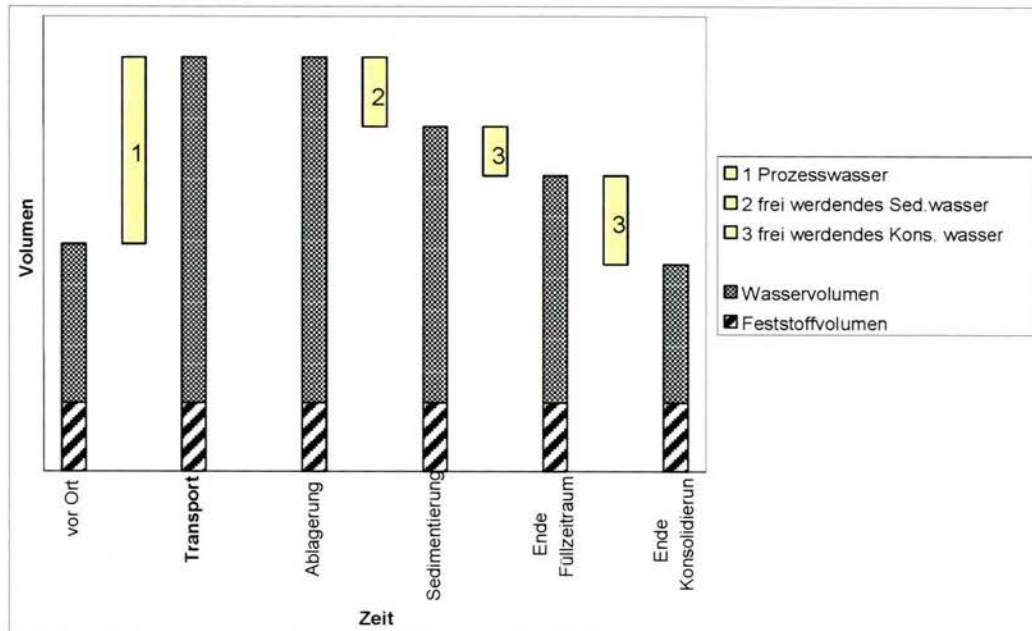
Während die Konsolidierung durch eine Störung des Spannungsgleichgewichts durch das Eigengewicht des Baggerguts und / oder durch eine Vergrößerung der Auflast verursacht wird, verformt sich Baggergut, das sich im Gleichgewicht befindet, auch unter einer konstanten Spannung. Diesen Effekt nennt man *Kriechen*. Die Volumenverkleinerung durch Kriechen besitzt keinen abschließenden Wert, sondern setzt sich (wenn auch in stark rückgängigem Maß) weiter fort. Vor allem langfristig kann das Kriechen zur auftretenden Volumenverringerung beitragen. Bei der Ermittlung des benötigten Depotinhalts wird der Einfluss durch Kriechen nicht berücksichtigt.

Zu 5) Gasbildung

Das Baggergut besteht im Allgemeinen aus einem Gemisch aus Teilchen, die kleiner sind als 63 μm , aus Sandteilchen, organischen Stoffen, Kalk und Wasser. Die organischen Stoffe werden durch Mikroorganismen zum Teil in Gas (Methan) umgesetzt. Diese Gasbildung wirkt sich auf die Struktur des abgelagerten Baggerguts aus, da sie die Dichte und auch die Durchlässigkeit des Baggerguts beeinflusst und den Konsolidierungsprozess sogar verzögern kann. Bei der Bestimmung der benötigten Lagerungskapazität wird die Gasbildung berücksichtigt durch das benötigte Lagervolumen mit 10% zu vergrößern (siehe auch Anlage 7 Textrahmen). Zur Zeit wird untersucht ob 10% des Lagervolumens dafür ausreicht.

Abbildung 4-6 illustriert den Verlauf von Volumen und frei werdendem Wasser. Die Volumenänderungen durch Gasbildung und Kriechen sind in dieser Abbildung nicht wiedergegeben. Die Gasbildung hat einen Volumenanstieg in der Konsolidierungsperiode und danach zur Folge, während das Kriechen für eine weitere Abnahme des Schlammvolumens im selben Zeitraum sorgt. Als Ausgangspunkt für diese Abbildung wurde der hydraulische Eintrag von Baggergut mit einer relativ geringen Dichte zugrunde gelegt. Beim Eintrag von Baggergut mit einer relativ hohen Dichte (bei einer offenen Depotgrube) kann das Volumen durch Entmischung nach der Sedimentierung im Verhältnis zum Ablagerungsvolumen etwas zunehmen.

Abbildung 4-6: Zeitliche Volumenveränderungen des Baggergutes



4.4.3 Grundsätze der technischen Bemessung bzw. Bestimmung des Depotinhalts

Die Größe des Baggergutdepots stellt die Grundlage für den Entwurf und die Ermittlung der Verschmutzungsemissionen dar, die auf ein solches Depot einwirken. Des weiteren ist die Größe des Depots natürlich ein kostenbestimmender Faktor.

Der benötigte Depotinhalt wird bestimmt, indem das Volumen vor Ort des auszubaggernden bzw. zu lagernden Gewässerbodenmaterials mit einem bestimmten Volumenfaktor multipliziert wird. Dieser Volumenfaktor definiert sich als Verhältnis zwischen dem Volumen, dass das Baggergut am Ende der Füllperiode im Depot ausfüllt und dem Volumen vor Ort des Gewässerbodenmaterials. Der Volumenfaktor setzt sich aus drei Unterfaktoren zusammen, und zwar:

1. **dem Auslieferungsfaktor ($f_{v,Ausl}$):** hierbei handelt es sich um die Volumenvergrößerung als Folge von Baggertätigkeit, Transport und Einlagerung des Baggerguts. Der Auslieferungsfaktor hängt von der Dichte des Materials vor Ort und der Dichte, in der das Baggergut im Depot sedimentiert, ab und variiert in der Regel zwischen 1 und 2 (siehe 'physische Prozesse in einem Depot').
2. **der Konsolidierungsfaktor ($f_{v,Kons}$):** hierbei handelt es sich um eine Volumenverringerung des im Depot eingelagerten Baggerguts durch das Komprimieren des Schlammpakets unter dem Einfluss von Eigengewicht, wobei das Porenwasser aus dem Baggergut gepresst wird. Der Konsolidierungsfaktor wird mittels Modellberechnungen (FSCONBAG) ermittelt und hängt unter anderen von der Füllgeschwindigkeit, der Füllhöhe, der Sedimentierungsdichte und der physischen Zusammensetzung des Baggergutes sowie der Untergrunddurchlässigkeit ab. Dieser Faktor variiert in der Regel zwischen 0,6 und 0,8.

3. **der Gasfaktor ($f_{v, \text{Gas}}$)**: als Folge einer chemischen Reaktion von organischen Verbindungen im Baggergut bildet sich Gas. Je nachdem, ob das Gas entweichen kann oder nicht, wird sich das Baggergut ausdehnen. Da Ergebnisse unlängst durchgeführter Tests noch keine Klarheit über das Ausmaß, in dem Gasbläschen entweichen können, gezeigt haben, wird in der Regel ein Gasfaktor von 1,1 zu Grunde gelegt.

Der eigentliche Volumenfaktor entspricht dem Faktor aus Auslieferungs-, Konsolidierungs- und Gasfaktor:

$$f_v = f_{v, \text{Ausl}} * f_{v, \text{Kons}} * f_{v, \text{Gas}}$$

$$V_{\text{Depot}} = f_v * V_{\text{vor Ort}}$$

Hinweis: Im Prinzip müsste noch ein vierter Faktor hinzukommen, der so genannte 'Unsicherheitsfaktor'. Dieser Faktor beinhaltet eine Sicherheitsmarge gegenüber dem Depotinhalt und kalkuliert diverse Unsicherheitsfaktoren bezüglich der Zusammensetzung, Einlagerungsart, Konsolidierung und Gasbildung mit ein. Dieser Faktor wird hier jedoch nicht berücksichtigt.

Zu 1) Auslieferungsfaktor

Der Auslieferungsfaktor definiert sich wie folgt:

$$f_{v, \text{Ausl}} = (\rho_{\text{vor Ort}} - \rho_{\text{Wasser}}) / (\rho_{\text{Sed}} - \rho_{\text{Wasser}})$$

$\rho_{\text{vor Ort}}$ = die Dichte des Materials vor Ort [kg/m³]

ρ_{Wasser} = die Dichte des Wassers [kg/m³]

ρ_{sed} = die Sedimentierungsdichte des eingelagerten Baggerguts [kg/m³]

Beispiel: bei einer Dichte vor Ort von 1450 kg/m³, einer Sedimentierungsdichte von 1300 kg/m³ und einer Wasserdichte von 1000 kg/m³ beträgt der Auslieferungsfaktor 1,5.

Zu 2) Konsolidierungsfaktor

Neben dem Auslieferungsfaktor wird das benötigte Depotvolumen zum größten Teil durch das Konsolidierungsverhalten des Baggerguts bestimmt. Dieses Konsolidierungsverhalten wird durch folgende Faktoren beeinflusst:

- Füllzeit: mit zunehmender Füllzeit eines Depots nimmt das benötigte Depotvolumen ab und umgekehrt. Grund für diesen Verlauf ist eine längere Konsolidierungszeit, so dass das Baggergut mehr Zeit hat, sich zu setzen;
- Füllhöhe: Baggergut in einem Depot mit einer geringeren Füllhöhe konsolidiert relativ schneller als Baggergut in einem Depot mit einer höheren Füllhöhe;
- Eigenschaften des Baggerguts: beim Einlagern mit hoher Dichte konsolidiert das Baggergut langsamer als beim Einlagern von Baggergut mit einer niedrigeren Dichte (Baggergut mit hoher Dichte ist im Prinzip bereits 'standard' stärker konsolidiert als Baggergut mit einer geringeren Dichte).



- Durchlässigkeit des Untergrunds: bei einem undurchlässigen Untergrund nimmt der Konsolidierungsprozess mehr Zeit in Anspruch, so dass es eines größeren Depotinhalts bedarf (es kann weniger Konsolidierungswasser im Boden versickern).

Der Konsolidierungsfaktor errechnet sich in den Niederlanden mit Hilfe eines eindimensionalen Computermodells mit dem Namen FSCONBAG. Eine kurze Beschreibung dieses Modells ist in Anlage 9 zu finden. Der Konsolidierungsfaktor errechnet sich wie folgt:

$$f_{v,Kons} = h_{Einl} / h_{Ablagerung}$$

$$h_{Ablagerung} = \text{Füllhöhe ohne Konsolidierung} = \text{Füllgeschwindigkeit} * \text{Füllzeit}$$

Füllgeschwindigkeit = der durchschnittliche Baggergutspiegelanstieg (errechnet mit FSCONBAG [m/Jahr]) während der Füllperiode

$$\text{Füllzeit} = \text{Füllzeitraum (feststehende Angabe)}$$

$$h_{Einl} = \text{maximale Füllhöhe im Depot (feststehende Angabe)}$$

Abbildung 4-7 zeigt als Beispiel die ermittelte Einlagerungshöhe (mit Konsolidierung) und die Ablagerungshöhe (ohne Konsolidierung) für ein Depot mit einer Grubentiefe von 45 Metern und einer Sedimentierungsdichte von 1300 kg/m³. Wenn das eingelagerte Baggergut im Depot nicht konsolidieren würde, betrüge die Höhe der Schlammsäule am Ende der Einfüllphase 62 m. Durch Konsolidierung beträgt diese Höhe am Ende der Einfüllphase 45 m.

Abbildung 4-7: Schlammsäulenhöhen am Ende der Einlagerungsphase mit und ohne Konsolidierung (gegründet auf einen Typ Baggergut: aus dem Ketelmeer)

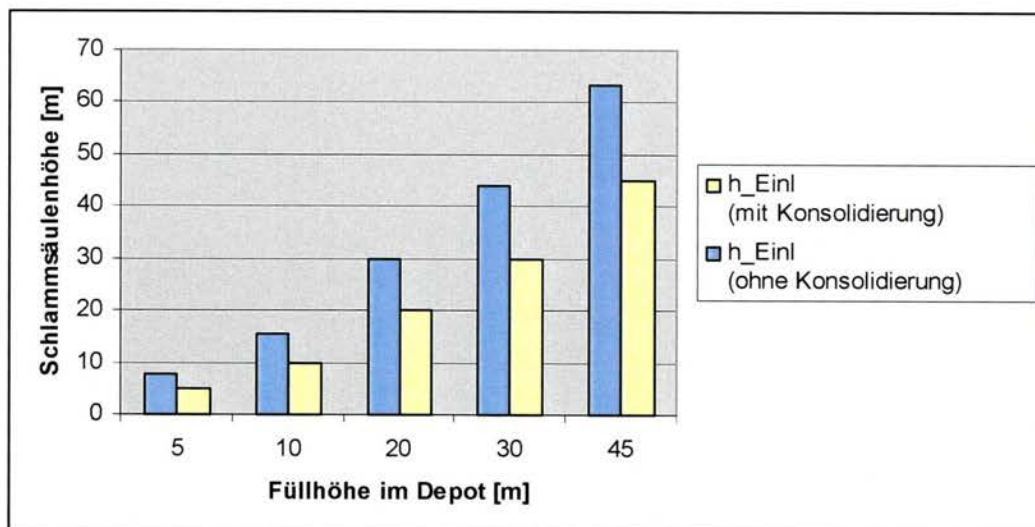


Tabelle 4-2 zeigt die mit dem Programm FSCONBAG ermittelten Ergebnisse für das betreffende Depot bei unterschiedlicher Füllzeit und Untergrundart. Diese Ergebnisse gelten für eine Baggergutsäule in der Mitte des Depots. An den Böschungen weicht der Konsolidierungsfaktor als Folge einer geringeren Einlagerungshöhe ab. Mit der

Durchführung von Zusatzberechnungen kann auch der Konsolidierungsgrad des Baggerguts auf den Böschungen dargestellt werden. Dieser wird natürlich geringer sein als bei der Säule in der Depotmitte.

Tabelle 4-2: Beispiel der ermittelten Konsolidierungsfaktoren der Schlammsäule in einem eingedeichten Depot (hydraulische Füllung)

Bodengegebenheit	Füllzeitraum 5 Jahre			Füllzeitraum 10 Jahre		
	h_{Eini} [m]	$h_{\text{Ablagerung}}$ [m]	$f_{v, \text{Kons}}$ [-]	h_{Eini} [m]	$h_{\text{Ablagerung}}$ [m]	$f_{v, \text{Kons}}$ [-]
Durchlässiger Boden	45	64	0,70	45	70	0,64
Undurchlässiger Boden	45	62	0,72	45	68	0,66

Quelle: Baggergutdeponierung Hollandsch Diep/Haringvliet-Oost, Projektnote / Umweltverträglichkeitsstudie Teilbericht „Einrichtung“, 2001

Der Einfluss der Sandtrennung auf die Konsolidierungseigenschaften von Baggergut

Das Heraustrennen von Sand aus dem Baggergut ist aller Voraussicht nach ein geeignetes Verfahren, um verunreinigtes Baggergut, den größten Abfallstrom in den Niederlanden, zu verarbeiten. Dieses Verfahren kann einen Beitrag zur Verminderung der Deponierung von Baggergut leisten und eine Einsparung von primärem Sand nach sich ziehen. Das Herausfiltern von Sand aus dem Schlamm wird jedoch voraussichtlich eine Verschlechterung der Konsolidierungseigenschaften des Schlamms zur Folge haben. Eine solche Verschlechterung der Konsolidierungseigenschaften von Schlamm bedeutet jedoch, dass die Abnahme der zu lagernden Masse nicht zu einer entsprechenden Abnahme der benötigten Lagerungskapazität führt. Um Erkenntnisse über den Einfluss der Sandtrennung auf die Konsolidierungseigenschaften von Schlamm und damit das Lagerungsvolumen zu bekommen, hat die Abteilung Straßen- und Wasserbaukunde des niederländischen Rijkswaterstaat in Zusammenarbeit mit GeoDelft eine diesbezügliche Untersuchung durchgeführt.

Die Untersuchung, die anhand von Mustern dreier Baggergutsorten durchgeführt worden ist, hat gezeigt, dass die Sandtrennung trotz der Verschlechterung der Konsolidierungseigenschaften des nach der Sandtrennung übrig gebliebenen Materials eine Abnahme des für die Baggergutlagerung notwendigen Volumens zur Folge hat (AKWA/DWW, 2000). Ob der nachteilige Effekt auf die Konsolidierungseigenschaften den Effekt des geringeren Lagerungsvolumens völlig ausgleicht ist bisher nicht ganz klar.

Zu 3) Der Gasfaktor ($f_{v, \text{Gas}}$)

Trotz verschiedener Untersuchungsanstrengungen ist bisher noch wenig bekannt über den Einfluss der Gasentwicklung auf den Konsolidierungsprozess eingelagerten Baggerguts (siehe Anlage 7 Textrahmen). Das Entstehen von Gas durch chemische Reaktion im Baggergut lässt sich gut vorhersagen, das Entweichen dieses Gases jedoch nicht. Wenn das gesamte Gas entweichen kann, ist die Volumenvergrößerung durch Gas gleich Null. Wenn überhaupt kein Gas entweichen kann, beträgt die Volumenvergrößerung einige Dutzende von Prozent. Da nicht bekannt ist, wie viel Gas aus der Schlammschicht entweicht, wird zunächst einmal von einem bereits länger eingehaltenen Wert von 10% ausgegangen. Der Volumenfaktor für Gas beträgt demnach 1,1.

4.4.4 Bestimmung von Formgebung und Abmessungen

Die Geometrie des Depots wird in starkem Maße durch den Depottyp (Grube oder eingedeicht, siehe 4.1), das Füllniveau des Depots (Depothöhe) und die Tiefe der zu baggernden Grube bestimmt. Darüber hinaus wird der geometrische Entwurf von



einer eventuellen Kompartimentierung, die Eingliederung in die Umgebung und durch den Entwurf des Ringdeichs (bei einem eingedeichten Depot) sowie die Gruben (Böschungen) bestimmt.

Depothöhe

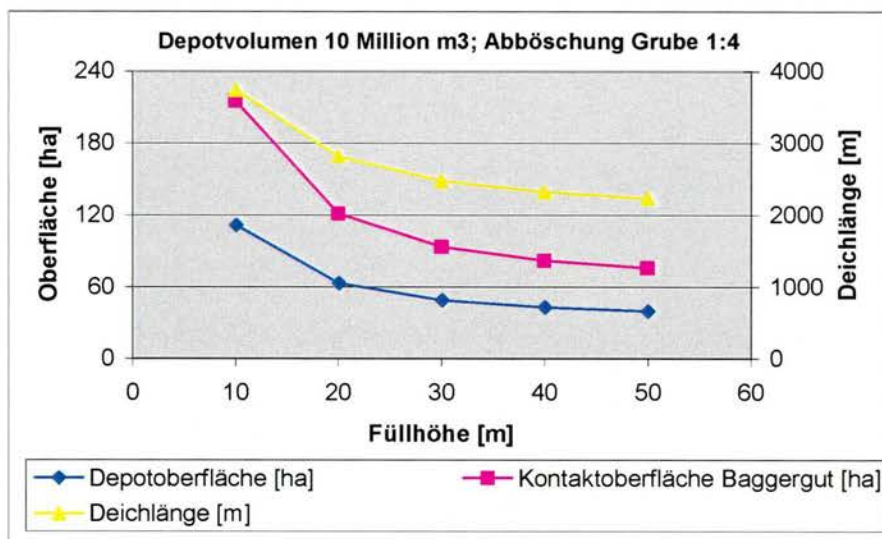
Das Depot wird bis zum maximalen Niveau gefüllt. Die Entscheidung bezüglich der maximalen Füllhöhe bei einem eingedeichten Depot wird in erster Linie durch hydraulische und landschaftliche Bedingungen bestimmt. Ausschlaggebend für die Kronenhöhe sind der Wellenauflauf, der Windstau und die landschaftliche Eingliederbarkeit. Bei einer Depotgrube wird die Füllhöhe in erster Linie durch hydraulische Rahmenbedingungen wie Strömung und Wellenbewegung bestimmt.

Grubentiefe

Aus dem Gesichtspunkt des Platzbedarfs sowie aus Umweltgesichtspunkten muss die Grubentiefe möglichst groß gewählt sein. Es gilt nämlich der Grundsatz, dass je größer die Grubentiefe, umso kleiner die Kontaktoberfläche und umso kleiner die Länge des Ringdeiches ist (bei einem eingedeichten Depot). Eine größere Grubentiefe hat jedoch auch höhere Baukosten zur Folge (kostenintensivere Baggertechniken, mehr Erde muss abtransportiert werden (bei eingedeichtem Depot) anstatt im Depot verarbeitet zu werden).

Abbildung 4-8 zeigt ein Beispiel für ein Depot mit einem Volumen von 10 Millionen m³, mit Böschungen im Verhältnis 1:4. Für verschiedene Füllhöhen (ab Grubenboden bis zum maximalen Füllspiegel) gibt die Abbildung die Depotoberfläche und die so genannte Kontaktoberfläche wieder; die zuletzt genannte Einheit ist die Oberfläche, über die das Baggergut mit der Umgebung in Kontakt tritt. Wird die Füllhöhe von 10 m auf 30 Meter vergrößert, halbieren sich Depotoberfläche und Kontaktoberfläche.

Abbildung 4-8: Beziehung zwischen Füllhöhe, Depotoberfläche und Kontaktoberfläche



Depotform

Maßgebend für die Wahl einer Depotform sind:

- allgemeine räumliche Eingliederung:
der verfügbarer Platz bestimmt die Möglichkeiten der einzelnen Depotformen
- landschaftliche Eingliederung:
Depotform und Ringdeichhöhe müssen auf das Landschaftsbild abgestimmt sein
- Auswirkungen des Depots auf das hydraulische und morphologische System:
Depotform und -maße haben Einfluss auf das Ausmaß der Auflast, die Zunahme der Strömungsgeschwindigkeiten und den Einfluss auf die Sedimentierung und Erosionsmuster
- nautische Aspekte (bestehende bzw. geplante Fahrrinnen):
der Bau eines eingedeichten Depots kann die Fahrrinne verschmälert werden, das Depot kann sowohl physisch als auch optisch ein Hindernis für die Schifffahrt bilden
- ausführungstechnische Aspekte:
eine ringförmige Depotgrube oder ein eingedeichtes Depot ist im Hinblick auf die Ausführung einfacher anzulegen als ein rechteckiges Depot. Außerdem müssen die Maschinen während des Baus frei manövrieren können, ohne die Schifffahrt zu behindern
- minimale Baukosten für den Ringdeich bei einem bestimmten benötigten Depotinhalt:
ein möglichst kurzer und möglichst niedriger Ringdeich ist anzustreben

Im allgemeinen gilt, dass ein ringförmiges Depot im Hinblick auf Baukosten des Ringdeichs und Kontaktoberfläche zwischen Baggergut und Umgebung die beste Lösung darstellt. Häufig entscheidet man sich jedoch im Zusammenhang mit der Eingliederung in das Wassersystem (beschränkte Flussbreite, Ästuarium) oder in die Landschaft für eine ovale Form.

4.4.5 Planungsphilosophie

Planungsphilosophie eingedeichter Depots

In den Niederlanden wird zunächst eine Planungsphilosophie erstellt, auf deren Grundlage Depot und Ringdeich entworfen werden. Eine häufig zum Tragen kommende Planungsphilosophie ist es, dass ein Versagen des Ringdeiches 'in akzeptablem Maße' gehalten werden muss.

Akzeptables Maß

Das Versagen des Ringdeiches darf nicht den Verlust unakzeptabel großer Mengen an untergebrachten Baggergut aus einem Depot zur Folge haben.

Der Inhalt des gefüllten Depots setzt sich infolge der Konsolidierung ab, so dass die Gefahr des 'Wegspülens' von Baggergut im Laufe der Zeit immer geringer wird. Wegspülen durch Strömung und Wellenbewegung bleibt jedoch immer noch eine reelle Gefahr, wenn ein Deich bricht. Sobald das Baggergutniveau im Depot auf das



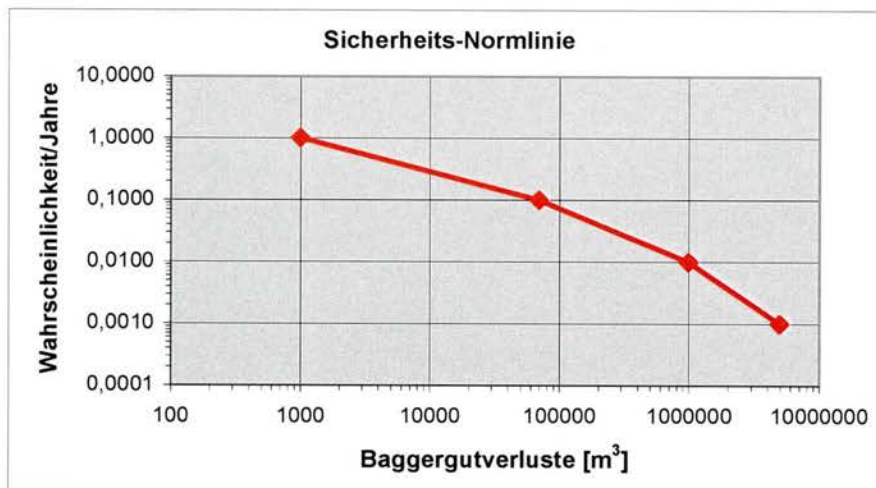
ursprüngliche Bodenniveau gesunken ist, ist die Wahrscheinlichkeit einer Ausspülung bei einem Deichbruch dermaßen gering, dass schon von diesem Zeitpunkt der Ringdeich nicht mehr länger seine Funktionsanforderungen erfüllen muss. Erhält das Depot nach der Einlagerungsphase eine zusätzliche Funktion, ist der Ringdeich jedoch wiederum auf seine Qualität zu prüfen und eventuell zu verstärken.

Beim IJsseloogdepot wurden bestimmte Hypothesen im Hinblick auf die Möglichkeit des Versagens des Ringdeichs und der voraussichtlichen Menge Baggergut, die bei einem Versagen des Deiches aus dem Depot ausgespült werden, unterstellt. Dieser Fall tritt jedoch nur dann ein, wenn das Füllniveau über das ursprüngliche Bodenniveau ansteigt, 10 Jahre nach dem Beginn der Einlagerung. Nach dieser Zeit befinden sich etwa 5 Mio. m³ in einer Scheibe oberhalb des ursprünglichen Bodens. Wenn die Möglichkeit des Versagens für den Ringdeich zu irgendeinem Zeitpunkt den Wert von 0,001/Jahr erreicht (siehe auch nachstehender Textrahmen 'Anforderungen an Fehlermechanismen' des Depots IJsseloog), dann entspricht die Wahrscheinlichkeit, dass der Deich in einem Zeitraum von 10 Jahren versagt, $1 - (1 - 0,001)^{10} = 1\%$. Die voraussichtliche Menge an untergebrachtem Baggergut, die aufgrund eines solchen Unfalls aus dem Depot austreten würde, betrüge 5 Mio. m³.

Auf der Grundlage der o.g. Argumentation kann eine Sicherheits-Normlinie für Baggergutdepots erstellt werden; als Beispiel siehe Abbildung 4-9.

Die Festlegung einer Normlinie ist ein wesentliches Grundelement bei der Ausgestaltung des Bauentwurfs eines Ringdeichs für ein Baggergutdepot. Darüber hinaus gilt, dass eine solche Normlinie auch für andere Formen von Baggergutdepots Anwendung finden kann.

Abbildung 4-9: Sicherheits-Normlinie für Baggergutdepot IJsseloog



Beim Entwurf des Ringdeichs ist darauf zu achten, dass dieser den gestellten Sicherheitsanforderungen oder der Versagenswahrscheinlichkeit entspricht. Dabei sind verschiedene Versagensmechanismen eines Deiches zu berücksichtigen wie beispielsweise Abrutschen bzw. Instabilität, hydraulischer Grundbruch, Erosion der Deckschicht durch Wellen, Strömung, überschlagendes Wasser, Schiffskollisionen usw. Die 'Gesamt-Versagenswahrscheinlichkeit' des Ringdeichs muss dann kleiner oder gleich der Summe der Versagenswahrscheinlichkeiten der einzelnen

Versagensmechanismen sein. Beispiel: es kann als Bedingung gestellt werden, dass das Deckwerk der Ringdeichaußenseite einem Wellendruck standzuhalten hat, der statistisch gesehen nur ein Mal alle 1000 Jahre auftritt. Auf dieser Grundlage ist ein Entwurf des Deckwerks anzufertigen.

Im nachstehenden Rahmen sind die Entwurfsanforderungen der einzelnen Komponenten des IJsseloog-Depots beispielhaft wiedergegeben. Die Anforderungen basieren auf einer Risikoanalyse [Projektbureau Depotbouw, 1995].

Entwurfsanforderungen während der Einlagerungsphase und Nachsorgephase des IJsseloog-Depots [Projektbureau Depotbouw, 1995]

Grundsätzliche Anforderungen im Hinblick auf die zulässigen Schadstoffemissionen durch Störungen beim Füllen basieren auf der "Grund"-Belastung des Oberflächen- und Grundwassers. Die höchstzulässige Belastung des Oberflächenwassers beträgt 8,5 kg Cadmium pro Jahr während der Bauphase und 4,8 kg Cadmium pro Jahr während der Einlagerungs- und Nachsorgephase. Die höchstzulässige Belastung des Grundwassers durch Störungen beim Füllprozess liegt bei 0,04 kg DCB pro Jahr während der Einlagerungs- und Nachsorgephase. Auch sind auf der Grundlage der Richtlinien laut Note 'Omgaan met Risico's (Umgang mit Risiken)' [Ministerie van VROM, 1996] Anforderungen hinsichtlich der Sicherheit für Personen auf oder in der Nähe des Baggergutdepots abgeleitet.

Auf der Grundlage einer Risikoanalyse und mit Hilfe der oben umschriebenen Hauptanforderungen an Sicherheit und die Verteilung von Schadstoffen wurden Anforderungen an die maximale Frequenz des Auftretens von Fehlermechanismen gestellt. Während der Einlagerungs- und Nachsorgephase auftretende Fehlermechanismen sind in nachstehender Tabelle aufgelistet.

Fehlermechanismus	Entwurfsanforderung
Ausfall Kläranlage Rückwasser	10 ⁻¹ Mal jährlich
Rückwasseraufkommen höher als Kapazität der Kläranlage	10 ⁻¹ Mal jährlich
Behälter mit Baggergut kentert im Arbeitshafen	10 ⁻¹ Mal jährlich
Umschlagdruckleitung bricht in der Nähe von Oberflächenwasser	10 ⁻¹ Mal jährlich
Umschlagdruckleitung leckt in der Nähe von Oberflächenwasser	max. 500 m ³ jährlich
Depotüberflutung	max. 1.000.000 m ³ jährlich
Brechen des Depot-Ringdeiches	10 ⁻³ Mal jährlich 5*10 ⁻⁴ Mal jährlich
Ausfall Wasserstandkontrolle für zwei Wochen	10 ⁻¹ Mal jährlich

Planungsphilosophie der Grubendepots

Bei der Ermittlung der Planungsphilosophie einem Grubendepot wird nicht die Versagenswahrscheinlichkeit des Depots bestimmt, sondern die Wahrscheinlichkeit des Eintretens extremer hydraulischer Ereignisse wie extreme Strömungsgeschwindigkeiten. Auf dieselbe Weise wie unter 'Ringdeich und Planungsphilosophie' beschrieben, wird für eine Reihe von Extremereignissen (Strömungsgeschwindigkeiten) die Ausspülung des Baggerguts bestimmt. Dabei wird die kritische Schubspannung ermittelt, bei der der Schlamm gerade noch liegen bleibt. Auf der Grundlage dieser Versagensanalyse lässt sich die maximale Füllhöhe der Depotgrube bestimmen. Die Theorie, die der Bestimmung der Ausspülung von Baggergut aus einem Grubendepot zu Grunde liegt, ist in Anlage 4 beigefügt.



4.4.6 Kompartimentierung des Depotinhalts

Unter Kompartimentierung des Depots versteht man die Einteilung des Lagerungsraums in zwei oder mehr Kompartimente, in denen jeweils dieselbe Baggergutqualität untergebracht wird. Kompartimentieren im Sinne mehrerer Kompartimente für die Lagerung der gleichen Gesamtmenge an Baggergut bietet eine Reihe wichtiger Vorteile, nämlich:

- 1.) Eine Begrenzung der Menge an vorübergehend zu lagerndem Sanierungsschlamm, der beim Bau des Depots freigesetzt wird. Ein Baggergutdepot wird häufig in einem Sanierungsgebiet angelegt. Vor dem Bau eines Depots ist zunächst einmal, so will es der niederländische Gesetzgeber, die Baustelle zu sanieren. Dank Kompartimentierung muss jedoch nur der Teil saniert werden, der zur Errichtung des ersten Kompartiments benötigt wird (z.B. Zeitweiliges Depot IJsseloog). Der bei der Sanierung der restlichen Baustelle freigesetzte Schlamm kann (später) direkt im ersten Kompartiment untergebracht werden.
- 2.) Verbesserung der Flexibilität beim Füllen (es sind mehrere Depots verfügbar). Die Verfügbarkeit von mehr als nur einem Kompartiment stellt aus umwelttechnischen Gründen vor allem in der Einlagerungsphase eine gute Alternative dar, da bei eventuellen Problemen in einem der Kompartimente problemlos auf ein anderes Kompartiment umgeschaltet werden kann, ohne dass die Bagger- und Einlagerungsarbeiten unterbrochen werden müssen.
- 3.) Die Möglichkeit, ein Kompartiment als Absetzbecken zu verwenden. Ist mehr als ein Kompartiment verfügbar, kann ein Teil des Depots als so genanntes Absetzbecken verwendet werden, um die Schwebstoffe bzw. Verunreinigungen im Rückwasser zu begrenzen.
- 4.) Frei werdender und überflüssiger Sand wird in Phasen frei gesetzt. Der bei den Grabarbeiten freigesetzte Sand kann in Phasen auf dem Sandmarkt angeboten werden, so dass eine bessere Möglichkeit besteht, Nachfrage und Angebot aufeinander abzustimmen.
- 5.) Der in Phasen stattfindende Bau des Depots berücksichtigt auch zukünftige Entwicklungen wie besserer und effizientere Verarbeitungsverfahren. Des weiteren spart ein stufenweiser Ausbau durch aufgeschobene Zahlung Geld.

Nachteile sind jedoch auch zu nennen: hier wären der größerer Platzbedarf des Zwischendamms sowie höherer Kosten (beides 5%) zu nennen.

In den Niederlanden wurden trotz dieser Vorteile nahezu alle Depots bisher auf ein Mal angelegt. Beim Depot de Slufter gaben ausführungstechnische Probleme den Ausschlag für diese Entscheidung (einfacher zu bauen in einem Arbeitsgang als in Phasen), das Depot Hollandsch Diep wird zwar in Phasen angelegt, es besteht jedoch im Prinzip aus drei einzelnen Depots: einem eingedeichten Depot und zwei Depotgruben. Beim Landdepot Koegorspolder sah der ursprüngliche Plan zwei Kompartimente vor, nachdem die Verarbeitung von Baggergut in den Niederlanden durch staatliche Subvention jedoch einen Impuls erhalten hatte, wurde das zweite Kompartiment durch ein Gelände ersetzt, auf dem Landfarming und Reifung stattfinden kann.



4.5 Ausführungstechnische Aspekten

Bauphasen und Baumaterial

Der Bau einer Depotgrube oder eines eingedeichten Depots findet in einer Reihe von Phasen statt, die bei jedem neu anzulegenden Depot durchlaufen werden müssen. Diese Phasen sind:

- 1.) Sanierung der Baustelle, falls diese mit verunreinigtem Schlamm kontaminiert ist. Vor dem Abtragen des verschmutzten Gewässerbodens kann entschieden werden, die Baustelle vorübergehend mit einer Spundwand, befristeten Erdbauten oder einem Schlammschirm abzutrennen. Eine Verbreitung von verunreinigtem Material über das Oberflächenwasser auf Grund der zahlreichen Aktivitäten beim Bau des Depots lässt sich durch solche Maßnahmen vermeiden. Bevor mit den Erdarbeiten für das Depot begonnen werden kann, muss jedoch nicht der gesamte Baustellenbereich saniert werden. Sanierung und Erdarbeiten können parallel statt finden, nachdem die Sanierungsarbeiten auf einem Teil des Standorts abgeschlossen worden sind. Eine mögliche Baumethode für ein eingedeichtes Depot in einem verunreinigten Gebiet ist im Textrahmen 'Logistik beim Bau eines Depots in einem verunreinigten Gebiet' angegeben.
Die Sanierung der Baustelle kann geschehen mit so genannten 'Öko-Saugbaggern', speziell entwickelten Baggerfahrzeugen, mit denen die verunreinigte Schlammsschicht mit hoher Präzision und ohne Trübungen vom Gewässerboden abgetragen werden kann. Die gängige Leistung eines Öko-Saugbaggers beträgt etwa 250.000 m³/Monat.
- 2.) Ausschachten der Grube; das dabei frei werdende Erdmaterial kann bei einem eingedeichten Depot für den Bau des Ringdeiches, des Betriebsgeländes und zur Naturentwicklung verwendet werden. Bei einer Depotgrube muss der gesamte Boden an eine andere Stelle verbracht werden.
Die Erde wird mit einem Cutterbagger und/oder einem Gewinnungsbagger abgebaut. Das Material muss getrennt abgetragen werden, da der Sand als Aufschüttungsmaterial verwendet werden kann und der übrige Boden abtransportiert werden muss. Zwei Cutterbagger besitzen eine Produktionskapazität von etwa 1 Mio. m³/Monat.
- 3.) Weist der Untergrund keine ausreichende Tragfestigkeit für den Bau des Ringdeiches und der Geländeanlagen auf, müssen bodenverbessernde Maßnahmen durchgeführt werden. Dabei wird der Boden abgegraben und die Grube mit Sand aus der Grube angereichert.
In der Praxis wird es zu einer Überschneidung von Abgraben und Anreichern kommen; eine normale Produktion liegt bei 200.000 m³ Sand Anreicherung/Monat.
- 4.) Aufspülen des Ringdeiches, des Betriebsgeländes und der Naturgebiete bei einem eingedeichten Depot mit Boden aus der Grube.
Das Aufspülen des Ringdeiches ist eine Arbeit, die hohe Präzision erfordert. Die Produktion liegt global bei 200.000 m³/Monat. Das Aufspülen von Betriebsgelände und Naturgebieten geht schneller vonstatten: ca. 1 Mio. m³/Monat mit zwei Cutterbaggern. Beim Bau von Deich und Gelände kommen eine Reihe von Bulldozern, Hydraulikkranen und Löffelbaggern zum Einsatz.

- 5.) Fertigstellen des Grubenbodens mit Dichtungsschichten (Ton), Fertigstellung der Grubenböschungen, Abschließen des Ringdeiches mit einer Schutzverkleidung und Fertigstellung von Gelände und Hafen über Wasser.

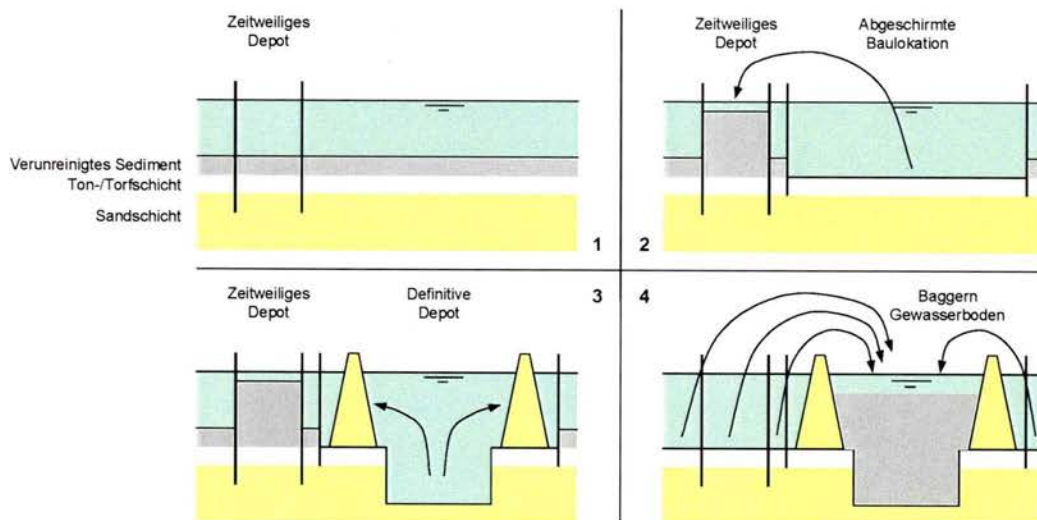
Die Fertigstellung findet nach dem Aufspülen statt. Der dazu benötigte zeitliche Aufwand schwankt.

- 6.) Installation der Betriebseinrichtungen auf dem Betriebsgelände und im Hafen. Die benötigte Bauzeit für die Anlagen beläuft sich auf etwa 6 Monate. Mit der Installation der Einrichtungen kann dann nach dem Aufspülen des Betriebsgeländes begonnen werden. Der Zeitraum bis zur Einsatzbereitschaft der einzelnen Einrichtungen hängt vom Zeitpunkt der Fertigstellung des Ringdeiches ab. Hier wäre beispielsweise an die Pumpenanlagen auf der Innenseite des Deiches, die Anlegeeinrichtungen usw. zu denken.

Logistik des Baus eines Depots in einem verunreinigten Gebiet

Sowohl beim Bau des Depots Hollandsch Diep als auch des Depots IJsseloog im Ketelmeer ist der Baustandort verunreinigt. Bevor mit dem Bau des Depots begonnen werden kann, muss in den genannten Fällen – nach derzeitiger Auffassung – zunächst der kontaminierte Gewässerboden am Standort des Depots abgetragen werden. Dieser Schlamm muss, wenn für dessen Lagerung kein Depot an anderer Stelle bereit steht, in einem Zwischenlager deponiert werden (einem so genannten 'zeitweiligen Depot'). Das Prinzip der zeitlich begrenzten Lagerung ist in nachstehender Abbildung wiedergegeben.

Abbildung 4-10: Stufen beim Bau eines Depots in einem verunreinigten Gebiet



Die Gesamtbauteit eines eingedeichten Depots mit einem Volumen von 10 Mio. m³ beträgt etwa zwei Jahre. Die Bauzeit für eine Depotgrube mit gleichem Inhalt liegt bei etwa einem Jahr. Ein Beispiel für die Phaseneinteilung beim Bau ist in Kapitel 2 der Anlage 12 zu finden: der Bau des IJsseloog-Depots im Ketelmeer.

Bodenbilanz

Beim Bau eines eingedeichten Depots wird eine in sich geschlossene Bodenbilanz angestrebt. Das gesamte abgegrabene Erdreich wird im Depot auf der Baustelle verarbeitet. Dies stellt sowohl aus Gründen der Nachhaltigkeit als auch aus Kostenerwägungen die beste Alternative dar. In diesem Fall entfällt das Verbringen von Boden zu anderen Deponien, was Energie und Transportkosten einspart. Sand kann beispielsweise als Aufschüttmaterial für den Ringdeich und das Betriebsgelände oder als Dichtungsschicht eingesetzt werden, Ton wiederum eignet sich als Verkleidungsmaterial für den Ringdeich oder als Dichtungsschicht, und ein Gemisch aus Sand, Ton und Torf lässt sich zum Aufspülen der Geländeabschnitte für die Renaturierung verwenden. In der Praxis ist eine geschlossene Bodenbilanz häufig aufgrund der schlechten bautechnischen Eigenschaften bestimmter Bodensorten wie Ton, Torf und Lehm nicht möglich.

4.6 Der Betrieb eines Depots

Einleitung

Die Betriebsphase umfasst den Zeitraum, in dem das Depot mit verunreinigtem Baggergut gefüllt wird. Baggerschiffe führen ihre Fracht heran und fahren wieder ab; sie leiten das Baggergut – je nach Depottyp – direkt in die Grube oder hydraulisch in das eingedeichte Depot. Zum Füllen des Depots bedarf es bestimmter Einrichtungen wie Anlegemöglichkeiten, Schutensauger, (schwimmende) Transportleitungen, ein Schüttponton in dem Depot sowie ein Diffusor am Ende der Transportleitung.

Während des Füllens muss Rückwasser aus dem eingedeichten Depot abgelassen werden, das je nach Qualität aufbereitet werden muss. Auch hierzu werden entsprechende Einrichtungen benötigt.

Neben dem Einleiten und der Rückwasserreinigung kann während der Betriebsphase auch eine Behandlung (eventuell auch Aufbereitung) des Baggergutes stattfinden, beispielsweise das Heraustrennen von Sand aus dem Baggergut. Hierzu bedarf es gesonderter Trennungsbecken. Des weiteren muss das Depot verwaltet werden. Bei einem Grubendepot wird dies von Land aus geschehen müssen, während bei einem eingedeichten Depot die Verwaltung auf dem Betriebsgelände stattfindet.

Einlagerungsmethode bei Grubendepots

Bei einer offenen Depotgrube kann sowohl nach mechanischem (Klappschute) als auch hydraulischem (Druckleitung) Verfahren eingeleitet werden. Da die Unterbringungsmethode nicht ganz vom Baggerprozess und der Transportmethode zu trennen ist, muss der Baggerzyklus als Ganzes betrachtet werden. Vor dem Hintergrund der räumlichen Entfernung des Sanierungsgebietes zum Depot wird der größte Teil des Baggerguts per Schubleichter oder Schiff herangeführt werden müssen.

Beim mechanischen Einleiten wird der Schubleichter/das Schiff über die Grube gefahren und anschließend das Baggergut entweder direkt in die Grube verklappt oder mit Hilfe eines Greifers in 'Portionen' eingeleitet. Beim mechanischen Einleiten kommen folgende Geräte zum Einsatz:

- Klappschuten: Bei diesem Einleitungsverfahren wird das Baggergut über Klappen im Schiffsboden in die Grube eingelassen. Die Absinkgeschwindigkeit hierbei ist relativ hoch, und die Kontaktzeit mit dem Umgebungswasser relativ



kurz. Beides wirkt sich günstig auf das Ausmaß der Verteilung von Schadstoffen aus. Beim Einleiten entstehen Trübungen entlang des Schlammstroms und in Bodennähe. Die größten Trübungen treten auf den letzten Metern über Grund aufgrund des Aufschlags auf dem Gewässerboden auf, während die Trübungen in den obersten Wasserschichten relativ gering sind. Diese können hingegen recht einfach mit der Strömung außerhalb der Grube gelangen.

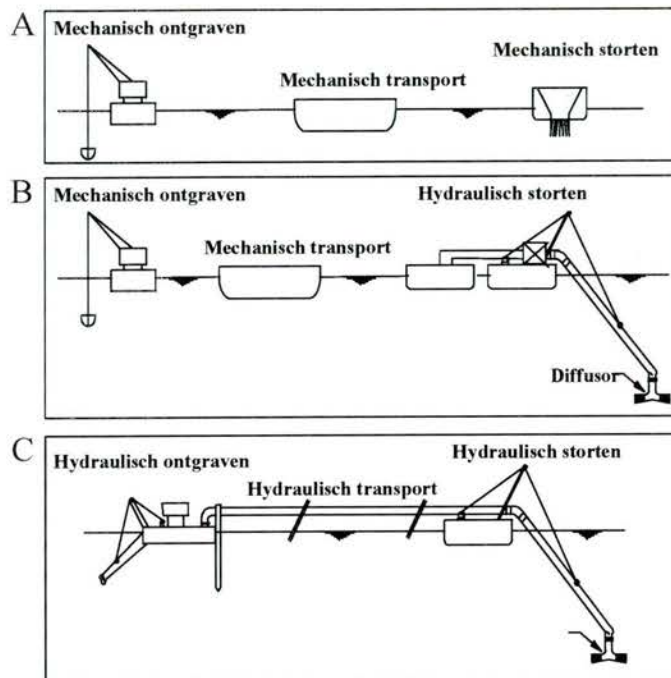
Wasserdichter Greifer: Mit dem wasserdichten Greifer kann das Baggergut mit Standortdichte eingeleitet werden; hierzu kommt eine Schütte zum Einsatz. Beim Einleiten mit einem Greifer ohne Schütte entstehen im Vergleich zum Einleiten mit Klappschuten relativ stärkere Trübungen in den oberen Wasserschichten. Die Trübungen bei der Verwendung einer Schütte sind mit denen bei Klappschuten vergleichbar. Auch die Schlammichte ist bei beiden relativ hoch. Die Einleitungsmenge liegt um den Faktor 10 höher beim Einleiten mit Klappschuten.

Abbildung 4-11: Beispiel für ein Großgerät: Hopperbagger



Die Prozesskette beim mechanischen Einleiten ist in Abbildung 4-12 (Prozesskette A und B) zu erkennen. Benötigte Einrichtungen beim mechanischen Füllen einer Depotgrube sind:

- eventuell ein Anlegeponton, an dem die Verklappungsschiffe anlegen können
- Markierungsbojen, um den Bereich anzuzeigen, über dem Schiffe das Depot überqueren und um das Einleitungsgebiet für die Schiffe zu markieren
- eventuell Schlammsschirme, innerhalb derer eingeleitet wird; dies kann eine Schutzmaßnahme in Bereichen darstellen, in denen Trübungen unerwünscht sind

Abbildung 4-12: Mögliche Prozesskette beim Füllen einer Depotgrube

Erläuterungen der Abbildung:

Mechanisch entgraben/transport	= mechanisches Baggern/Transport
Hydraulische entgraben/transport	= hydraulisches Baggern/Transport
Hydraulisch storten	= hydraulisches Einlagern
Diffusor	= Diffusor

Einlagerungsmethode bei eingedeichten Depots

Bei einem eingedeichten Depot wird der Baggerschlamm in der Regel hydraulisch eingeleitet. Die Prozesskette des hydraulischen Füllvorgangs ist in Abbildung 4-12 zu sehen. Das Heranschaffen von Baggergut kann sowohl mit Schubleichtern als auch Schiffen (B) als auch hydraulisch (C) bewerkstelligt werden.

Wird das Baggergut auf hydraulischem Wege herangeführt, kann es direkt in das Depot eingeleitet werden (siehe Abbildung 4-13). Beim Transport des Baggerguts per Schiff wird das Baggergut im Hafen umgeschlagen. Dabei kommen ein Schutensauger und eine Ufer-Sauganlage zur Anwendung. Diese Anlage saugt das Baggergut unter Hinzufügung von Wasser aus dem Schubleichter, um es für den hydraulischen Transport aufzubereiten. Dieses Wasser wird *Jetwasser* genannt (siehe Abbildung 4-14). Jetwasser kann dem Depot entzogen werden, wobei der *Jetwasserpuffer* zur Zwischenlagerung dient. Diese Form der Wiederbenutzung von Depotwasser nennt man 'Rückwasserzirkulation'. Der Vorteil besteht darin, dass kein sauberes Oberflächenwasser von außerhalb des Depots verwendet werden muss.

Über eine Förderleitung wird das Baggergut zum Einleitungsort innerhalb des Depots transportiert. Hier wird es mittels eines Diffusors gleichmäßig auf dem Boden verteilt.

Zusammenfassend sind die folgenden Einrichtungen bei der hydraulischen Befüllung eines Depots notwendig:

- Anlegesteg

- Schutensauger
- Jetwasserpuffer
- Leitungs-Ankoppelstelle (für direkten Umschlag bzw. Ufersaugen)
- Einleiteleitung mit Diffusor

Abbildung 4-13: Beispiel für hydraulisches Einleiten in ein eingedeichtes Depot (IJsseloog-Depot, 1999)



Abbildung 4-14: Schutensauger in Aktion



Verlauf des Baggergutspiegels

Während des Füllens eines Depots steigt der Schlammspiegel so lange an, bis am Ende der Einlagerungsphase die maximale Füllhöhe erreicht worden ist. Bei einer Depotgrube sind dies einer oder mehrere Meter unterhalb der Gewässerbodenebene, bei einem eingedeichten Depot ein oder mehrere Meter unterhalb der Ringdeichkrone (wenn der maximale Schlammspiegel > Außenwasserspiegel) oder mindestens einen Meter unterhalb des durchschnittlichen Depotwasserspiegels beim Depottyp 'Atoll' (maximaler Schlammspiegel \leq Außenwasserspiegel).

In Abbildung 4-15 ist zur Verdeutlichung der Verlauf des Schlammspiegels während der Einlagerungsphase und 20 Jahre in der Nachsorgephase eines eingedeichten Depots wiedergegeben. Voraussetzung ist ein gleichmäßiger Füllprozess.

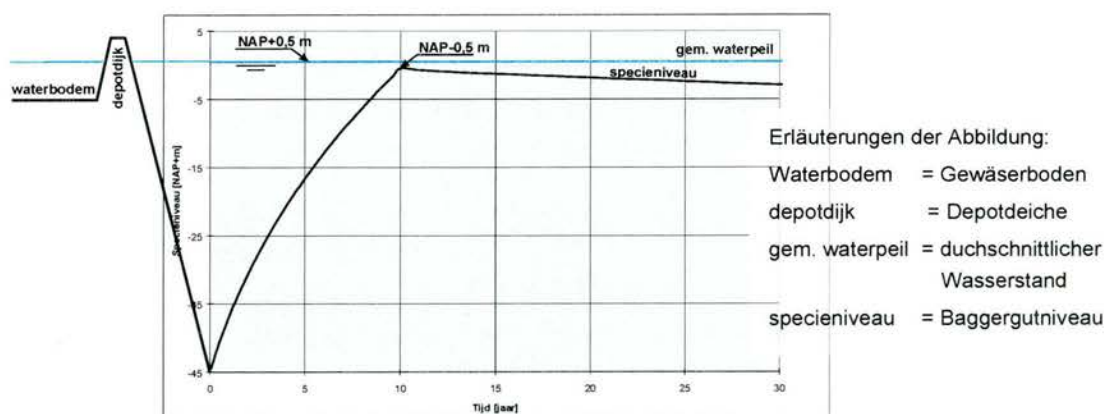
Einleitungsdichte

Die Dichte, mit der Baggergut herangeführt bzw. in das Depot eingebracht wird (die Einleitungsdichte) wird größtenteils durch die folgenden Faktoren bestimmt:

- das Baggerverfahren:
hydraulisches Baggern oder mechanisches Abgraben (Greifer)
- das Transportverfahren:
hydraulisch über Rohrleitung oder per Schubleichter/Schiff
- das Einleitverfahren:
hydraulisch oder mechanisch.

Die Einleitungsdichte beim mechanischen Einbringen schwankt zwischen 1.250 kg/m^3 und 1.500 kg/m^3 . Beim hydraulischen Einleiten des Baggerguts liegt diese Dichte in der Regel niedriger, nämlich zwischen 1.150 kg/m^3 und 1.250 kg/m^3 .

Abbildung 4-15: Verlauf des Baggergutspiegels in einem Depot während der Einlagerungsphase



Wasserbilanz und Wasserstandskontrolle

Durch das Einleiten von Baggergut in das Depot wird der Wasserspiegel ansteigen. Auch überschüssiges Niederschlagswasser und durch den Ringdeich von außen nach innen dringendes Drängewasser lassen den Wasserspiegel steigen, während Versickern im Untergrund und durch den Ringdeich nach außen dringendes

Drängewasser das Wasserniveau absinken lassen. Durch Auspumpen von Wasser (Rückwasser) kann der Wasserspiegel im eingedeichten Depot beeinflusst werden.

Um Geruchsbelästigung zu vermeiden und um zu verhindern, dass eine Verteilung in die Nahrungskette durch Biota stattfindet, wird in den Niederlanden eine Wasserschicht von mindestens einem Meter Dicke über dem Baggergut eingehalten. Man geht davon aus, dass das Schlammniveau schneller sinkt als der Wasserspiegel, so dass ohne weitere Maßnahmen eine Wasserschicht über dem Baggergut erhalten bleibt.

Die Menge einzuleitenden Rückwassers wird mit Hilfe der Wasserbilanz ermittelt. Unter der Voraussetzung, dass der Wasserspiegel im Depot konstant bleiben muss (es kann demnach keine Einleitung stattfinden), lässt sich das Rückwasservolumen wie folgt bestimmen:

$$V_{\text{Rück}} = V_{\text{Einleit}} + V_{\text{Niederschlagsüberschuss}} + V_{\text{Deichversickerung}} - V_{\text{Versickerung}}$$

$V_{\text{Rück}}$	= Rückwasservolumen
V_{Einleit}	= Volumen des eingeleiteten Baggerguts
$V_{\text{Niederschlagsüberschuss}}$	= Niederschlagsmenge - Verdunstung
$V_{\text{Deichversickerung}}$	= Volumen durch den Deich in das Depot einsickernden Wassers
$V_{\text{Versickerung}}$	= Volumen des Wassers, das im Depot in den Untergrund versickert

Die in das Depot eingeleitete Baggergutmenge wird mit Hilfe folgender Formel ermittelt:

$$V_{\text{Einleit}} = V_{\text{in situ}} \cdot (\rho_{\text{in situ}} - \rho_{\text{Wasser}}) / (\rho_{\text{Einleit}} - \rho_{\text{Wasser}})$$

$V_{\text{in situ}}$	= in situ zu baggerndes Sedimentvolumen
$\rho_{\text{in situ}}$	= Dichte Baggergut in situ
ρ_{Wasser}	= Dichte Wasser
ρ_{Einleit}	= Dichte, mit der Baggergut in das Depot geleitet wird.

Der Niederschlagsüberschuss lässt sich durch das Sammeln meteorologischer Daten im Studiengebiet ermitteln. Deichversickerung und Bodenversickerung müssen anhand geohydrologischer Berechnungen festgelegt werden.

Anlage 12 enthält ein Beispiel der für das IJsseloog-Depot berechneten Wasserbilanz.

Reinigung von Rückwasser

Durch die Einleitung von Rückwasser können sich darin enthaltene Verunreinigungen über das Oberflächenwasser verteilen. Es ist daher notwendig, die Menge des einzuleitenden Rückwassers zu begrenzen. Eine der Möglichkeiten hierzu besteht in der Rezirkulierung des Rückwassers: die Wiederverwendung von

Wasser aus dem Depot als Jetwasser beim Umschlag von Baggergut. Dies ist nur möglich, wenn das Baggergut mit einer relativ hohen Dichte herangeführt wird und mit Jetwasser verdünnt werden muss, um ein Verpumpen zu ermöglichen ($>1250 \text{ kg/m}^3$). Wird Schlamm mit einer relativ geringen Dichte herangeführt ($< 1250 \text{ kg/m}^3$), dann kann dieses Baggergut direkt in das Depot geleitet werden und wird kein Jetwasser benötigt. Das einzuleitende Rückwasser kann in diesem Fall nicht durch Rezirkulierung reduziert werden.

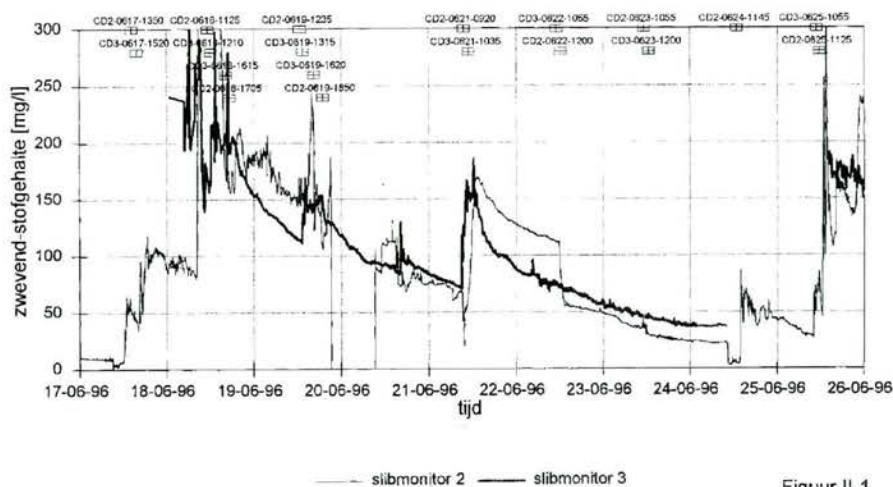
Eigenschaften von Schwebstoffen

Vor allem Schwebstoffe können für Probleme sorgen. Schwebstoffe bestehen in erster Linie aus sehr feinen Schlamnteilchen ($< 16 \text{ }\mu\text{m}$), die sich nur sehr langsam absetzen ($< 10^{-5} \text{ m/s}$). Durch die Bewegung des Wassers beim Einleiten oder bei starkem Wind sinken die Teilchen überhaupt nicht ab. Eine Möglichkeit besteht in diesem Falle darin, das Einleiten vorübergehend anzuhalten und das Depot als zeitweise Aufbewahrung zu nutzen. Hierzu muss der Wasserspiegel im Depot variieren können. Ist der Schwebstoffgehalt im Depotwasser gesunken, kann das Einleiten wieder fortgesetzt werden. Eine zweite Möglichkeit ist die Schaffung einer Absinkzone innerhalb des Depots, in der das Wasser vom restlichen Depotwasser getrennt wird. Ein Teil der Schwebstoffe wird dann noch innerhalb des Depots absinken.

Ein Beispiel für den Schwebstoffgehalt im Depotwasser ist in Abbildung 4-17 wiedergegeben. Es handelt sich dabei um die Messung im zeitweise angelegten Depot im Ketelmeer, das für den Bau des Depots IJsselooq verwendet worden ist. Der Schwebstoffgehalt liegt zwischen 30 und 300 mg/l.

Abbildung 4-16: Gemessene Konzentration Schwebestoffe im Depotwasser

Slibmonitor 2 en 3
17-25 juni 1996



In einem eingedeichten Depot können bei einer über dem Einleitungskriterium (WVO) liegenden Schwebstoffkonzentration im Rückwasser folgende Maßnahmen ergriffen werden:

- das Einleiten von Rückwasser stoppen und das Wasser vorübergehend im Depot zurückhalten. Das Depot fungiert dann als eine Art natürliches Absetzbecken
- das Rückwasser in ein Absetzbecken nach außerhalb des Depots führen, von wo aus es in das Oberflächenwasser eingeleitet werden kann

- das Rückwasser in ein Absetzbecken außerhalb des Depots löschen und anschließend einer zusätzlichen Reinigung unterziehen, wenn die Schwebstoffkonzentration zu hoch bleibt und/oder die Konzentration an gelösten Verunreinigungen zu hoch ist (beispielsweise der Stickstoffgehalt).

Zusätzliche Techniken zur Reinigung von Rückwasser sind beispielsweise das Hinzufügen eines Flockungsmittels (Verklumpung von Schlammeilchen, so dass diese schneller absinken) und das Säubern des Wassers durch den Einsatz von Filtertechniken. Verschiedene Reinigungsverfahren sind im Bericht 'Entwurfsaspekte von Schlammdepots, Teilbericht Klärtechniken' beschrieben [WRO, 1995]: siehe Anlage 10.

Bei einem Grubendepot kann das Rückwasser nicht geklärt werden, wenn dies nötig sein sollte; es steht immer in einer direkten Verbindung mit dem Oberflächenwasser.

Reinigung und Verwertung von Baggergut

Zielsetzung

Das Ziel der Baggergutverwertung ist umwelthygienischer Natur und umfasst:

- Reduzierung des Platzbedarfs für Depots
- Reduzierung der Verwendung primärer Rohstoffe (durch die Wiederverwendung von Baggergut)
- Reduzierung der Verunreinigungsrisiken

Anlage 5 enthält eine Zusammenfassung des planungsflankierenden Dokumentes 'Verwerking van baggerspecie' (Verwertung von Baggergut) [Rijkswaterstaat AKWA, 1999]. Dieses Papier geht näher auf die Behandlung und Wiederverwendung von Baggergut ein. Auf der Grundlage der Planung, der technischen Möglichkeiten, des Nutzens für die Umwelt und der Kosten wird angegeben, welche Techniken für die Verarbeitung von Baggergut eingesetzt werden können.

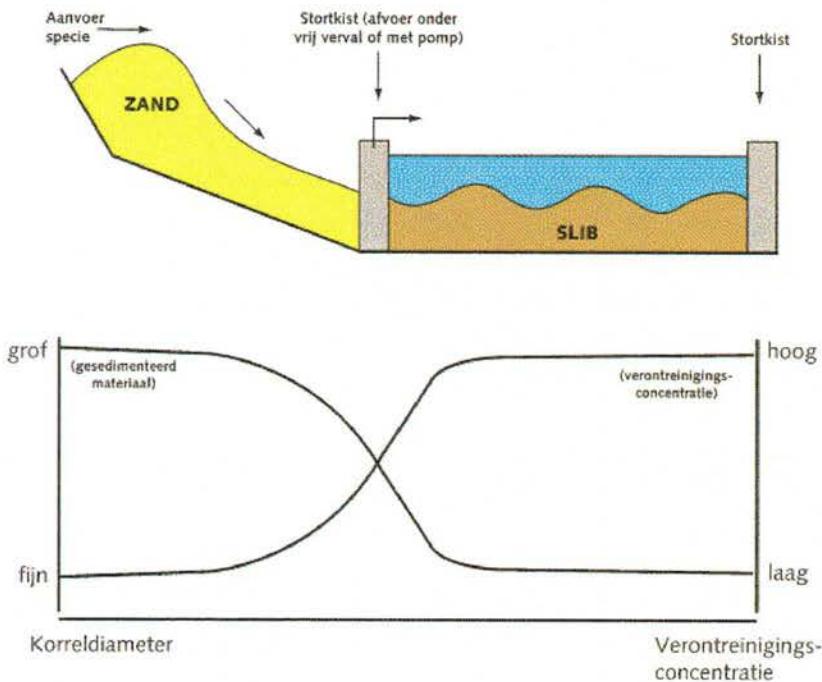
Einfache Behandlungstechniken

Derzeit werden in den Niederlanden drei einfache Verarbeitungstechniken operationell genutzt: Sandtrennung, Reifen und Landfarming. Diesbezügliche laufende Initiativen müssen stimuliert und neue Initiativen ins Leben gerufen werden. Beim Einsatz einer vierten einfachen Technik, der kalten oder thermischen Immobilisation, wurden Probleme bei der Qualität und beim Absetzen der Produkte festgestellt. Im Einzelnen:

- *Reifen, Landfarmen:* Der Baggerschlamm wird auf einem speziellen Gelände verteilt, damit er entwässern kann. Hierdurch wird eine große Volumenreduzierung erreicht (siehe Abbildung 4-17 und Abbildung 4-18).
- *Sandtrennung:* Bei der Sandtrennung werden die im Baggergut enthaltenen schweren Sandteilchen und die leichteren, kleinen Schlammeilchen voneinander getrennt. Das Baggergut wird auf diese Weise in zwei Teilströme aufgeteilt: eine Sand- und eine Schlammfraktion (siehe Abbildung 4-19 und Abbildung 4-20). Die Sandfraktion ist in der Regel sauber; die Verunreinigungen haften im allgemeinen an den feineren Partikel im Schlamm.

Abbildung 4-17: Reifungsfeld am Depot de Slufter**Abbildung 4-18: Gereiftes Baggergut**

- *Kalte Immobilisation:* Die kalte Immobilisation zielt auf die Verkapselung organischer Stoffe und Schwermetalle durch Hinzufügung von Bindemitteln hin. Die Wirkung beruht auf der Verstärkung des Baggerguts durch die Erhärtung der hinzugefügten Bindemittel. Außerdem kann eine physikochemische Verbindung des Bindemittels mit den Verunreinigungen im Baggergut erfolgen. Die Verunreinigungen werden nicht aus dem Baggergut entfernt, sondern immobilisiert. Das Erzeugnis kalter Immobilisation ist Erde oder Granulat. Wenn dieses die Anforderungen des niederländischen Baustoffbeschlusses erfüllt (siehe Anlage 3), darf es in den Niederlanden als Baumaterial verwendet werden.
- *Thermische Immobilisation:* Bei hohen Temperaturen werden die organischen Stoffe verbrannt, während die Schwermetalle dauerhaft im Korngerüst eingebunden werden (siehe Abbildung 4-21). Es entstehen hochwertige Produkte wie Basalt, Kies oder Backstein. Die Technik kann bei schlammreichem oder (nach der Sandtrennung) sandigem Baggergut zur Anwendung kommen.

Abbildung 4-19: Sandtrennung in Sedimentierungsbecken**Sedimentatiebekken****Slibdepot of specieberging**

Erläuterungen oberste Abbildung:

Sedimentatiebekken

Slibdepot of specieberging

Aanvoer specie

Zand

Stortkist (afvoer onder vrij verval of met pomp)

Pumpe)

Slib

Erläuterungen unterste Abbildung:

(gesedimenteerde materiaal)

gros

fijn

Korrel diameter

(verontreinigingsconcentratie)

hoog

laag

= Sedimentierungsbecken

= Absetzdepot oder Schlammagerung

= Schlammheranleitung

= Sand

= Einleitkasten (Ableitung bei freiem Gefälle oder mit

Pumpe)

= Schlamm

= (sedimentiertes Material)

= grob

= fein

= Korndurchmesser

= (Verschmutzungskonzentration)

= hoch

= niedrig



Abbildung 4-20: Mechanische Sandtrennung**Abbildung 4-21: Kalte und warme Immobilisierung**

Vergleich

Landfarming bzw. Reifung und Sandtrennung können auf dem Betriebsgelände des Depots angewandt werden. Bei Landfarming bzw. Reifung wird das Baggergut zum Depot transportiert und – wenn möglich - über eine große Fläche verteilt. Nach Ablauf einer bestimmten Zeit (nach der Reifung; 1-2 Jahre) muss das Material wieder abtransportiert werden. Die Sandtrennung eignet sich eher für die Nutzung beim Depot.

Mechanische Sandtrennung und kalte bzw. warme Immobilisierung werden in der Regel an Land eingesetzt.

4.7 Verwaltung und Monitoring eines Depots

Verwaltungsaktivitäten

Die Verwaltung eines Baggergutdepots umfaßt die folgenden Aktivitäten:

- 1.) Überwachung und Kontrolle (von Verteilung und Verunreinigungen):
Die Gesamtheit an Messungen und Prüfungen zur Beschreibung und Überwachung des Zustands eines Umweltkompartiments oder (isolierender) Einrichtungen.
- 2.) Akzeptanz (verunreinigtes Baggergut):
Die Gesamtheit an Aktivitäten, die im Rahmen der Annahme von verunreinigtem Baggergut von Bedeutung sind. So hat ein Zulassungskonzept vorzuliegen, in dem Qualität und Herkunft des zu lagernden Baggergutes geregelt sind, und es sind Vorschriften bezüglich der Beziehung zwischen Anbieter und Empfänger zu erstellen.
- 3.) Wartung (des Depots):
Wartung umfaßt die Gesamtheit an Aktivitäten, die zur Instandhaltung des Depots notwendig sind (z.B. Wartung der Uferauskleidungen, von Gebäuden, Grundstücken etc.).
- 4.) Zusatzeinrichtungen:
Nach der Bauphase sind (eventuell) zusätzliche Einrichtungen zu schaffen, die eine ordnungsgemäße Funktion des Depots gewährleisten. Hierzu gehören zusätzliche (Dichtungs-) Einrichtungen (Abdichtung der Oberfläche, Reinigung) sowie die Fertigstellung des Depots in der Nachsorgephase (für zukünftige Funktionen)
- 5.) Untersuchung:
Untersuchung ist notwendig, um Prozesse in und um das Depot besser zu verstehen und anhand dieser Erkenntnisse Entscheidungen beispielsweise bezüglich der weiteren Einrichtung treffen zu können.

Die im Rahmen der Verwaltung auszuführenden Aktivitäten erhalten in einem *Verwaltungsplan* Gestalt. Neben den oben umschriebenen Punkten wird im Verwaltungsplan auch die finanzielle Verwaltung und der Aufbau der Verwaltungsorganisation beschrieben (einschließlich der Aufgaben und Verantwortlichkeiten).

Auf der Grundlage der umschriebenen Aktivitäten sind zur Wahrnehmung der Verwaltungsaufgaben für das Depot die folgenden Einrichtungen notwendig:

- Büroräume
- Labor für die Analyse von Wasser- und Bodenproben
- feinmechanische Werkstatt für die Messinstrumente u.ä.
- Kraftstofflager
- Einlass, Pumpstation und Rückwasserleitung
- Kläranlage
- Besucherraum

Diese Einrichtungen werden bei den eingedeichten Depotalternativen auf dem Betriebsgelände bereitgestellt. Bei den Grubenmodellen sind diese Einrichtungen nicht nötig, mit Ausnahme der Verwaltung. Diese kann an einem Standort neben dem Depot eingerichtet werden.

Lenkbarkeit

Mit dem Begriff 'Lenkbarkeit' (*Beheersbaarheid*) ist in dieser Studie das Ausmaß gemeint, mit dem der Prozess des Bauens, Füllens und Verwaltens des Depots auf eine Weise gelenkt werden kann, dass die Wahrscheinlichkeit unerwünschter Ereignisse sehr gering ist und, sollten diese Ereignisse doch eintreten, sich deren Folgen begrenzen lassen.

Dazu gehören:

- 1.) Unfallverhütung:
die Vermeidung von Unfällen
- 2.) Unfallbekämpfung:
die Möglichkeiten, hinreichende Maßnahmen bei einem Unfall oder bei mangelnder Isolierung zu treffen
- 3.) nicht zweckgemäße Nutzung:
die Möglichkeiten zur Vermeidung einer nicht zweckmäßigen Nutzung des Depots

Unfallverhütung

Beim Bau und Füllen sowie im geringeren Ausmaße während der Nachsorgephase können unerwünschte Ereignisse eintreten, die eine akute Gefahr für Mensch und Umwelt darstellen können. Die Identifizierung solcher unerwünschten Ereignisse verschafft einen Überblick über das Ausmaß der Kontrollierbarkeit von Unfällen. Es lassen sich nachfolgende unerwünschten Ereignisse unterscheiden:

- Kollision Schiff – Schiff
- Feuer auf einem Schiff
- Kollision Schiff – Deich
- nachlässiger Bau des Deichkörpers
- Verschütten von Baggergut bei Transport und Bau
- falsches Ankoppeln der Löschleitung
- Lecken von Baggergut aus der Löschleitung
- fehlerhafte Positionierung des Einleitfahrzeugs oder Einleitmunds der Löschleitung.

Indem solche Vorfälle und entsprechenden Gegenmaßnahmen im Vorfeld bereits aufgelistet werden, kann bei einem eventuellen Eintreten eines solchen Vorfalles schneller reagiert werden.

Unfallbekämpfung

Unter dem Begriff 'Unfallbekämpfung' wird verstanden:



a Begrenzung eines durch einen Notfall aufgetretenen akuten Baggergutverlustes:

Wenn Baggergut aus dem Depot strömt, verbreiten sich die Verunreinigungen insbesondere im unmittelbaren Umfeld des Depots am stärksten. Möglichkeiten zur Begrenzung der Verteilung sind folgende:

- schnellstmögliche Reparatur des beschädigten Deichs (die Öffnung mit Sand bzw. Steinen verschließen);
- Ausbaggern des abgesetzten Schlammes vom Boden;
- Montage von Schlammschirmen.

b Maßnahmen bei Versagen von Dichtungsvorrichtungen (Leckage des Depots):

In der Praxis können vier verschiedene Ursachen auftreten, warum eine Dichtungsvorrichtung nicht mehr oder weniger gut funktioniert:

- der Entwurf der Dichtungseinrichtungen ist unzureichend
- die Dichtungsvorrichtungen wurden nicht richtig montiert
- die Dichtungsvorrichtungen degradieren (verlieren im Laufe der Zeit ihre Funktion)
- Katastrophen.

Eine mögliche Maßnahme bei versagender Dichtung ist die (zusätzliche) Bereitstellung von Pumpgruben, so dass die Verteilung von Schadstoffen im Grundwasser durch das Hochpumpen und Reinigen des Grundwassers unter/neben das Depot begrenzt werden kann (geohydrologische Dichtung).

Nicht zweckgemäße Nutzung

Eine nicht zweckgemäße Nutzung des Depots liegt dann vor, wenn hier Stoffe eingeleitet werden, für deren Aufnahme das Depot nicht gebaut worden ist. Die Möglichkeiten einer zweckfremden Nutzung unterscheiden sich je Depotalternative und je Standort.

In einem Unterwasserdepot können problemlos andere Stoffe eingeleitet werden, da das Depot von allen Seiten leicht erreichbar ist. Illegales Einleiten bei einem eingedeichten Depot ist jedoch durch den Ringdeich sehr viel schwieriger.

Kontrollierbarkeit und Monitoring

Im Rahmen der IKU-Kriterien (Isolation, Kontrolle und Überwachung) bezieht sich der Begriff Kontrollierbarkeit auf die Überwachung aller Prozesse, Einrichtungen und Aktivitäten, die im Zusammenhang mit der Dichtungsfähigkeit und Lenkbarkeit des Depots eine Rolle spielen. Kontrolle (Monitoring) besitzt eine Reihe von Funktionen:

- 1.) Kontrolle der Funktion der Dichtungsvorrichtungen des Depots;
- 2.) Kontrolle im Hinblick auf eine Normenüberschreitung bezüglich der Verteilung von Schadstoffen;
- 3.) Möglichkeit der Verifikation der Modellberechnungen, die für den Bau des Depots erstellt worden sind.

Es ist von Belang, dass das Monitoring-Programm auch zukünftig fehlerfrei funktioniert. Es bedarf daher guter Vereinbarungen im Hinblick auf Verwaltung und Wartung des Instrumentariums.

Monitoring findet im Hinblick auf verschiedene Bereiche des Umweltschutzes statt, die *Umweltkompartimente* genannt werden. Diese Umweltkompartimente sind Grundwasser, Oberflächenwasser, Atmosphäre und Nahrungskette. Darüber hinaus fallen auch bestimmte Entwurfparameter des Depots unter das Monitoring. Die Art und Weise, warum die Umweltkompartimente und Entwurfparameter einem Monitoring unterzogen werden, verdeutlicht der nachstehende Textrahmen.

Umweltkompartimente

1. Grundwasser

Im Hinblick auf das Grundwasser kann eine Probeentnahme durchgeführt werden, indem vertikale Pegelstäbe in den Ringdeich um das Depot in verschiedenen Tiefen eingebracht werden, sowie auch innerhalb des Depots, vor allem in den Böschungsbereichen. Bei einer offenen Depotgrube müssen solche Pegelstäbe in das Wasser eingelassen werden, was schwieriger ist.

Die Schadstoffverteilung kann durch Monitoring der Konzentration im Grundwasser um das Depot ermittelt werden. Die Konzentrationen müssen mit den Konzentrationen der Ausgangssituation verglichen werden. Bei diesem Monitoringsystem handelt es sich im Prinzip um ein passives System, da die Grundwasserströmung die Verunreinigung zum Pegelstab bringen muss.

2. Oberflächenwasser

Bei eingedeichten Depots kann eine Verteilung in das Oberflächenwasser durch Probeentnahme des Rückwassers kontrolliert werden. Die auftretende Verteilung kann hierdurch an den daran gestellten Anforderungen überprüft werden. Um sich einen Eindruck von der Entwicklung der Wasserqualität im Depot zu verschaffen, sind auch Messungen des Oberflächenwassers im Depot vorzunehmen. Auf der Grundlage dieser Daten kann, zusammen mit den Einleitungsanforderungen, nachgewiesen werden, ob es einer Reinigung des Rückwassers bedarf.

Bei einer offenen Depotgrube liegt eine andere Situation vor. Das Oberflächenwasser steht hier in einem unmittelbaren Kontakt mit der Oberseite des Baggerguts. Die Kontrollierbarkeit des Ausmaßes der auftretenden Schadstoffverteilung ist daher recht schwierig. Dennoch sollten während des Einleitens stromabwärts der Grube zu regelmäßigen Zeitpunkten Wasserproben entnommen werden, um die Qualität des Oberflächenwassers gegenüber der Ausgangssituation zu überprüfen.

3. Atmosphäre

Monitoring der Luftqualität kann mittels einer regelmäßigen Geruchs- und Luftverschmutzungsuntersuchung durchgeführt werden. Hierzu sind Luftproben zu nehmen, die in der Folge im Labor untersucht werden müssen.

Insbesondere aus Erfahrungen mit De Slufter weiß man, dass ein Geruchsproblem nicht auftritt. Beim Monitoring der Atmosphäre reicht eine Kontrolle durch den Depotverwalter aus.

4. Nahrungskette

Monitoring der Nahrungskette kann stattfinden durch:

- Monitoring der im Depot lebenden Tiere. Dabei ist an Fische und eventuell niedrige Organismen wie Wasserflöhe und Larven zu denken



- Monitoring von Biota außerhalb des Depots zur Kontrolle der Wasserqualität außerhalb des Depots. Dieses Monitoring kann unter anderem mittels Muschelnetzen stattfinden.

Beim Monitoring der Biota außerhalb des Depots lässt sich ein Unterschied zwischen den Auswirkungen der Verunreinigungen aus dem Depot und anderen Effekten nur sehr schwer machen.

5. Monitoring Entwurfparameter

Spezifische Elemente, die eines besonderen Interesses bedürfen, sind:

- Stabilität des Ringdeichs: diese kann u.a. mit Wasserspannungsmessern überprüft werden
- Ringdeichhöhe: der Ringdeich ist mit Überhöhe anzulegen, da voraussichtlich Senkungen des Untergrunds auftreten werden. Kontrolle mit Hilfe von Setzungsmessungen
- Depotkapazität; zur Ermittlung des Depotinhalts werden verschiedene Berechnungen durchgeführt. Zur Überprüfung dieser Berechnungen ist es wichtig, beim Füllen Messungen durchzuführen (z.B. mit Echometern).

4.8 Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen

4.8.1 Einleitung

Hat die geplante Aktivität eine negative Auswirkung, dann kann versucht werden, diese entweder auszugleichen oder dafür Ersatz zu schaffen. Ausgleichsmaßnahmen werden dazu angewendet, die negativen Auswirkungen eines Eingriffs in einem anderen Teil des Untersuchungsgebiets auszugleichen. Durch Ersatzmaßnahmen sollen die negativen Auswirkungen entweder verhindert oder beschränkt werden.

4.8.2 Ausgleichsmaßnahmen

In den Niederlanden gilt für große Eingriffe in die Landschaft das folgende 'Ausgleichsprinzip' [Structuurschema Groene Ruimte/SGR, Min. van LNV (Strukturschema Grüne Landschaft, Niederl. Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Fischerei) 1995]:

'..muss eine der genannten Nutzungsfunktionen einem anderen, nachweisbar schwerwiegenden gesellschaftlichen Interesse weichen, das einen räumlichen Eingriff rechtfertigt oder erleidet eine dieser Funktionen dadurch nachweislich Schaden, dann sind in jedem Falle Ersatzmaßnahmen oder, falls diese unzureichend sind, darüber hinaus Ausgleichsmaßnahmen zu treffen'

Bei der Anwendung der Ausgleichsregel muss der Initiator die folgenden Schritte durchlaufen [Min. van LNV, 1995]:

- 1.) Landschaftliche Einfügung und Ersatzmaßnahmen für die negativen Auswirkungen

Dies erfolgt, indem die Einlagerung von Baggergut (möglichst) in subaquatischen Gruben stattfindet, so dass ein eingedeichtes Depot nicht erforderlich ist und das Oberflächengewässer so wenig wie möglich beeinträchtigt wird. Ist aus umwelttechnischen Gründen dennoch ein eingedeichtes Depot notwendig, dann sollte dessen Gestaltung den bestehenden Landschaftsstrukturen angepasst werden.

- 2.) Kompensation für die verlorene Fläche mit direkter Wirkung

Für den physikalischen Ausgleich von Wassergebieten gelten die gleichen



Voraussetzungen wie für Landgebiete, und zwar ein Ersatzareal der gleichen Qualität. Der Verlust von Oberflächengewässern lässt sich jedoch nur sehr schwierig ausgleichen (z.B. durch Überflutung bestimmter Ländereien). In diesem Fall besagt die Ausgleichsregel, dass vorzugsweise die landschaftliche Qualität des restlichen Gebiets aufzuwerten ist.

- 3.) Ein Ausgleichsgebiet suchen, das an die beeinträchtigten Gebiete anschließt oder in unmittelbarer Nähe liegt
- 4.) Ausgleich des Qualitätsverlustes
Beim Qualitätszuschlag wird der Zeitraum berücksichtigt, den das neu eingerichtete Gebiet braucht, um das verlorene Qualitätsniveau zu erreichen. Ist die sogenannte Ersetzbarkeit einfach (leicht zu ersetzen), dann gilt ein Zuschlag von einem Drittel des physikalischen Ausgleichs. Der Qualitätszuschlag wird nach den Hektaren berechnet und gewöhnlich in der Entwurfsphase näher bestimmt.
- 5.) Finanzielle Kompensation: nur möglich, wenn keine oder keine ausreichende Ausgleichsmöglichkeit gefunden wird (hier nicht beschrieben, kommt in den Niederlanden nicht oft vor)
- 6.) Kostenrechnung: Kostenvoranschlag der Ersatz- und Ausgleichsmaßnahmen mit Qualitätszuschlag
- 7.) Es darf keinen Nettoverlust des Natur-, Wald- und Erholungswertes geben.

4.8.3 Ersatzmaßnahmen

Unter Ersatzmaßnahmen sind Maßnahmen zu verstehen, welche die Auswirkungen der Anlage und des Betriebs der Depots auf den Menschen und die Umwelt auf ein Minimum reduzieren. Ersatzmaßnahmen sind beispielsweise:

- Maßnahmen, um die Ausbreitung von Verunreinigungen weitgehend zu verhindern:
 - Strömungshemmende Maßnahmen bei Grubendepots (Schwellen, Schirme); dies reduziert die Gefahr der Abschwemmung der Oberschicht
 - Sorgfalt bei den Baggararbeiten und die Anbringung von zum Beispiel Schlammschirmen
 - Die Einlagerung von Baggergut mit hoher Dichte (weniger Depotvolumen erforderlich, geringerer Kontakt des Baggerguts mit dem Umfeld)
 - Die Anwendung umweltfreundlicher Einlagerungstechniken (Einlagerung mit Klappschuten oder hydraulische Umladung mit Diffusor)
 - Soviel wie möglich auf der Stromaufwärtsseite des Depots einlagern (dort wird die Strömung gehemmt und ist die Absetzlänge der Schwebstoffe am größten)
 - Die Reduzierung des maximalen Einlagerungsniveaus bei Grubendepots (auf diese Weise wird die Abschwemmungsgefahr der Oberschicht des Baggerguts reduziert)

- Das Verdichten des Baggerguts im Depot durch vertikale Dränrohre (dadurch schnellere Konsolidation, wodurch weniger Depotvolumen benötigt wird und die Depots in der Nachsorgephase schneller abgedeckt werden können)
- Dichtungsmaßnahmen wie die Anbringung von Tonschichten auf dem Grubenboden, das Abdecken des Baggerguts nach der Einlagerungsphase, geohydrologische Dichtungsmaßnahmen, bei eingedeichten Depots die Behandlung von Rückwasser.
- Maßnahmen zur Reduzierung der Belästigung für Mensch und Tier:
 - Eingrenzung der Lärmbelästigung beim Betrieb des Depots, indem nur Tagesbetrieb erlaubt wird (so dass abends und nachts keine Lärmbelästigung auftritt) und keine lauten Behandlungsanlagen auf dem Betriebsgelände
 - Einschränkung der optischen Beeinträchtigung, indem die Teile des Depots, die sich über Wasser befinden, möglichst natürlich einzurichten und der Natur im Depotumfeld anzupassen
 - Die Behinderung von (Wasser-)tieren beschränken, indem Vorufergebiete eingerichtet werden, wo die Tiere Schutz suchen können
 - Die Einrichtung eingedeichter Depots in der Nachsorgephase als Natur- und/oder Erholungsgebiet, so dass das Depot eine Nebenfunktion erhält und somit einen Mehrwert bekommt.

4.9 Arbeiten und Verfahren in der Nachsorgephase

Einleitung

Die Nachsorgephase beginnt, wenn das Depot ganz gefüllt ist oder wenn (eventuell in einem früheren Stadium) beschlossen wird, kein verunreinigtes Baggergut mehr einzulagern. In der Nachsorgephase finden die folgenden Verfahren bzw. Arbeiten statt:

- 1.) Senkung des Baggergutniveaus im Depot durch Konsolidation
- 2.) Endgültige Einrichtung und Abschluss des Depots
- 3.) Verwaltung, Überwachung und Unterhaltung des Depots.

Im Einzelnen:

Senkung des Baggergutniveaus

'Natürliche' Konsolidation

In der Phase nach der Einlagerung konsolidiert das Baggergut weiter. Der dadurch entstehende Platz kann als zusätzlicher Einlagerungsplatz benutzt werden oder als Raum zur Ausführung der eingedeichten Alternativen unter Wasser.

Beschleunigte Konsolidation

Eine Möglichkeit, das Volumen des Baggerguts zu reduzieren, ist beschleunigte Konsolidation. Die Konsolidation wird beschleunigt, wenn der Sickerweg des Porenwassers im Baggergut verkürzt wird. Dies kann durch das Anbringen

waagerechter oder senkrechter Dräns geschehen, die miteinander verbunden sind, wobei durch Dränage an der Unterseite ein Unterdruck entsteht. Die Dräns können aus Sand sein und die Enden dürfen nicht mit Baggergut abgedeckt werden, weil sonst der Entwässerungseffekt verloren geht.

Aus einer Untersuchung für das Depot Derde Merwedehaven [Boskalis Dolman bv, 2000] ging hervor, dass durch diese Methode eine zusätzliche Volumenreduzierung von 40% gegenüber 'natürlicher' Konsolidation erzielt werden kann. Dabei wurde ein Dränabstand von 5 m eingehalten. Darüber hinaus ergab die Untersuchung, dass sich die Kosten der Anlage der Dräns zur beschleunigten Konsolidation auf NLG 10,- bis 15,- pro Tonne⁵ Trockenstoff des einzulagernden Baggerguts belaufen. Für die Einlagerung von 10 Millionen m³ in-situ-Baggergut bedeutet dies einen zusätzlichen Kostenposten von 70 bis 110 Millionen Gulden. Dem gegenüber steht, dass ein geringeres Depotvolumen erforderlich ist, wodurch die Anlagekosten niedriger sind. Diese Kosten liegen in einer Größenordnung von NLG 10,- bis 15,- pro Kubikmeter Depotinhalt. Die Einsparung von 40% Depotraum führt dann bald zu einer Kosteneinsparung von 40 bis 60 Millionen Gulden.

Eine andere Methode ist die Anwendung von 'Hochdruck-Entwässerungspressen'. Damit wird eine Volumenreduzierung von schätzungsweise 20% erzielt. Dies ist jedoch durch Prüfungen zu untermauern.

Abschluss des Depots

Nach Ablauf der Einlagerungsphase wird das Depot vollendet und für seine Endbestimmung eingerichtet.

Die Vollendung eines Depots soll dreierlei bewerkstelligen:

- 1.) Die Migration von Verunreinigungen in das Oberflächenwasser in der Nachsorgephase zu verhindern bzw. einzuschränken. Die Vollendung kann dann aus dem Abdecken des Baggerguts mit einer sauberen, 1 Meter dicken Erdschicht bestehen. Die Abdeckung kann schon wenige Jahre nach der Einlagerung angebracht werden, wenn die frisch eingelagerte oberste Schicht des Baggerguts auch einigermaßen konsolidiert ist. Die Abdeckschicht sinkt dann zugleich mit dem Baggergut ab.
- 2.) Die Einrichtung des Depots als Naturlandschaft oder Erholungsgebiet. Dabei wird das Depot zusammen mit dem Betriebsgelände und dem Werkhafen für den gewünschten Bestimmungszweck eingerichtet.
- 3.) Die Reduzierung der Raumeinnahme zugunsten der übrigen Benutzer eines bestimmten Gebietes. Wenn die Konsolidation zum größten Teil erfolgt ist (nach 20-50 Jahren) kann das eingedeichte Depot bis unter den Wasserspiegel vollendet werden. Dabei können der Ringdeich und das Betriebsgelände abgebrochen bzw. abgegraben werden, wobei das anfallende Material zum Abdecken des Depots unter Wasser verwendet werden kann. Dadurch wird noch mehr Raum für die anderen Benutzer des Gebiets geschaffen.

Bei einem Grubendepot besteht die Vollendung aus dem Abdecken des Baggerguts mit einer sauberen Erdschicht. Diese Schicht kann dann auf einmal angebracht werden. Eine zweite Möglichkeit ist, die Natur durch natürliche Sedimentation wirken

⁵ 1 NLG = 0,45 €



zu lassen. Durch die Sedimentation des in dem über der Grube befindlichen Wasser enthaltenen Schlammes/Sandes bildet sich dann eine relativ saubere Abdeckschicht auf dem Baggergut. In dem Zeitraum direkt nach der Einlagerung beträgt die Sedimentation voraussichtlich 0,1 bis 0,2 m im Jahr.

Verwaltung und Überwachung in der Nachsorgephase

Das Depot muss auch in der Nachsorgephase verwaltet und kontrolliert werden. Wichtig ist vor allem die Instandhaltung der Monitoringinstrumente, weil diese die Verteilung von Verunreinigungen lange Zeit überwachen müssen. Die meisten Betriebsanlagen können jedoch abgebrochen werden, namentlich die Umschlags- und Einlagerungseinrichtungen.

Zur Regulierung des Wasserstandes im eingedeichten Depot in der Nachsorgephase gibt es verschiedene Möglichkeiten:

1.) Eine Wasserschicht über dem eingelagerten Baggergut:

Da das Baggergut konsolidiert, nimmt die Dicke der über dem Baggergut befindlichen Wasserschicht auf die Dauer zu. Es bleibt also immer eine Wasserschicht auf dem Baggergut liegen. Die Emission von Verunreinigungen in die Atmosphäre (durch Wind) und Geruchsbelästigung werden dadurch verhindert.

2.) Eine trockene Oberfläche schaffen:

Eine trockene Oberdichtung könnte erwünscht sein, wenn das Absetzdepot (auf die Dauer) eventuell kultiviert werden soll. Die Hauptsenkung des Baggerguts muss erfolgt sein, um eine trockene Oberfläche schaffen zu können. Zum Ausgleich der weiteren Senkung muss eine Überhöhung angebracht werden. Eventuell muss in der Oberschicht eine Dränage angebracht werden, um Konsolidationswasser aus dem Baggergut ableiten zu können.

3.) Zusätzliche Möglichkeiten:

In dem Szenario, wobei über dem Baggergut eine Wasserschicht steht, kann die Wasserqualität im Depot und/oder des Rückwassers, das eventuell in das Oberflächengewässer eingeleitet werden muss, beeinträchtigt werden. In diesem Fall müsste das Baggergut (unter Wasser) mit einer sauberen Erdschicht abgedeckt werden.

4.10 Nebenfunktionen

Der Hauptzweck des Depots ist die Unterbringung von Baggergut. Einem eingedeichten Depot können jedoch auch Nebenfunktionen zugewiesen werden, so dass dieses einen Mehrwert erhält und somit besser in das Umfeld integriert wird. Nebenfunktionen sind ein integraler Bestandteil des Entwurfs. Die wichtigsten Nebenfunktionen sind die Verbesserung der Landschaftsstruktur, Erholung und Natur.

Landschaft

Die Anlage eines Depots kann zur ökologischen, ästhetischen und wirtschaftlich-funktionellen Qualität einer Landschaft beitragen. Für die ökologischen Qualitäten wird auf den Aspekt Natur verwiesen (siehe Kapitel 3.4). Ästhetische Qualität will heißen, dass die Vergangenheit kenntlich gemacht wird, dass

Orientierungsmöglichkeiten vorhanden sind, und dass die Landschaft ein Schönheitserlebnis vermittelt. Im wirtschaftlich-funktionellen Sinne können geeignete Entwicklungsmöglichkeiten gesucht werden, so dass der Raum zweckmäßig genutzt wird.

Erholung

Für einen wichtigen Erholungssuchenden, nämlich den Wassersportler, kann ein Mehrwert geschaffen werden, indem am Depot verschiedene Anlegeplätze eingerichtet werden, wenn möglich, in Kombination mit Tagesausflugsmöglichkeiten, Wanderwegen auf dem Deich, Aussichtspunkten, Natur usw.

Natur

Am Depot sind flussgebundene Biotop zu entwickeln. Diese Biotop können ein neues Glied der ökologischen Struktur bilden (das 'stepping stone'-Prinzip). Die flussgebundenen Biotop, die sich (je nach dem verfügbaren Raum) entwickeln können, ersetzen zwar nicht den Verlust an Oberflächengewässer, sind jedoch in bezug auf andere Faktoren ein Gewinn, wie als Durchzugs- und Überwinterungsgebiet für Gänse, Enten und andere Vogelarten.

4.11 Kostenschätzung für subaquatische Ablagerungen

Bei der Erstellung von Kostenvoranschlägen für subaquatische Depots können die folgenden Posten unterschieden werden:

1.) Projektvorbereitung

- Entwurf des Depots
- Bodenerwerb und Entschädigung
- geotechnische Untersuchung
- Sanierungsuntersuchung

2.) Vorbereitungsarbeiten

- Einrichtung des Arbeitsgeländes
- Beschaffung des Materials
- Beseitigung von Verunreinigungen auf der Baustelle

3.) Sanierung der Baustelle

- Anlage eines vorübergehenden Depots zur Unterbringung von verunreinigtem Baggergut von der Baustelle
- Anbringen von Spundwänden zur Abschirmung der Baustelle
- Sanierungsbaggerarbeiten

4.) Anlage des Depots

- Ausbaggern der Grube, Abtransport der anfallenden Erde
- eventuell Bodenverbesserung unter dem Ringdeich



- Anlage des Ringdeichs, der Verkleidung, des Betriebsgeländes, der Naturlandschaft
- Anbringen einer dichtenden Tonschicht oder geohydrologischer Dichtung
- Installation der Betriebs- und Überwachungsrichtungen
- Anlagen für die Einlagerung in das Depot:
 - Kaianlagen
 - Umschlagsanlagen
 - Rohrleitungen für die Aufarbeitung von Rückwasser und Jetwasserpuffer
 - Betriebs-, Überwachungs- und Verwaltungsgebäude
 - Befestigung von Straßen und Geländen
 - Verschiedenes (Einzäunung, Entwässerung, Beleuchtung usw.)
- Rückwasserbehandlungsanlage
- Überwachungsrichtungen (z.B. Pegelstäbe rund um das Depot)

5.) Betrieb des Depots

- Kosten für Personal für den Betrieb, die Verwaltung und die Überwachung (durchschnittlich 4 Leute)
- Pumpgebühren und Behandlung bzw. Reinigung des Rückwassers
- Wasserstandregulierung

6.) Vollendung des Depots

- Anbringen einer Abdeckschicht nach der Einlagerungsphase (bei eingedeichten Depots Erde auf Geotextil)
- eventuell Abtransport und Reinigung von Depotwasser und Anbringen von Dräns
- Einrichtung des Depots für Nebenfunktionen (Natur, Erholung)

7.) Verwaltung und Betrieb des Depots in der Betriebs- und Nachsorgephase

- Unterhaltungskosten für Deiche und Kais
- Beförderung von Menschen und Material per Schiff
- Überwachungs- und Verwaltungskosten
- Pumpgebühren und Behandlung bzw. Reinigung des Rückwassers
- Wasserstandregulierung

In Anlage 12: 'Subaquatische Depots in der Praxis' sind Beispiele für Kostenvoranschläge (mit Spezifizierung der Kostenposten) dargestellt. Die Kosten sind für jedes Depot verschieden. Hier beschränken wir uns auf einen groben Voranschlag (vgl. Tabelle 4-3).

Tabelle 4-3: Globale Kostenschätzung für Anlage, Betrieb und Nachsorge von Depots ($m^3 = in situ$ Sedimentvolumen auf den Gewässerboden)

Depot	Fassungs- vermögen	Anlegekosten		Betriebskosten *		Nachsorge- kosten		Gesamt
	Mio. m^3	Mio. €	€/m 3	Mio. €	€/m 3	Mio. €	€/m 3	€/m 3
Slufter	150	134,5	1**	?	?	?	?	4,6***
Averijhaven	1,5	13,3	8,7	?	?	?	?	11,8***
Ijsseloog	23	112	5,1	22,5	1	7,7	0,5	6,6
Holl. Diep: Ost	10	67,5	6,6	31,2	3,1	17,9	2	11,8
Holl. Diep: Mitte	10	45	4,6	6,1	0,5	11,8	1	6,1
Koegorspolder	3	22,5	7,7	17,9****	3,1	10,2	3,6	14,3
Durchschnittlich			5-12,6		2-5		3-5	10-12,8

*einschl. Verwaltungs- und Unterhaltungskosten

**Slufter: Kosten vergleichsweise niedrig wegen der besonderen Größe und der relativ guten Erreichbarkeit der Anlage

***schätzungsweise

****inklusive Verwertung 3 Million m^3 Baggergut (insgesamt also 6 Million $in situ$ m^3 untergebracht und verwertet)

Die Preise für den Betrieb und die Nachsorge werden für die Dauer der jeweiligen Phase veranschlagt

Die Preise für den Bau verstehen sich inklusive Vorbereitung und betrieblicher Anlagen

Die Preise sind exklusive Steuer



5. PLANUNGSPROZESS

Kapitel 5 erläutert den Planungsprozess und wichtige Aspekte zur Realisierung eines Depots.

5.1 Allgemein

In den Niederlanden hat man umfangreiche Erfahrungen bei der Realisierung großformatiger Eingriffe in die Landschaftsstruktur gewonnen, darunter die Realisierung einer Reihe groß angelegter Depots. Es hat sich gezeigt, dass der gesamte Planungsverlauf in den Niederlanden einen Zeitraum von fünf bis zehn Jahren in Anspruch nehmen kann. Wichtige Aspekte, die bei der Realisierung zu beachten sind, sind hierbei:

- ein sorgfältiger Entscheidungsprozess (gesetzlich vorgeschrieben);
- eine sorgfältige Umweltverträglichkeitsstudie zur Feststellung möglicher Auswirkungen auf das Umfeld (gesetzlich vorgeschrieben);
- eine offene Kommunikation und rechtzeitige Beteiligung Betroffener am Planungsprozess (nicht gesetzlich vorgeschrieben);
- eine sorgfältig umgesetzte Mitspracheregelung, wobei Betroffenen die Gelegenheit geboten wird, ihre Bedenken gegen den Plan anzumelden (im Gesetz festgelegt).

Bevor wir in diesem Abschnitt auf die vier oben erwähnten Aspekte näher eingehen, erfolgt nachstehend eine Beschreibung der Schritte, die bei der Anlage und dem Betrieb eines subaquatischen Depots zu befolgen sind.

5.2 Die Realisierung eines Depots

Bei der Realisierung eines Depots sind verschiedene Schritte einzuhalten, die in den Niederlanden fünf bis zehn Jahre in Anspruch nehmen können. Die einzelnen Schritte sind in Abbildung 5-1 dargestellt und nachstehend erläutert.

Initiative

Die Initiative zur Anlage eines Absetzdepots ergreift der sogenannte ‚Probleminhaber‘: das ist derjenige, der für die Unterbringung bzw. Verwertung von anfallendem verunreinigtem Sediment zuständig ist. In den Niederlanden handelt es sich dabei oft um eine Regionalbehörde wie eine Abteilung der obersten Straßen- und Wasserbaubehörde Rijkswaterstaat oder eine Provinz. Die Initiative wird in einer Anfangsnotiz festgelegt; diese bildet die Grundlage der Umweltverträglichkeitsstudie.

Standort-UVB

Im Standort-UVB wird aufgrund einer Umweltverträglichkeitsuntersuchung der meistgeeignete Standort in einem vorab bestimmten Suchgebiet festgelegt.

Abbildung 5-1: Benötigte Stufen im Realisierungsprozess und deren zeitliche Dauer (in der niederländischen Situation)

1.	Initiative	2 – 4 Jahre
2.	Standortsuche	
3.	Umweltverträglichkeitsprüfung	
4.	Mitbestimmungsregelung	
5.	Genehmigung beantragen	~ 0,5 Jahre
6.	Devinitiver Entwurf	1 – 2 Jahre
7.	Ausschreibung	1 – 2 Jahre
8.	Bau der Anlage	
9.	Einlagerung	5 – 20 Jahre
10.	Abschlußarbeiten	~ 0,5 Jahre
11.	Nachsorge / Kontrolle / Förderung der langfristig erwünschten Funktion	> 50 Jahre

UVP-Prozedur/ öffentlicher Planungsprozess

Einrichtungs-UVB

Im Einrichtungs-UVB wird aufgrund einer Umweltverträglichkeitsuntersuchung die ab besten geeignete Einrichtungsform eines Depots an dem bevorzugten Standort festgelegt. In diesem Abschnitt des UVB wird sowohl die bevorzugte als auch die umweltfreundlichste Variante ausgearbeitet. Die bevorzugte Variante bildet den Ausgangspunkt des Detailentwurfs.

Mitbestimmungsregelung

Im Rahmen der Mitbestimmungsregelung wird der UVB ausgelegt und kann ein jeder während eines Zeitraums von 1 Monat gegen die geplanten Aktivitäten seine Bedenken anmelden. Die zuständige Behörde entscheidet unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Mitsprache, ob die beantragten Genehmigungen erteilt werden können.

Genehmigungen beantragen

Sobald der UVB fertiggestellt ist, werden die benötigten Genehmigungen beantragt (Wm, Wvo usw.); der UVB fungiert dann als Hintergrunddokument. Die zuständige Behörde erteilt die Genehmigungen erst dann (oder auch nicht), wenn das Mitspracheverfahren abgerundet ist und der UVS-Ausschuss an diese Behörde über den Inhalt der UVS ein Gutachten abgegeben hat.

Detailentwurf

Die ausgewählte Variante des UVB wird im Detailentwurf detailliert ausgearbeitet. Des weiteren wird ein Leistungsverzeichnis erstellt, das die Grundlage für das Ausschreibungsverfahren bildet.

Ausschreibung

Die Arbeiten werden ausgeschrieben und mehrere Bauunternehmer oder Arbeitsgemeinschaften werden aufgefordert, ein Angebot zu unterbreiten. Die Arbeiten werden an das Unternehmen bzw. die Arbeitsgemeinschaft mit dem günstigsten Angebot vergeben.

Auch ein sogenannter Design- und Build-Vertrag, wobei sowohl der Detailentwurf als der Bau an einen Bauunternehmer oder eine Arbeitsgemeinschaft vergeben werden, ist möglich. Des weiteren können auch die Finanzierung und die Betreibung vergeben werden (eine sogenannte öffentlich-private Zusammenarbeit. In den Niederlanden hat man damit jedoch noch nicht viele Erfahrungen gemacht).

Ausführung

Das ausgewählte Bauunternehmen bzw. eine Arbeitsgemeinschaft führt das Projekt aus und baut das Depot.

Betrieb

In der Betriebsphase wird das Baggergut in das Depot eingelagert, die Migration von Verunreinigungen überwacht und das Depot verwaltet. In den Niederlanden übernimmt diese Aufgabe oft die oberste Straßen- und Wasserbaubehörde Rijkswaterstaat. Für Baggergut, das nicht aus staatseigenen Gewässern stammt und im Depot eingelagert wird, werden Kosten in Rechnung gestellt (sogenannte 'Einlagerungsgebühren').

Fertigstellung und Einrichtung für die Nachsorgephase

Nach der Einlagerungsphase wird das Depot fertiggestellt und für den letztendlichen Bestimmungszweck eingerichtet (Landschaft, Erholung).

Nachsorge

Nach der Fertigstellung muss das Depot grundsätzlich über einen langen Zeitraum überwacht werden, um eine Migration von Verunreinigungen rechtzeitig verhüten oder nötigenfalls eingrenzen zu können. Das Depot ist instandzuhalten, damit kein Baggergut in die Umwelt gelangen kann.

5.3 Entscheidungsprozess und UVP-Prozedur

Die Anlage eines Baggergutdepots ist wegen möglicher tiefgreifender Auswirkungen auf den Menschen und die Umwelt nicht ohne weiteres zulässig, sondern kann nur nach einem (näheren) Entscheidungsprozess der zuständigen Behörden erfolgen. Für diesen Entscheidungsprozess wird eine Umweltverträglichkeitsuntersuchung durchgeführt. Dabei ist der Provinzialausschuss einer Provinzen aufgrund des Umweltschutzgesetzes (Wm) zuständig und der Staatssekretär des Ministeriums für Verkehr, Wasserwirtschaft und Öffentliche Arbeiten aufgrund des Gesetzes über die Verschmutzung von Oberflächengewässern (Wvo).

Das Verfahren beginnt mit der Einreichung des Bauvorhabens bei der zuständigen Behörde. Nach der Veröffentlichung dieses Bauvorhabens beginnt die

Mitsprachefrist, in der jeder Betroffene seine Meinung über das Vorhaben kenntlich machen kann. Außerdem gibt ein unabhängiger Sachverständigenausschuss (der UVS-Ausschuss) an die Behörde ein Gutachten ab. Diese legt die Richtlinien für den Umweltverträglichkeitsbericht (UVB) fest. Der nach diesen Richtlinien erstellte UVB und die dazugehörigen Anträge auf die Genehmigung werden dann bei der Behörde eingereicht.

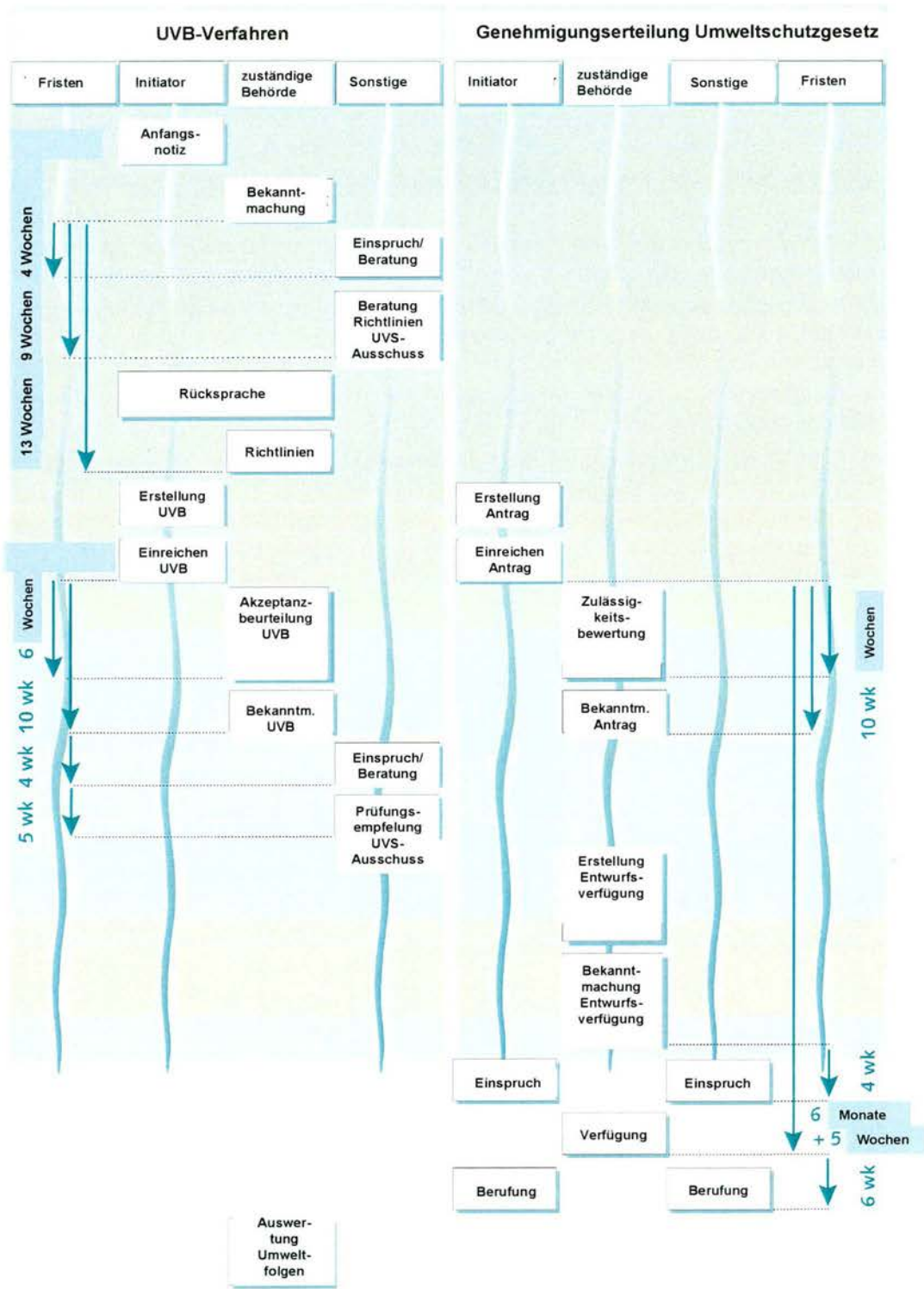
Außer dem UVB wird für die Anlage großer Depots in den Niederlanden oft eine Projektnota mit spezifischen Daten des Depotentwurfs erstellt.

Ist die zuständige Behörde der Meinung, dass die Projektnota/UVB vertretbar ist und die Anträge auf die Genehmigungen statthaft sind, dann werden diese veröffentlicht. Alsdann kann ein jeder auf die Projektnota/UVB reagieren. Anschließend beurteilt der UVS-Ausschuss den Bericht. Er prüft, ob darin ausreichend Information enthalten ist und ob diese den Tatsachen entspricht und gibt an die zuständige Behörde ein Gutachten ab. Die Behörde entscheidet dann aufgrund des Berichts, des Gutachtens des UVS-Ausschusses und des Ergebnisses der Mitsprache, ob die beantragten Genehmigungen erteilt werden und welche Vorschriften darin aufgenommen werden.

In der Einlagerungsphase und auch danach (in der Nachsorgephase) wird das Depot regelmäßig bewertet. Trotz aller Sorgfalt bei der Vorbereitung könnten immerhin unvorhergesehene und unerwünschte Auswirkungen auftreten. Diese werden bei der Bewertung aufgezeichnet; nötigenfalls werden Maßnahmen zu ihrer Bekämpfung getroffen.

Der Ablaufplan des UVS-Verfahrens ist in Abbildung 5-2 dargestellt.

Abbildung 5-2: Ablaufplan des UVS-Verfahrens und der Genehmigungserteilung



5.4 Bewertung der Alternativen in der Umweltverträglichkeitsprüfung

5.4.1 Einleitung

In den Niederlanden werden verschiedenartige subaquatischen Depots eingerichtet: subaquatisch, eingedeicht oder als eine Vertiefung am Gewässerboden (Grubendepots). Die Auswahl des Standorts und die Art des Depots basiert grundsätzlich auf einer Umweltverträglichkeitsstudie.

In den Niederlanden wird zwischen einer Standort-UVS und einer Einrichtungs-UVS unterschieden. In der Standort-UVS werden die Auswirkungen verschiedener Standortmöglichkeiten bewertet. Eine Standortmöglichkeit ist eine Kombination eines Standorts und einer Depotart (eingedeicht, hoch, tief, Grube usw.). Wenn die Standortmöglichkeiten ausgewertet und die Auswirkungen festgestellt sind, wird die bevorzugte Variante ausgewählt: der günstigste Standort in Kombination mit der meistgeeigneten Depotart.

Im Einrichtungs-UVB werden Varianten dieser Depotart an dem ausgewählten Standort generiert und ausgewertet ("Einrichtungsvarianten"). Anschließend werden die Auswirkungen dieser Einrichtungsvarianten bewertet und werden eine bevorzugte und die umweltfreundlichste Variante ausgewählt (bei der Erstellung des UVB vorgeschrieben). Die bevorzugte Variante bildet die Basis des Detailentwurfs.

Die Varianten werden an verschiedenen Themen geprüft, die im nächsten Abschnitt beschrieben werden.

5.4.2 Bewertungsgrundlage

Grundlinie

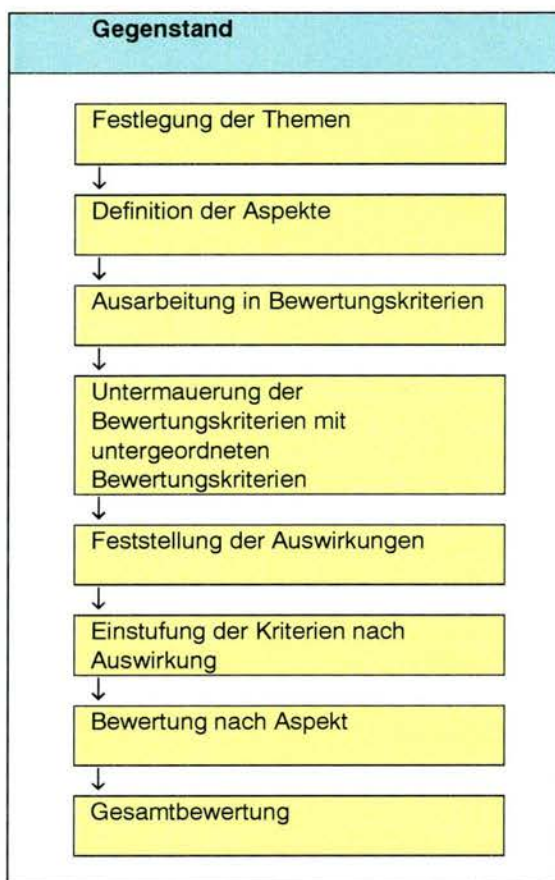
Beurteilung, Bewertung und Vergleiche können auf verschiedenen Ebenen erfolgen. Auf Detailebene kann zum Beispiel geprüft werden, wieviel Lärmbelastigung für Wohngebiete zu erwarten ist, während auf einer höheren Stufe die allgemeineren Anzeichen der Belästigung betrachtet werden. Diese 'höhere' Stufe ist die Ebene, auf welcher letztendlich die Auswahl einer der Varianten erfolgt. In Abbildung 5-3 ist die Bewertungsgrundlage schematisch dargestellt.

Zum Vergleich der verschiedenen Varianten wird ein Hilfsmittel benutzt, und zwar eine Multikriterienanalyse (MKA). Diese wird hauptsächlich angewendet, um festzustellen, in welchem Verhältnis die verschiedenen Auswirkungen zueinander stehen. Außer den MKA-Ergebnissen wird in die Gesamtbewertung Folgendes mit einbezogen:

- Prüfung der Varianten an den allgemeinen Ausgangspunkten (wie zum Beispiel in der Anfangsnotiz oder in den Richtlinien für den Umgang mit Baggergut dargelegt)
- Betrachtung der kennzeichnenden Auswirkungen (wie der Einfluss eines Depots auf ortsspezifische Verhältnisse)

Betrachtung der verschiedenen Belange, die aus dem öffentlichen Planungsprozess hervorgehen, wie z.B. der Wunsch von Wassersportlern, 'offene Gewässer' zu erhalten

Abbildung 5-3: Grundlinien der Bewertungsgrundlage



Themen

Die Bewertungsgrundlage wird in den Niederlanden nach verschiedenen Themen eingeteilt. Diese Themen sind die verschiedenen (üblichen) Grundfragen, nach welchen ein UVB erstellt wird und bieten die Möglichkeit, die untersuchten Aspekte zu strukturieren. In Abbildung 5-4 ist ein Beispiel dargestellt. Für jedes Thema wurde der Schwerpunkt der Belange angegeben.

Abbildung 5-4: Themen und Schwerpunkte

Thema	Schwerpunkt
Natürliche Umwelt Wohn- und Lebensraum Raumnutzung und Wirtschaft	Auswirkungen auf das Umfeld
Dauerhaftigkeit Kosten	Ziele des Initiators

Die Themen bilden die Struktur der verschiedenen Aspekte im UVB. Dem Thema *natürliche Umwelt* werden alle Auswirkungen zugeordnet, welche mit der biotischen

und abiotischen Natur zu tun haben. Beim Thema *Wohn- und Lebensraum* geht es um die direkte Auswirkung auf den Menschen. Außer Gesundheitsaspekten werden Erlebnis und Belästigung dazu gerechnet. Zu *Raumnutzung und Wirtschaft* gehören alle Auswirkungen, die mit der Nutzung von Gewässern/Landschaften im Depotumfeld zu tun haben. Unter *Dauerhaftigkeit* werden die Möglichkeiten zur Qualitätsverbesserung des Bauprojektes durch die Integration von Umweltaspekten wie Energieverbrauch, Materialauswahl, Grundstoffe, Abfall und Transport bewertet.

Aspekte

Ein Aspekt betrifft einen Sektor oder ein gesellschaftliches Interesse, das durch die Realisierung eines Absetzdepots beeinflusst oder beeinträchtigt wird. Bei jedem Thema lassen sich verschiedene Aspekte unterscheiden; diese sind in Tabelle 5-1 bis Tabelle 5-3 dargestellt. Anlage 11 enthält eine Beschreibung der Auswirkungen auf diese Aspekte.

Kriterien und untergeordnete Kriterien

Bei den genannten Aspekten ist oft von verschiedenen und/oder komplexen Belangen die Rede. Somit kann jeder Aspekt mit mehreren Kriterien untermauert werden. Diese Kriterien bilden die Gradmesser, mit welchen die eigentlichen Auswirkungen, die bei einem bestimmten Aspekt oder Interesse eine Rolle spielen, einsichtig gemacht werden können. Für jeden Aspekt sind ein oder mehrere Bewertungskriterien angegeben. Diese Bewertungskriterien werden eventuell mit untergeordneten Bewertungskriterien untermauert.

Resultierende Bewertungsstruktur

In Tabelle 5-1 bis Tabelle 5-3 ist die resultierende Beurteilungsstruktur bis zur Bewertungskriteriumstufe ausgearbeitet. Die in Tabelle 5-1 dargestellte Struktur bezieht sich auf die Bewertung der UVS-pflichtigen Aktivität, Tabelle 5-2 dagegen gibt die Zielsetzung der geplanten Aktivität wieder. Tabelle 5-3 stellt die Struktur der Kostenbewertung dar.

In Anlage 11 wurde die oben beschriebene Bewertungsstruktur [UVB Hollandsch Diep, 2001] bis zur Stufe der untergeordneten Bewertungskriterien ausgearbeitet. Des weiteren wurde die Vergleichsmethodik der Varianten in dieser Anlage dargestellt: Wie werden die Auswirkungen einer Variante quantitativ und qualitativ bemessen, gewogen, normiert, eingestuft und bewertet. Letztendlich sind alle Auswirkungen und die Bedeutung, die diesen beigemessen wird, für die Endbewertung einer Variante maßgeblich. Schließlich können die Varianten aufgrund dieser Endbewertung (umschrieben als 'aussichtsreich' oder 'aussichtslos') miteinander verglichen und entsprechende Entscheidungen getroffen werden.

Tabelle 5-1: Bewertungsstruktur für eine UVS-pflichtige Aktivität

Thema	Aspekt	Bewertungskriterium
Natürliche Umwelt	Umweltqualität (Abiotische Umwelt)	Qualität Grundwasser
		Qualität Oberflächenwasser
		Luftqualität
		Katastrophale Emissionen
	Flussmorphologie	Sedimentation und Erosion
	Flora und Fauna	Zerstörung
		Störung
		Verschmutzung



Thema	Aspekt	Bewertungskriterium
	Landschaft Kulturgeschichte & Archäologie	Austrocknung / Verwässerung
		Entwicklung
		Landschaftsstruktur
		Historisch geographischer Wert
		Archäologischer Wert
Wohn- und Lebensraum	Wohnlage	Qualität der Wohnlage
		Lärm-, Geruchs- und Staubbelästigung
	Sicherheit	Hochwasser
		Unfälle und Katastrophen
		Zugänglichkeit für Unbefugte
	Gesundheit	Schadstoffaussetzung
	Erholung	Wassersport
		Landerholung
		Ferien
		Angelsport
Raumnutzung und Wirtschaft	Flussregime	Stauempfindlichkeit
		Eisführungskapazität
	Schifffahrt	Gewerbliche Schifffahrt
		Vergnügungsschifffahrt
	Industrie/betriebe	Betriebsführung
	Fischerei	Gewerbliche Fischerei
	Landwirtschaft	Landwirtschaftliche Nutzung
	Infrastruktur	Straßenverkehr / Leitungen
	Rohstoffgewinnung/Baggergutdepot	Standort Rohstoffgewinnung/Depot
	Trinkwassergewinnung	Standort Trinkwassergewinnung
	Raumordnungspolitik	Raumordnungsplan

Tabelle 5-2: Bewertungsstruktur der Zielsetzung der geplanten Aktivität

Thema	Aspekt	Bewertungskriterium
Dauerhaftigkeit	Flexibilität	Platzbedarf
		Betrieb
	Realisierungsdauer	Bauzeit
	Entleerungsmöglichkeit	Möglichkeiten, das Baggergut wieder aus dem Depot zu entnehmen
	Energie	Energieverbrauch
	Rohstoffe	Verwendung von Rohstoffen
	Abfall	Produktion von Abfall
	Beherrschbarkeit	Unfallverhütung
		Unfallbekämpfung
		Unsachgemäßer Gebrauch
	Kontrollierbarkeit	Möglichkeiten zur Kontrolle der Depotfunktionen



Tabelle 5-3: Bewertungsstruktur vom Kostengesichtspunkt aus

Thema	Aspekt	Bewertungskriterium
Kosten	Kosten/Nutzen	Kosten

5.5 Eine breite Kommunikation lohnt sich

Bei der Realisierung der geplanten großen Depots haben alle von der Planung Betroffenen ein Mitspracherecht. In den achtziger Jahren konnten Anwohner und andere Betroffene ihre Bedenken erst nach der Erstellung der Umweltverträglichkeitsstudie anmelden. Seit einigen Jahren werden jedoch immer mehr große Projekte nach einem öffentlichen Planungsprozess durchgeführt. Dabei werden die Betroffenen dazu eingeladen, mit über die Realisierung nachzudenken. Dadurch werden Lösungen auf breiterer Basis geschaffen und das Risiko eines Fehlschlags stark reduziert.

Von wesentlicher Bedeutung ist die Kommunikation mit der Bevölkerung. Wird diese über die Sachlage unzulänglich informiert, so kann sie den Eindruck bekommen, dass ohne ihr Mitwissen alle möglichen Pläne einfach durchgesetzt werden; es kommt Misstrauen auf. Eine solche Situation hat zum Beispiel dazu geführt, dass in 1997 die Planung eines Inseldepot im Hollandsch Diep durch die Einwände der Anwohner verhindert wurde. Das Depot war genau vor dem pittoresken Festungsstädtchen Willemstad geplant.

Der Aspekt ‚Sichtbehinderung‘ war hier also maßgeblich. Gerade dieser Aspekt wurde in der UVS unterbewertet; der Aspekt ‚Emission Verunreinigungen‘ war schwerwiegender. Im neuen Entwurf wurde diesem Aspekt Rechnung getragen, indem ein anderer Standort und eine niedrigere Deichhöhe beschlossen wurden.

Abbildung 5-5: Rechtzeitige Gespräche mit den Betroffenen schaffen eine gute Basis und beugen späteren Verzögerungen vor.



Die Kommunikation mit der Bevölkerung kann auf verschiedene Weise gestaltet werden. So können Informationsabende und Workshops (Abbildung 5-5) organisiert und Informationsbulletins über den Fortschritt des Entscheidungsprozesses verteilt werden. In den Workshops können die Betroffenen über einen bestimmten Standort oder die Einrichtung mit nachdenken. Dieses Mitdenken und Vortragen von Lösungen weckt Verständnis und schafft eine breite Basis. Dieses Mitdenken äußert sich zum Beispiel darin, dass die Betroffenen selbst die Gewichtung verschiedener Kriterien in der sogenannten "Multi-Kriterien-Analyse" mit festlegen können. Ein wichtiger Faktor für den Erfolg des offenen Planungsprozesses ist, dass über den Nutzen und die Notwendigkeit der Anlage eines Depots Klarheit herrscht. Dies erfordert viel Überzeugungskraft, ist jedoch für den Erfolg des Prozesses unerlässlich.

5.6 Mitspracheregelung ist gesetzlich festgelegt

Der Umweltverträglichkeitsbericht kann vier Wochen eingesehen werden. In diesem Zeitraum können gegen die Pläne noch einmal Bedenken angemeldet werden. Danach führt eine spezielle Kommission (UVS-Kommission) eine Prüfung des in der UVS festgelegten bevorzugten Standorts und der bevorzugten Alternative durch (Prüfung des Inhalts und der Qualität der Abwägung).

Der Initiator muss verschiedene Genehmigungen beantragen, bevor er mit dem Bau der Anlage anfangen kann (Wbb, Wvo, Wm, siehe Kapitel 1). Die Anträge sind nach der Antragstellung 1 Monat zur Einsicht auszulegen. In diesem Zeitraum können gegen die Erteilung der Genehmigungen Bedenken angemeldet werden. Auch nach Erteilung der Genehmigungen kann noch 6 Wochen lang Berufung eingelegt werden.

Nach der Mitspracheregelung und der Beantragung der Genehmigungen wird der endgültige Entwurf erstellt. Danach kann das Depot gebaut werden.



6. ENTWICKLUNGEN DER BAGGERGUTDEPOTS IN DEN NIEDERLANDEN

In diesem Kapitel werden einige große, niederländische Depots, die realisiert wurden oder geplant sind, kurz beschrieben. Die Hintergründe dieser Praxisbeispiele werden in den Anlagen zusammengefasst.

6.1 Baggergutdepots in den Niederlanden

Die Entwicklung der Depots für die Unterbringung von Baggergut in den Niederlanden begann in den achtziger Jahren, als die Wasserbodenverschmutzung ein Thema zu werden begann. Die Depots dienen in erster Linie der Lagerung von Wartungsbaggergut. Viele Depots befinden sich daher auch in Häfen und bestehen häufig aus abgeschlossenen Hafenbecken (Amerikahaven Amsterdam, 1972; Averijhaven in Velsen, 1979; Derde Merwedehaven in Dordrecht, 1992 [DHV, 1992]). Über die Verteilung von Schadstoffen in die Umgebung gibt es dadurch bisher auch wenig Erkenntnisse.

Außerdem werden vorhandene Gruben genutzt, die im Rahmen der Sand- und Kiesgewinnung entstanden sind (Grube von Cromstrijen im Hollandsch Diep, 1963; Dalemse Gat im Überschwemmungsbereich des Flusses Boven-Merwede, 1970; Kaliwaal im Überschwemmungsgebiet der Waal bei Druten, 1999).

Das erste große Depot, das in den Niederlanden angelegt wurde, war das Slufterdepot auf der Maasvlakte (1986). Es handelt sich dabei um ein Depot an der Küste, das aus hohen Sanddeichen besteht und an gewonnenes Neuland grenzt. Das Depot hat ein Volumen von 150 Millionen m³ und ist für die verschmutzten Sedimente aus dem Rotterdamer Hafen bestimmt. Es wird geschätzt, dass hier etwa 150 Mio. m³ vor Ort geborgenen Baggerguts gelagert werden können.

Zur gleichen Zeit wurden in beschränktem Maße kleinere Depots genutzt; häufig handelte es sich dabei um vorhandene Sandgruben (Grube von Heenvliet, 1981) und ehemalige Hafenbecken, die abgeschlossen werden. Die Einlagerungskapazität dieser Depots beschränkte sich auf 1 bis 5 Millionen m³. So wurde für stark kontaminiertes Baggergut aus dem Rotterdamer Hafen der Papegaaiebek (1987) geschaffen, ein Depot mit einem Volumen von 1,1 Mio. m³.

Erst nach mehreren Jahren (1999) wurde ein zweites großes Depot eingerichtet: das IJsseloog im Ketelmeer (23 Millionen m³).

In der Provinz Seeland wird um 2004 ein Volumen von circa 3 Millionen m³ verfügbar (Depot Koegorspolder) und im Hollandsch Diep stehen um 2005 voraussichtlich 20 Millionen m³ Fassungsvermögen zur Verfügung (verbleibende Kapazität der Grube von Cromstrijen (10 Mio. m³) und einem eingedeichten Oost-Depot in der Nähe des Industriegebiets Moerdijk).

Eine vollständige Übersicht der in den Niederlanden angelegten bzw. eingerichteten Depots für die Lagerung von Baggergut ist in Tabelle 6-1 wiedergegeben. Die meisten Depots aus dieser Tabelle sind in Abbildung 2-3 wiedergegeben.

Tabelle 6-1: Übersicht der realisierten und geplanten Baggergutdepots in den Niederlanden

Depot	Standort	Typ	Lagerkapazität [Mio. m ³ in situ]	Füllbeginn	Füllende	Einleitungsverfahren
'Grube von Cromstrijen_alt'	Hollandsch Diep	Grubendepot in offenem Wasser	2	1963	1986	Klappschuten
'Dalense Gat'	Überschwemmungsraum 'Boven Merwede'	Grubendepot in ehemaliger Sandgrube/Flutland	<1	1970	1977	Klappschuten
Amerikahafen	Amsterdam	Grubendepot in ehemaligem Hafenbecken	3	1972	2009	Klappschuten
Averijhafen	Velsen	Später eingedeicht (ehemaliges Hafenbecken)	1,5	1979	2013	Klappschuten/hydraulisch
1e Petroleumhafen	Rotterdam	Grubendepot in ehemaligem Hafenbecken	<1	1981	1984	Schütte und Diffusor
Grube von Heenvliet	Heenvliet	Grubendepot in ehemaliger Sandgrube	<1	1981	1982	hydraulisch mit Diffusor
Grube Botlek	Rotterdam	Grubendepot in ehemaligem Hafenbecken	<1	1981	1984	Schütte und Diffusor
Papegaaiabek	Maasvlakte Rotterdam	Eingedeichtes Depot an Land	1,1	1987	1998	hydraulisch mit Diffusor
Slufter	Maasvlakte Rotterdam	Eingedeichtes Depot im Wasser	150	1987	2015	hydraulisch mit Diffusor
Hansweert	Maasvlakte Rotterdam	Grubendepot in ehemaligem Hafenbecken	<1	1988	1992	Kräne
Dritte Merwedehafen	Hansweert (Zeeland)	Eingedeichtes Depot im Wasser	1,5	1992	>2001	hydraulisch
Werkhafen	Dordrecht	Eingedeichtes Depot in ehemaligem Hafenbecken	<1	1994	1995	Klappschuten/hydraulisch
IJsseloog	Velsen	Grubendepot in ehemaligem Hafenbecken	23	1999	>2010	hydraulisch
Kaliwaal	Katmeer/Flevoland	Eingedeichtes Depot im Wasser	5	2002	>2003	Klappschuten/hydraulisch
Baggertunterbringung Utrecht	Uiterwaarde van Waal bij Druten	Grubendepot in ehemaliger Sandgrube/Flutland	2	2001	>2003	per Welle/hydraulisch
Depot Harlingen	Zevenhuizen/Amersfoort	Eingedeichtes Depot an Land	0,25	2001	>2003	Klappschuten/hydraulisch
Grube von Cromstrijen_neu	Harlingen	Grubendepot in ehemaligem Hafenbecken	10	2003	2012	Klappschuten
Hollandsch Diep depot Ost	Hollandsch Diep	Grubendepot in offenem Wasser	10	2004	2022	Klappschuten/hydraulisch
Koegorspolder	Hollandsch Diep/Moerdijk	eingedeichtes Depot im Wasser	3	2004	2023	hydraulisch
Hollandsch Diep Depot Midden	Koegorspolder/Terneuzen	eingedeichtes Depot an Land	10	2012	2022	Klappschute
Molengreend	Hollandsch Diep/Noordschans	Grubendepot in offenem Wasser	5	Realisierung aufgeschoben		
Depot Ingensche Waarden	Maasbracht (Maasdal, Limburg)	Grubendepot in ehemaliger Kiesgrube	1,0	Beschlussfassung abgeschlossen, Genehmigungsverfahren läuft		

6.2 Depotmerkmale

- *Abmessungen:* Länge/Durchmesser des Depots variieren von 100 m (Harlingen) bis 3000 m (Slufter, Grube von Cromstrijen). Die Oberfläche variiert von 260 ha (Slufter) bis zu einigen Hektar (Harlingen).
- *Tiefe/Höhe:* die Tiefe der Depots variiert von NAP-45 m (Depot Hollandsch Diep) bis 10 m unter der Bodenoberfläche (Koegorspolder). Die Höhe der Depots variiert von 0 m bei Grubendepots bis 25 Meter beim größten eingedeichten Depot De Slufter.
- *Lagerungskapazität:* die größte Lagerungskapazität bieten die eingedeichten Depots im Wasser: 10-150 Mio. vor Ort m³. Die durchschnittliche Lagerungskapazität (vor Ort m³ Baggergut) beträgt 10 Mio. m³ einschließlich Depot De Slufter und 5 Mio. m³ ausschl. Depot De Slufter.
- *Gruben- oder eingedeichtes Depot:* circa die Hälfte der Depots sind Grubendepots, zum Teil in einer ehemaligen Sandgrube oder einem Hafenbecken realisiert. Die andere Hälfte sind eingedeichte Depots, wobei der Kern des Ringdeichs zum größten Teil aus Sand besteht.
- *Füllverfahren:* eingedeichte Depots werden in der Regel hydraulisch mit einer Rohrleitung gefüllt; offene Grubendepots werden mit Klappschutenschiffen und gelegentlich über eine Schütte und/oder Diffusor gefüllt.
- *Standort:* größere Depots liegen in Küstennähe (mehr Platz, größeres Angebot); kleinere Depots liegen mehr landeinwärts.

Abbildung 6-1: Depot „de Slufter“, Maasvlakte



Abbildung 6-2: Averijhavendepot



Abbildung 6-3: Depot „Ijsseloog“ im Ketelmeer



Abbildung 6-4: Mögliches Depot Molengreend

6.3 Weitere Entwicklungen

Umwelt contra Belästigung der Anwohner

Bis zur Einführung des Gesetzes über die Verschmutzung von Oberflächengewässern (Wet verontreinigen oppervlaktewateren, Wvo) und der Verpflichtung, vor der Realisierung von Depots mit einem Volumen von mehr als 500.000 m³ eine Umweltverträglichkeitsstudie durchzuführen (Mitte der achtziger Jahre), wurden keine oder sehr geringe Kontroll- und Überwachungsmaßnahmen zur Verhinderung von Emissionen aus dem Depot ergriffen.

In den neunziger Jahren wuchsen jedoch die Erkenntnisse über die Verteilungsprozesse und spielte bei der Beschlussfassung die Umweltemissionen und die Belästigung für die (Wohn-)Umgebung zunehmend eine Rolle. So wurden im Jahr 1996 die Genehmigungen des ersten Entwurfs für das Depot Hollandsch Diep nach Beschwerden der Anwohner zurückgezogen: das Kriterium 'optische Belästigung' war in der UVP gegenüber dem Kriterium 'Schadstoffverteilung' zu gering gewichtet worden. Der neue Standort des Depots Hollandsch Diep wurde nach einem neuen UVP-Verfahren einige Kilometer östlich verschoben, in Richtung eines bereits bestehenden Industriegebiets.

Auch ein großes eingedeichtes Depot im IJmeer (20 Mio. m³, Nähe Amsterdam) wurde nach einem Referendum nicht realisiert. Die Anwohner hatten sich gegen den Bau des Depots gestellt.

Der Einfluss der Anwohner nimmt also zu. In Kombination mit besseren Erkenntnissen im Hinblick auf die Verteilung von Verunreinigungen aus den Depots führt dies dazu, dass sich das Augenmerk immer stärker auf Grubendepots unter Wasser richtet. Bevorzugt werden hier bereits bestehende Sandgruben, erste Wahl jedoch ist immer noch die Verwendung oder Verwertung des Baggergutes. Auf

Grund des problematischen Absatzes der anfallenden Restprodukte und der relativ hohen Kosten jedoch werden Depots auch weiterhin nötig sein.

Deichhöhe Inseldepots

In den Niederlanden wird die Deichhöhe von Inseldepots immer niedriger gehalten (de Slufter: +24 m, Averijhaven: +15 m, IJsseloog: +10 m, Hollandsch Diep: +3 m). Höhere Ringdeiche werden gewöhnlich nur gebaut, um dem Wunsch zu entsprechen, möglichst viel Baggergut auf kleinstmöglicher Fläche unterzubringen. Außer den Vorteilen hinsichtlich der Einsickerung in den Untergrund hat ein hoher Deich jedoch auch Nachteile, wie Sichtbehinderung und mehr Flächenverbrauch des Ringdeichs. So wurde der Ringdeich des Inseldepots im Hollandsch Diep aus landschaftlichen und Sichtbehinderungsgründen niedriger gemacht, wobei eine begrenzte zusätzliche Wassermenge, die durch den Wellenüberschlag in das Depot einströmt, zulässig ist.

Abbildung 6-5: Fotoanimation Inseldepot ‚Ost‘ im Hollandsch Diep



Abbildung 6-6: Fotoanimation eines eingedeichten Depots (Inseldepot) im Hollandsch Diep (Endgültige Situation)



Verwaltung und Monitoring von Depots

In *Ontwerpaspecten speciedepots, deelrapport Beheersing en Controle* (Entwurfsaspekte Baggergutdepots, Teilbericht Überwachung und Kontrolle) [Werkgroep Referentie Ontwerp (Arbeitsgruppe Referenzmodell), 1995] wurde eine Inventarisierung hinsichtlich der Verwaltungs- und Kontrollmaßnahmen von bis einschließlich 1995 angelegten Depots vorgenommen. Aus dieser Inventarisierung wurden die folgenden Schlüsse gezogen:

- In der Wvo-Genehmigung gestellte Anforderungen beziehen sich im allgemeinen auf das einzulagernde Baggergut; es werden nahezu keine Bedingungen an Verwaltung und Kontrolle (nachträgliche Betreuung) von Depots gestellt.
- Eine Reihe von Verwaltern hat auf Eigeninitiative die nachträgliche Betreuung der Depots in die eigenen Hände genommen. Diese Maßnahmen bestehen in erster Linie in der Überwachung des Grund- und/oder Oberflächenwassers.
- Was die Grubendepots anbelangt, so sind Verwaltung und Kontrolle am umfassendsten in der Grube von Cromstrijen geregelt, und zwar mittels eines Verwaltungsplanes. Darin wird neben zahlreichen anderen Aspekten auch die Überwachung des Grundwassers geregelt.
- Bei Landdepots werden durch die gesetzlichen Abfallgenehmigungen sehr wohl Anforderungen an die Verwaltung und Kontrolle gestellt, dann jedoch ausschließlich für die Dauer der Betriebsphase bis maximal 10 Jahre. Die juristische Grundlage für die Jahrhunderte dauernde nachträgliche Wartung soll im so genannten 'Lückengesetz' (Leemtewet) geregelt werden.



ANLAGEN





ANLAGE 1 NIEDERLÄNDISCHE NORMEN FÜR DIE QUALITÄTSBEURTEILUNG DES OBERFLÄCHENWASSERS, SCHWEBSTOFFEN, SEDIMENTEN UND GRUNDWASSER

Quelle: Vierde Nota Waterhuishouding, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1998

Allgemein: <http://www.waterland.net/nw4/Deutsch/index.html>

Normen und Tabelle: <http://www.waterland.net/nw4/Nederlands/wk-9-ij/index.html>

Diese Anlage enthält die Parameter zur Qualitätsbeurteilung von Oberflächenwasser, Schwebstoffen, Sedimenten und Grundwasser.

- Tabelle 1 besteht aus zwei Teilen: Stoffe und sonstige Parameter.
- In Tabelle 2 sind die derzeitigen Zahlenwerte für die Verarbeitung verunreinigter Sedimente aufgeführt (für die Begriffe siehe Glossar): die Grenzwerte (*grenswaarden*), die Prüfwerte (*toetsingswaarden*), die vereinheitlichte Gehaltsprüfung, die Interventionswerte (*interventiewaarden*) und Wahrnehmungswerte für Metalle.
- Tabelle 3 verschafft eine Übersicht der nationalen Hintergrundkonzentrationen der in der Natur vorkommenden Metalle. Des weiteren ist hier eine globale Überprüfung (Messdaten 1995-1996) von Problemstoffen aufgeführt.

Niederländische Normen für die Qualitätsbeurteilung des Oberflächenwassers, Schwebstoffen, Sedimenten und Grundwasser

1. ERLÄUTERUNG ZU TABELLE A - 1

In Tabelle 1 sind die Zahlenwerte für die allgemein für Oberflächengewässer bedeutsamen Stoffe, Schwebstoffe, Sedimente und das Grundwasser genannt. Der angestrebte Wert basiert auf dem so genannten 'unerheblichen Risiko' (UR). In Kombination mit der Mindestqualität, die auf dem Niveau des Maximal Zulässigen Risikos (MZR) liegt, ist der Zielwert die politische Festlegung von sowohl kurz- als auch langfristigen Zahlenwerten für den Schutz sowohl der Ökosysteme als auch des Menschen.

Gelöste und Gesamtkonzentrationen

Die Risikogrenzen für Oberflächenwasser leiten sich aus Konzentrationen von gelösten Stoffen ab. Die in Gesamtkonzentrationen umgerechneten Zahlenwerte für das MZR wurden ebenfalls vorgestellt. Darin wird auch die an feste Teilchen gebundene Verunreinigung berücksichtigt. Die Zielwerte für organische Verbindungen wurden nur als Gesamtkonzentrationen wiedergegeben. Bei den organischen Verbindungen wurden die Leitwerte für Grundwasser mangels spezifischer, für Grundwasser relevante Daten denjenigen für das Oberflächenwasser gleichgestellt.



Süß-/Salzwassersysteme

Alle angegebenen Zahlenwerte gelten sowohl für Süß- als auch Salzwassersysteme. Diesbezügliche Ausnahmen stellen einige Schwermetalle dar, für die die Hintergrund-Gehaltswerte (gelöst) in der Nordsee bedeutend niedriger sind, sowie Organozinnverbindungen, bei denen die Wirkungsebenen auf Organismen aus salzhaltigen Gewässern in bedeutendem Umfang von dem abweichen, was zur Zeit über Süßwasserarten bekannt ist. Diese Zahlenwerte werden gesondert genannt.

Die MZR-Werte und die Zielwerte für Nährstoffe gelten ausschließlich für Süßwasser, für die Nordsee wurden jedoch Hintergrundgehaltswerte festgelegt. Die Zielwerte für Ammoniumverbindungen und Salze in Grundwasser gelten ausschließlich für süßes Grundwasser. In Regionen mit Meereseinflüssen (Salz- und Brack-Grundwasser) liegen von Natur aus höhere Werte vor.

Für Parameter in Bezug auf Radioaktivität wurden Zielwerte auf dem Hintergrundniveau festgelegt, das bei Süßwasser und Nordsee nicht gleich ist. In dieser Anlage sind die einzelnen Zahlenwerte aufgeführt.

Die Zahlenwerte für Salze sowie die allgemeinen Parameter gelten ausschließlich für Süßwassersysteme. Bakteriologische Parameter gelten für Süß- und Salzwassersysteme.

Boden/Sediment

Für Sediment und Schwebstoffe werden in dieser Anlage für das MZR-Niveau die Zahlenwerte für nasse Gewässerböden genannt. Für Boden bzw. trockene Gewässerböden gelten andere MZR-Zahlenwerte, die in der Note 'Umgang mit Normen' (RIZA/RIKZ, 1998a) aufgenommen worden sind. Auf Zielwertebene sind die Zahlenwerte für Boden und Sediment aufeinander abgestimmt: es wird jeweils der niedrigste (strengste) Wert genannt. Auf MZR-Ebene wurde als Höchstsatz für MZR-Sediment (einschließlich Hintergrundkonzentration) der Interventionswert beibehalten, so dass dieser vom wissenschaftlich untermauerten MZR-Wert abweichen kann. In einigen Fällen, insbesondere bei diversen Metallen, wurde darauf in der Anlage hingewiesen.

Metalle

Metalle sind umwelteigene Stoffe. Von Natur aus vorkommende Hintergrundkonzentrationen spielen bei der Auswertung und der Prioritätenstellung der quellenorientierten Emissionspolitik keine Rolle. Die abgeleiteten Risikogrenzen wurden bei der Festlegung von MZR und der Zielwerte für diese Stoffe zu den national gültigen Hintergrundkonzentrationen (siehe Tabelle 3) addiert. Die Hintergrundgehaltswerte im Oberflächenwasser, Boden/Sediment und Grundwasser können je Region bedeutende Unterschiede aufweisen. Ein gebietsorientiertes Vorgehen erhält dann Form, wenn die nationale Hintergrundkonzentration durch die lokal oder regional festgesetzten Hintergrundgehaltswerte ersetzt werden. In der Note 'Umgang mit Normen' finden sich diesbezüglich nähere Erläuterung. Die Hintergrundgehaltswerte für Grundwasser basieren auf Messungen im tiefen Grundwasser (>10 m). Messungen im flachen Grundwasser lassen sich nicht ohne weiteres anhand dieser Qualitätsnormen für Grundwasser prüfen.

Organische Verbindungen

Für eine Anzahl von Stoffen wurden die älteren Grenz- und Zielwerte unter der Andeutung MZR-Wert bzw. Zielwert übernommen. Gleiches gilt für die Screening-Parameter EOX, VOX und Cholinesterase-Hemmung.

Pestizide

Die Zulassung für den Gebrauch von Pestiziden ist zeitlich begrenzt. Auf Wunsch kann eine Neubewertung zur Verlängerung des Zeitraums durchgeführt werden. In einem solchen Fall wird auch der bis dahin geltende MZR-Wert neu festgelegt. Der Ausschuss zur Zulassung von Pestiziden erstellt einen diesbezüglichen Bericht.

Kombinationstoxizität

Mit Kombinationstoxizität ist die sich addierende Wirkung mehrerer Stoffe zum gleichen Zeitpunkt gemeint. Für Stoffe mit einem vergleichbaren Wirkungsmechanismus lassen sich die damit zusammenhängenden Risiken zusammenrechnen. Auf Zielwertniveau ist dieser Wert zum größten Teil verrechnet (Faktor 100 unter dem MZR-Wert), die Zahlenwerte auf MZR-Ebene zielen jedoch auf Einzelstoffe.

Summenprüfung

Für Stoffgruppen mit einem vergleichbaren Wirkungsmechanismus besteht die Möglichkeit, um, ergänzend zur stoffspezifischen Beurteilung, auf MZR-Ebene eine Summenprüfung durchzuführen. Dies geschieht, indem die Verhältnisse der gemessenen Konzentrationen/MZR-Werte addiert werden. Eine solche Addition besitzt jedoch lediglich hinweisenden Charakter und dient insbesondere beim Vergleichen von Wassersystemen und/oder einer näheren Prioritätensetzung bei Planungsanstrengungen. Die Kommission Übergreifende Wasserwirtschaft geht auf diesen Sachverhalt näher ein.

Summennormen

Im Projekt Übergreifende Stoff-Normenaufstellung wurden auf MZR-Ebene keine Summennormen abgeleitet. Für die Wasserwirtschaft relevante Summennormen auf Zielwert-Ebene sind in Tabelle 2 dieser Anlage aufgeführt. Diese Summennormen sind insbesondere in den Regelwerken in Bezug auf den Umgang mit verunreinigtem Baggergut und Sediment genannt, laut Rundschreiben zum Bodenschutzgesetz, Baustoffbeschluss usw.

Nährstoffe

Als MZR-Werte wurden die Grenzwerte laut Evaluationsnote Wasser für eutrophierungsanfällige, stehende Gewässer übernommen. Im Zusammenhang mit der Beeinflussung sind diese Zahlenwerte richtungsweisend für andere Wasserarten. Die Zielwerte wurden korrigiert, um die gewünschten Sollvorstellungen bei der Bekämpfung von Eutrophierung realisieren zu können. Für Grundwasser wurden die Zahlenwerte aus der Notiz 'Umweltqualitätszielsetzungen Boden und Wasser' (TK, 1990-1991, 21990 451) übernommen.

Radioaktive Stoffe

Für radioaktive Stoffe wurden keine MZR-Werte abgeleitet. Die Zielwerte wurden von den aktuellen Hintergrundwerten in den Niederlanden abgeleitet und basieren auf den Jahresdurchschnittswerten oder Medianen. Dabei wurde zwischen Wasser und Schwebstoffen, abhängig von dem entsprechendem stoffspezifischen Messkompartiment Unterschieden gemacht. Für eine weitere Untermauerung des Zielwerts bedarf es einer weiteren Ergänzung des Begriffes Hintergrundwert für radioaktive Stoffe. Zugleich wird den Hintergrundwerten für radioaktive Stoffe auf internationaler Ebene (OSPAR) eine immer größere Bedeutung zukommen.



Tabelle A - 1⁶: Mindestqualität (MZR) und Zielwerte für Wasser, Sediment und Grundwasser

METALLE*	OBERFLÄCHENWASSER (gelöst)			OBERFLÄCHENWASSER (gesamt)		SEDIMENT (Trockenstoff)		GRUND- WASSER (gelöst)
	Hinter- grund konzentr. Nordsee ug/l	Nationaler Zielwert ug/l	MZR ug/l	nationaler Zielwert ug/l	MZR ug/l	nationaler Zielwert mg/kg T.s.	MZR-Sed mg/kg T.s.	nationaler Zielwert ug/l
cadmium Cd	0,03	0,08	0,4	0,4	2	0,8	12#	0,06
anorganisch kwik	0,003	0,01	0,2	0,07	1,2	0,3	10#	0,01
methyl-kwik Hg	-	0,01	0,02	0,06	0,1	0,3	1,4	0,01
koper Cu	0,3	0,5	1,5	1,1	3,8	36	73	1,3
nikkel Ni	-	3,3	5,1	4,1	6,3	35	44	2,1
lood Pb	0,02	0,3	11	5,3	220	85	530 #	1,7
zink Zn	0,4	2,9	9,4	12	40	140	620	24
chrom Cr	-	0,3	8,7	2,4	84	100	380 #	2,5
arsen As	-	1	25	1,3	32	29	55 #	7,2
antimoon	-	0,4	6,5	0,4	7,2	3	15 #	0,15
barium	-	75	220	78	230	160	300	200
beryllium	-	0,02	0,2	0,02	0,2	1,1	1,2	0,05
cobalt	-	0,2	2,8	0,2	3,1	9	19	0,7
molybdeen	-	4,3	290	4,4	300	3	200 #	3,6
seleen	-	0,09	5,3	0,09	5,4	0,7	2,9	0,07
thallium	-	0,04	1,6	0,06	1,7	1	2,6	2
tin	-	0,2	18	2,2	220	-	-	2,2
vanadium	-	0,9	4,3	0,9	5,1	42	56	1,2
boor @	-	6,5	650	-	-	-	-	6,5
tellurium @	-	-	-	-	-	-	-	-
titanium @	-	-	-	-	-	-	-	-
uranium @	-	0,01	1	-	-	-	-	0,01
zilver @	-	0,0008	0,8	-	-	-	5,5	0,0008
zoute wateren	-	0,01	1,2	-	-	-	-	-

⁶ (Bemerkung.: Alle genannten Metalle, Organische Verbindungen und Allgemeine Stoffe sind in Niederländisch)

Eichpunkte für Stoffe in Wassersystemen (MZR: kurzfristig, Zielwert: langfristig) Die Zahlenwerte für die Gesamtkonzentration in Wasser gelten für eine Konzentration an Schwebstoffen von 30 mg/l. Die Zahlenwerte für Sediment gelten für den Standard von 10% organische Stoffe und 25% Ton. Für Standard-Schwebstoffe (20% organische Stoffe und 40% Ton) liegen die Zahlenwerte für Metalle um den Faktor 1,5 höher und für organische Verbindungen um den Faktor 2 höher als für Sediment. Der Zielwert und MZR-Wert für Metalle sind einschließlich der nationalen (=Niederländischen) Hintergrundkonzentration. Die Hintergrundkonzentrationen für Metalle in Grundwasser gelten für tiefes Grundwasser (10 m), für die Nordsee gelten sie für die mittleren Tiefenbereiche.

µg/l = Mikrogramm (10⁻⁶)/Liter

ng/l = Nanogramm (10⁻⁹)/Liter

mg/kg T.s. = Milligramm (10⁻³)/Kilogramm Trockenstoff

µg/kg T.s. = Mikrogramm (10⁻⁶)/Kilogramm Trockenstoff



ORGANISCHE VERBINDUNGEN	OBERFLÄCHENWASSER			SEDIMENT		GRUND- WASSER (gelöst)
	MZR gelöst	Zielwert gesamt	MZR gesamt	Zielwert Trockenstoff	MZR-Sed Trockenstoff	nationaler Zielwert
PAK	ug/l	ug/l	ug/l	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	ug/l
naftaleen	1,2	0,01	1,2	0,001*	0,1*	0,01
Anthraceen	0,07	0,0008	0,08	0,001*	0,1*	0,0007
Fenantreen	0,3	0,003	0,3	0,005*	0,5*	0,003
Fluorantheen	0,3	0,005	0,5	0,03*	3*	0,003
benz(a)anthraceen	0,01	0,0003	0,03	0,003*	0,4*	0,0001
chryseen	0,3	0,009	0,9	0,1*	11*	0,003
benzo(k)fluorantheen	0,04	0,002	0,2	0,02*	2*	0,0004
benzo(a)pyreen	0,05	0,002	0,2	0,003*	3*	0,0005
benzo(ghi)perylene	0,03	0,005	0,5	0,08*	8*	0,0003
indenoppyreen	0,04	0,004	0,4	0,06*	6*	0,0004
<u>flüchtige Halogen- Kohlenwasserstoffe</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ng/l</u>
Pentachloorbenzeen	300	3	300	1	100	3
Hexachloorbenzeen	9	0,09	9	0,05	5	0,09
<u>Chlorphenole</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ng/l</u>
pentachloorfenol	4000	40	4000	2	300	40
<u>Organochlorverbindungen</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>			<u>ng/l</u>
aldrin	0,9	0,01	1	0,06	6	0,009
dieldrin	12	0,4	39	0,5	450	0,1
endrin	4	0,04	4	0,04	4	0,04
DDT	0,4	0,009	0,9	0,09	9	0,004
DDD	0,4	0,005	0,5	0,02	2	0,004
DDE	0,4	0,004	0,4	0,01	1	0,004
α-endosulfan	20	0,2	20	0,01	1	0,2
α-HCH	3300	33	3300	3	290	33
β-HCH	800	9	860	9	920	8
γ-HCH (lindaan)	910	9	920	0,05	230	9
heptachloor	0,5	0,005	0,5	0,7	68	0,005
Heptachloorepoxide	0,5	0,005	0,5	0,0002	0,02	0,005
Chloordaan	2	0,02	2	0,03	3	0,002
<u>Organophosphorverbindungen</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ng/l</u>
azinfos-ethyl	11	0,1	11	0,005	0,5	0,1
azinfos-methyl	12	0,1	12	0,009	0,9	0,1
chloorfenvinfos	2	0,02	2	0,0006	0,06	0,02
Chloorpyrifos	3	0,03	3	0,01	1	0,03
cumafos	0,7	0,007	0,7	0,0006	0,06	0,007
demeton	140	1	140	-	-	1
diazinon	37	0,4	37	0,01	1	0,4
Dichloorvos	0,7	0,007	0,7	0,00003	0,003	0,007
dimethoat	23000	230	23000	0,8	78	230
disulfoton	82	0,8	82	0,03	6	0,8
ethoprofos	63	0,6	63	0,003	0,3	0,6
fenitrothion	9	0,09	9	0,007	0,7	0,09
fenthion	3	0,03	3	0,004	0,4	0,03
foxim	82(!)	0,8(!)	82(!)	0,08(!)	8(!)	0,8(!)
heptenofos	20	0,2	20	0,003	0,3	0,2
malathion	13	0,1	13	0,009	0,9	0,1



ORGANISCHE VERBINDUNGEN	OBERFLÄCHENWASSER			SEDIMENT		GRUNDWASSER (gelöst) nationaler Zielwert
	MZR gelöst	Zielwert gesamt	MZR gesamt	Zielwert Trockenstoff	MZR-Sed Trockenstoff	
mevinfos	2	0,02	2	0,0006	0,06	0,02
oxydemeton-methyl	35(!)	0,4(!)	35(!)	0,0003(!)	0,03(!)	0,4(!)
parathion(-ethyl)	2	0,02	2	0,001	0,1	0,02
parathion-methyl	11	0,1	11	0,01	1	0,1
pyrazofos	40	0,4	40	0,02	2	0,4
tolclofos-methyl	790(!)	8(!)	790(!)	1(!)	130(!)	8(!)
triazofos	32	0,3	32	0,007	0,7	0,3
trichlofon	1	0,01	1	0,00002	0,002	0,01
<u>organische Zinn- und Siliziumverbindungen</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ng/l</u>
tetrabutyltin-verbindingen	1600(!)	16(!)	1600(!)	0,8(!)	78(!)	16(!)
zoute wateren:	17(!)	0,2(!)	17(!)	0,008(!)	0,8(!)	-
tributyltin-verbindingen	14	0,1	14	0,02	10	0,1
zoute wateren:	1	0,01	1	0,007	0,7	-
trifenylytin-verbindingen	5	0,05	5	0,003	6	0,05
zoute wateren:	0,8	0,009	0,9	0,01	1	-
silicium-verbindingen	0,4	0,005	0,5	0,02	2	0,004
<u>Säuren (Phenolherbizide & Chlorphenoxykohlensäure-Herbizide)</u>	<u>ug/l</u>	<u>ug/l</u>	<u>ug/l</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ug/l</u>
bentazon	64(!)	0,6(!)	64(!)	1(!)	130(!)	0,6(!)
2,4-D	10	0,1	10	0,3	27	0,1
dichloprop	40	0,4	40	32	3200	0,4
dinoseb	0,03	0,0003	0,03	0,003	0,3	0,0003
dinoterb	0,03	0,0003	0,03	0,1	11	0,0003
DNOC	21	0,2	21	0,7	280	0,2
MCPA	2	0,02	2	0,05	5	0,02
mecoprop	4	0,04	4	0,02	2	0,04
2,4,5-T	9(!)	0,09(!)	9(!)	0,5(!)	50(!)	0,09(!)
<u>Karbamate & Dithio-Karbamate</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ng/l</u>
aldicarb	98	1	98	0,001	0,1	1
benomyl	150	2	150	0,006	0,6	2
carbaryl	230	2	230	0,03	3	2
carbendazim	110	1	110	0,03	3	1
carbofuran	910	9	910	0,02	2	9
maneb	als ETU	-	als ETU	-	-	-
metam-Natrium	35(!)	0,4(!)	35(!)	0,006(!)	0,6(!)	0,4(!)
Methomyl	80	0,8	80	0,001	0,1	0,8
oxamyl	1800	18	1800	0,01	1	18
Pirimicarb	90	0,9	90	0,02	2	0,9
Propoxur	10	0,1	10	0,0001	0,01	0,1
thiram	32	0,3	32	0,008	0,8	0,3
tri-allaat	1900	19	1900	0,2	160	19
zineb	als ETU	-	als ETU	-	-	-
<u>"Triazine, Pyridazine & Triazole"</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ng/l</u>
anilazin	85	0,9	85	0,02	2	0,9
atrazin	2900	29	2900	0,2 (!)	26	29
chloridazon	73000	730	73000	3	350	730



ORGANISCHE VERBINDUNGEN	OBERFLÄCHENWASSER			SEDIMENT		GRUNDWASSER (gelöst)
	MZR gelöst	Zielwert gesamt	MZR gesamt	Zielwert Trockenstoff	MZR-Sed Trockenstoff	nationaler Zielwert
Cyanazin	190	2	190	0,01 (!)	2	2
desmetryn	34000(!)	340(!)	34000(!)	4(!)	370(!)	340(!)
metamitron	10000	100	10000	1	95	100
simazin	140(!)	1(!)	140(!)	0,009(!)	0,9(!)	1(!)
<u>synthetische Pyrethroide</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ng/l</u>
Bifenthrin	1	0,01	1	0,05	5	0,01
cypermethrin	0,09	0,001	0,1	0,004	0,4	0,0009
deltamethrin	0,3	0,004	0,4	0,01	1	0,003
permethrin	0,2	0,003	0,3	0,009	0,9	0,002
<u>Aniliden & Dinitro-Anilinen</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ng/l</u>
metazachloor	34000(!)	340(!)	34000(!)	3	260	340(!)
metolachloor	200	2	200	0,03	3	2
propachloor	1300	13	1300	0,06	6	13
Quintozeen	2900	31	3100	-	-	29
Trifluralin	37(!)	0,4(!)	38(!)	0,1(!)	19(!)	0,4(!)
<u>Phenylureum-Herbizide (aromatische Chloramine)</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ng/l</u>
diuron	430	4	430	0,08(!)	9	4
isoproturon	320	3	320	0,05	5	3
linuron	250	3	250	0,09	9	3
Metabenzthiazuron	1800	18	1800	0,7	67	18
metobromuron	10000	100	10000	1	110	100
<u>Carboxymide</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>mg/kg T.s.</u>	<u>mg/kg T.s.</u>	<u>ng/l</u>
Captafol	28(!)	0,3(!)	28(!)	0,03(!)	3(!)	0,3(!)
captan	110	1	110	0,01	1	1
<u>übrige Stoffe (Zahlenwert aus ENW)</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>mg/kg T.s.</u>	<u>mg/kg T.s.</u>	<u>ng/l</u>
NTA	-	-	200	-	-	0,2
minerale olie	-	-	-	50	1000	50
<u>PCB</u>	<u>ug/l</u>	<u>ug/l</u>	<u>ug/l</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ug/kg T.s.</u>	<u>ug/l</u>
PCB-28	-	-	-	1	4	-
PCB-52	-	-	-	1	4	-
PCB-101	-	-	-	4	4	-
PCB-118	-	-	-	4	4	-
PCB-138	-	-	-	4	4	-
PCB-153	-	-	-	4	4	-
PCB-180	-	-	-	4	4	-
<u>Screening-Parameter</u>	<u>ug/l</u>	<u>ug/l</u>	<u>ug/l</u>	<u>mg/kg T.s.</u>	<u>mg/kg T.s.</u>	<u>ug/l</u>
EOX	-	-	-	0,3	-	-
VOX	-	-	5	-	-	-
ETU	-	-	0,005	-	-	-
cholinesterase remming	-	-	0,5	-	-	-

ALLGEMEINE STOFFE	OBERFLÄCHENWASSER			SEDIMENT		GRUNDWASSER	
	Hintergrund Konzentration Nordsee	nationaler Zielwert	MZR	nationaler Zielwert	MZR - Sed	nationaler Zielwert	MZR
NAHRSTOFFE & EUTROPHIERUNGS-PARAMETER							
tot-fosfaat (mg P/l)	0,02 (w)	0,05 (z)	0,15 (z)	-	-	0,4/3(z/kv)	-
tot-stikstof (mg N/l)	0,15 (w)	1 (z)	2,2 (z)	-	-	-	-
nitraat (mg N/l)	-	-	-	-	-	5,6	11,3
ammoniak (mg N/l)	-	-	0,02	-	-	-	-
Ammoniumverbindungen	-	-	-	-	-	2,0/10 (z/kv)	-



ALLGEMEINE STOFFE	OBERFLÄCHENWASSER			SEDIMENT		GRUNDWASSER	
	Hintergrund Konzentration Nordsee	nationaler Zielwert	MZR	nationaler Zielwert	MZR - Sed	nationaler Zielwert	MZR
chlorofyl-a (ug/l)	-	-	100 (z)	-	-	-	-
SALZE							
chloride (mg Cl/l)	-	-	200	-	-	100**	-
fluoride (mg F/l)	-	-	1,5	500 (mg/kg)***	-	0,5 **	-
Bromide (mg Br/l)	-	-	8	20 (mg/kg)	-	0,3 **	-
sulfaat (mg SO4/l)	-	-	100	-	-	150 **	-
tot-sulfiden (ug S/l)	-	-	-	2 (mg/kg)	-	10	-

ALLGEMEINE STOFFE	OBERFLÄCHENWASSER			SCHWEBSTOFF		
	Hintergrund Konzentration Nordsee	nationaler Zielwert	MZR	Hintergrund Konzentration Nordsee	Zielwert	MZR
RADIOAKTIVE STOFFE (1Bq = 27 pCi)	mBq/l	mBq/l	mBq/l	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg
totale a-activiteit (j)	500	100	-	-	-	-
rest b-activiteit (j)	300	200	-	-	-	-
tritium-activiteit (j)	10000	10000	-	-	-	-
radium-226	5	5	-	-	-	-
Strontium-90	15	10	-	-	-	-
Cesium-137	20	-	-	-	40	-
Iod-210	-	-	-	100	100	-
Polonium-210	-	-	-	100	100	-
cobalt-58	-	-	-	10	10	-
cobalt-60	-	-	-	10	10	-
jodium-131	-	-	-	-	20	-
Overige j-stralers	-	-	-	< 2	2	-
ALGEMEINE PARAMETE	mBq/l	mBq/l	mBq/l	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg
kleur, geur, schuim, etc.	niet zichtbaar of ruikbaar verontreinigd					
Temperatuur (C)	-	-	25			
Zuurstof (mg/l)	-	-	5			
Zuurgraad (pH)	-	-	6,5 - 9			
Doorzicht (z, meter)	-	-	0,4			
BAKTERIOLOGISCHE PARAMETER	mBq/l	mBq/l	mBq/l	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg
Thermotolerante coli's (80 , MPN/ml)	-	-	20			
Enterovirussen / fagen	-	-	afwezig in 10 l			

Legende

: Zahlenwert = Interventionswert

! : zusätzlicher Unsicherheitsfaktor 10 aufgrund unzureichender Daten (EPA/1000)

- kein Zahlenwert festgelegt

* keine Bodentypkorrektur für Sandsedimente (org.Stoff <10 %)

** : Neubewertung Zulassungsakte durch CTB in 97/98

*** Bodentypkorrektur: $F = 175 + 13 L$ ($L = \% \text{ Ton}$)

@ Die Ableitung dieser MZR-Werte weicht von dem Standardverfahren für Metalle ab, da für die Festlegung einer nationalen Hintergrundkonzentration nur unzureichende Daten zur Verfügung stehen, sie wurden jedoch aufgrund eines Verfahrens beim Europäischen Gerichtshof über die Umsetzung der Richtlinie 76/464/EEG vorläufig aufgenommen. Zu diesen Umweltqualitätsnormen ist die lokale Hintergrundkonzentration hinzuzuzählen.

w : Winter-Durchschnittswerte

z : Sommer-Durchschnittswerte für eutrophierungsanfällige, stehende Gewässer

z/kv erstgenannter Wert gilt für Sandgebiete, der zweite für Ton- und Torfgebiete



2. ERLÄUTERUNG ZU DEN TABELLE A - 2 UND TABELLE A - 3

Umweltqualitätsnormen für den Boden

Interventionswerte (interventiewaarden)

Interventionswerte beziehen sich auf die Sanierungsplanung und gelten für Boden und Gewässerböden. Die Grundlage für diese Werte stellen die Zahlenwerte für ein gravierendes Risikoniveau für Wasser- und Bodenökosysteme (ER) sowie das maximal zulässige Risiko für den Menschen (MZR) dar. Bei einer Überschreitung der Interventionswerte ist dann die Rede von einem sehr gravierenden Fall von Bodenverschmutzung, bei dem eine so genannte 'Nähere Untersuchung' ausweisen muss, ob eine Sanierung als dringend notwendig erachtet wird. Die zur Zeit geltenden Interventionswerte sind in Tabelle 2 enthalten. Es wird dabei zwischen Stoffen unterschieden, die regelmäßig und die vereinzelt für die Wasserwirtschaft von Bedeutung sind.

Hinweiswerte

Für Metalle bleiben bei Sedimenten die Hinweiswerte gehandhabt. Diese Werte wurden im Zusammenhang mit dem abweichenden Verhalten von Metallen unter anaeroben Bedingungen und aufgrund der Unterschiede zwischen den ökotoxikologischen Daten für Boden und Wasserboden festgesetzt. Werden die Hinweiswerte nicht überschritten, geht man davon aus, dass eine Sanierung nicht dringend geboten ist.

Produktqualitätsnormen für Baggergut

Produktqualitätsnormen beziehen sich auf die Verteilungs- und Anwendungsplanung.

Prüfwert (toetsingswaarden)

Der Prüfwert wird im Rahmen der aktuellen Planung zur Beurteilung der Frage verwendet, ob Baggergut für eine Umlagerung in Betracht kommt.

Gehaltsprüfung

Zur Verbreitung von Baggergut in Salzwassersystemen wird die vereinheitlichte Gehaltsprüfung als Kriterium verwendet. Die Übergangswerte der Evaluationsnote Wasser sind entfallen, außer denen für HCB (Delfzijl).

Die geltenden Zahlenwerte für die vereinheitlichte Gehaltsprüfung sind in Tabelle 2 dieser Anlage aufgeführt. Ansonsten gelten dieselben Kriterien wie beim Prüfwert genannt.

Grenzwerte (grenswaarden)

Diese Zahlenwerte werden bei der Klasseneinteilung Wasserboden benutzt und sind in Tabelle A - 2 enthalten. Die Grenzwerte aus dem ENW (siehe Glossar), die nicht in Tabelle A - 2 enthalten sind, sind weggefallen.

Zielwerte (streefwaarden)

Bezüglich des Gebrauchs von Zielwerten als Produktqualitätsnorm (beispielsweise die Unbedenklichkeitserklärung Böden) wird auf Tabelle 1 hingewiesen. Ergänzend dazu sind eine Reihe von Summen-Zielwerten von Bedeutung, wie sie unter anderem in den Rundschreiben zum Bodenschutzgesetz aufgeführt sind. Diese Summen-Zielwerte sind in dieser Tabelle aufgeführt, ebenso wie bestehende

Zielwerte von Stoffen, die nicht in Tabelle A - 1 genannt sind. Für den Zielwert der Summe 10 PAK ist die Bodentypkorrektur für Sandsedimente ebenfalls weggefallen.

Unlängst wurde eine Änderung für die Prüfungsregel vorgeschlagen, wie sie unter anderem in der Regelung zur Festlegung der Klasseneinteilung von Wartungsschlamm Eingang gefunden hat: von sauberem Boden (Klasse 0) kann geredet werden, wenn alle gemessenen Konzentrationen unter dem Zwischenwert ($0,5 \times (\text{Zielwert} + \text{Interventionswert})$) und unter dem Prüfwert liegen und wenn höchstens zwei Stoffe den Zielwert um höchstens den Faktor 2 überschreiten. Wenn 10 oder mehr Stoffe gemessen wurden, dürfen drei Stoffe diesen Grenzwert überschreiten, bei mehr als 20 Stoffen beträgt die Höchstzahl an Überschreitungen 4. Ausgenommen PAK.

Problemstoffe

Zur Orientierung an den vorgeschlagenen Zahlenwerten für die MZR-Ebene wurden die Messdaten für Oberflächenwasser und für Schwebstoffe aus den Jahren 1995/1996 aus dem Datenbestand der Kommission Übergreifende Wasserwirtschaft an den neuen MZR-Werten gemessen. Zu den nationalen Problemstoffen zählen Stoffe, die hohe, aber nicht sehr häufig vorkommende Überschreitungen von MZR-Werten zeigen sowie Stoffe, die begrenzte, aber häufig vorkommende Überschreitungen von MZR-Werten aufweisen. Es geht hier in erster Linie um Pestizide und einige Metalle, PAK und PCB (siehe Tabelle A - 2).

Nationale Problemstoffe

Nachstehende Tabelle verschafft eine Übersicht über die nationalen Problemstoffe nach der Gewichtung von Messdaten an den MZR-Werten verschiedener Stoffe (1994 - 1996)

Oberfläche	Oberflächenwasser	Schwebstoff
hohe Überschreitung MZR	regelmäßige Überschreitung MZR	regelmäßige Überschreitung MZR
Dichloorvos Parathion(-ethyl) Carbendazim	kwik koper nikkel zink trifenylnitro-verbindingen diuron simazin propoxur cholinesteraseremmers VOX totaal-fosfaat totaal-stikstof	koper cadmium kwik nikkel zink PAK PCB HCB minerale olie

Lokal und pro Wassersystem kann das Bild stark von obenstehender Tabelle abweichen. Für eine ansehnliche Anzahl von Stoffen kann keine Aussage getroffen werden, da der MZR-Wert unter der derzeit gängigen Nachweisgrenze liegt. Im Bekämpfungsmittelbericht (1998) wird die Kommission Übergreifende Wasserwirtschaft über diesen Punkt näher Aufschluss geben.

Tabelle A - 2⁷: Umgang mit verunreinigtem Sediment

	SEDIMENT						GRUNDWASSER	
	Zielwert Summen- parameter	Grenz- wert ENW	vereinheit- lichte Gehalts- prüfung Salz- wasser	Prüfwert	Interven- tionswert	Hinweis- wert	Interven- tionswert	Zielwert Summen- parameter
METALLE		mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	ug/l	
Cadmium		2	4	7,5	12	30	6	
kwik		0,5	1,2	1,6	10	15	0,3	
koper		36	60	90	190	400	75	
nikkel		35	45	45	210	200	75	
lood		530	110	530	530	1000	75	
zink		480	365	720	720	2500	800	
Chroom		380	120	380	380	1000	30	
Arseen		55	29	55	55	150	60	
ORGANISCHE VERBINDUNGEN								
PAK	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.		ug/l	
Naftaleen	-	0,015	0,8	-	-		70	
Anthraceen	-	0,05	0,8	-	-		5	
Fenantreen	-	0,05	0,8	-	-		5	
Fluorantheen	-	0,3	2	-	-		1	
benz(a)anthraceen	-	0,05	0,8	-	-		0,5	
Chryseen	-	0,05	0,8	-	-		0,2	
benzo(k)fluorantheen	-	0,2	0,8	-	-		0,05	
benzo(a)pyreen	-	0,05	0,8	-	-		0,05	
benzo(ghi)peryleen	-	0,05	0,8	-	-		0,05	
Indenopyreen	-	0,05	0,8	-	-		0,05	
som 10-PAK	SW = 1	1*	-	10 *	40 *		-	
PCB	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.		ug/l	ug/l
PCB-28	-	0,004	0,03	0,03	-		-	-
PCB-52	-	0,004	0,03	0,03	-		-	-
PCB-101	-	0,004	0,03	0,03	-		-	-
PCB-118	-	0,004	0,03	0,03	-		-	-
PCB-138	-	0,004	0,03	0,03	-		-	-
PCB-153	-	0,004	0,03	0,03	-		-	-
PCB-180	-	0,004	0,03	0,03	-		-	-
som 7-PCB	SW = 0,02	-	-	0,2	1		0,01	sw = 0,01
Sonstige Stoffe	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.		ug/l	
Minerale olie (IR)	-	1000	1250	3000	5000		600	-
EOX	-	-	-	7	-		-	-
Flüchtige Halogen- Kohlenwasserstoffe	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.		ug/l	
Pentachloorbenzeen	-	0,3	-	0,3	-		1	-
Hexachloorbenzeen	-	0,004	0,02***	0,02	-		0,5	-
som chloorbenzenen (excl.HCB)	SW = 0,03	-	-	-	30		-	-
Chlorphenole	mg/kg T.s.	mg/k T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.		ug/l	
Pentachloorfenol	-	0,02	-	5	5		3	
som chloorfenolen	SW = 0,01	-	-	-	10		-	
Organochlorbekämp-	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.		ug/l	ug/l

⁷ Bemerkung.: Alle genannten Metalle, Organische Verbindungen und Allgemeine Stoffe sind in Niederländisch

Verteilungs- und Anwendungsplanung: uniforme Gehaltsprüfung & Prüfwert. Sanierungsplanung: Interventionswert & Hinweiswert.

Die dazu gehörigen Zielwerte für einzelne Stoffe sind in Tabelle 1 aufgeführt. Die Zahlenwerte gelten für einen Standardboden mit 10% organischem Stoff und 25% Ton. Die Zahlenwerte für Sediment sind auf der Grundlage von Trockenstoff-Gehaltswerten angegeben, vorbehaltlich anderslautender Angaben.



	SEDIMENT						GRUNDWASSER	
	Zielwert Summen- parameter	Grenz- wert ENW	vereinheit- lichte Gehalts- prüfung Salz- wasser	Prüfwert	Interven- tionswert	Hinweis- wert	Interven- tionswert	Zielwert Summen- parameter
fungsmittel								
aldrin	-	-	-	-	-	-	-	-
Dieldrin	-	0,02	0,02	-	-	-	-	-
aldrin + dieldrin	-	0,04	-	0,04	-	-	-	-
endrin	-	0,04	-	0,04	-	-	-	-
som drins	SW = 0,005	-	-	-	4	-	0,1	SW = 0,0001
som DDT/DDD/DDE	SW = 0,01	0,01	0,02	0,04	4	-	0,3	SW = 0,004
a-endosulfan	-	-	-	-	4	-	5	-
a-endosulfan + -sulfaat	-	0,01	-	0,02	-	-	-	-
a-HCH	-	-	-	0,02	-	-	-	-
b-HCH	-	-	-	0,02	-	-	-	-
j-HCH (lindaan)	-	0,001	0,02	0,02	-	-	-	-
som HCH's (a , g , b , d)	SW = 0,01	-	-	-	2	-	1	SW = 0,05
Heptachloor	-	-	-	-	4	-	0,3	-
Heptachloorepoxide	-	-	-	-	4	-	3	-
Heptachloor + epoxide	-	0,02	-	0,02	-	-	-	-
Chloordaan	-	0,02	-	0,02	4	-	0,2	-
Hexachloorbutadien	sw=0,0025	0,02	-	0,02	-	-	-	-
som pesticiden	-	-	-	0,1	-	-	-	-
Organozinnverbindingen	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.		ug/l	
som totaal								
zoet:	sw = 0,001	0,0025	-	-	2,5	-	0,7	sw = 0,001
zout:	sw = 0,00001	-	-	-	2,5	-	0,7	-

Tabelle A - 3: Sonstige Interventionswerte und dazu gehörige Zielwerte, die im Einzelfall von Bedeutung sein können

SONSTIGE GELEGENTLICHE INTER- VENTIONS- UND ZIELWERTE	Sediment		Grundwasser	
	Interventionswert	nationaler Zielwert	Interventions- wert	Zielwert
METALLE	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	ug/l	ug/l
Antimoon	15	3	20	0,15
Barium	625	160	625	200
cobalt	240	9	100	0,7
Molybdeen	200	3	300	3,6
Beryllium	30 (i)	1,1	-	-
zilver	15 (l)	-	-	-
ORGANISCHE VERBINDUNGEN				
Chlorierte Kohlenwasserstoffe	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	ug/l	ug/l
Chloornaftaleen	10	-	6	-
Vinylchloride	0,1	0,01	5	5
Dioxine	0,001 TCDD- eq (i)	-	-	-
som chlooranilines	-	0,005	-	-
Flüchtige Halogen-Kohlenwasserstoffe	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	ug/l	ug/l
Dichloormethaan	10	0,4	1000	200
1,1-dichloorethaan	15	0,02	900	7
1,2-dichloormethaan	4	0,02	400	7
1,1-dichlooretheen	-	0,1	-	-
1,2-dichlooretheen	1	0,2	20	20
1,1,1-trichloorethaan	15	0,07	300	21
1,1,2-trichloorethaan	-	0,4	-	-
Trichloormethaan	10	0,02	400	6
Trichlooretheen	60	0,1	500	24
Tetrachloormethaan	1	0,4	10	10
Tetrachlooretheen	4	0,002	40	3
Monochloorbenzeen	-	-	180	7
som dichloorbenzenen	-	-	50	3
som trichloorbenzenen	-	-	10	0,7



SONSTIGE GELEGENTLICHE INTERVENTIONS- UND ZIELWERTE	Sediment		Grundwasser	
	Interventionswert	nationaler Zielwert	Interventionswert	Zielwert
som tetrachloorbenzenen	-	-	2,5	0,2
som monochloorfenolen	-	-	100	0,3
som dichloorfenolen	-	-	30	0,2
som trichloorfenolen	-	-	10	0,03
som tetrachloorfenolen	-	-	10	0,01
Organophosphorverbindungen	mg/kg T.s.	ug/kg T.s.	ug/l	ug/l
Azinfosmethyl	2 (i)	0,005	-	-
Karbamate & Dithio-Karbamate	mg/kg T.s.	ug/kg T.s.	ug/l	ug/l
Carbaryl	5	0,03	50	0,002
Carbofuran	2	0,02	100	0,009
Maneb	35	2	0,1	-
Triazine, Pyridazine & Triazole	mg/kg T.s.	ug/kg T.s.	ug/l	ug/l
atrazin	6	0,2	150	0,029
SONSTIGE VERUNREINIGUNGEN	mg/kg T.s.	mg/kg T.s.	ug/l	ug/l
Cyaniden-vrij	20	1 **	1500	5
Cyanide (complex, pH < 5)	650	5 **	1500	10
Cynadie (complex, pH > 5)	50	5 **	1500	10
Thiocyanaten	20	1 **	1500	5
Benzeen	1	0,01	30	4
Ethylbenzeen	50	0,03	150	0,2
Tolueen	130	0,01	1000	7
som xylenen	25	0,1	70	4
fenol	40	0,05	2000	0,2
som cresolen	5	0,05 **	200	0,2
Catechol	20	0,05 **	1250	0,2
Resorcinol	10	0,05 **	600	0,2
Hydrochinon	10	0,05 **	800	0,2
Tetrahydrofuran	2	0,1 **	300	0,5
Tetrahydrothiofeen	90	0,1 **	5000	0,5
Cyclohexanon	45	0,1 **	15000	0,5
Styreen	100	0,3	300	6
som ftalaten	60	0,1 **	5	0,5
Pyridine	0,5	0,1 **	30	0,5
Dodecylbenzeen	1000 (i)	-	-	-
Aromatische oplosmiddelen	200 (i)	-	-	-
Ethyleen glycol	100 (i)	-	-	-
Diethyleen glycol	270 (i)	-	-	-
Acrylonitril	0,1 (i)	-	-	-
Formaldehyde	0,1 (i)	-	-	-
Methanol	30 (i)	-	-	-
Butanol	30 (i)	-	-	-
Butylacetaat	100 (i)	-	-	-
methyl-tert-butyl ether	100 (i)	-	-	-
Methylethylketon	35 (i)	-	-	-

Legende (Tabelle A - 2 und Tabelle A - 3)

* für PAK entfällt die Bodentypkorrektur für Sandböden (org. Stoff <10%)

SW Zielwert, siehe auch Tabelle 1

** nicht auf der Grundlage von Risikogrenzen

(i) indikative Ebene für gravierende Verschmutzung

*** Gehaltsprüfung HCB für Delfzijl 0,1 mg/kg T.s. (bis 2002)



Tabelle A - 4: National geltende Hintergrundkonzentrationen

(Bemerkung.: Alle genannten Metalle, Organische Verbindungen und Allgemeine Stoffe sind in Niederländisch)

Die Zahlenwerte für Wasser-Gesamt gelten für den Standard von 30 mg/l Schwebstoff. Die Zahlenwerte für Boden und Sediment gelten für Standardboden (S.b.) aus 10% organischem Stoff und 25% Ton. Ref.: IWINS, 1997

METALLE	OBERFLÄCHENWASSER		SEDIMENT & BODEN	GRUNDWASSER
	nationale Hintergrundkonzentration	nationale Hintergrundkonzentration	nationale Hintergrundkonzentration	nationale Hintergrundkonzentration
	gelöst ug/l	gesamt ug/l	Trockenstoff mg/kg T.s.	Trockenstoff ug/l
Cadmium	0,08	0,4	0,8	0,06
Anorganisch kwik	0,01	0,06	0,3	-
methyl-kwik	0,01	0,06	0,3	-
Koper	0,4	1,1	36	1,3
Nikkel	3,3	4,1	35	2,1
Lood	0,2	3,1	85	1,6
Zink	2,8	12	140	24
Chroom	0,2	1,6	100	2,4
Arseen	0,8	1	29	7
Antimoon	0,3	0,3	3	0,09
Barium	73	76	160	200
Beryllium	0,02	0,02	1,1	0,05
Cobalt	0,2	0,2	9	0,6
Molybdeen	1,4	1,4	0,5	0,7
Seleen	0,04	0,04	0,7	0,02
Thalium	0,04	0,04	1	< 2
Tin	0,0002	0,002	19	< 2
Vanadium	0,8	1	42	1,2



ANLAGE 2 NIEDERLÄNDISCHE VORSCHRIFTEN FÜR SUBAQUATISCHE ABLAGERUNGEN VON BAGGERGUT

Originaltitel „Directive for Confined Disposal Facilities for Contaminated Dredged Material - Protection of groundwater, 1999 (in Prep.).“ Status: Konzept, (noch) kein Politisches Dokument

1.	EINFÜHRUNG	141
2.	ERLÄUTERUNG DER RICHTLINIE ISOLATION	141
3.	ERLÄUTERUNG ISOLATIONSMAßNAHMEN	145
4.	ERLÄUTERUNGEN DER AUSWAHL DES GELÄNDES	146
5.	LITERATUR	147

1. EINFÜHRUNG

Die politische Grundsatzaussage über die Entsorgung von Baggergut (Zweite Kammer, Ratsjahr 1993 -1994, 23450, Nr. 1) enthält im Teil 2 eine Richtlinie für die gesicherte Unterbringung von Baggergut. Seitdem wurden auf dem Gebiet des Entwurfs und der Errichtung speziell eingerichteter Depots für Baggergut viel Erfahrungen gewonnen und ein großer Teil der in dieser Grundsatzaussage erwähnten Forschungsprogramme wurde erfolgreich abgeschlossen (Arbeitsgruppen Referenzentwurf WRO-Berichte 1995-1998). Darüber hinaus wurde im Jahre 1996 eine Auswertung der genannten Richtlinien abgeschlossen (DWW, RWS). Auf der Basis des derzeitigen Wissenstandes wurde die folgende neue Richtlinie neu formuliert. Die vorliegende Richtlinie stimmt im wesentlichen mit der zuvor genannten Originalrichtlinie so eng wie nur möglich überein. In den Erklärungen zu dieser Richtlinie werden eine Reihe von Punkten im Detail erläutert.

Wie die bereits erschienenen Richtlinien konzentriert sich die vorliegende Richtlinie auf den Grundwasserschutz für Einrichtungen über und unterhalb des Grundwasserspiegels. Die WVO und WVZ Instrumente liefern bereits ausreichende Optionen zur gebietsspezifischen Bewertung in bezug auf die Zulassung von Emissionen in das Oberflächenwasser.

2. ERLÄUTERUNG DER RICHTLINIE ISOLATION

Bewertung mittels Zielwerten

Baggergut, das Unterwasser abgelagert wird, befindet sich oft in einer anaeroben Umwelt. Schwermetalle, mit Ausnahme von Cr und As, treten oft als schwer lösliche Schwefelverbindungen in Baggergut auf, so dass in vielen Fällen, die



Porenwasserkonzentration niedriger ist als die gesetzten Grundwasser-Zielwerte. Zusätzlich zum Gesamtgehalt sollte auch in jeder tatsächlichen Situation die Porenwasserkonzentration auf Schwermetalle überwacht (analysiert) werden.

In bezug auf organische Schadstoffe sollte das Porenwasser insbesondere auf mobile organische Mikroschadstoffe analysiert werden. In bezug auf die Porenwasseranalyse sollte beachtet werden, dass die Porenwassergesamtkonzentration festgestellt werden kann, d.h. es ist nicht nötig, zwischen frei löslichen und DOC Konzentrationen zu unterscheiden (siehe 'Memorandum Isolationsforschung für Spezialdepots für Baggergut', WRO 1998', *Deelnota Isolatie-onderzoek van Speciedepots; WRO 1998* und andere Quellen).

Oft sind die organischen Schadstoffkonzentrationen gleich Null (mögliche Schadstoffe sind kaum bis zum Wasserleiter durchgedrungen). Daher ist es realistisch, bei Modellberechnungen einen Ausgangskonzentrationswert = 0 anzunehmen. Es kann jedoch vorkommen, dass in einem spezifischen Gebiet der Wasserleiter derart von Schadstoffen belastet ist, dass Dispersionsberechnungen mit der Annahme der Ausgangskonzentration = 0 ein falsches Bild über die tatsächliche Situation vermitteln. Wenn jedoch in solchen Situationen der tatsächliche (zur Zeit auftretende) Porenwasserwert in die Modellberechnungen aufgenommen wird, kann es beim Vergleich mit bereits aufgezeichneten Dispersionskriterien (zulässiges betroffenes Gebiet) zu Problemen kommen. Das aktuell auftretende Porenwasser mag bereits dem Zielwert sehr nahe kommen, so dass selbst bei einer sehr leichten Emission die Dispersionskriterien überschritten werden. Alternativ kann die Porenwasserkonzentration bereits den Zielwert überschreiten und es daher unmöglich machen, die Auswirkung der Baggergutdepot auf die Umwelt zu ermitteln. Es ist daher wichtig, für die Berechnung eine Ausgangskonzentration = 0 anzunehmen.

Wenn es im Kontext der Umweltverträglichkeitsstudie (Environmental Impact Statement (EIS)) als notwendig erachtet wird einen Eindruck über zukünftige Porenwasserkonzentrationen in der Umgebung der Anlage zu erhalten, dann kann der aktuelle Porenwassergehalt im Wasserleiter in das Modell mit einbezogen werden.

Bewertung zulässiger Versickerungen

Es ist wichtig festzustellen, welche Substanzen die zulässige Versickerung überschreiten und um wieviel diese Versickerungen überschritten werden. Insbesondere müssen Schadstoffe, die die zulässige Versickerung erheblich überschreiten, mit den Dispersionskriterien verglichen werden.

Bewertung im Vergleich zu den Dispersionskriterien (*zulässiges betroffenes Gebiet*)

Die zulässige Versickerung kann selbst dann überschritten werden, wenn die Schadstoffdispersion im Wasserleiter nur sehr langsam voranschreitet. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn die Fließgeschwindigkeit im Wasserleiter sehr gering ist und ein relativ hoher Anteil von organischem Material vorliegt (Abbildung 5-1).

Im Vergleich dazu kann eine relativ hohe Fließgeschwindigkeit und ein relativ niedriger Gehalt von organischem Material im Wasserleiter dazu führen, dass der zulässige betroffene Bereich überschritten wird (Abbildung 5-2, bei einer Depot unterhalb der Erdoberfläche, Abbildung 5-3 für eine Depot oberhalb der Erdoberfläche). Bei Modellberechnungen müssen die korrekten Parameter benutzt werden. Die Erfahrung hat gezeigt, dass der tatsächliche organische Materialgehalt



des Wasserleiters festgestellt werden sollte. Bei einer Anlage über dem Grundwasserspiegel muss der belastete Teil der ungesättigten Zone des Bodens (zwischen Basis der Anlage und dem Wasserspiegel) in den betroffenen Bereich mit einbezogen werden.

In bezug auf die Auswahl des Dispersionskriterium sollte folgendes beachtet werden:

- Wenn die aus der Anlage entstehende Schadstoffbelastung eingeschränkt werden soll, dann ist ein Dispersionskriterium in Form eines zulässigen Bereiches (Volumen), in der eine Dispersion zulässig ist, eine gute Einrichtung. Die Wahl des Umfangs des Gebiets, das über eine gewisse Zeit beeinträchtigt werden darf, ist umstritten und kann mit der Frage verbunden werden, was als akzeptabel angesehen wird. Im Grundsatzdokument zur Entsorgung von Baggergut (1993-1994) wurde das Kriterium gesetzt, dass nach 10.000 Jahren das Volumen des belasteten Wassers im Wasserleiter nicht die Größe der eigentlichen Anlage überschreiten soll. Zur Zeit gibt es keine Gründe, von diesem Kriterium abzuweichen. Von den erhältlichen Modellberechnungen ausgehend scheint es, dass das angewandte Dispersionskriterium zwischen Bereichen mit relativ geringer Dispersion (Kriterium wird nicht überschritten: es sind keine substantiellen Isolationsmaßnahmen notwendig) und Bereichen mit relativ hoher Dispersion (das Kriterium wird überschritten, es ist notwendig zu versuchen, weitere Isolationsmaßnahmen zu unternehmen) unterscheidet. In neuen Richtlinien mag das gewählte Kriterium mehr oder weniger streng gefordert werden.
- In der Praxis wird vereinzelt der in der Berechnung benutzte Zeitraum von 10.000 Jahren kritisiert. In vielen Fällen wird dieser Zeitraum als unrealistisch erachtet und es wird vertreten, dass der Zeitraum für die Berechnungen auf 1000 oder 100 Jahre reduziert werden sollte. Jedoch ist auch dies keine Lösung, da in solchen Fällen der zulässige belastete Bereich (Volumen) ebenfalls verändert werden muss, so dass sich grundsätzlich nichts ändern würde. Zur gleichen Zeit sollte beachtet werden, dass in vielen Studien ein Zeitraum von 10.000 Jahren benutzt wird, um die Unterschiede zwischen Standortwahl, Isolationsverfahren und Entsorgungsszenarien zur Anregung der Diskussion darzustellen. Und selbst hier ist die Dauer des Berechnungszeitraums nicht so entscheidend, und Vergleiche können für kürzere oder längere Zeiträumen unternommen werden. Mit Hinsicht auf Umweltberichte kann es nützlich sein, Berechnungen für kürzere Zeiten als 10.000 Jahre zu unternehmen, z.B. 100 oder 1000 Jahre.
- Letztendlich sollte festgestellt werden, daß nicht nur die Auswahl eines spezifischen Dispersionskriterium wichtig ist, sondern auch, wie es gehandhabt wird. Im diesem Entwurf einer Richtlinie ist es notwendig zu erwägen, welche Maßnahmen möglich sind, um die Dispersion von Schadstoffen im und zum Grundwasser zu begrenzen. Das hat zur Folge, dass die Effektivität der unternommenen Maßnahmen mit den erforderlichen Kosten verglichen werden müssen (ALARA Prinzip).
- Unter manchen Umständen kann es im Kontext einer Umweltverträglichkeitsuntersuchung ratsam sein, die Frachten der Emissionen zu berücksichtigen.

Dafür werden im folgenden einige Beispiele angegeben.

- Eine hohe Fließgeschwindigkeit im Wasserleiter wird durch eine hohe Versickerung aus dem Depot begleitet (die zulässige Versickerung wird bedeutend überschritten), während als Ergebnis einer Verdünnung der *betroffene Bereich* klein ist und die Dispersionskriterien erfüllt werden. In diesem Falle sind auf der Grundlage der gestuften Bewertung keine weiteren Maßnahmen nötig. Dies kann auftreten, wenn Modellberechnungen unternommen werden, in denen für die "Nullsituation" angenommen wurde, dass die Konzentrationen aller Schadstoffe im Grundwasser gleich Null sind. In der Tat wird hier eine hohe Versickerung von einer hohen Schadstofffracht begleitet. Wenn in den Augen der zuständigen Behörde die berechnete Fracht für den Bereich des Depots zu hoch ist, selbst wenn das Dispersionskriterium noch nicht überschritten wurde, können Isolationsmaßnahmen zur Frachtbegrenzung erwogen werden.
- In manchen Gebieten besteht eine sehr effektive natürliche geohydrologische Isolation. Ein solche Situation kann in der Nähe eines Flusses auftreten. Wenn Substanzen über das Grundwasser in den Fluss transportiert werden, ist diese Auswirkung oft nicht messbar (die Erhöhung der Konzentration im Flusswasser). Wenn das Depot nahe an einem Fluss liegt ist es möglich, dass trotz einer hohen Versickerung aufgrund der Lage der Anlage das zulässige betroffene Gebiet nicht überschritten wird (Siehe Abbildung 5-4). Wenn die Schadstofffracht im Fluss in vermieden werden soll, kann eine organikreiche Schicht auf dem Boden und an den Seiten des Depots aufgebracht werden (siehe weitere Erklärungen der Isolationsmaßnahmen).
Wenn das Depot weiter vom Fluss entfernt liegt, dann kann der zulässige Bereich überschritten werden (Abbildung 5-5). Die Anwendung eines geohydrologischen Isolationssystems zwischen dem Depot und dem Fluss zeigt oft keine Wirkung, wenn das ausgepumpte Wasser ohne vorherige Reinigung in den Fluss gepumpt wird. In einem solchen Fall muß folgendes erwogen werden:
 - Nutzung des geohydrologischen Systems des Flusses (und akzeptieren der Tatsache, dass die Dispersionskriterien überschritten werden).
 - Die Anlage einer organisch angereicherten Sandschicht auf dem Boden und an den Seiten / Hängen des Depots (Siehe weitere Erklärungen zu den Isolationsmaßnahmen)

Begrenzung des advektiven Transports, im Vergleich zu der alten "2mm/Jahr" Anforderung

Die frühere Richtlinie verlangte zur Reduzierung des advektiven Transports von Schadstoffen, besonders in Zeiträumen nach der Konsolidierungsphase den Wassertransport auf 2mm / Jahr zu begrenzen. In der jetzigen Ausgabe der Richtlinie wird diese Bedingung nicht mehr verlangt, weil:

- der advektive Transport nach der Konsolidierungsphase im Prinzip gleich Null ist, wenn der Wasserstand kontrolliert wird. Wenn der Wasserspiegel nicht kontrolliert wird, kann nur eine Abschätzung des tatsächlichen advektiven Transports erfolgen (abhängig von der hydraulischen Resistenz der Anlage, die nicht akkurat vorausgesagt werden kann).

- mit dem advektiven Transport kann auch auf andere Weise umgegangen werden, zum Beispiel mittels einer Adsorptionsschicht, oder die Dispersion im Wasserleiter kann mittels geohydrologischer Isolation begrenzt werden.

Auf der Basis des genannten darf angenommen werden:

- dass eine Wasserstandskontrolle nicht unter allen Umständen nötig ist;
- dass je nach Situation der advective Transport in anderer Form behandelt werden kann, so dass die Anforderung eines maximalen Wassertransports von 2 mm / Jahr nicht weiter aufrechterhalten werden muss.

3. ERLÄUTERUNG ISOLATIONSMAßNAHMEN

In Fällen, in denen aufgrund unterschiedlicher Wasserspiegel in dem Depot eine Schadstoffinfiltration über den Wasserpfad aus dem Depot in den Wasserleiter erfolgt, ist die Kontrolle des Wasserstands eine effektive Methode, den Fluss von belastetem Wasser in den Wasserleiter einzugrenzen (Füllungs- und Konsolidierungsphase) oder diese Bewegung vollkommen zu eliminieren (nach der Konsolidierungsphase).

Selbst bei einer ordnungsgemäßen Wasserstandskontrolle kann die zulässige Versickerung immer noch überschritten werden (einschließlich der in der Konsolidierungsphase resultierenden Auspressung belasteten Wassers und dem diffusen Transport vor und nach der Konsolidierungsphase).

In der Zwischenzeit erbrachten Forschungsergebnisse, dass es im Prinzip eine Reihe von möglichen Isolationstechniken gibt, mit denen die Überschreitung der zulässigen Versickerung vermieden werden kann (und durch die der advective Transport während der Konsolidierungsphase niedriger als 2 mm / Jahr gehalten werden kann). Zur weiteren Information über die genannten Isolationsmethoden (doppelte Folienschicht, Niederschlagsschicht oder aktive Kohlenstoffschicht auf dem Boden und an den Seiten des Depots) siehe *Deelnota Isolatie-onderzoek van Speciedepots*: WRO 1998. Diese Techniken sind sehr kostenaufwendig (100 - 200 NGL per m²), obwohl die Anwendung der Niederschlagstechnik möglicherweise kostengünstiger ist. Zu ihrem praktischen Einsatz bedürfen die verschiedenen Methoden weiterer Entwicklung, während sehr wenig bekannt ist über die möglichen Risiken bei Versagen – teilweise aufgrund mangelnder Erfahrung. Obwohl diese und möglicherweise auch andere Isolationstechniken eine Lösung für die Zukunft sein können, sind sie aufgrund der bereits genannten Gründe noch keine Methoden, die den ALARA-Ansprüchen genügen. Im Prinzip jedoch können Techniken, die sich innerhalb des Rahmens dieser Richtlinien befinden, jedoch nicht in das ALARA-Prinzip fallen, verwendet werden, wenn aufgezeigt werden kann, dass sie eine äquivalente Isolationsfunktion erfüllen.

Aufgrund der veränderten Erkenntnisse in bezug auf die Mobilität von Substanzen (siehe *Deelnota Isolation-onderzoek van Speciedepots*; WRO 1998) scheint es, dass im Prinzip eine effektive Isolation durch eine organikreiche Sandschicht erreicht werden kann. Die Kosten hierfür werden vorläufig auf 10 NGL pro m² geschätzt. Eine derartige Schicht kann möglicherweise durch die Vermischung von Kompost mit dem Unterboden und dem Boden der Seitenhänge bis auf eine Tiefe von 0,5 Meter gebildet werden. Alternativ kann eine Sandschicht mit organischem Material auf den Boden und den Seitenhängen angelegt werden. Im letzteren Falle kann das

organische Material bereits vorhanden sein, oder es kann vor dem Auftragen mit dem Sand vermischt werden. Die granulare Zusammensetzung des Materials muss derart beschaffen sein, dass die Schicht stabil im Hinblick auf die Standfestigkeit ist.

Der Isolationseffekt einer solchen Schicht hängt von seiner Absorption ab, Schadstoffe können erst nach Tausenden von Jahren eine derartige Absorptionsschicht *durchbrechen*, deren Isolationseffekt dann verloren wird. Bis zu diesem *Durchbruch* werden sowohl der advective und diffuse Transport nicht auftreten (während der Auffüll- und Konsolidierungsphase und dem Zeitraum danach, bis es zum Durchbruch kommt.)

Grobe Berechnungen haben ergeben, dass selbst beim Auftreten des advectiven Transports die Durchbruchzeit anhand von Formeln errechnet werden kann (siehe *Deelnota Isolation-onderzoek van Speciedepots: WRO 1998*). Wenn sowohl der advective Transport als auch diffuse Transport vorkommen, kann mittels eines Modells (numerische Berechnung) eine akkuratere Festlegung der benötigten Schicht (Durchbruchzeit) erarbeitet werden.

Obwohl es noch keine Erfahrungswerte über die Anwendung einer organisch angereicherten Sandschicht gibt, wird nicht angenommen, dass es bei dieser Anlegungsmethode zu Problemen kommen wird. Es wird jedoch noch mehr Forschungsarbeit erforderlich. Diese Isolationsmethode genügt den Anforderungen des ALARA Prinzips nur dann, wenn festgestellt wird, dass seine Anwendung relativ kostengünstig ausgeführt werden kann. Prinzipiell hat die Anwendung von organisch angereicherter Ton den gleichen Effekt, jedoch kann aus technischen Gründen eine Tonschicht nicht auf Seitenhängen angewendet werden.

Des weiteren sollte beachtet werden, dass Forschung im Bereich der geohydrologischen Isolationssysteme gezeigt hat, dass es an vielen Stellen möglich ist, ein effektives geohydrologisches Isolationssystem anzulegen, das zu einem großen Teil die weitere Dispersion von Substanzen über den Wasserleiter begrenzt (siehe Abbildung 5-6). Der Transport von Substanzen, die nicht gepumpt wurden (*Leckagen-Versickerung*) kann daher niedriger als die zulässige Versickerung sein. Solche System sind relativ billig (5 oder weniger NGL pro m² des Deponiegebiets) und müssen im Prinzip erst dann installiert werden, wenn die Notwendigkeit erkannt wurde (Monitoringssystem). Siehe *Deelnota Isolatie-Onderzoek: WRO 1998*.

4. ERLÄUTERUNGEN DER AUSWAHL DES GELÄNDES

In der derzeitigen Grundsatzaussage gibt es keine Anforderung und Richtlinien in bezug auf die richtige Wahl eines Standortes, einschließlich der Mächtigkeit des Wasserleiters, Fließgeschwindigkeit und Versickerung / Infiltration). Vom derzeitigen Wissensstand her kann erkannt werden, dass in der Praxis die Wahl sehr begrenzt ausfällt, während es zur gleichen Zeit auch offensichtlich ist, dass die meisten Geländeformen kaum technische Probleme in der Anlage eines Depots aufzeigen. Trotzdem wird verlangt, dass für jedes Gelände auf dem die Anlage eines Baggergutdepots geplant wird, ein effektives geohydrologisches System angelegt werden kann, so dass mögliche zukünftige Leckagen geringer ausfallen als der zulässige Versickerungswert.

Bei der Planung eines geohydrologischen Isolationssystems ist es erforderlich, etwaige Umweltschäden durch die Absenkung des Grundwasserspiegels in die Überlegungen mit einzubeziehen.

5. LITERATUR

1. Beleidsstandpunt Verwijdering Baggerspecie (Tweede Kamer, vergaderjaar 1993-1994)
2. Ontwerpaspecten van speciedepots; Werkgroep Referentie Ontwerp (WRO); Bouwdienst Rijkswaterstaat, hoofdrapport (feb. 1996) met verschillende deelrapporten, waaronder: Deelnota uitvoeringsmethoden en kosten van Isolation voor speciedepots; mei 1995.
3. Deelnota Isolation-onderzoek van Speciedepots; jan. 1998.
4. Evaluatie Criteria Baggerspeciéstortplaatsen; Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouw, 1996.

Begriffe

ALARA	So gering wie angemessen erreichbar (As Low As Reasonably Achievable)
ICM	Isolieren / Kontrollieren / Überwachen (Isolate/Control/Monitor)
Versickerung	der Transport von Substanzen, gemessen in Masse pro Oberfläche pro Zeiteinheit. Die zulässige Versickerung wird in Gramm/ha Jahr ausgedrückt.
DOC	Gelöster organischer Kohlenstoff (Dissolved Organic Carbon)
Ungesättigter Bereich	Teil des Bodens zwischen dem Grundwasserspiegel und der Erdoberfläche.



Tabelle A - 5: Zielwerte für Grundwasser und zulässige Versickerung in Baggergutdepots

	Zielwert für Grundwasser µg/l		Zulässige Versickerung (g/ha/Jahre)	
As	10	(7,2)	4,0	(4,35)
Cd	0,4	(0,06)	0,1	(0,12)
Cr	1	(2,5)	15	(15)
Co	20	(0,7)	3,0	(3,0)
Cu	15	(1,3)	5,0	(5,4)
Pb	15	(1,7)	10	(12,75)
Hg	0,05		0,04	
Mo	5	(3,6)	1,5	(1,5)
Ni	15	(2,1)	5,0	(5,25)
Sn	10		3,0	
Zn	65	(24)	20	(21)
Naphthalene	0,1	(0,01)	0,2	(0,02)
Anthracene	0,02	(0,0007)	0,04	(0,0014)
Phenanthrene	0,02	(0,003)	0,04	(0,006)
Fluoranthene	0,005	(0,003)	0,01	(0,006)
Benz(a)anthracene	0,002	(0,0001)	0,004	(0,0002)
Chrysene	0,002	(0,003)	0,004	(0,006)
Benzo(k)fluoranthene	0,001	(0,0004)	0,002	(0,0008)
Benzo(a)pyrene	0,001	(0,0005)	0,002	(0,001)
Benzo(ghi)perylene	0,0002	(0,0003)	0,0004	(0,0006)
Indeno(123cd)pyrene	0,0004	(0,0004)	0,0008	(0,0008)
indiv.chlorbenzene	0,01		0,02	
PCBs	-			
Aldrin	d (0,009 ng/l)			(0,000018)
Dieldrin	0,02 ng/l (0,1 ng/l)		0,00004 (0,0002)	
Endrin	d (0,04 ng/l)			(0,00008)
α-HCH	d (33 ng/l)			(0,066)
β-HCH	d (8 ng/l)			(0,016)
γ-HCH	0,2 ng/l (9 ng/l)		0,0004	(0,018)
Benzene	0,2	(0,2 ng/l)	0,4	(0,4)
Toluene	0,2	(7 ng/l)	0,4	(14)

*Die Werte in Klammern betreffen die neuen Werte aus der niederländische Vorschriften: Anlage 1 Konzept ministeriellen Richtlinie für Baggergutdepots an Land, Entwurf 2001 [Ministerie van VROM, 2001]



Abbildung A - 1: verunreinigtes Gebiet < Depotvolumen: keine Massnahmen notwendig

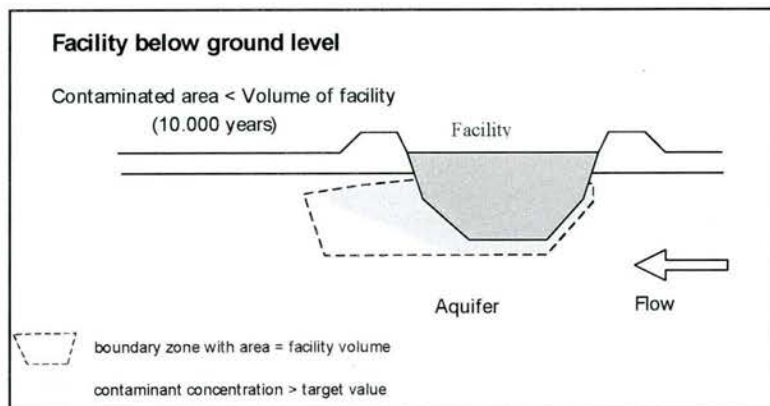


Abbildung A - 2: verunreinigtes Gebiet > Depotvolumen: isolierende Massnahmen notwendig

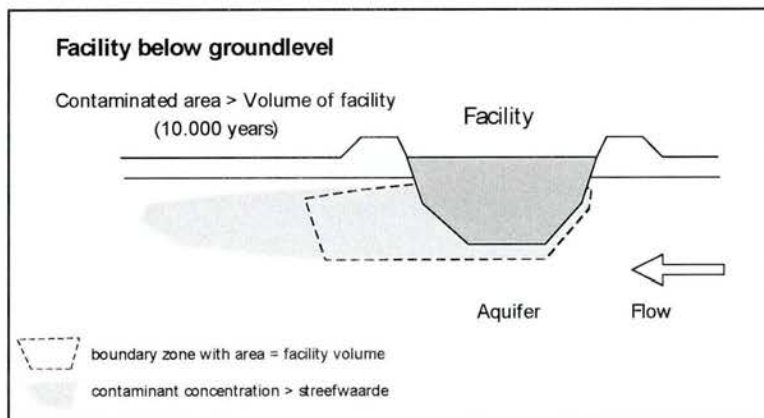


Abbildung A - 3: verunreinigtes Gebiet > Depotvolumen: isolierende Massnahmen notwendig

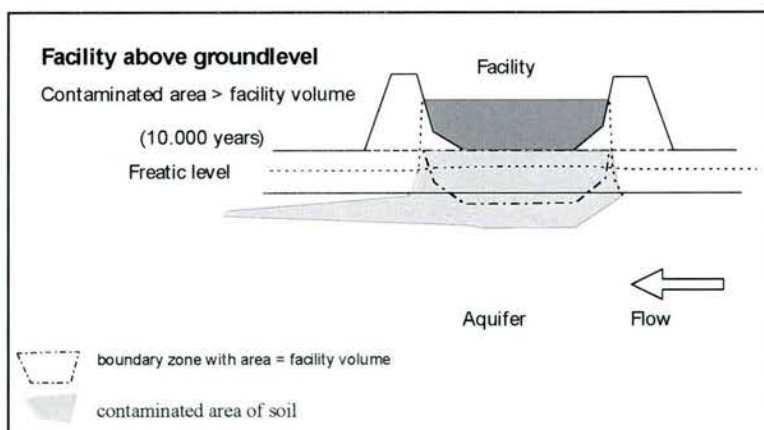


Abbildung A - 4: verunreinigtes Gebiet < Depotvolumen: doch Massnahmen notwendig

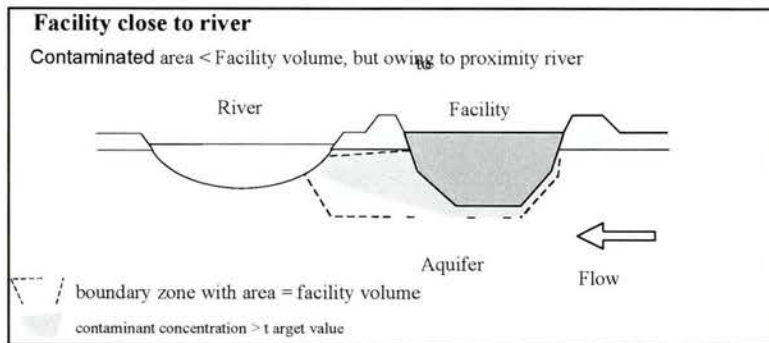


Abbildung A - 5: verunreinigtes Gebiet > Depotvolumen: isolierende Massnahmen notwendig

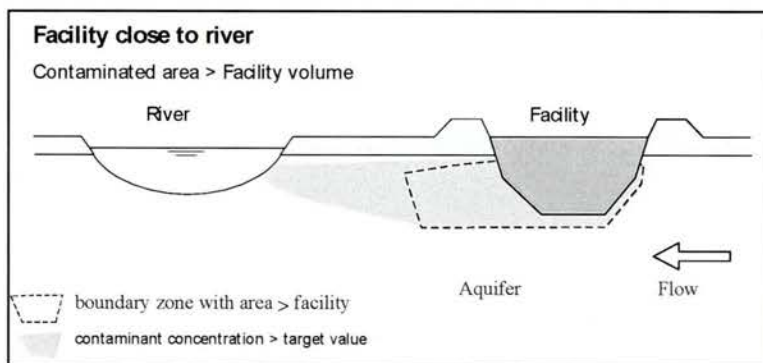
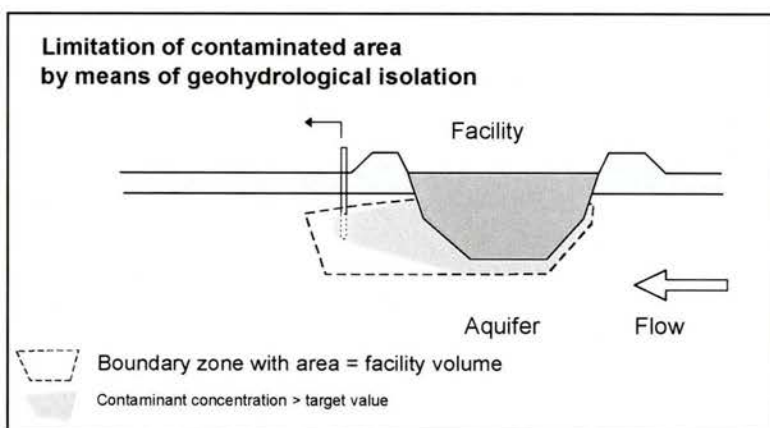


Abbildung A - 6: verunreinigtes Gebiet < Depotvolumen durch Geohydrologischen Isolation



ANLAGE 3 DER NIEDERLÄNDISCHE BAUSTOFFBESCHLUSS

Quelle: The Building Materials Decree Affects the Entire Building Industry, Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 2000

Siehe auch: www.minvrom.nl/milieu/bodembouwstoffenbesluit

Der Baustoffbeschuß enthält Vorschriften für die Verwendung von Baumaterialien für Gebäude und Erdbauwerke. Der Zweck des Erlasses ist die Vermeidung von Verschmutzungen des Grund- und Oberflächenwassers und des Bodens. Lehm und Sand sind als Baustoff zulässig, wenn dabei die Anforderungen des Baustoffbeschlusses erfüllt werden. Zu diesen Bedingungen darf Baggergut als Baustoff verwendet werden. Indem Baggergut als Baustoff verwendet wird, wird es nicht als Abfall betrachtet und braucht demzufolge nicht in einer entsprechenden Anlage verarbeitet zu werden.

Im Baustoffbeschluss werden drei Sekundärbaustoffkategorien unterschieden:

- Kategorie 0 = sauberer Baustoff,
- Kategorie 1 = leicht verunreinigter Baustoff,
- Kategorie 2 = verunreinigter Baustoff.

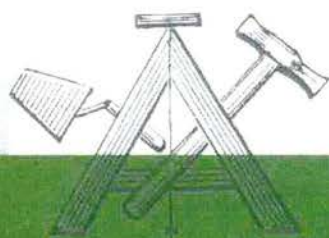
Der Baustoffbeschluss enthält Anforderungen bezüglich der Anwendung von Baustoffen der Kategorien 1 und 2. Baustoffe der Kategorien 1 und 2 müssen immer zurückgenommen werden können. Baustoffe der Kategorie 2 dürfen weder in Oberflächengewässern noch unter dem Grundwasserspiegel angewendet werden. Baustoffe der Kategorie 1 dürfen aufgrund des Baustoffbeschlusses subaquatisch angewendet werden, sofern sie zurückgenommen werden können.



MAY 2000

THE BUILDING MATERIALS DECREE

AFFECTS THE ENTIRE BUILDING INDUSTRY



INTRODUCTION

The Netherlands encourages the reuse of materials. Construction and demolition waste and industrial residues can often be recovered. If they can be, this option is preferable to incineration or disposal at landfills. Materials must be reused in a responsible manner, though, as both newly manufactured materials and those for reuse may contain substances we would prefer not to find in our surface water, groundwater or soil. With this in mind, the Building Materials Decree came into effect on 1 July 1999 for the use of stony materials and earth outside.

The Building Materials Decree contains rules relating to the use of stony building materials and earth in construction and other works. The purpose of the Decree is to prevent the pollution of surface water, groundwater and the soil. Pollution can be caused by harmful substances leaching from stony building and other materials or contaminated earth. These materials and earth therefore have to be tested for their possible harmfulness to the environment before they may be used. The Building Materials Decree accords the reuse of materials such as construction and demolition waste and residues recovered from industrial processes a full place in the building industry by setting clear conditions on which their use is permitted. This brochure summarises the Building Materials Decree and is intended to familiarise the reader with the Decree. It looks at the broad outline.

In the Netherlands many people are affected by the Building Materials Decree. These include manufacturers and suppliers of building materials, architects, designers, builders, owners and principals of construction works, and the competent authorities. But the Dutch Building Materials Decree can also have an impact on foreign manufacturers and suppliers of building materials, which is why information is also available in English in folders and on the Internet.

Guide to the brochure

The brochure explains step by step how the Building Materials Decree is structured. The first two sections give the broad outline: what materials and rules are involved and who is affected. The third section looks at the categories of building materials. These categories are the basis on which the rules are applied.

Section 4 lists the rules for using the various building materials and explains these rules in more detail. Section 5 discusses an essential element of the Decree, namely the duty of a user of building materials to provide information. This section in particular is of importance to foreign manufacturers and suppliers of building materials. Section 6 contains references to other sources of information in the English language and to agencies that can provide information.

I BROAD OUTLINE OF THE BUILDING MATERIALS DECREE

This section tells you precisely which materials are covered by the Decree and what is meant by 'works' and 'outside uses'. The principal rules from the Building Materials Decree are also explained in brief: the ability to demonstrate the environmental quality of building materials (duty to provide information), the duty to report the use of some building materials and the duty of removal.

DEFINITIONS

The basic principle of the Building Materials Decree is for the government to acquire or to be able to acquire insight into the environmental quality of earth and materials building that contractors or others use in a work. Not every material is covered by the Decree. To be covered a material must be:

- a. stony
- b. used in a work, and
- c. used outside.

What exactly is meant by this is explained below.

Stony

According to the definition given in the Building Materials Decree stony materials consist of a minimum of 10% silicon, calcium or aluminium. Examples of stony materials are:

- concrete
- asphalt, asphalt aggregate
- clay
- sand/sieve sand
- roof tiles
- tiles
- concrete and mixed aggregate bricks
- tarry asphalt aggregate
- earth and dredging sludge
- fill sand
- bituminous roof coverings
- bottom ash from waste incineration plants

Wood and straw are not stony and so are not covered by the Decree, just as plastics and

metals are not. Strictly speaking, sheet glass and metallic aluminium are covered by the definition of stony but an exception is made for these.

It is irrelevant for the rules of the Building Materials Decree whether primary or secondary building materials are used. Primary building materials are newly manufactured products or newly extracted raw materials. Secondary building materials are materials from demolished constructions or from industry. The same rules apply to primary and secondary building materials. So, all stony materials - new and used - are required to meet the same conditions.

Work

A work according to the definition given in the Building Materials Decree is an earthwork, road building work, hydraulic engineering work or construction work. Examples of works include:

- dykes
- additions to or raising of the soil level
- viaducts
- harbour basin fills
- riparian works
- fills
- aqueducts
- houses
- bridges
- sound barriers
- offices
- quays
- roads

Outside use

The Building Materials Decree applies to building materials that may come into contact with rainwater, groundwater or surface water. Building materials used in outside walls, roofs, foundations and road embankments are covered by the Decree, building materials used in inside walls are not.

The Building Materials Decree covers the use of materials and earth only, but not their storage or transport nor the working conditions, civil-engineering requirements or other aspects unrelated to their use. These are governed by other - statutory - rules.

PRINCIPAL RULES

Proving the quality of building materials

A user of building materials must be able to prove their environmental quality (duty to provide information) in order to prevent the use of inferior building materials and to render enforcement possible. It is possible to comply with this duty by means of a batch inspection or a recognised approval for a building material. Section 5 looks in more detail at the duty to provide information.

Duty to report

The owner or principal of a construction or other work is required to report the use of some building materials to the competent authority, which can then assess whether the material may be used and whether further information is required. More details on the duty to report are given in Section 4.

Duty of removal

The duty of removal applies to the use of all building materials except clean earth. It was imposed to ensure that the building materials do not mix with the soil during the life of the work or when the work is no longer in use.

As soon as a work becomes redundant and is no longer maintained, the owner or principal of the work is required to remove the building materials used. To make removal possible the building materials must be used in a manner that allows them to be removed. Further information on the duty of removal can be found in Section 4.

2 THE CONSEQUENCES FOR PRINCIPALS, BUILDERS AND OTHERS

The Building Materials Decree affects essential processes in the building industry. It has an impact on various parties, from design to demolition. The consequences of the Building Materials Decree for the different parties are summarised below.

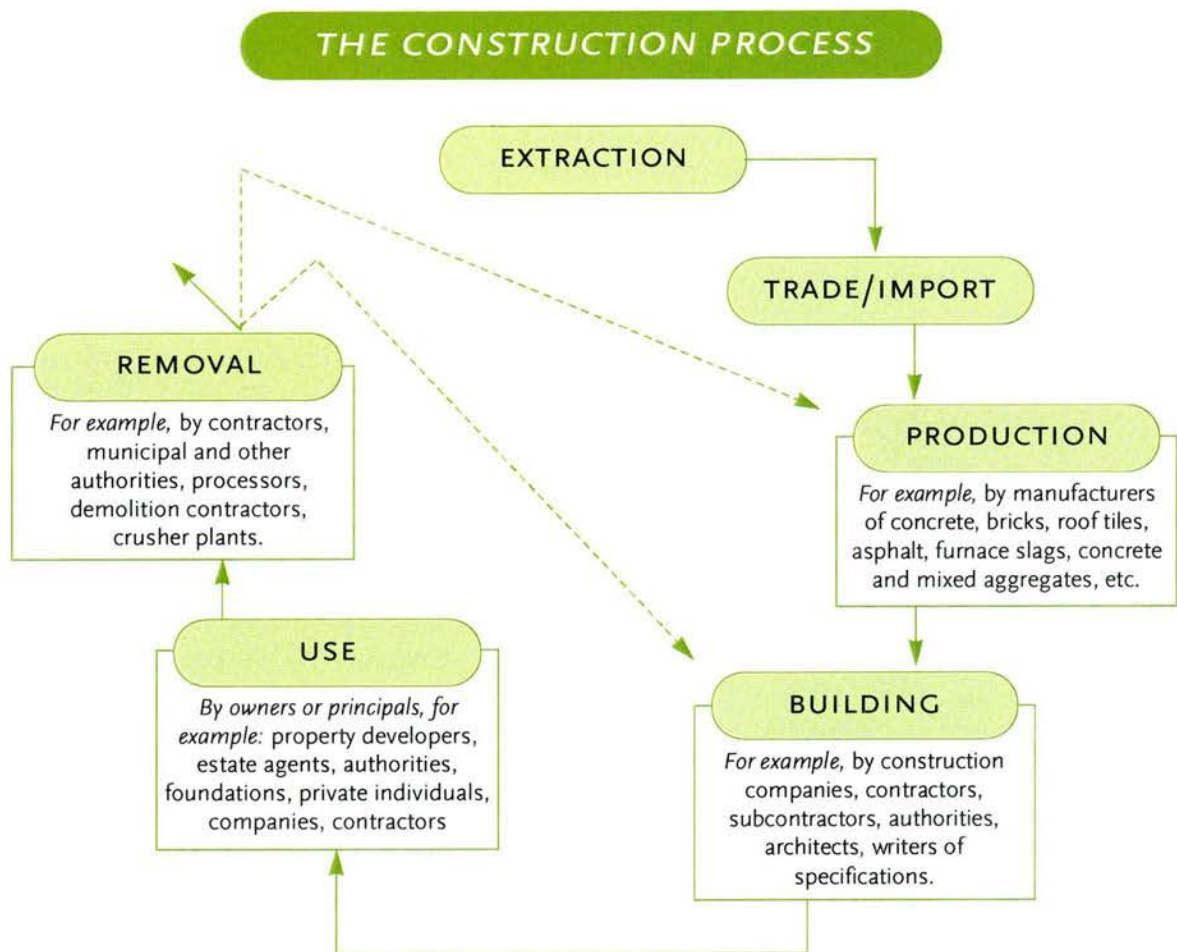


Figure 1. Who is affected by the Building Materials Decree?

USERS (OWNERS AND/OR PRINCIPALS)

The government's primary target with the Building Materials Decree is the user of the construction or other work. By user is meant the owner of the building materials or the party who commissioned the work, the principal. The owner or principal is the party who erects or builds a work himself or has it erected or built, at his own expense, and so has building materials put in place or puts them in place

himself. He is generally also the party who after construction holds and retains title in the work. Property developers, estate agents, authorities, foundations, private individuals, companies and contractors can all be owners or principals of a work.

The owner or principal must record information on the chemical composition and leaching behaviour of building materials used

which are covered by the Decree (or have it recorded), must keep this information available and is sometimes required to furnish the information beforehand to the competent authority.

Owners or principals are also required to ensure that any rules governing use (e.g. isolation measures) are complied with. In view of their responsibility for observance of the Building Materials Decree, owners and/or principals will demand that other parties involved in the construction process, e.g. contractors and subcontractors, manufacturers, suppliers, and perhaps architects as well, furnish them with the requisite information.

The duty to provide information lies first and foremost with the owner or principal. He will be first in line to answer to the government regarding compliance with the rules of the Building Materials Decree. The owner or principal will in turn call the builder to account for compliance. In practice, it will often be the suppliers or manufacturers of the building materials who will furnish the requisite proof.

BUILDERS (USERS OF BUILDING MATERIALS)

Builders include construction companies, contractors, subcontractors and authorities. They use building materials on the instructions of others. Builders will often be instructed by the owner or principal to check whether recognised approvals or other media of proof are available for the building materials supplied to them. The builder will also have to observe certain rules, e.g. the rule governing removal (using the material in a manner that allows it to be removed) and any rules relating to isolation, control and monitoring (ICM measures) when using contaminated building materials. However, the owner or principal always remains responsible for the application of these rules.

ARCHITECTS AND WRITERS OF SPECIFICATIONS

Architects and writers of specifications must take into account the requirements governing use as set out in the Building Materials Decree as early as the preparatory stage. It will often be known in advance that building materials whose use is subject to restrictions (e.g. isolation measures) will be used. Designers of works must certainly take into account the duty of removal under the Building Materials Decree.

MANUFACTURERS

Owners/principals, or builders on their behalf, will demand from suppliers proof that batches of stony material or earth that have been delivered satisfy the quality requirements of the Building Materials Decree, as this proof will enable owners or principals in turn to demonstrate to the competent authority that the building materials are being used in compliance with the Decree. Manufacturers and their suppliers will in general be willing to supply the requested proof in order to be able to sell the materials. For this purpose the building material will need to have been tested against the standards of the Building Materials Decree. Section 5 discusses this aspect.

PRODUCERS OF RAW MATERIALS

The demand for information from manufacturers will naturally be translated in turn to others. Further back in the production chain, the producers of raw materials will provide manufacturers with certificates regarding the quality of the raw materials. If the raw materials are used direct in a work, the same applies to producers as is stated above in regard to manufacturers.

REMOVERS/REUSERS

When a work is demolished, the building materials used generally become the property of the demolition contractor or crusher plant in the form of construction or demolition waste. Policy is to reuse as much construction and

demolition waste as possible. This practice is already very customary. Ninety percent of the materials from demolished constructions are already used in some way or another. Like primary building materials, secondary building materials must comply with the quality requirements of the Building Materials Decree. This means that they will - again - be accompanied by a medium of proof. Waste can in this way once again constitute a part of works.

THE ROLE OF MUNICIPAL AUTHORITIES

Dutch environmental policy is implemented by the central, provincial and municipal authorities and the water authorities (see box). Municipal authorities can play various parts in connection with the Building Materials Decree, namely as builder, user or remover. In addition, the municipal authority can also be the competent authority. The municipal authorities and the water authorities largely carry out monitoring of observance of the Building Materials Decree. Only in exceptional circumstances will the provincial authorities or the Minister of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM) be the competent authority.

The Dutch governmental system

THE NETHERLANDS IS A CONSTITUTIONAL MONARCHY. THE HEAD OF STATE IS QUEEN BEATRIX. LEGISLATIVE AND EXECUTIVE POWER RESTS WITH PARLIAMENT AND WITH THE GOVERNMENT. THE DUTCH GOVERNMENT HAS SEVERAL ADMINISTRATIVE TIERS. BESIDES THE NATIONAL GOVERNMENT THERE ARE ALSO THE PROVINCES, THE MUNICIPALITIES AND THE WATER AUTHORITIES.

NATIONAL GOVERNMENT

THE DUTCH NATIONAL GOVERNMENT CONSISTS OF FOURTEEN MINISTRIES. AT THE HEAD OF EACH MINISTRY IS A POLITICALLY APPOINTED MINISTER, AND AT THE HEAD OF ALL THE MINISTERS STANDS THE PRIME MINISTER. THE MINISTERS COOPERATE IN THE DEVELOPMENT OF NEW ENVIRONMENTAL LEGISLATION AND OF NATIONAL ENVIRONMENTAL POLICY.

PROVINCES

THE NETHERLANDS IS DIVIDED INTO TWELVE PROVINCES. EACH PROVINCE HAS ITS OWN ENVIRONMENTAL PROTECTION SERVICE. NATIONAL ENVIRONMENTAL POLICY ALLOWS THE PROVINCES A CERTAIN AMOUNT OF LEEWAY AS TO HOW THEY CHOOSE TO DEVELOP ENVIRONMENTAL POLICY IN THEIR OWN AREA. IT IS THEREFORE THE PROVINCES THAT DECIDE WHICH NATURAL AREAS NEED TO BE PROTECTED. EVERY FOUR YEARS THE PROVINCES MUST DRAW UP A PROVINCIAL ENVIRONMENTAL POLICY PLAN, IN WHICH THEY TRANSLATE NATIONAL ENVIRONMENTAL POLICY INTO TERMS RELEVANT TO THEIR OWN AREA.

MUNICIPALITIES

THE NETHERLANDS HAS SOMETHING LIKE 550 MUNICIPALITIES. THE MUNICIPALITIES PLAY AN IMPORTANT ROLE IN GRANTING ENVIRONMENTAL PERMITS AND THE ENFORCEMENT OF PERMIT CONDITIONS AND GENERAL RULES. SPECIFIC MUNICIPAL ENVIRONMENTAL TASKS INCLUDE THE CLEANING UP OF CONTAMINATED SOIL.

WATER AUTHORITIES

THE WATER AUTHORITIES OCCUPY A SPECIAL PLACE WITHIN THE DUTCH GOVERNMENTAL SYSTEM. THERE ARE 28 WATER AUTHORITIES IN THE NETHERLANDS. WATER AUTHORITIES WERE ESTABLISHED IN THE MIDDLE AGES TO PROTECT THE NETHERLANDS WITH ITS ABUNDANCE OF WATER FROM FLOODS. SINCE 1970 THEY HAVE ALSO BEEN RESPONSIBLE FOR COMBATING POLLUTION OF THE SURFACE WATER. THEY ALSO MANAGE THE WATER TREATMENT PLANTS.

3 THE CATEGORIES OF BUILDING MATERIALS

The aim of the Building Materials Decree is to prevent pollution of the soil and surface water. The standards with which building materials are required to comply therefore relate to the chemical composition and leaching behaviour of materials. On the basis of these, building materials are grouped into categories and conditions are attached to the categories for use of these materials.

The guiding principle is that pollution of the soil, groundwater and surface water should remain within precisely defined bounds. It is necessary to avoid more than a given (marginal) amount of a harmful substance getting into the environment per unit of time (measured in years) as a result of the use of a building material containing that harmful substance. Usually, the building material will contain so little of a harmful substance, or the substance will be so well enclosed in the building material, that tests will show that pollution of the environment will in all likelihood remain within the bounds set. In some cases additional protective measures will be required to prevent excessive pollution of the environment. In that case, use of the building material will only be permitted if these measures are taken to protect the soil. Sometimes the concentration or leaching of harmful substances will be so high, there will be a total ban on use of the building material.

CATEGORIES

Complying with the above principle, the Building Materials Decree draws a distinction between a number of categories of building materials. The principle grouping is into category 1 and category 2 building materials. Besides this main grouping there are another three special categories of building materials, viz. earth, bottom ash from waste incineration plants and tarry asphalt aggregate.

The distinction between the categories of building materials is made on the basis of information on their composition and leaching behaviour. The leaching behaviour is translated

into what is known as an 'immission value'. Composition and immission values are established through tests (see box on p. 12). The category is determined on the basis of the values established by means of the tests.

Category 1 building materials are building materials whose composition and immission values for the various substances do not exceed those stipulated in the Building Materials Decree when the materials are used in a work. Use of these building materials is permitted without measures, or additional measures, being required to protect the environment. Category 2 building materials are building materials whose composition values do not exceed those stipulated in the Building Materials Decree but whose immission values would if additional isolation measures were not taken. Materials that do not fall into category 1 or category 2 may not be used as a building material. Figure 3 shows the grouping for category 1 and category 2 building materials.

An extra category has been created in the Building Materials Decree for earth, viz. clean earth, for which a composition value (sg1) has been defined. Earth that remains below this value is 'clean earth'. Composition value 2 (sg2) gives the value above which earth may no longer be used as a building material (see figure 4).

SPECIAL CATEGORY

Besides the main grouping into categories for building materials and earth, there are two more – temporary – special categories. These have been introduced temporarily to allow the regular reuse of bottom ash from waste

incineration plants and of tarry asphalt aggregate to continue. Bottom ash from waste incineration plants is ash remaining after domestic and industrial waste has been incinerated. Tarry asphalt aggregate is a building material composed wholly or partially of aggregate obtained by crushing or milling

tarry asphalt. These special categories have been created to ensure that some of the bottom ash from waste incineration plants and tarry asphalt aggregate satisfies the requirements of the Building Materials Decree. Special regulations for protecting the soil apply to the special categories.



Figure 3. Categorisation of building materials

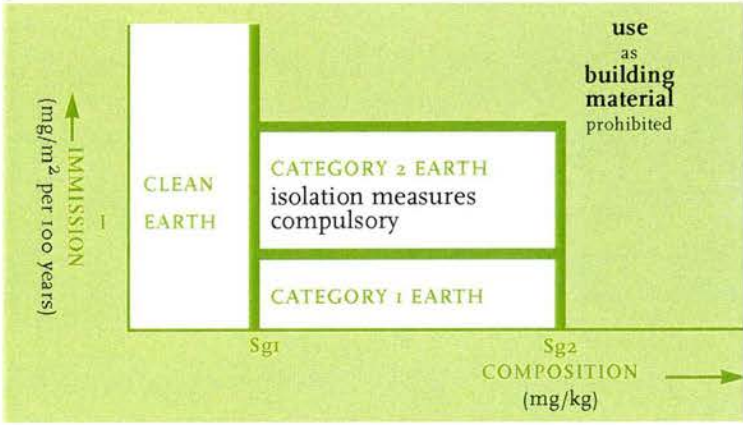


Figure 4. Categorisation of earth

Establishing immission values

THE IMMISSION VALUE DEPENDS ON TWO FACTORS: THE LEACHING BEHAVIOUR OF A MATERIAL AND ITS PROPOSED USE. THE DIFFERENCE BETWEEN LEACHING AND IMMISSION IS EXPLAINED IN FIGURE 5. THE LEACHING (EMISSION) IS A FIXED VALUE; THE IMMISSION DEPENDS EACH TIME ON THE CIRCUMSTANCES, E.G. THE TEMPERATURE, DEGREE OF CONTACT WITH WATER, PRESENCE OF ISOLATION MEASURES AND THE HEIGHT (THICKNESS OF THE LAYER) AT WHICH THE BUILDING MATERIAL IS USED. THE IMMISSION VALUE EXPRESSES HOW MUCH OF A SUBSTANCE WILL IN PRACTICE ACTUALLY END UP IN THE SOIL.

THE IMMISSION VALUE IS ESTABLISHED IN TWO STAGES. FIRST, THE LEACHING FROM A BUILDING MATERIAL (EMISSION VALUE) IS MEASURED IN A LABORATORY USING STANDARD LEACHING TESTS. THE EMISSION VALUES OBTAINED IN THE LABORATORY ARE THEN CONVERTED WITH THE AID OF FORMULAE INTO EXPECTED IMMISSION VALUES IN PRACTICE.

IMMISSION VALUES HAVE ONLY BEEN ESTABLISHED FOR INORGANIC SUBSTANCES. NO SUITABLE LEACHING TESTS ARE AVAILABLE AS YET FOR ORGANIC SUBSTANCES SUCH AS POLYCYCLICAL AROMATIC HYDROCARBONS (PAH), MINERAL OILS, PESTICIDES AND PCBs. UNTIL THESE TESTS ARE DEVELOPED THE COMPOSITION VALUES ARE ALL-DECISIVE FOR ORGANIC COMPOUNDS AND THERE ARE NO CRITICAL IMMISSION VALUES.

THE REGULATIONS GOVERNING EXEMPTION FROM THE COMPOSITION AND IMMISSION VALUES OF THE BUILDING MATERIALS DECREE WERE PUBLISHED IN THE NETHERLANDS GOVERNMENT GAZETTE, NO. 126, OF 6 JULY 1999. THE VALUES GIVEN IN THESE REGULATIONS REPLACE THE VALUES STIPULATED IN APPENDIX 1 AND APPENDIX 2 OF THE DECREE (AS PUBLISHED IN THE BULLETIN OF ACTS, ORDERS AND DECREES NO. 567 OF 23 NOVEMBER 1995), RETROACTIVE TO 1 JULY 1999.

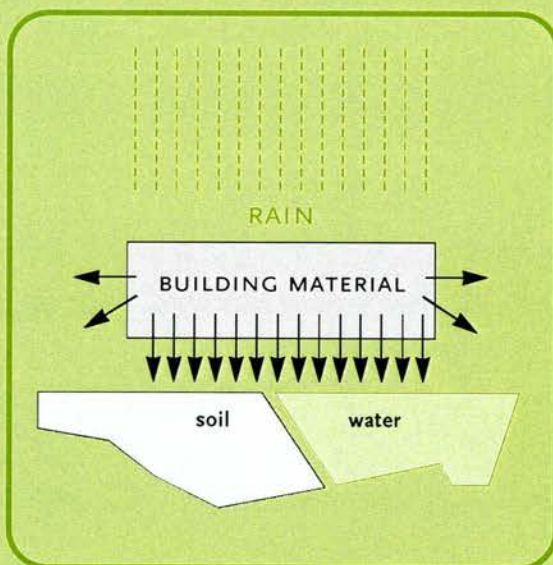


Figure 5a. Leaching: contact with rain or groundwater causes substances to be released from a building material

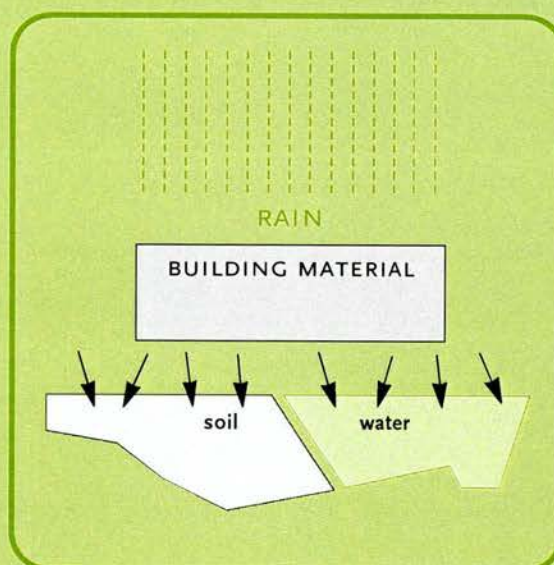


Figure 5b. Immission: as a result of leaching, substances released from a building material get into the soil or water