



# Actief met bagger

AKWA adviseert en doet onderzoek op het gebied van beleid, uitvoering, vergunningverlening en handhaving binnen het werkveld waterbodems.

'De Nederlandse wegen slibben dicht'. En dan gaat het deze keer niet over het fileprobleem op de snelwegen. Op de A2 en de A10 is het autoverkeer zélf de grootste veroorzaker van opstoppingen, in de vaarwegen is dat de waterbodem: de bagger die ontstaat door bezinking van slib en afkalving van oevers.

Gaan we uit van een termijn van 10 jaar, dan komt er 200 miljoen m<sup>3</sup> bagger vrij bij het uitbaggeren van de zoete wateren. De meest realistische schatting (zoals weergegeven in het bestuurlijk advies bij het basisdocument Tienjaren Scenario Waterbodems) is dat jaarlijks 15 miljoen m<sup>3</sup> zoete bagger vrijkomt. En dat ieder jaar opnieuw, de komende 25 jaar. Geladen op vrachtwagens is die hoeveelheid goed voor een file met een lengte van vier rondjes om de wereldbol.

Deze notitie richt zich op één van de mogelijke oplossingsrichtingen voor het baggerprobleem: actief beheer van de waterbodem. Daarmee bedoelen we het nuttig hergebruiken en verantwoord bergen van baggerspecie, bijvoorbeeld voor de aanleg van natuurvriendelijke oevers, als ophooglaag in een bouwwerk of als opvulling van een plas. Op basis van de ervaringen met actief bodembeheer voor de Maas en de Rijnakken schetsen we de hoofdlijnen van deze manier van denken en werken. Ook brengen we in kaart welke kennis over risico's en watersystemen er nodig is om actief beheer van de waterbodem op een verantwoorde manier in de praktijk te brengen en besteden we aandacht aan de proceskant van actief beheer.

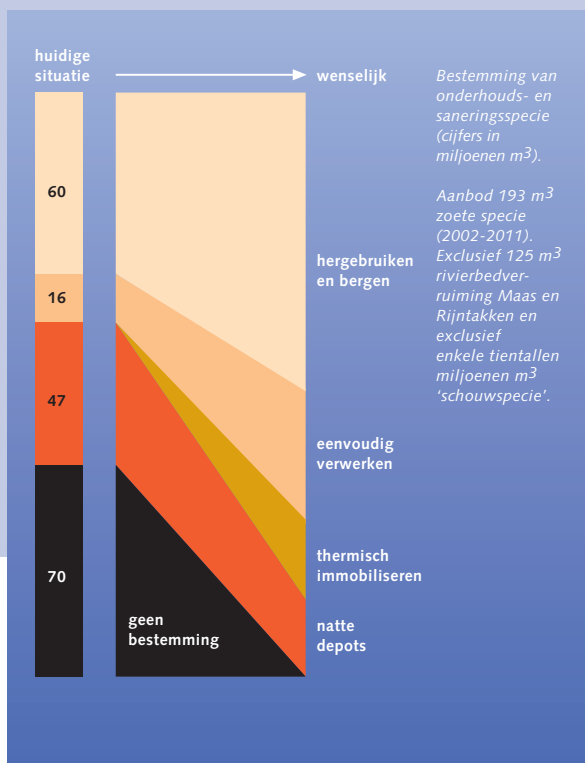
## Het Tienjaren Scenario Waterbodems (TJS)

'Het aanbod van baggerspecie in Nederland bedraagt de komende 10 jaar 400 miljoen m<sup>3</sup>, waarvan bijna de helft afkomstig uit de zoete wateren', zo luidt de prognose in het eind 2001 door AKWA gepubliceerde Tienjaren Scenario Waterbodems. Van die zoete helft is 70 miljoen m<sup>3</sup> baggerspecie toe te schrijven aan een achterstand in onderhouds- en saneringswerken. De jaarlijkse aanwas van ca. 7 miljoen m<sup>3</sup> vindt nauwelijks een bestemming en dit wordt steeds lastiger.

Hanteren we de voorkeursvolgorde uit de Vierde Nota Waterhuishouding, dan ziet de bestemming van vrijkomend baggerspecie er volgens het huidige beleid uit als in onderstaande figuur. Verspreiden op het land is bij het huidige beleid de oplossing voor 60 miljoen m<sup>3</sup> baggerspecie. De resterende 133 miljoen m<sup>3</sup> baggerspecie vindt zijn weg naar de beperkte capaciteit van zandscheiders en rijpingsvelden (16 miljoen m<sup>3</sup>) en natte depots (47 miljoen m<sup>3</sup>). Voor de resterende 70 miljoen m<sup>3</sup> baggerspecie moet nog een oplossing worden gevonden, ofwel door uitbreiding van de verwerkings- en stortcapaciteit, ofwel door andere en betaalbare bestemmingen te vinden. Het beschikbare budget voor onderhouds- en saneringswerken in de zoete wateren bedraagt de komende 10 jaar ca. 1 miljard euro. Een snelle rekensom leert dat daarmee ongeveer 5 € per kubieke meter zoete baggerspecie beschikbaar is. Bij toepassingstarieven in het bereik van 10-100 € per m<sup>3</sup> is het in één klap duidelijk dat goedkopere alternatieven van harte welkom zijn. Niet alleen om financiële redenen overigens. Baggeren is essentieel voor het in stand houden van de verschillende functies van de watersystemen in Nederland, zoals scheepvaart, waterhuishouding, recreatie, natuur en visserij. En baggeren is noodzakelijk in het kader van natuurontwikkelingsprojecten en grootschalige 'natte' infrastructurele projecten ('nieuwe projecten'). Ernstig vervuilde waterbodems moeten worden gesaneerd volgens het Nederlandse beleid en de Europese Kaderrichtlijn Water, omdat ze een diffuse bron van water- en voedselketenverontreiniging kan zijn. Ook de minder verontreinigde waterbodems zijn belangrijke diffuse bronnen.

### In het spoor van TJS en ABR

Eind 2001 verscheen het basisdocument Tienjaren Scenario Waterbodems (TJS), kort daarna volgde het bestuurlijk advies aan de staatssecretaris van V&W en de minister van VROM. In het bestuurlijk advies is de volgende beleidsaanbeveling opgenomen: 'het hergebruik van waterbodems als (water)bodem of als bouwstof moet een impuls krijgen door uitwerking van actief waterbodembeheer voor andere watersystemen dan de grote rivieren waarmee een verantwoorde inzet van bagger mogelijk wordt, zoals bij de herinrichting van plassen en de realisatie van (natte) natuur.' In de kabinetsreactie hierop van april 2002 is deze aanbeveling nadrukkelijk overgenomen.



Niet alleen inventariseert het TJS het aanbod van baggerspecie, het verkent ook de mogelijkheden om andere bestemmingen te vinden voor het deel dat niet kan worden verspreid. Deze notitie richt zich op de variant waarbij eenvoudige verwerkingstechnieken, actief bodembeheer en het bergen in plassen optimaal worden ingezet. Deze variant levert ten opzichte van het huidige beleid een aanzienlijke kostenbesparing op, maar betekent wel een toename van de emissie van stoffen in het milieu. De blootstellingsrisico's voor mens, plant en dier en de effecten voor het watersysteem zijn twee onderwerpen die we hier behandelen.



Door de oplossingsrichting 'Actief Beheer van de Waterbodembodem (ABW)' verder uit te werken koppelen we een treinstel aan de locomotief met het opschrift 'TJS'. We gaan op het spoor van het bestuurlijk advies verder en doen dat met een succesvol voorbeeld in ons achterhoofd: we laten zien wat de bouwstenen zijn van Actief Beheer van het Rivierbed (ABR) als oplossing voor de 125 miljoen m<sup>3</sup> uiterwaardengrond die vrijkomt bij rivierbedverruiming. (Zowel uiterwaardengrond als baggerspecie vallen binnen de definitie van het begrip waterbodembodem.) Vervolgens trekken we dit beleid door naar het beheer van de waterbodembodem in de overige rijkswateren. Mogelijk biedt dit gedachtengoed ook aanknopingspunten voor de baggerproblematiek van de regionale wateren.



2

### Actief Bodembeheer voor de Maas en de Rijntakken (ABM en ABR)

Actief bodembeheer voor deze grote rivieren biedt kansen voor verantwoorde bestemmingen voor de 125 miljoen m<sup>3</sup> uiterwaardengrond die vrijkomt bij rivierbedverruiming. In een notendop komt de oplossing neer op het toepassen van grond binnen het rivierengebied in combinatie met vermindering van de risico's voor mens en milieu. Bij de projecten in het rivierengebied wordt geen kwaliteitsverbetering tot streefwaarde beoogd, omdat sprake is van herverontreiniging. Is hergebruik als bodem niet mogelijk, dan heeft hergebruik als bouwstof (eventueel na een bewerkingsschap zoals zandscheiding) of bergen in plassen binnen het rivierengebied de voorkeur. Storten in een depot buiten het gebied is een minder wenselijke optie. Door een afweging van lokale milieu-effecten (vermindering van de blootstelling, vermindering van de verspreiding, duurzaamheid, energieverbruik) en kosten wordt bepaald welke, binnen de projectdoelen passende, toepassingsmogelijkheid in een concreet project het hoogste milieudement oplevert tegen aanvaardbare kosten (ALARA: As Low As Reasonably Achievable). Als absolute voorwaarde geldt dat de milieuhygiënische situatie ter plekke van het project niet mag verslechteren (stand-still).

De baggerproblematiek in de rijkswateren buiten de grote rivieren vertoont een aantal parallellen met de problematiek van uiterwaardengrond die vrijkomt bij rivierbedverruiming:

- De omvang van het probleem: een aanbod van enkele honderden miljoen m<sup>3</sup> zoete baggerspecie in de periode 2002-2011, waarvan meer dan de helft niet verspreidbaar.
- De bronnen van waterbodembodemverontreiniging zijn nog steeds actief: historische verontreinigingsbronnen, industriële lozingen en na-ijl effecten.
- Verwerking buiten het gebied is duur vanwege transportkosten en heeft als bezwaar het afwentelen van het milieuprobleem in de waterbodembodem op een ander compartiment (bijvoorbeeld de uitstoot van diesel in de lucht).

Uiteraard zijn er ook verschillen tussen het vraagstuk van onderhouds- en saneringsspecie en dat van uiterwaardengrond, waarvan we er hier drie noemen:

- De verschillen in dynamiek en kwaliteit tussen de watersystemen (bijvoorbeeld: Natte Hart, de Delta) zijn groter dan de verschillen tussen de grote rivieren (Rijntakken, Maas).
- Het verschil in vorm tussen het rivierengebied en de overige watersystemen: een langgerekt 'lint' versus los over Nederland verspreide 'lappen'.
- Het specie-aanbod in een typisch uiterwaardenproject bedraagt enkele honderduizenden m<sup>3</sup>, bij baggerwerken in de overige wateren is dat al gauw een factor 10 minder: enkele tienduizenden m<sup>3</sup>.

## Bestemmingen voor baggerspecie gerangschikt

Het belangrijkste kenmerk van actief beheer van de waterbodembodem is dat de vrijkomende baggerspecie een nieuwe bestemming krijgt binnen het gebied in dit watersysteem: door het verspreiden van baggerspecie op de (land) bodem, door het grootschalig toepassen van baggerspecie als (water)bodem of bouwstof of door het bergen van baggerspecie in een plas. Er zijn ook buiten het rivierengebied reeds verschillende aanzetten gedaan tot het gebiedsgericht toepassen van baggerspecie, zoals proefprojecten met bosaanplant op verontreinigde baggerspecie. Nemen we deze vormen van hergebruik mee in een totaalplaatje van bestemmingen en rangschikken we die - naar het voorbeeld van ABR/ABM - op basis van duurzaamheid, dan ontstaat de volgende reeks van bestemmingen:

1. Bagger wordt (water)bodem.
2. Bagger wordt bouwstof, meestal na een voorbereidingsstap.
3. Bergen in bestaande of nieuw te graven 'verdiepingen' binnen het watersysteem.
4. Storten in grootschalige depots buiten het watersysteem.

De vierde optie valt feitelijk buiten actief beheer en is aan de lijst toegevoegd als noodmaatregel, voor als het echt niet anders kan.

Het is op voorhand niet mogelijk een uitputtende lijst van toepassingsmogelijkheden te geven voor ieder watersysteem. Hier ligt een flinke uitdaging voor de waterbeheerders:

- Welke vraagstukken op het gebied van infrastructuur, landbouw, woningbouw en natuurontwikkeling spelen in het betreffende gebied?
- Welke behoefte aan grond en bouwstoffen brengt dat met zich mee? Waar en op welke termijn?

Het stellen van de vraag, het in gesprek raken met betrokkenen levert ongetwijfeld nieuwe ideeën voor het benutten van baggerspecie in het gebied, al dan niet na een bewerkingstap. Ideeën die vervolgens kunnen worden beoordeeld op milieu-effecten en kosten.

### 1. Bagger wordt (water)bodem

Niet in alle wateren is een overschot aan bagger. Bagger die op de ene plaats in de weg ligt kan op een andere plaats prima van pas komen. Voorbeelden van het terugzetten van baggerspecie in het oppervlaktewater zijn het herinrichten van plassen en de realisatie van natte natuur. Denk hierbij aan de nieuwe IJssel-

monding. Op de foto hieronder zien we dat baggerspecie wordt hergebruikt voor de aanleg van eilandjes in het kader van een natuurontwikkelingsproject.

Wordt baggerspecie hergebruikt op het land dan vermengt de bagger zich op termijn met de onderliggende bodem. Dat gebeurt bijvoorbeeld door regenwormen, maar ook door de mens die de bodem bewerkt (denk aan ploegen). Andere bestemmingen zijn:

- Het op de kant zetten van baggerspecie.
- Het gebruik van bagger als teelgrond voor bosaanplant of energiebouw.
- De aanleg van natuurvriendelijke oevers.



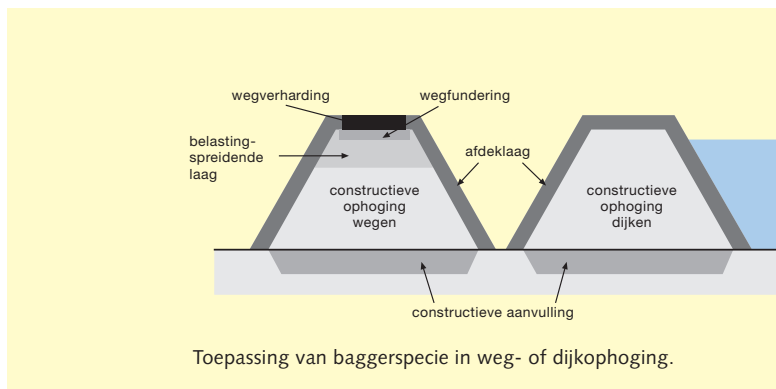
Het aanleggen van eilandjes in het kader van natuurontwikkeling

### 2. Bagger wordt bouwstof

Toepassing als bouwstof is een veelbelovende mogelijkheid om baggerspecie te hergebruiken. Op civieltechnische gronden kunnen we de toepassing in de volgende clusters groeperen:

- Belastingspreidende lagen.
- Constructieve of niet-constructieve ophogingen.
- Constructieve of niet-constructieve aanvullingen.
- Deklagen.
- Isolatielagen.

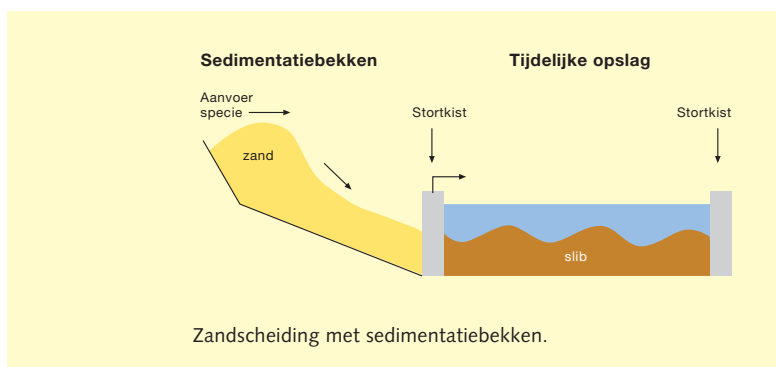
Meestal wordt eerst een voorbereidingsstap uitgevoerd, gericht op het beïnvloeden van de korrelgrootteverdeling, de hoeveelheid water en de constructieve eigenschappen. Bij de keuze van de techniek spelen de volgende zaken een rol: de milieuhygiënische eisen uit het Bouwstoffenbesluit, de gestelde civieltechnische criteria en de kosten.



Hieronder lichten we enkele gangbare bewerkingen en voorbereidingen toe.

### Zandscheiding

Eén van de technieken die op dit moment veel wordt toegepast is zandscheiding. Met zandscheiding wordt beoogd om de relatief schone zandfractie uit de verontreinigde baggerspecie terug te winnen door scheiding van de fijne (verontreinigde) slibfractie van de schonere (herbruikbare) zandfractie. Zandscheiding kan plaatsvinden via sedimentatiebekkens (als natuurlijk proces van bezinksnelheid) en via een hydrocycloon. Bij enkele grootschalige projecten is gebleken dat met sedimentatiebekkens grote hoeveelheden zand zijn terug te winnen. Voorbeelden zijn projecten waarbij 300.000 tot 600.000 ton (droge stof basis) aan specie is opgespoten met een rendement van 40 – 65%. Dit betekent dat meer dan de helft van de baggerspecie tot herbruikbare grondstof is opgewerkt



### Ontwatering, rijping en landfarming

Een andere techniek die met name door kleinere waterbeheerders wordt toegepast is ontwatering, rijping en landfarming. Rijping van baggerspecie is het natuurlijke proces waarbij de baggerspecie door indrogen en oxidatie overgaat in een compacter, meer luchtdoorlatend materiaal. De baggerspecie verandert hierdoor geleidelijk van een natte slurry in een steekvaste grond. Afhankelijk van de mate van intensieve bewerking (om afbraak van stoffen te stimuleren) noemt men rijpen ook wel landfarming. Het product kan worden afgezet in de markt voor ophoogzand of in constructieve ophogingen, zoals recent als proef heeft plaatsgevonden in de rijkswegen A5 en A50.



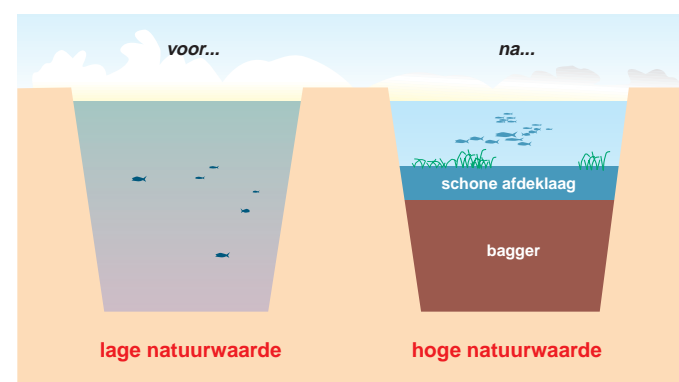
Wegophoging met gerijpte baggerspecie bij A5 Schiphol.

### Koude en thermische immobilisatie

Andere technieken om baggerspecie te verwerken tot nuttig toepasbare producten zijn koude en thermische immobilisatie. Bij koude immobilisatie worden verontreinigingen geïmmobiliseerd door toevoeging van bindmiddelen (zoals cement). Daarnaast kan dit proces gericht zijn op de stabilisatie van gerijpte klei om de civieltechnische eigenschappen te verbeteren en hierdoor de toepassingsmogelijkheden te vergroten. Het product is civieltechnisch geschikt voor de wegenbouw. Bij thermische immobilisatie worden de organische verontreinigingen verbrand en worden de anorganische verontreinigingen vastgelegd via sinteren of smelten en kristalliseren. Het product is een kunstgranulaat of kunstbasalt.

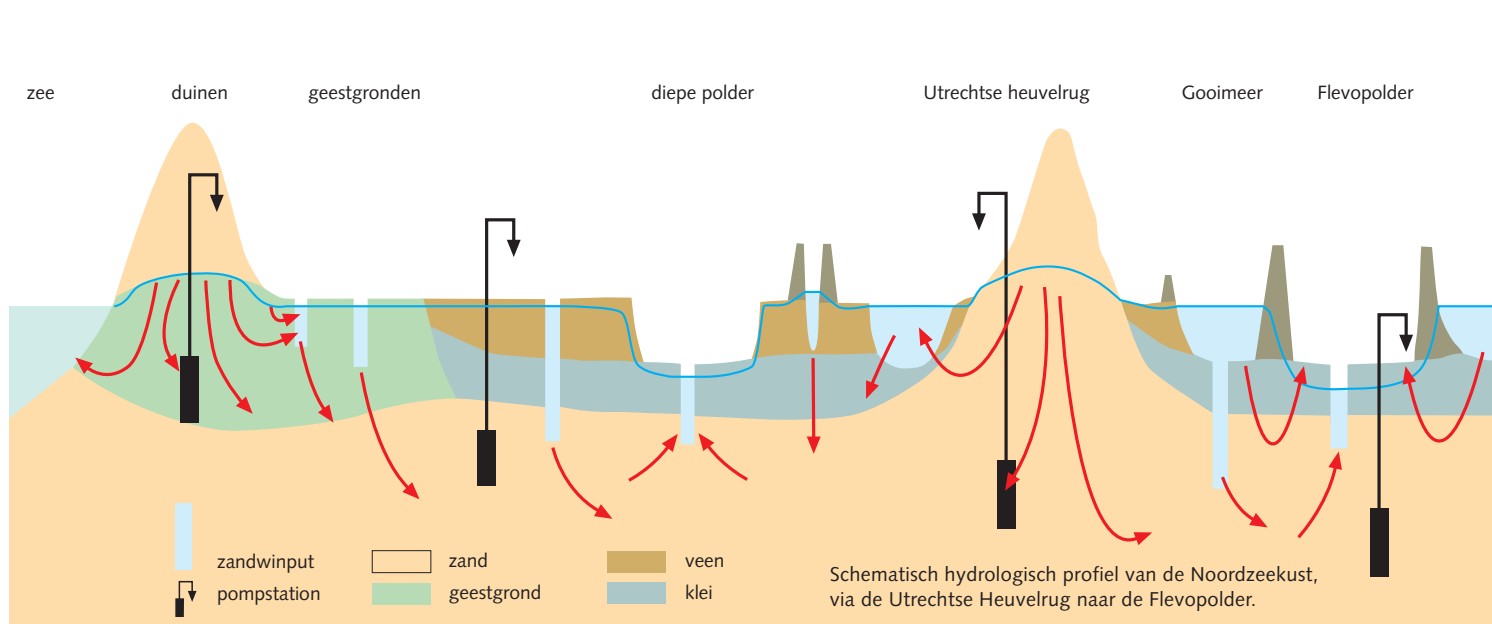
### 3. Bagger bergen in bestaande of nieuw te graven 'verdiepingen' binnen het watersysteem

Het bergen van baggerspecie in putten of plassen biedt wellicht goede mogelijkheden om grotere hoeveelheden baggerspecie te verwerken, op voorwaarde dat ook het milieu hierbij gebaat is. Veel van deze plassen zijn in het verleden ontstaan door zandwinning; in de toekomst zal er nog een aantal bijkomen. Wordt een bestaande plas plaatselijk verdiept, dan heet dat in de



Bergen in plassen leidt tot ecologische verbetering.





### Watersystemen tussen Noordzeekust en Flevopolder

Langs de binnenduinrand was tot voor kort vaak nog sprake van een infiltratiesituatie, nu is deze op veel plaatsen direct langs de duinen omgeslagen naar een kwelsituatie als gevolg van het verminderen of stopzetten van grondwaterwinning. Buiten deze zone vormen de geestgronden echter vaak een kwetsbaar gebied.

De ondergrond is grotendeels zandig, er vindt infiltratie plaats en de geestgronden maken bijna integraal deel uit van de Rijnlandse Boezem. Het risico op verspreiding van een verontreiniging via het grondwater is hierdoor groot.

In het veenweidegebied is meestal sprake van infiltratie als gevolg van bemaling van de diepe (klei-)polders. Er is natuurlijke wel een dikke weerstandbiedende laag aanwezig, rijk aan organisch materiaal, die het risico voor verspreiding vermindert. In de diepe polders komt, vaak brak tot zoute, kwel voor. Vanuit het regionale grondwatersysteem gedacht zouden dit gunstige bergingslocaties voor baggerspecie kunnen zijn. Lokaal moet dan wel de interactie met het oppervlaktewater goed worden begrepen. Deze hangt sterk samen met het voorkomen van zandige kreekafzettingen die een soort van 'kortsluitstroming' mogelijk kunnen maken.

Het Amsterdam-Rijn kanaal kent verschillende grondwatersituaties; trajecten met alleen kwel, trajecten met alleen infiltratie en trajecten met aan de ene zijde infiltratie en de andere zijde kwel. Elke situatie biedt zijn kansen en beperkingen voor het toepassen van baggerspecie. In de Loosdrechtse plassen en het Gooimeer is ook sprake van deelzones met kwel en infiltratie. Er is wel een verschil in risico. Onder het Gooimeer stroomt grondwater naar de Flevopolder waar het o.a. door de drinkwatervoorziening wordt gebruikt, bij de Loosdrechtse plassen komt het grondwater in de diepe polders terecht

### Van huisarts naar risico-specialist

Het beoordelen van de risico's van een (water)bodemverontreiniging op basis van normen is als een bezoek aan de huisarts. Hij meet de bloeddruk, neemt de temperatuur op en kijkt in je keel. Op basis daarvan beoordeelt hij of er mogelijk iets ernstigs aan de hand is. Dit heet een eerste-lijns beoordeling. Vermoedt de arts een kwaal waarvoor hij zelf geen diagnose kan stellen, dan stuurt hij je door naar een specialist met betere methoden: een bloedtest, een röntgenfoto of een krasje op je huid. Deze tweede-lijns beoordeling geeft meer details en nuances en is specifiek voor de persoon en zijn of

haar situatie. Een beetje verhoging betekent iets anders voor een gezonde, jonge volwassene dan voor iemand op leeftijd met een zwak gestel.

Bij het beschrijven van de omvang van het baggerprobleem praten we in termen van kubieke meters en verontreinigingsklassen. Daarmee schetsen we in generieke zin een beeld van de omvang en de ernst van het probleem. Beperken we ons bij waterbodemverontreiniging tot zo'n eerste-lijns risicobeoordeling, d.w.z. een beoordeling van de chemische samenstelling op basis van normen, dan luidt de conclusie in veel gevallen dat het gaat om ernstige bodemverontreiniging die kan leiden tot potentiële risico's voor mens en milieu.

In de beleidsontwikkeling voor de grote rivieren hebben we geleerd dat het verstandig is bij het zoeken naar oplossingen deze eerste lijn los te laten en in meer detail te kijken naar de situatie ter plaatse: wat is de kwetsbaarheid van het systeem?, wat is de huidige en geplande bodemgebruiksfunctie?, welke stoffen zijn in verhoogde concentraties aanwezig?, welk deel daarvan is beschikbaar?, welke andere eigenschappen van de specie (denk aan voedselrijkdom) zijn relevant? is er sprake van herverontreiniging? Dat zijn enkele vragen die in een tweede-lijns beoordeling van het actuele risico centraal staan. En de antwoorden stellen ons in staat om op een genuanceerde manier te bekijken wat de risico's zijn van de aanwezigheid van deze verontreiniging in deze baggerspecie op deze plek onder deze omstandigheden. Willen we ook rekening houden met de actuele risico's dan voeren we dus een tweede-lijns risicobeoordeling uit.

Met de beschikbare kennis over risico's van bodemverontreiniging zijn we in staat om nieuwe toepassingsmogelijkheden te genereren en de actuele risico's daarvan te beoordelen, ook voor baggerspecie die volgens de eerste-lijns beoordeling niet toepasbaar lijkt.

Centraal blijft steeds staan: het streven naar risicoreductie t.o.v. de huidige situatie.



Tweede-lijns risicobeoordeling is specifiek voor de persoon en zijn situatie.

### Tweede-lijns risicobeoordeling

Bij een tweede-lijns risicobeoordeling wordt vaak voor een stapsgewijze aanpak gekozen. Hierbij wordt onderzocht of de in de eerste-lijns beoordeling geuite vermoedens van risico's door bodemverontreiniging (potentiële risico's) ook daadwerkelijk optreden. De actuele risico's hangen af van de kans op blootstelling en de kwetsbaarheid van mens en milieu.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen risico's voor volksgezondheid, voor het ecosysteem en risico's die optreden via verspreiding van contaminanten (naar oppervlaktewater of grondwater).

De tweede-lijns beoordeling van de risico's voor het ecosysteem bestaat uit diverse onderdelen. In een eerste stap wordt gekeken naar de risico's van de aanwezige verontreinigingen voor specifieke doelsoorten. Die doelsoorten zijn de karakteristieke bewoners van de eco-toop die de natuur-ontwikkelaar tijdens de planvorming voor ogen heeft. De soortspecifieke informatie kan bijvoorbeeld een rol spelen bij keuzes tussen gebruik van (licht) verontreinigde bodem als landbodem of toepassing onder water. Vervolgstappen in het onderzoeken van de risico's kunnen gericht zijn op bepaling van de biologisch beschikbare fractie (het deel van de contaminanten waarmee organismen daadwerkelijk in contact kunnen komen) of gericht zijn op het in beeld brengen van effecten. Deze effecten kunnen worden aangetoond in het laboratorium, in zgn bioassays, maar ook in het veld, via inventarisaties van aanwezige dieren- en plantensoorten, en via meting van de accumulatie van gifstoffen in voedselketens. Het is belangrijk om te beseffen dat de effectgerichte beoordeling van bodemkwaliteit dient ter vaststelling van de mogelijk optredende schade door alle aanwezige contaminanten, en niet alleen de groep stoffen die in de eerste-lijnsbeoordeling is gemeten.



Zoveel soorten zoveel smaken...

### Lessen en voornemens

Tot slot blikken we hier terug op het beleidsproces ABR/ABM, gericht op de verwerking van uiterwaardengrond uit de grote rivieren. We doen dat in de vorm van drie lessen en voornemens:

1. De 'sense of urgency' die ontstond na het hoogwater van 1993 en 1995 gaf de betrokken overheden een krachtig motief tot samenwerking. De kans bestaat dat het huidige motief die kracht niet heeft: de perceptie van een baggerachterstand is nu eenmaal anders dan die van een dreigende overstroming. De eerste stap die wij zien in de ontwikkeling van actief beheer van de waterbodem bestaat dan ook uit het ontwikkelen van een inspirerende gemeenschappelijke visie, die de betrokken partijen het motief verschaft tijd en energie te steken in de benodigde samenwerking.
2. Enthousiasme over creatieve oplossingen kan omslaan in langdurige discussies tussen verschillende vakspecialisten. Wij moeten er bijvoorbeeld voor zorgen dat bij het zoeken naar bestemmingen voor baggerspecie de juridische *mogelijkheden* meer nadruk krijgen dan de *onmogelijkheden*. De kans om tot milieuverbetering te komen moet centraal staan.
3. Het gevaar bestaat dat het beleidsproces voornamelijk op ambtelijk niveau plaatsvindt met een beperkte publiek-maatschappelijke inbreng. Een omgevings- en belanghebbendenanalyse maakt dus zeker deel uit van het beleidsproces. Alle bij het probleem betrokken partijen worden geïnventariseerd en gevraagd of zij bereid zijn mee te werken aan alternatieve verwerkingsopties. Door het beleidsproces in de regio te organiseren, denken wij de betrokken partijen enthousiast te maken over het nieuwe beleid. Commitment is cruciaal om actief beheer van de waterbodem om te zetten in daden.

## COLOFON

Deze brochure is gemaakt in opdracht van het Advies- en Kenniscentrum Waterbodems (AKWA).  
redactie: Henk Leenaers (TNO-NITG)  
Tekst: TNO-NITG en AKWA  
Opmaak en tekeningen: Han Bruinenberg (TNO-NITG)  
Foto's: Rijkswaterstaat  
Cartoons: Beeldleveranciers, Amsterdam

AKWA is het Advies- en Kenniscentrum Waterbodems en bestaat uit een samenwerkingsverband van de volgende diensten:  
Bouwdienst Rijkswaterstaat (BWD)  
Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW)  
Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA)  
Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ)  
Directie Noordzee (DN)

Contactpersonen:  
Piet den Besten (RIZA)  
Ries van der Hout (RIZA)  
Tommy Bolleboom (DWW)  
Frank Scheffer (BWD)

Contactgegevens:  
Postbus 20.000  
3502 LA Utrecht  
Tel.: 030 285 80 80  
Fax: 030 251 31 93  
Internet: [www.waterland.net/akwa](http://www.waterland.net/akwa)

