



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling / RIZA



Definitiestudie bodemkwaliteitskaarten Rijntakken



AKWA rapport 01.015
RIZA rapport 2001.054





Definitiestudie bodemkwaliteitskaarten Rijntakken

in opdracht van Rijkswaterstaat, directie Oost-Nederland

oktober 2001

auteurs:

John Hin (RIZA/De Straat Milieu-adviseurs)

Elsbeth van de Laar (RIZA)

Ute Menke (RIZA)

AKWA rapport 01.015

RIZA rapport 2001.054

ISBN 90 -369-5412-6



Advies- en Kenniscentrum Waterbodems

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
Samenvatting	7
1 Inleiding	9
1.1 Achtergrond	9
1.2 Bodemkwaliteitskaart	9
1.3 Bodemzoneringskaart	10
1.4 Doelstelling	10
1.5 Begrenzing van het gebied	10
1.6 Leeswijzer	11
2 Ontstaan van de diffuse verontreiniging	13
2.1 Inleiding	13
2.2 Riviermorfologie	15
2.3 Sediment transport	18
2.4 Menselijke activiteiten in het rivierengebied	21
2.5 Niet-diffuse verontreiniging	21
2.6 Herinrichting van de uiterwaarden	21
2.7 Conclusies	22
3 Indeling Rijntakken in zones	23
3.1 Inleiding	23
3.2 Evaluatie CSO-gebiedsindeling	23
3.3 Afleiding nieuwe indeling bodemkwaliteitszones	24
3.4 Validatie zone-indeling	25
3.5 Karakterisering zones	28
4 Functionele eisen	31
4.1 Inleiding	31
4.2 Functies bodemzoneringskaart	32
4.3 Functies bodemkwaliteitskaart	35
4.4 Vergelijking met ontwikkelingen elders	39
5 Technische eisen	43
5.1 Inleiding	43
5.2 Opstellen bodemzoneringskaart	43
5.3 Opstellen bodemkwaliteitskaart	48
5.4 Actualisatie bodemzoneringskaart	50
6 Organisatorische eisen	53
6.1 Inleiding	53
6.2 Overdracht van informatie bij initiatiefnemer	54
6.3 Overdracht van informatie bij beheerder	56
6.4 Functies en eisen bodeminformatiesysteem	59
7 Literatuur	61

Begrippenlijst	65
Appendix.	73
Bijlage 1	75
Bijlage 2	83
Bijlage 3	87
Bijlage 4	91
Bijlage 5	93

Voorwoord

In de beleidsregels Actief bodembeheer Rijntakken is bij de beoordeling of sprake is van milieuhygiënisch verantwoord grondverzet een belangrijke rol voorzien voor bodemkwaliteitskaarten. In opdracht van Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland (RWS-DON) heeft het Advies- en Kenniscentrum Waterbodems (AKWA-RIZA) een definitiestudie uitgevoerd om de eisen aan de bodemkwaliteitskaarten voor het winterbed van de Rijntakken vast te stellen. Voor u ligt het eindrapport van deze definitiestudie.

Het doel van de definitiestudie was om de functionele, technische en organisatorische eisen aan de bodemkwaliteitskaarten vast te stellen. Door AKWA zijn de hierbij te maken keuzes inzichtelijk gemaakt. De vaststelling van de eisen heeft plaatsgevonden in de werkgroep bodemkwaliteitskaarten Rijntakken. De volgende vertegenwoordigers van betrokken instanties hadden zitting in de werkgroep:

Jeannette van Haren (RWS-DON), voorzitter & projectleider RWS-DON
John Hin (De Straat Milieu-adviseurs, namens AKWA-RIZA)
Regitse Hoogerwerff (RWS-DON)
Johan de Jong (Dienst Landelijk Gebied)
Theo Joosten (RWS-DON)
Jan Kruijshoop (LNV-Directie Oost, deel 2)
Elsbeth van de Laar (AKWA-RIZA)
Ute Menke (AKWA-RIZA), secretaris & projectleider RIZA deel 2
Mart Mensink (LNV-Directie Oost, deel 1)
Ineke Nusselder (Provincie Gelderland)
Irene Oosterkamp (Provincie Overijssel)
Hans Rienks (AKWA-RIZA), secretaris & projectleider RIZA deel 1
Margot Spreuwenberg (Regionale Inspectie Milieuhygiëne/VROM)
Lisz Welling (Provincie Utrecht, deel 1)
Wilfried ter Woerds (Provincie Utrecht, deel 2)

In augustus 1999 is gestart met deel 1 van het project. Middels interviews zijn ideeën en meningen van beleidsmakers, vergunningverleners en andere betrokkenen gepeild. Vervolgens is in een werkbijeenkomst met betrokkenen getracht op hoofdlijnen consensus te bereiken over de functionele eisen aan de bodemkwaliteitskaarten. Naar aanleiding van de uitkomsten van de werkbijeenkomst is allereerst een bestaande indeling in deelgebieden geëvalueerd. Geconcludeerd werd dat aspecten van deze indeling in deelgebieden bruikbaar zijn voor de bodemkwaliteitskaarten, maar dat een nadere uitwerking nodig was om aan de functionele eisen voor de bodemkwaliteitskaarten te kunnen voldoen.

Vanwege het voorgaande is in februari 2000 besloten om deel 2 van het project op te starten. In deel 2 is een systematiek uitgewerkt waarmee voor het hele Rijntakkengebied de bodemkwaliteit op basis van reeds bestaande bodemkwaliteitsgegevens kan worden voorspeld. Daarnaast is nagegaan met welke intensiteit de bodem onderzocht dient te worden om tot voldoende betrouwbare bodemkwaliteitskaarten te komen.

De werkgroep wil hierbij graag haar dank betuigen aan een ieder die een bijdrage heeft geleverd aan de definitiestudie. Speciale dank gaat uit naar Lodewijk Hazelhoff (Explostat Adviesbureau Geostatistiek) voor zijn suggesties en commentaar ten aanzien van de toepassing van geostatistiek.

Samenvatting

Om de kans op wateroverlast te verminderen en tegelijkertijd de natuur in het winterbed van de Rijntakken te ontwikkelen, is grootschalige herinrichting van het gebied voorzien. Bij uitvoering van de herinrichting komen grote hoeveelheden diffuus verontreinigde uiterwaardengrond vrij. Om straks milieuhygiënisch verantwoord met de diffuus verontreinigde uiterwaardengrond om te kunnen gaan, zijn de "beleidsregels Actief Bodembeheer Rijntakken" opgesteld. Volgens deze beleidsregels is bij de milieuhygiënische beoordeling van de mogelijkheden van grondverzet een belangrijke rol weggelegd voor bodemkwaliteitskaarten. In deze definitiestudie zijn de functionele, technische en organisatorische eisen uitgewerkt die aan de bodemkwaliteitskaarten worden gesteld.

Grote gebieden in het Rijntakkengebied zijn al onderzocht op het voorkomen van diffuse verontreiniging. De onderzoeksgegevens van deze gebieden zijn in deze studie gebruikt om relaties af te leiden tussen de mate van diffuse verontreiniging en de kenmerken van het gebied. Dit heeft geleid tot een systematiek waarmee voor het gehele Rijntakkengebied, gebruik makend van de bestaande gegevens, een zo goed mogelijke schatting van de diffuse verontreiniging kan worden gemaakt. In deze systematiek worden bodemkwaliteitszones, variërend van licht tot sterk verontreinigd, onderscheiden. Deze bodemkwaliteitszones verschillen onderling in de mate en variatie van de diffuse verontreiniging. Volgens de systematiek wordt voor elk afzonderlijk terreindeel (=afzonderlijk af te grenzen gebied) de bodemkwaliteitszone ingeschat, waarbij gebruik gemaakt wordt van gegevens over de overstromingsfrequentie in verleden en heden.

In de definitiestudie is besloten om bovengenoemde systematiek te gebruiken voor het maken van een **bodemzoneringskaart** (schaal 1:25.000) van het winterbed in het gehele Rijntakkengebied. Lokale puntbronnen van bodemverontreiniging worden op de bodemzoneringskaart afzonderlijk aangemerkt. De bodemzoneringskaart geeft in vroegtijdige stadia van herinrichting van gebieden globaal inzicht in de te verwachten mate en maximale diepte van de diffuse bodemverontreiniging. Voor de bodemzoneringskaart zal telkens na een periode van circa vijf jaar worden nagegaan of actualisatie nodig is. Bij actualisatie worden de nieuwe gegevens van de bodemkwaliteit verwerkt en wordt de zone-indeling van reeds ontgraven gebieden aangepast.

De bodemzoneringskaart fungeert ook als starthypothese voor het bodemonderzoek dat plaats dient te vinden om een **bodemkwaliteitskaart** op te stellen. Om in het planvormingsstadium van herinrichtingsprojecten met behulp van het kaartbeeld te kunnen beoordelen of de toepassing van vrijkomende grond als bodem milieuhygiënisch verantwoord is, dient de zone-indeling van elk terreindeel voldoende betrouwbaar te zijn. Uit de geostatistische variatie is per bodemkwaliteitszone afgeleid welk aantal waarnemingen benodigd is om met voldoende betrouwbaarheid de zone-indeling vast te stellen. Vooralsnog zijn voor het grootste deel van het Rijntakkengebied onvoldoende gegevens voorhanden om aan de eisen voor een bodemkwaliteitskaart te voldoen.

In de definitiestudie is besloten om bodemkwaliteitskaarten op de schaal van afzonderlijke herinrichtingsprojecten (schaal 1:10.000) te gaan vervaardigen. Van de weergegeven zone-indeling op de bodemkwaliteitskaart is de betrouwbaarheid gegarandeerd. Verder wordt op de bodemkwaliteitskaart de aangetroffen diffuse verontreiniging op elk waarnemingspunt uit het bodemonderzoek driedimensionaal weergegeven.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Na de hoge waterstanden en bijna overstromingen in 1993 en 1995 is het Deltaplan Grote Rivieren opgesteld. In het Deltaplan zijn richtlijnen opgesteld waaraan waterkeringen moeten voldoen. Inmiddels zijn de meeste rivierdijken op de vereiste sterkte gebracht. Om bij stijgende rivierafvoeren ook in de toekomst de bescherming tegen overstromingen te waarborgen, is in de Vierde Nota Waterhuishouding (NW4) een belangrijke koerswijziging vastgelegd. Oplossingen voor hogere rivierafvoeren worden in de toekomst niet direct in dijkverhoging gezocht, maar in maatregelen die de afvoercapaciteit of bergingscapaciteit van de rivier vergroten. Tegelijkertijd wordt met deze maatregelen de ontwikkeling van circa 7.000 hectare nieuwe natuur in het kader van de Ecologische Hoofd Structuur bevorderd.

Voor de Rijntakken Waal, Nederrijn/Lek en IJssel is aan het genoemde beleid invulling gegeven via het project Ruimte voor Rijntakken (RVR). Eén van de maatregelen die in het project wordt voorgesteld is het afgraven van de uiterwaarden. Hierbij komen grote hoeveelheden uiterwaardengrond vrij. Een belangrijk deel van deze uiterwaardengrond is, als gevolg van de verontreiniging van de grote rivieren, diffuus verontreinigd. Om voor deze grond een pragmatische, betaalbare en qua risicobeheersing verantwoorde oplossing te vinden, is in 1998 de landelijke beleidsnotitie "Actief Bodembeheer Rivierbed" vastgesteld. Vervolgens heeft Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland in samenwerking met de provincies Gelderland, Overijssel en Utrecht, het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en Dienst Landelijk Gebied, het beleidsdocument "beleidsregels Actief Bodembeheer Rijntakken" opgesteld. Dit beleidsdocument geeft aan hoe voor de Rijntakken op een verantwoorde wijze met diffuus verontreinigd riviersediment kan worden omgegaan.

1.2 Bodemkwaliteitskaart

Bij de beoordeling of sprake is van het verantwoord omgaan met diffuus verontreinigd sediment wordt onder de beleidsregels Actief bodembeheer Rijntakken gebruik gemaakt van bodemkwaliteitskaarten. De eisen aan de bodemkwaliteitskaarten worden in de beleidsregels opgenomen. De bodemkwaliteitskaarten zullen worden vastgesteld door het bevoegd gezag in het kader van de Wet bodembescherming, de Wet verontreiniging oppervlaktewateren en de Wet milieubeheer.

Volgens de beleidsregels Actief bodembeheer Rijntakken wordt de bodemkwaliteitskaart onder meer gebruikt om te beoordelen of de vrijkomende uiterwaardengrond milieuhygiënisch verantwoord als bodem binnen het winterbed van de Rijntakken kan worden toegepast. Dit betekent dat de bodemkwaliteitskaarten voldoende betrouwbaar dienen te zijn. Op dit moment zijn maar van een beperkt gedeelte van het Rijntakkengebied voldoende gegevens van de bodemkwaliteit voorhanden om aan de betrouwbaarheidseis te voldoen. Om op korte termijn voor het gehele Rijntakkengebied een bodemkwaliteitskaart voor het Actief bodembeheer Rijntakken op te stellen, zou een grootschalig bodemonderzoek nodig zijn. Daarbij komt dat op dit moment nog niet bekend is in welke gedeelten van het winterbed daadwerkelijk herinrichting zal plaatsvinden.

Vanwege het voorgaande is ervoor gekozen om de bodemkwaliteitskaarten op de schaal van afzonderlijke herinrichtingsprojecten te vervaardigen. Aangezien de plannings van de herinrichtingsprojecten niet parallel lopen, heeft dit als

bijkomend voordeel dat de benodigde onderzoeksinspanning over de tijd wordt uitgespreid. Verder kan bij het maken van de bodemkwaliteitskaarten in de toekomst ingespeeld worden op nieuwe ontwikkelingen.

1.3 Bodemzoneringskaart

Onder meer in het kader van de planontwikkeling voor het winterbed van de Rijntakken bestaat er op korte termijn wel behoefte aan een gebiedsdekkend beeld van de te verwachten bodemkwaliteit. Daarom wordt een bodemzoneringskaart voor de Rijntakken opgesteld. Deze kaart geeft op basis van de bestaande gegevens gebiedsdekkend de best mogelijke schatting van de bodemkwaliteit van de bovengrond weer. De bodemzoneringskaart blijft ook na herinrichting van de uiterwaarden een rol vervullen.

De bodemzoneringskaart voor de Rijntakken zal door de bevoegde gezagen als onderdeel van de beleidsregels Actief bodembeheer Rijntakken worden vastgesteld. Voor een bepaald herinrichtingsgebied kan de bodemzoneringskaart door het uitvoeren van bodemonderzoek volgens een voor dit doel optimaal onderzoeksplan worden aangevuld en uitgewerkt tot een bodemkwaliteitskaart.

1.4 Doelstelling

Het doel van onderhavige definitiestudie is de functionele en technische eisen aan de bodemzoneringskaart en de bodemkwaliteitskaarten te formuleren. Tevens wordt aangegeven op welke wijze organisatorisch tot de bodemzoneringskaart en de bodemkwaliteitskaarten kan worden gekomen en wat de rol is van een bodeminformatiesysteem bij het verzamelen en beheren van bodemgegevens.

Figuur 1.1:
Overzichtskaart van het studiegebied
(Silva et al., 2000)



1.5 Begrenzing van het gebied

De bodemzoneringskaart en de bodemkwaliteitskaarten hebben betrekking op het winterbed van de Rijntakken, exclusief het Zwarte Water en de Twenthekanalen, in het beheersgebied van Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland, zoals vastgelegd in de Wet beheer Rijkswaterstaatswerken. Van waterlichamen

(tichelgaten, zandputten, grindgaten, nevengeulen, strangen, wielen, sloten), hoogwatervrije terreinen en andere ophogingen (taluds van wegen etc.) wordt de bodemkwaliteit op bodemzoneringskaart en bodemkwaliteitskaart niet gekarakteriseerd.

1.6 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de processen die de diffuse verontreiniging in het rivierengebied veroorzaken. De informatie over deze processen wordt in hoofdstuk 3 gebruikt voor het onderscheiden van de gebiedskenmerken die de mate en heterogeniteit van de diffuse verontreiniging bepalen. Er is een zone-indeling afgeleid die de te verwachten mate en heterogeniteit van de diffuse verontreiniging reflecteert. Op basis van deze zone-indeling kan voor het gehele Rijnakkengebied een bodemzoneringskaart worden opgesteld.

Hoofdstuk 4 gaat nader in op het onderscheid tussen de bodemzoneringskaart en de bodemkwaliteitskaarten. De bodemzoneringskaarten vormen de starthypothese voor het bodemonderzoek dat benodigd is voor het opstellen van de bodemkwaliteitskaart. Essentieel is verder dat de bodemkwaliteitskaarten in een later stadium van de planvorming op de schaal van een afzonderlijk herinrichtingsproject worden ontwikkeld. De eisen aan de bodemzoneringskaart en de bodemkwaliteitskaarten worden toegelicht vanuit de functies die de kaarten gaan vervullen. Daarop volgend worden in hoofdstuk 5 stappenplannen beschreven waarmee de bodemzoneringskaart kan worden ontwikkeld en geactualiseerd en waarmee de bodemkwaliteitskaart kan worden ontwikkeld. In het afsluitende hoofdstuk wordt ingegaan op de organisatorische aspecten van het vervaardigen van de bodemkwaliteitskaarten en het vervaardigen en beheren van de bodemzoneringskaart. Bij dit laatste speelt een bodeminformatiesysteem een centrale rol.

2 Ontstaan van de diffuse verontreiniging

2.1 Inleiding

Het Actief bodembeer Rijntakken concentreert zich op de aanpak van de grootschalige diffuse verontreiniging in de uiterwaarden. Voor de diffuse verontreiniging geldt dat niet één bron, maar een groot aantal bronnen van verontreiniging aan te wijzen is. De diffuse verontreiniging wordt vrijwel volledig veroorzaakt door de aanvoer van verontreinigd sediment met de rivier.

De waarden van de uiterwaarden

.. zijn reeds beschreven in de milieukartering en -waardering van de uiterwaarden van IJssel, Rijn, Waal en Maas uitgevoerd door de Soet *et al.* in 1974. Het belang van de diffuse verontreiniging was destijds nog niet onderkend.

Citaat: Dijkverzwaringen en rivierbocht afsnijdingen, bruggenbouw en wegeaanleg, ontgrondingen en vuilstorten dreigen ons rivierenlandschap snel en voorgoed te ontluisteren. De beslissingen over deze ingrepen hebben tot dusverre niet uitgeblonken door erkenning van de uitzonderlijke waarden die hier op het spel staan. ... De uiterwaarden zijn het waard!

Vanaf de industriële revolutie zijn in de grote rivieren van Europa, zoals de Rijn, aanvankelijk vooral de gehalten aan zware metalen sterk gestegen. Een voorbeeld van de ontwikkeling van de verontreiniging met metalen in de loop der tijd is opgenomen in figuur 2.1. Sterke pieken zijn opgetreden rond 1930 en tussen 1950 en 1970. Ook de gehalten aan organische verontreinigingen, zoals PAK's en PCB's, raakten als gevolg van industriële activiteiten in de twintigste eeuw verhoogd. De gehalten aan PAK's in het Rijnsediment bereikten een maximum rond 1960, de gehalten aan PCB's rond 1970 (Winkels, 1997).

Wat zijn de probleemstoffen in de waterbodem in het rivierengebied?

De stoffen die verhoogd (kunnen) voorkomen in de uiterwaardbodem zijn zware metalen (arseen, cadmium, zink, koper, lood, kwik en chroom), PAK's en organische microverontreinigingen zoals PCB's, organochloorbestrijdingsmiddelen en hexachloorbenzeen. Vooral voor een aantal zware metalen (zink, arseen, koper, cadmium) worden de interventiewaarden in het winterbed van de Rijntakken veelvuldig overschreden. De interventiewaarden en andere bestaande wettelijke normen zijn gebaseerd op totaalgehalten en kennen geen één-op één relatie met de actuele risico's. In het winterbed van de rivier zijn, naast de actuele risico's voor de mens, vooral de actuele risico's voor de natuur belangrijk.

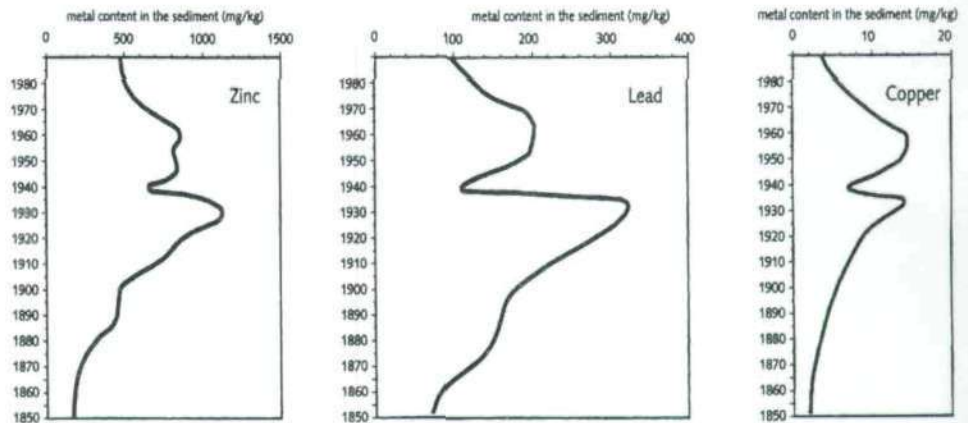
De diverse bodem- en waterorganismen hebben andere gevoeligheden ten aanzien van vergiftiging. In droge bodems veroorzaken de metalen de grootste actuele ecotoxicologische risico's voor soorten. De mate waarin metalen door organismen worden opgenomen is afhankelijk van de lokale zuurgraad en het kalkgehalte. De ARN-natuurwaarden voor metalen als arseen, cadmium, koper en zink zijn daarom voor droge en voor natte toepassingen geformuleerd. Zink, waarvan de totaalgehalten in het rivierengebied de interventiewaarden vaak overschrijden, blijkt van de zware metalen het minst toxisch.

Het risico van PAK's blijkt, door de geringe (bio)-beschikbaarheid ervan, vaak lager te zijn dan op grond van het totaalgehalte verondersteld zou kunnen worden. Onder droge omstandigheden en bij aanwezigheid van zuurstof worden de PAK's afgebroken, waardoor de risico's op de lange termijn zullen verminderen. Voor de PCB's geldt dat deze zowel onder droge als onder natte omstandigheden niet zullen worden afgebroken zodat de risico's aanwezig blijven (van de Guchte, *et al.* 1999).

HCB (hexachloorbenzeen) is een kenmerkende probleemstof in de Rijn en staat op de EU-lijst onder prioritair gevaarlijke stoffen. Deze stof is niet meegenomen in de studie van de natuurrisico's.

Figuur 2.1:

Variatie in de tijd van gemeten metaalgehalten in sediment (omgerekend naar een standaardbodem). Getoond zijn de gemiddelde gehalten van verschillende locaties langs de Waal (Middelkoop, 1997)



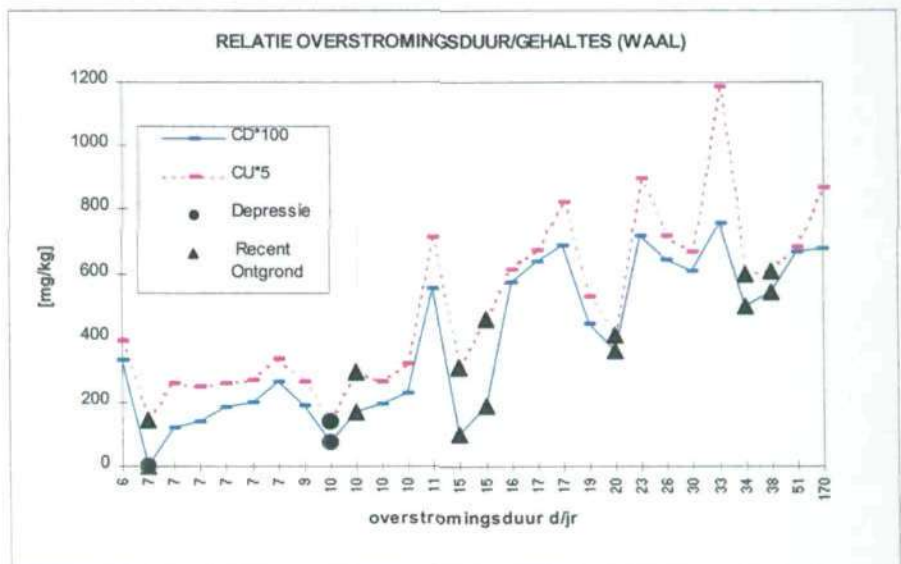
Diffuse verontreiniging vindt plaats doordat zwevend stof plus de aangehechte verontreinigingen in het verleden gesedimenteerd zijn en nog steeds in grote hoeveelheden in het rivierengebied sedimenteren. Tijdens geringe afvoeren wordt vooral verontreinigd sediment in het benedenrivierengebied (Hollandsch Diep, Biesbosch, Haringvliet) en het Ketelmeer afgezet. Tijdens hoge afvoeren raken de uiterwaarden langs de rivieren overstroomd en kan daar verontreinigd sediment bezinken. Hierdoor is de bodem verspreid over een groot oppervlak langs de Rijntakken verontreinigd. De verspreiding van deze diffuse verontreiniging wordt beïnvloed door diverse kenmerken, zoals riviermorfologische kenmerken, de overstromingsfrequentie/-duur en menselijke activiteiten.

Relatie met overstromingsduur

De relatie tussen de overstromingsduur en de gehalten aan zware metalen in het sediment langs de Waal is in figuur 2.2 in beeld gebracht. Als voorbeeld zijn de koper- en cadmiumgehalten gebruikt. De overstromingsduur is voor deze metalen sterk voorspellend voor de gehalten. Dit geldt ook voor de recent ontgronde gebieden waarin de totaalgehalten half zo hoog liggen als op de overige meetpunten in de uiterwaard. Deze lagere totaalgehalten zijn verklaarbaar uit het feit dat op deze locaties de sterkst verontreinigde bovengrond is afgegraven.

Figuur 2.2:

Koper- en cadmiumgehalten uitgezet tegen de overstromingsduur

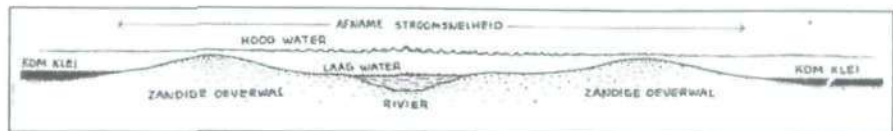


2.2 Riviermorphologie

De rivieren hebben lange tijd vrij spel gehad in Nederland. Maar tussen 1000 en 1200 maakten de Rijntakken grote veranderingen door, zoals de toenemende ontginning van gebieden tot cultuurland in zowel de benedenloop als het bovenstroomse deel van de rivieren. In het deltagebied werd het aanleggen van dijken en kades noodzakelijk, ter bescherming van de bewoners en hun land. Het afvoerregime van de rivier was immers onregelmatiger geworden door de menselijke activiteiten. In 1300 was een gesloten lint van dorpsdijken met wateringen langs de Rijntakken aanwezig (RWS-RIZA, 1998).

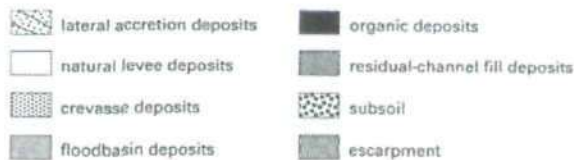
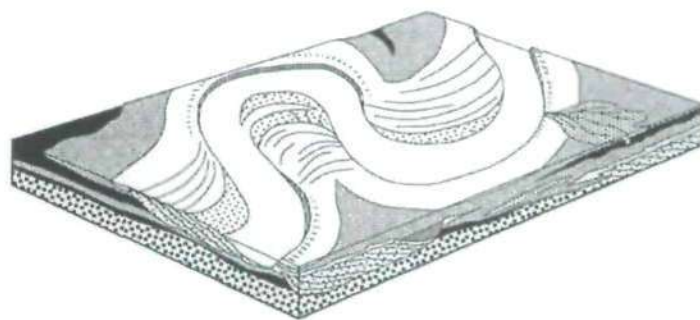
De morfologische processen zoals sedimentatie en erosie en de rivierafvoer zijn bepalend (geweest) en zorgen nog steeds voor een veranderend uiterlijk van het rivierengebied. In het verleden hebben de rivieren hun loop vaak kunnen verleggen. Op sommige plaatsen langs de oevers erodeerde sediment, terwijl op andere plaatsen juist sediment aanspoelde waardoor bijvoorbeeld een plaat kon ontstaan.

Figuur 2.3:
Dwarsprofiel door een onbeteugelde rivier (RWS-RIZA, 1998)



Figuur 2.3 geeft een kenmerkend dwarsprofiel weer van de oorspronkelijke rivier met een zonering van het laaggelegen komgebied, via de hooggelegen oeverwal, naar de rivier. In figuur 2.4 zijn de morfologische processen die plaatsvinden in meanderende riviertrajecten verduidelijkt.

Figuur 2.4:
Illustratie van de morfologische processen in een meanderende rivier (Middelkoop, 1997)



Typologie van de Rijntakken

IJssel - sterk slingerende rivier, het minst/weinig gekanaliseerd, de rivierbedding is zeer smal, de uiterwaarden zijn overwegend breed, het water stroomt vrij af.

Nederrijn/Lek - minder slingerende rivier; minder gekanaliseerd, de rivier is smal, smalle uiterwaarden, grotendeels gestuwd, deels onder invloed van getijde.

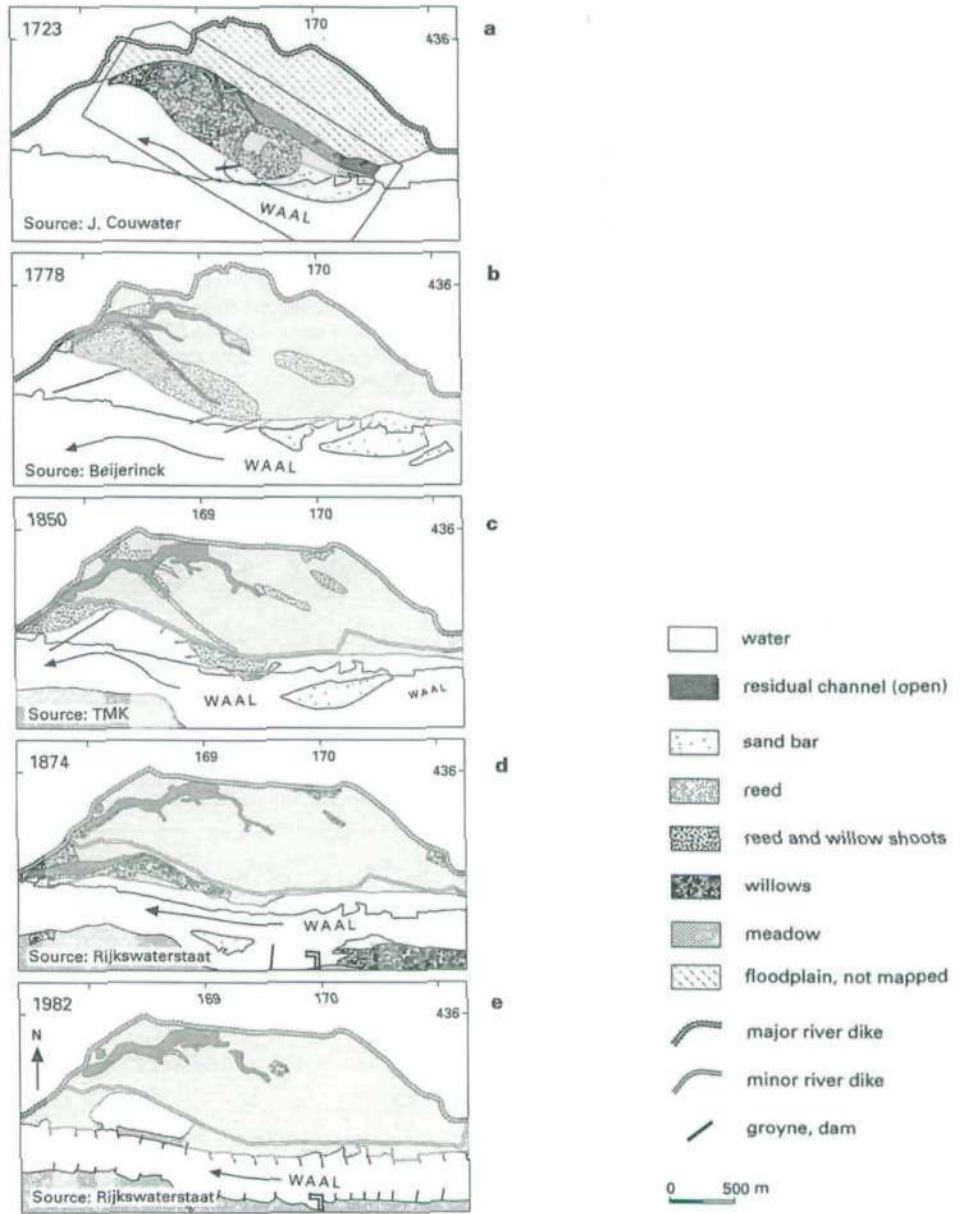
Waal - weinig slingerende rivier, sterk gekanaliseerd, zeer brede rivier, grotendeels vrij afstromend, voor een gering deel onder invloed van getijde (RWS-RIZA, 1998).

Het uiterlijk van de uiterwaarden is in de afgelopen 200 jaar niet sterk meer veranderd. Ter illustratie van de aanslibbing van een uiterwaard met een zomerkade is een schematisch voorbeeld opgenomen (figuur 2.5).

De overstroming van een bekende uiterwaard begint bij het instroompunt dat op een bepaalde hoogte gelegen is. Hierna vult de hele uiterwaard zich. Het water blijft langere tijd staan, ook nadat het water in de rivier reeds is gedaald. Het sediment kan nu rustig bezinken. Niet alleen het instromen van water maar ook het uitstromen wordt door de kade belemmerd, waardoor de fijnere (slib-) deeltjes sedimenteren. In de laagst gelegen gebieden van een uiterwaard wordt ten opzichte van de overige uiterwaarddelen vaak 50-100% meer slib afgezet (Asselman, 1997).

Voor onbekende uiterwaarden kunnen de oeverwallen als een kleine barrière fungeren. Bij een stijgende rivierwaterstand zijn de achterliggende gebieden vaak nog enige tijd beschermd tegen overstroming. De oeverwal kent echter niet over de hele lengte een constante hoogte, maar heeft vaak een onregelmatig reliëf. Ter plaatse van het laagste punt (of bij meerdere lage delen) begint de achterliggende uiterwaard vol te stromen. In deze natuurlijke situatie kan de ligging van het instroompunt dus in de loop van de tijd veranderen. Op de bestaande oeverwallen worden tijdens hoogwater normaliter de dikste zandpakketten afgezet, terwijl op een afstand van zo'n 50 à 100 meter vanuit de oeverwal reeds kleiige afzettingen sedimenteren.

Figuur 2.5:
Aanslibbing van een bekade uiterwaard
(Middelkoop, 1997)



- a- beginstadium met een zandbank; begroeiing kan zich ontwikkelen
- b- aanleg van verdere kribben en opkomst van riet
- c- aanleg van zomerkade
- d- voorlandontwikkeling langs de zomerkade met aangetakte nevengeul
- e- recent rivierbeeld met kribben; vegetatie bestaat hier voor bijna 100% uit grasland

Hoge waterstanden zonder overstroming in een afgegraven uiterwaard

Een bijzonderheid die in recent afgegraven gebieden met onderliggende (zeer) grove zandafzettingen kan optreden, is het feit dat door het verwijderen van de kleiige afdeklaag de laaggelegen delen van de uiterwaard dezelfde (grond)waterstand aannemen als de rivier. In dit geval staat kwelwater in de uiterwaard, er is sprake van herstel van het hydrostatisch evenwicht ("communicerend systeem"). Er vindt dus geen aanvoer van sediment plaats.

Het bedijken en bekaden heeft gezorgd voor een stabiele ligging van de rivierbedding en het tegengaan van erosie. Een dwarsprofiel van de huidige stabiele rivierbedding is als figuur 2.6 weergegeven.

Figuur 2.6:

Dwarsprofiel van huidige rivier in het Rijntakkengebied (RWS-DONS, 1999)
 1=zomerbed; 2=winterbed; 3=bandijk; 4=zomerkade; 5=krib



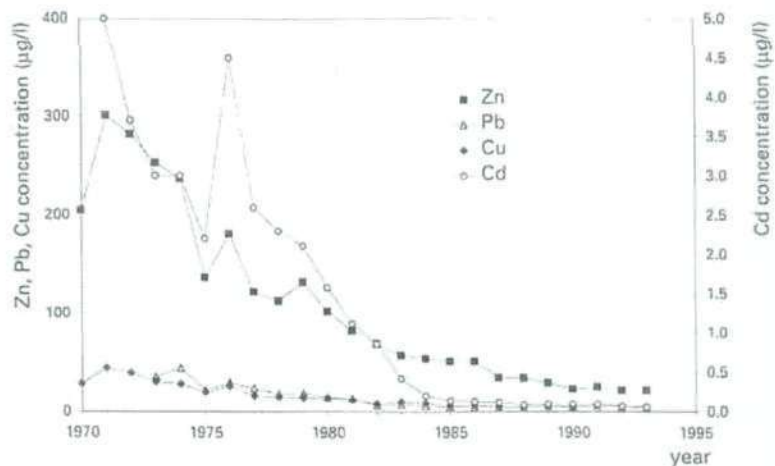
2.3 Sediment transport

Het zwevend stofgehalte in de rivier is de bron voor de diffuse verontreiniging in het rivierengebied. De trend van de zink-, lood, koper-, en cadmiumgehalten in de tijd is weergegeven in figuur 2.7.

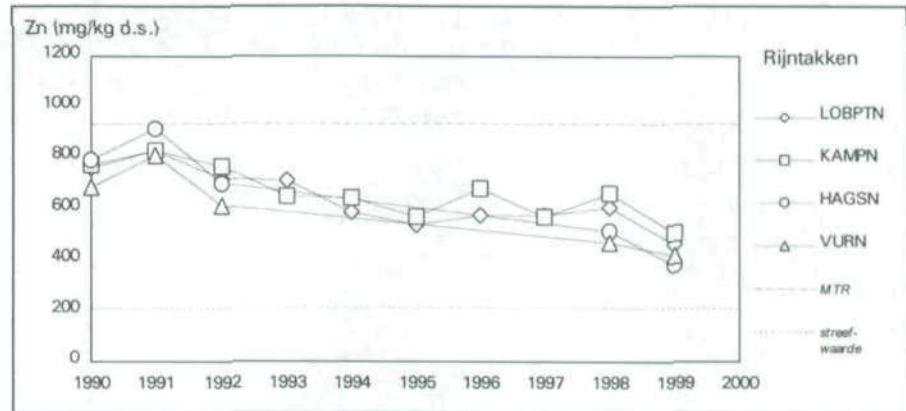
In de waterkwaliteitsrapportage van Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland (De Straat, 2000) zijn voor een periode van tien jaar (1990-2000) trends bepaald voor de zwevend stofgehalten en ook voor enkele verontreinigende stoffen. De recente gegevens wijzen uit dat bij gemiddelde afvoer de verontreinigingsgraad in de lengterichting van de Rijntakken meestal niet toeneemt. Als voorbeeld is het verloop van het zinkgehalte in de Rijn weergegeven (zie figuur 2.8).

Figuur 2.7:

Concentratieverloop van de totaalgehalten cadmium, koper, lood en zink in het oppervlaktewater in de Rijn bij Lobith (Middelkoop, 1997)



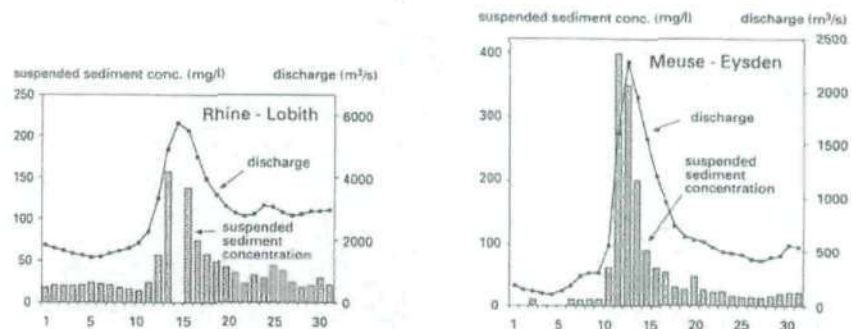
Figuur 2.8:
Gecorrigeerde zinkgehalten in zwevend stof op verschillende meetstations langs de Rijntakken tussen 1990-2000 (De Straat, 2000)



In de Rijntakken bestaan grote verschillen in de afvoer van water. Bij hoge afvoeren is de waterverdeling als volgt: Waal: 65%, Nederrijn/Lek: 20% en IJssel: 15%. Bij lage afvoeren hebben Waal en Nederrijn/Lek in het verleden de hoogste afvoeren gehad. De Rijnkanalisatie en de aanleg van stuwen tussen 1954 en 1971 hadden tot doel de belangrijke scheepvaartroute van de IJssel in stand te houden. Door deze maatregelen ontvangt de Nederrijn/Lek tegenwoordig maar weinig en soms zelfs geen water.

Bij een gemiddelde afvoer kan een groot verschil optreden tussen bekende en onbekende uiterwaarden. In de bekende uiterwaarden wordt immers geen sediment afgezet tijdens de gemiddelde afvoer, terwijl dit in de laaggelegen uiterwaarden zonder kade wel plaats kan vinden.

Figuur 2.9:
Vergelijking van zwevend stofgehalte tijdens hoogwater in de Rijn en de Maas (Asselman, 1997)



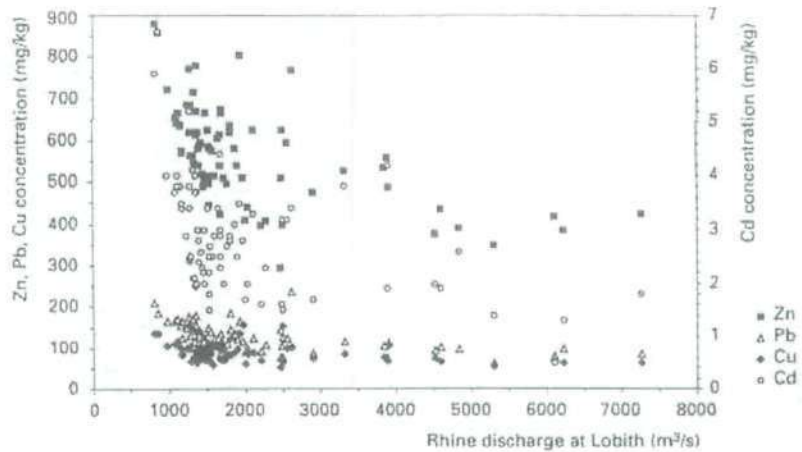
Situaties met hoogwater zijn belangrijk voor een verhoogde concentratie zwevend stof. Hierbij geldt dat de pieken in de concentraties van de Rijn vaak minder hoog zijn dan bijvoorbeeld in de Maas (zie figuur 2.9).

De sterkste sedimentatie doet zich voor binnen 50 m van de oeverwal. Tijdens hoogwater raakt ook het sediment in beweging dat is opgehoopt bij de stuwen. De relatie tussen grootte van de afvoer en het gehalte aan zware metalen is opgenomen in figuur 2.10. De concentratie aan metalen is lager bij hogere afvoer, maar bij deze hogere afvoer wordt duidelijk meer zwevend stof getransporteerd.

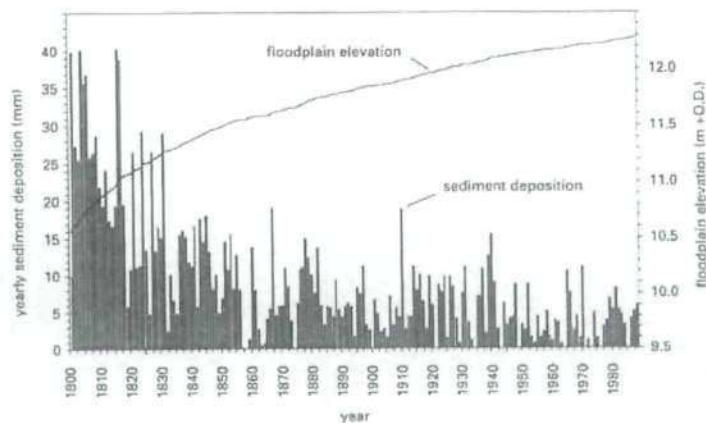
De opslibingsnelheid in de Rijntakken bedraagt volgens berekening van het langjarig gemiddelde (periode 1901-1989) gemiddeld ca. 1,4 mm/jaar. Ongeveer 13% van de jaarlijkse vracht aan zwevend stof te Lobith wordt afgezet in de uiterwaarden, maar hierbij bestaan verschillen tussen de diverse Rijntakken. Zo ligt het jaarlijks gemiddelde in de Nederrijn-Lek rond 0,5 mm, in de IJssel bij 1,2 mm en in de Waal bij 2,5 mm (Asselman, 1999a,b).

Naast verschillen tussen de Rijntakken onderling, bestaan er ook variaties binnen de uiterwaarden, die tot gevolg hebben dat niet overal in de uiterwaard dezelfde laagdikte wordt afgezet. De hoeveelheid afgezet sediment per jaar is afhankelijk van de lokale sedimentatiesnelheid, die beïnvloed wordt door de hoogteligging van de uiterwaarden (zie ook voorbeeld in figuur 2.11).

Figuur 2.10:
Relatie tussen grootte van de afvoer en
gehalte aan zware metalen
(Middelkoop, 1997)



Figuur 2.11:
Simulatie van de sedimentatie in de
Klompewaard vanaf 1800
(Middelkoop, 1997)



Plaatselijk, bijvoorbeeld in een oeverzone, kan binnen een jaar tijd een sedimentlaag van meerdere centimeters worden afgezet. Bij extreme hoogwaters zijn zelfs afzettingen van tientallen centimeters waargenomen (Sorber, 1997). Hierbij gaat het dan deels om sediment dat getransporteerd is over een betrekkelijk korte afstand. Het sedimentatieproces zal ook een rol spelen in de nieuw ingerichte en gedeeltelijk afgegraven uiterwaarden. Naar verwachting zal bij een verlaging van 30% van het totale uiterwaardareaal (= voorkeursvariant van Ruimte voor de Rijntakken) de sedimentatie toenemen. Dan zal niet langer circa 10% van de sedimentvrucht van de Rijn worden vastgelegd, maar zal dit percentage toenemen tot 20% van de sedimentvrucht (Asselman, 1999a,b).

Samenvattend blijkt dat in het Rijntakgebied met name tijdens hoogwaters sediment op de uiterwaarden wordt afgezet. De mate van diffuse verontreiniging van dit sediment is gerelateerd aan de textuur. De kleiige en humeuze afzettingen in de uiterwaarden bevatten de hoogste gehalten aan zware metalen (Middelkoop, 1997). Deze afzettingen met fijne textuur (slib) worden bij lage stroomsnelheden van het overstromingswater afgezet. Op oeverwallen en in de oeverzone wordt bij hogere snelheden van het rivierwater sediment met een grovere textuur (zand) en relatief lage gehalten aan verontreinigingen afgezet.

2.4 Menselijke activiteiten in het rivierengebied

Het Rijntakkengebied is al sinds de Middeleeuwen aantrekkelijk als woongebied. De invloed van de mens is in de loop der tijd steeds meer toegenomen. Met de aanleg van de rivierdijken in de loop van de Middeleeuwen werd de invloed van de rivier teruggebracht tot ongeveer het areaal van het huidige winterbed (circa 30.000 ha).

Deze ingreep had tot gevolg dat het rivierbed opslibde en de dijken periodiek verzwaard moesten worden. In de negentiende eeuw is een grootscheeps normalisatieprogramma van de Rijntakken uitgevoerd, waarbij ondiepten zijn verwijderd, bochten zijn afgesneden en kribben zijn aangelegd. Ongeveer vanaf die tijd wordt ook op grote schaal klei, zand en grind in het winterbed gewonnen. Daarnaast is het rivierengebied op veel plaatsen gebruikt als legale of illegale vuilstort.

Het oude en gevarieerde cultuurlandschap wordt tegenwoordig multifunctioneel gebruikt voor de scheepvaart, als landbouwgebied, voor de drinkwatervoorziening, voor delfstoffenwinning en als woon- en recreatiegebied.

2.5 Niet-diffuse verontreiniging

Bij de niet-diffuse verontreiniging gaat het om verontreiniging door lokale puntbronnen. Dit zijn emissies die op een specifieke locatie invloed hebben op de bodemkwaliteit. Veroorzakers zijn bijvoorbeeld lokale bedrijven die nu of in het verleden in een specifiek gebied geloosd hebben. De belangrijkste lokale puntbronnen in het Rijntakkengebied worden aangetroffen op (voormalige) bedrijventerreinen, zoals steen- en asfaltfabrieken en bedrijventerreinen bij steden. Er bevinden zich ook veel legale en illegale oude stortplaatsen in het winterbed van de Rijntakken.

Langs de Utrechtse Heuvelrug en de Veluwe doet zich een natuurlijk verschijnsel voor waardoor verhoogde arseengehalten in de uiterwaarden worden aangetroffen. Als gevolg van de lokale geohydrologische en geochemische omstandigheden slaat arseen in de bodem neer (zie kader). Dit verschijnsel heeft een sterk plaatselijk karakter.

Van nature verhoogde arseengehalten in gleyzones

Verhoogde arseengehalten zijn aangetoond in de bodems van uiterwaarden waarin sterke kwel vanuit de Utrechtse Heuvelrug of de Veluwe optreedt. In figuur 2.12 is dit geïllustreerd voor de Amerongse Bovenpolder (De Straat, 1998). De verhoogde gehalten hebben een natuurlijke oorzaak. De geochemische samenstelling van het kwelwater is zodanig dat in de zone van de bodem met afwisselend droge en natte omstandigheden (gleyzone) arseen kan neerslaan (zie ook hoofdstuk 5).

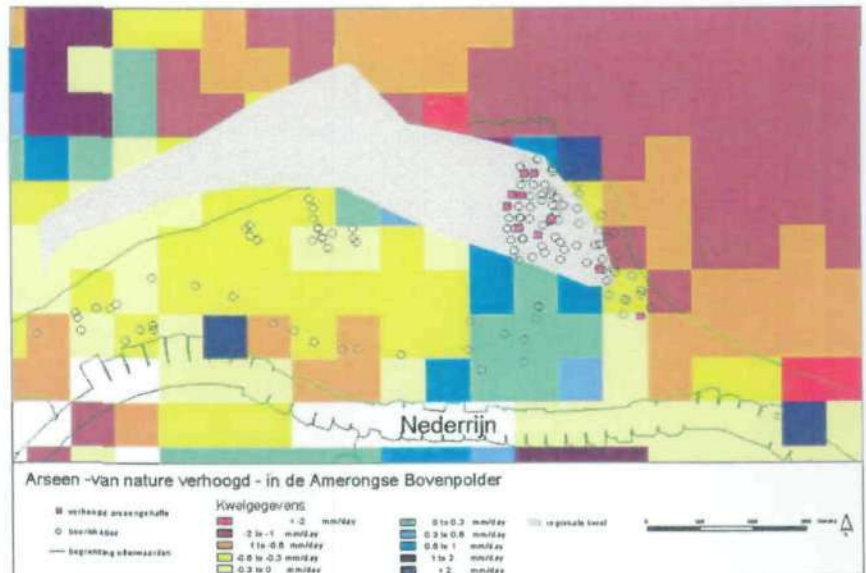
2.6 Herinrichting van de uiterwaarden

Op dit moment is en wordt een aantal uiterwaarden heringericht in het kader van rivierbedverlaging en natuurontwikkeling. De herinrichting houdt in dat de oorspronkelijke morfologie, hoogteligging, overstromingsduur en de textuur van de bodem in delen van de uiterwaard zijn of worden gewijzigd.

Voor de nieuw ingerichte gebieden betekent dit dat de bodemkwaliteit verandert. De herinrichting kan versterking van de sedimentatie tot gevolg hebben, maar het is ook mogelijk dat erosie gaat optreden. In het geval van toenemende sedimentatie is het van belang dat de kwaliteit van het sediment dat met de Rijn wordt aangevoerd, de afgelopen twee decennia voor de meeste stoffen sterk is

verbeterd. Bij toetsing aan de wettelijke normen van de Vierde Nota Waterhuishouding blijkt het zwevend stof dat nu door de Rijn wordt aangevoerd te voldoen aan de MTR-waarden voor de zware metalen (cadmium, chroom, zink, kwik, nikkel, lood) en arseen. Koper ligt rond de MTR-waarde van zwevend stof. HCB en PCB's overschrijden vaak nog het MTR-niveau (Rijkswaterstaat, 2000). In de heringerichte/afgegraven uiterwaarden bij Afferden/Deest en Varik en de nevengeul van Gameren vindt monitoring plaats. Voor de heringerichte gebieden geldt dat het niet mogelijk is om ter plaatse geresuspendeerd sediment van recent aangevoerd sediment te onderscheiden. Uit de monitoringsgegevens (1997 t/m 2000) blijkt dat de organische microverontreinigingen zoals hexachloorbenzeen, PAK's en PCB's vaak normoverschrijdend zijn in het zwevend stof en in de toplaag (0-5 cm) van het waterbodemsediment.

Figuur 2.12:
Verhoogde arseengehalten in de Amerongse Bovenpolder, in relatie tot de regionale kwel vanuit de Utrechtse Heuvelrug



2.7 Conclusies

In het Rijntakkegebied wordt met name tijdens hoogwaters sediment op de uiterwaarden afgezet. De mate van diffuse verontreiniging van dit sediment is gerelateerd aan de textuur. Sediment met een fijne textuur (slib) is sterker verontreinigd dan sediment met een grovere textuur (zand). Het sterkst verontreinigde sediment wordt afgezet bij geringe stroomsnelheden van het overstromingswater. Deze condities doen zich vooral in bekaede uiterwaarden voor. Op oeverwallen en in de oeverzone wordt bij hogere snelheden van het rivierwater sediment met een grovere textuur (zand) en relatief lage gehalten aan verontreinigingen afgezet.

Uit het voorgaande volgt dat aan de hand van gegevens over de morfologie en de daaraan gerelateerde overstromingsfrequentie een voorspelling kan worden gedaan van de mate van diffuse verontreiniging in het gehele winterbed van de Rijntakken. De volgende kenmerken van de gebieden zijn belangrijk voor het onderscheid in de mate en heterogeniteit van de diffuse verontreiniging:

1. overstromingsfrequentie en overstromingscondities in heden en verleden
2. periode van sedimentatie ("opslibbingsperiode"), in verband met de verandering in de mate van diffuse verontreiniging van het aangevoerde sediment in de loop der tijd
3. menselijke activiteiten die het reliëf in de uiterwaarden en daarmee de overstromingsfrequentie en -condities beïnvloeden, zoals ontgroning, herinrichting en ophoging

3 Indeling Rijntakken in zones

3.1 Inleiding

Van de onderscheidende kenmerken voor de mate en heterogeniteit van de diffuse verontreiniging (zie paragraaf 2.7) kan gebruik worden gemaakt om de Rijntakken in te delen in kwaliteitszones. In dit hoofdstuk wordt beschreven op welke wijze een zone-indeling is afgeleid voor de diffuse verontreiniging van de bodem in het Rijntakkegebied. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op het nut en de toepassing van deze zone-indeling.

Bij het indelen van het Rijntakkegebied op basis van de onderscheidende kenmerken voor de diffuse verontreiniging zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bij de zone-indeling is alleen gekeken naar de diffuse verontreiniging van de bovengrond (laag 0-0,5 m beneden maaiveld), aangezien de hoogste gehalten en de grootste mate van heterogeniteit meestal in de bovengrond voorkomen.
- De zone-indeling heeft geen betrekking op zomerkades, waterlichamen en hoogwatervrije terreinen.

3.2 Evaluatie CSO-gebiedsindeling

Om te komen tot een indeling in homogene deelgebieden is in eerste instantie de gebiedsindeling geëvalueerd die reeds was opgesteld voor de Rijntakken (CSO, 1997). Het doel van de CSO-studie was om tot een schematisatie en regionalisatie van bodemopbouw en bodemkwaliteit te komen. Deze schematisatie en regionalisatie zijn ontwikkeld als instrument om, in een vroegtijdig stadium van planvorming van een herinrichtingsproject, inzicht te verwerven in de vrijkomende delfstoffen en de milieuhygiënische kwaliteit hiervan.

Voor de keuze van de gebiedsindeling uit de CSO-studie waren twee redenen. De betreffende zone-indeling is gebiedsdekkend en poogt tevens invulling te geven aan het aspect 'overstromingsduur'. Zoals blijkt uit hoofdstuk 2 is de overstromingsduur één van de belangrijkste onderscheidende kenmerken voor het verklaren van het voorkomen van verschillende bodemkwaliteitszones in het rivierengebied.

Mede op basis van een statistische analyse per Rijntak (Waal, IJssel, Nederrijn/Lek), is in de CSO-studie geconcludeerd dat een drietal kenmerken onderscheidend is voor de aspecten bodemopbouw en/of de bodemkwaliteit. Deze onderscheidende kenmerken zijn, in hiërarchische volgorde:

1. Mate en tijdstip van ontgronding: geen, historisch (<1975) of recent.
2. Opslibbingsperiode: voor of na 1850.
3. Overstromingsduur: voor de Rijn <>2 dagen per jaar, voor de IJssel en voor de Waal <> 20 dagen per jaar.

In figuur 3.1 is als voorbeeld de gebiedsindeling van de CSO-studie weergegeven voor het gebied van de Rijnwaardensche Uiterwaarden langs de Bovenrijn (schaal 1:25:000).

Voor bovengenoemde kenmerken geldt dat deze in de genoemde studie voornamelijk onderscheidend zijn gebleken op het aspect bodemopbouw. In het kader van onderhavige definitiestudie is de indeling in deelgebieden geëvalueerd op het aspect bodemkwaliteit. Bij de evaluatie zijn de volgende knelpunten geconstateerd:

- De indeling in deelgebieden blijkt te voldoen op de schaal 1:30.000, maar voor een meer gedetailleerde schaal zijn de grenzen van de gebieden te onnauwkeurig weergegeven.
- De toetsing van bestaande data heeft geen argumenten opgeleverd om gebieden op basis van een hiërarchie in gebiedskenmerken in te delen. Onduidelijk is bijvoorbeeld welk kenmerk in de hiërarchie bovenaan dient te staan.
- Het feit dat een gebied wel of niet ontgrond is, blijkt op zichzelf niet een onderscheidend kenmerk te zijn waarmee verschillen in bodemkwaliteit verklaard kunnen worden. De hoogteligging van het gebied na ontgronding en het tijdstip van ontgronding, gecombineerd met de overstromingskansen, is daarentegen wel onderscheidend.
- In de voornamelijk op bodemopbouw gebaseerde gebiedsindeling ontbreken ten aanzien van de bodemkwaliteit enkele belangrijke aspecten, zoals menselijke ingrepen in het verleden (verandering van ligging zomerkades, ontgrondingen met aanvulling van grond van elders, periode waarin dat is gebeurd etc.).
- De zone-indeling geeft onvoldoende informatie over de heterogeniteit van de diffuse verontreiniging. In de meeste zones komt een mengeling aan kwaliteiten voor. Behalve de gemiddelde bodemkwaliteit is de heterogeniteit bepalend voor het aantal waarnemingen dat gedaan moet worden om de bodemkwaliteit voldoende betrouwbaar vast te stellen.

3.3 Afleiding nieuwe indeling bodemkwaliteitszones

In een pilotstudie is nagegaan op welke wijze de indeling in zones kan worden verbeterd, zodat een zone-indeling wordt verkregen die op een werkbaar schaalniveau een aanvaardbare voorspelling van de bodemkwaliteit weergeeft.

Voor de pilotstudie zijn de gegevens van de Rijnwaardensche Uiterwaarden gebruikt. De betreffende uiterwaarden zijn om de volgende redenen als pilotgebied gekozen:

- Er is in 1999 een grootschalig bodemonderzoek uitgevoerd dat een uitgebreide dataset met gegevens van de chemische kwaliteit en fysische samenstelling van de bodem heeft opgeleverd. In totaal zijn gegevens van 296 chemische analyses van de bovengrond (1 mengmonster uit 3 boringen per hectare) beschikbaar.
- Het gebied bestrijkt een groot oppervlak (600 hectare).
- Meerdere gradaties van diffuse verontreiniging (van niet of licht verontreinigd tot sterk verontreinigd) komen in het gebied voor.
- Het gebied kent een grote variatie in historische ontwikkeling, zowel wat betreft de natuurlijke geologische opbouw als wat betreft de invloed van de mens (ontgravingen, veranderingen aan de zomerkade en dergelijke).
- De Rijnwaardensche Uiterwaarden vormen een voorbeeld van een herinrichtingsproject dat in het teken staat van Ruimte voor de Rivier en natuurontwikkeling.

Voor de Rijnwaardensche Uiterwaarden is een zo optimaal mogelijke zone-indeling afgeleid. Allereerst is daartoe op basis van informatie over de gemiddelde jaarlijkse overstromingsduur in heden en verleden, getracht een indeling te maken in zoveel mogelijk terreindelen. Hierbij is nog niet gekeken naar de chemische dataset. Alle relevante informatie over overstromingsduur in heden en verleden is per terreindeel gecategoriseerd in een tabel, zoals opgenomen in bijlage 1. Vervolgens is via berekeningen een zone-indeling afgeleid (zie kader).

Schets van de werkwijze voor het opstellen van de zone-indeling

Per terreindeel is een hypothese opgesteld voor de slibaanvoer in heden en verleden en daarmee van de te verwachten verontreinigingsgraad (bijlage 1). Vervolgens is een indeling gemaakt in zones op basis van de chemische dataset. Per onderscheiden terreindeel is gekeken naar de gemiddelde verontreiniging en naar de heterogeniteit. Bij de berekeningen zijn de volgende uitgangspunten en methoden gebruikt:

- De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van een samengestelde parameter (de zogenaamde 'cocktailparameter') bestaande uit een combinatie van zink, koper, cadmium, kwik, arseen en (soms 10) PAK's. De gemeten gehalten aan de afzonderlijke stoffen en stofgroepen zijn met behulp van de bodemtypecorrectie omgerekend naar waarden voor de standaardbodem (10% organische stof, 25% lutum). Deze gestandaardiseerde waarden voor de afzonderlijke stoffen en stofgroepen blijken dusdanig sterk met elkaar gecorreleerd dat ze gezamenlijk een evengoed beeld geven van de verschillen in kwaliteit als ieder afzonderlijk. Deze cocktailparameter is dus een maat voor de diffuse verontreiniging.
- Met behulp van een multivariate analyse (PCA) is nagegaan welke terreindelen qua mate en heterogeniteit van de diffuse verontreiniging overeenkomen en welke terreindelen in afzonderlijke zones dienen te worden geplaatst.
- Zowel de gemiddelde kwaliteit als de heterogeniteit van de zones zijn bepaald met behulp van geostatistiek. Geostatistiek biedt veel voordelen ten opzichte van de klassieke statistische methoden. Het belangrijkste hier te noemen voordeel is dat, door rekening te houden met de ruimtelijke correlatie tussen meetpunten, de variantie (= de mate van heterogeniteit) niet wordt overschat. Hieraan gerelateerde voordelen in relatie tot het benodigde aantal waarnemingen komen later in dit rapport ter sprake (paragraaf 4.3).

Een uitgebreidere beschrijving van de bovenstaande uitgangspunten en methoden is opgenomen in bijlage 1 en in een afzonderlijk werkdocument (v.d. Laar, in prep.).

Nagegaan is in hoeverre de zone-indeling op grond van de onderscheidende kenmerken overeenstemt met de berekende indeling. Geconcludeerd is dat de verwachting van de bodemkwaliteit voor de terreindelen in het algemeen goed overeenstemt met de berekende kwaliteit. Twee verschillen zijn geconstateerd:

- Depressies die frequent onder rustige omstandigheden worden overstroomd blijken sterker verontreinigd te zijn dan werd ingeschat. Dit heeft geleid tot het definiëren van een extra zone.
- Op voormalige oevers met een ingewikkelde geomorfologische ontstaansgeschiedenis (bijvoorbeeld het uitstroompunt van een zijrivier in de hoofdgeul) kan de bodemkwaliteit veel sterker heterogeen zijn dan in de andere gebieden met dezelfde gemiddelde kwaliteit. Daarom is ervoor gekozen deze voormalige oevers in te delen bij de 'oeverzone'.

Het bovenstaande heeft ertoe geleid dat 7 bodemkwaliteitszones zijn onderscheiden, variërend van niet of licht verontreinigd en relatief homogeen (zone 0) tot zwaar verontreinigd en relatief heterogeen (zone 5). Oeverzones zijn heterogener in bodemkwaliteit dan gebieden met dezelfde gemiddelde bodemkwaliteit elders en zijn daarom als afzonderlijke eenheid aangemerkt.

3.4 Validatie zone-indeling

De bruikbaarheid en geldigheid van de methode in het pilotgebied van de Rijnwaardensche Uiterwaarden is getoetst voor een vijftal andere pilotgebieden verspreid over de Rijntakken. Deze pilotgebieden bestaan bij elkaar uit 19 uiterwaarden. De selectie van de vijf pilotgebieden heeft plaatsgevonden op grond van de ligging langs de verschillende Rijntakken (Waal, Rijn en IJssel) en de beschikbaarheid van een uitgebreide chemische dataset.

De toetsing heeft uitgewezen dat de methode ook voor de andere delen van het winterbed van het Rijntakkengebied gebruikt kan worden om de mate en

heterogeniteit van de diffuse verontreiniging te voorspellen. De zone-indeling zoals afgeleid voor de Rijnwaardensche Uiterwaarden blijkt ook voor de overige pilotgebieden toepasbaar. Voor verdere informatie over dit onderzoek wordt verwezen naar het bovengenoemde werkdocument (v.d. Laar, in prep.).

Controle op trends in de lengterichting van de rivier

De zone-indeling in de pilotgebieden verspreid over de Rijntakken laat zien dat er binnen en tussen de Rijntakken geen verschil bestaat in de mate van verontreiniging (van de bovengrond), anders dan al wordt verklaard door de beschouwde onderscheidende kenmerken. Een deel van de verklaring hiervoor is gegeven in hoofdstuk 2, waarin vermeld is dat in de lengterichting van de rivier geen duidelijk aantoonbare verschillen aangetroffen worden in de kwaliteit van het zwevend stof. Dit geldt kennelijk ook voor de hoge afvoeren waarbij sediment op de uiterwaarden wordt afgezet. Bij hoge afvoer is het zwevend stofgehalte hoger (dus: meer materiaaltransport, figuur 2.9) maar de concentratie van zware metalen is ongeveer gelijk of zelfs lager (zie hoofdstuk 2, figuur 2.10).

Ontgravingen

Een belangrijk aandachtspunt in de studie was de invloed van ontgravingen op de indeling in zones. In bijlage 1 is beschreven op welke wijze met ontgravingen moet worden omgaan bij het voorspellen van de zone-indeling. De periode waarin de ontgraving heeft plaatsgevonden is medebepalend voor het vaststellen van de zone.

De zone-indeling is gebaseerd op de gemiddelde mate van diffuse verontreiniging en op de heterogeniteit in de bovengrond. Grote delen van de pilotgebieden die voor deze studie zijn gebruikt zijn in de loop van de afgelopen eeuw gedeeltelijk of grotendeels ontgraven zodat de ontgravingen reeds verdisconteerd zijn in de karakterisering van de zones. Dit betekent echter niet dat er geen verschil in heterogeniteit kan bestaan tussen ontgraven en niet ontgraven delen van dezelfde zone. Om dit te controleren zijn tests uitgevoerd voor twee uiterste gevallen. Zowel binnen een licht verontreinigde zone (zone 0) als een sterk verontreinigde zone (zone 4) is een vergelijking gemaakt tussen een recentelijk ontgraven terreindeel en een aangrenzend niet-ontgraven terreindeel. Vanwege de beperkte beschikbaarheid van bodemkwaliteitsgegevens van niet ontgraven uiterwaarden zijn beide tests uitgevoerd voor kleine terreindelen waarvan slechts enkele analysegegevens beschikbaar zijn. In beide gevallen is geen significant verschil aangetoond tussen de heterogeniteit van de ontgraven en de niet ontgraven gebieden.

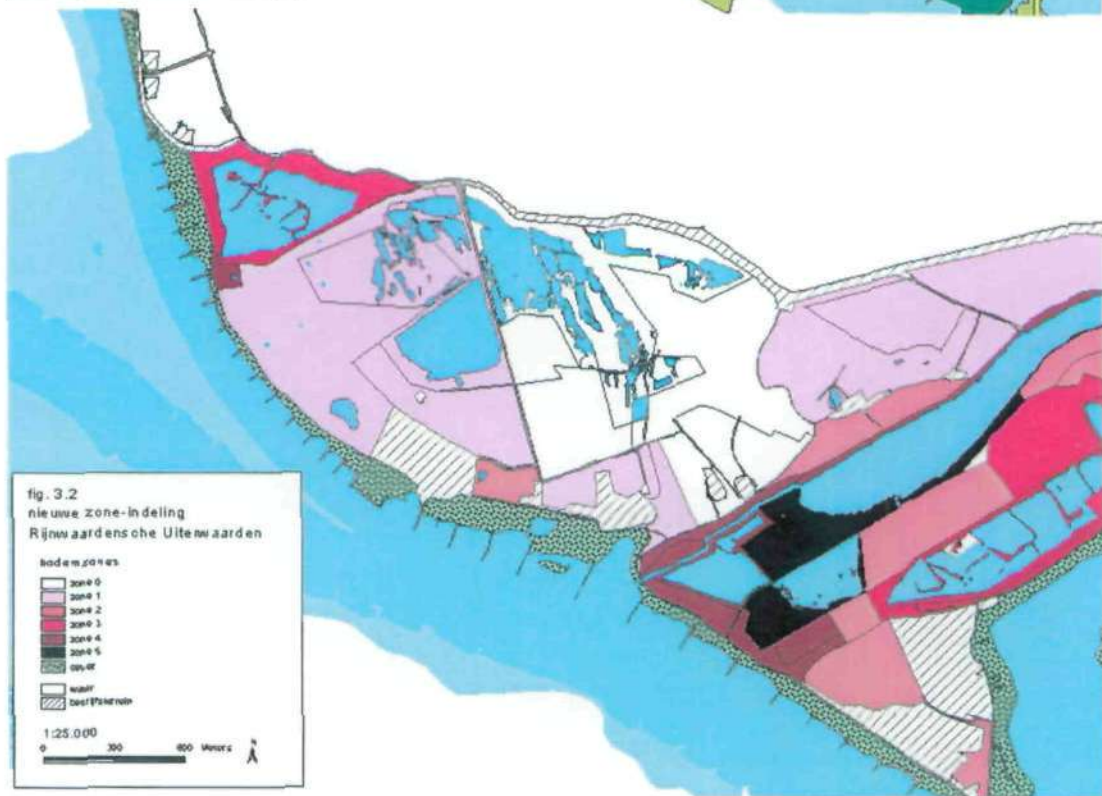
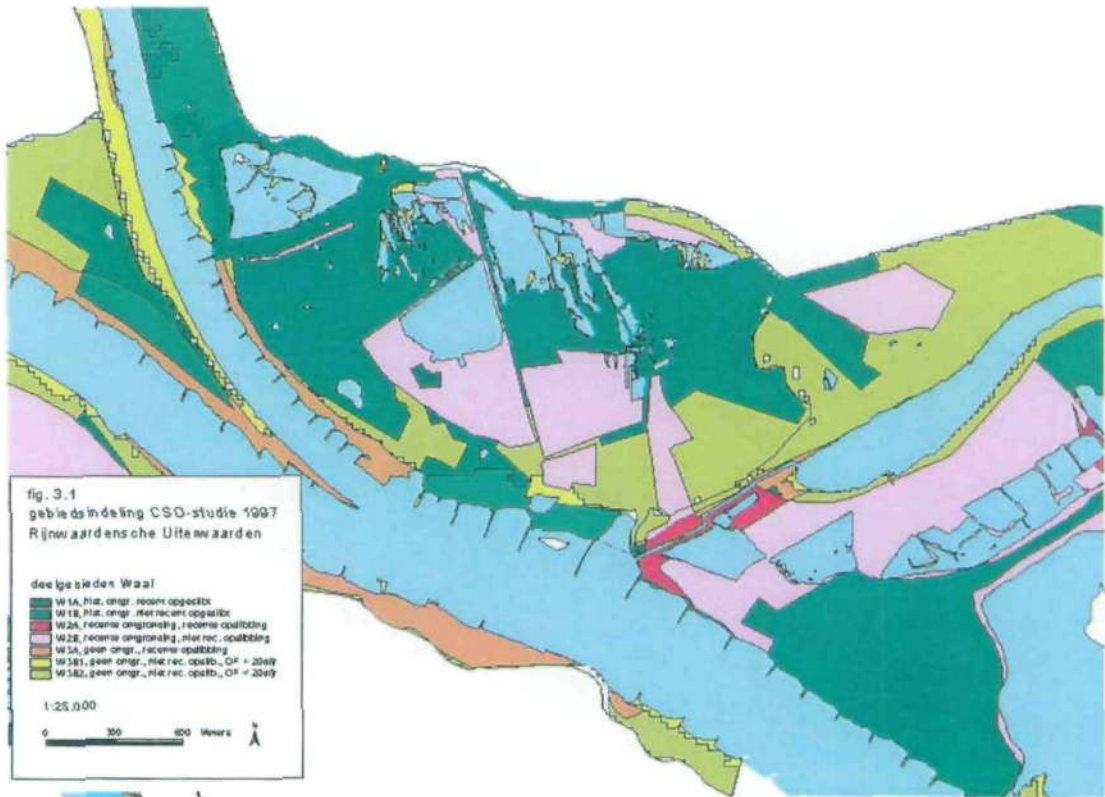
Conclusies

Uit de validatie kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Op basis van de onderscheidende gebiedskenmerken voor de diffuse verontreiniging en de reeds beschikbare gegevens van bodemonderzoek, kan een goede voorspelling worden gedaan van de bodemkwaliteit in gebieden die nog niet onderzocht zijn.
- Er kan op deze wijze een gebiedsdekkende bodemzoneringskaart van de te verwachten verontreiniging worden gemaakt voor de Rijntakken, verdeeld over 7 zones, die variëren van niet tot zwaar verontreinigd. De oeverzone is hierbij als een aparte eenheid onderscheiden.
- Een cocktailparameter samengesteld uit zes risicobepalende parameters kan worden gebruikt om de mate van diffuse verontreiniging uit te drukken. De cocktailparameter biedt de mogelijkheid om eenvoudig nieuw verzamelde milieuhygiënische gegevens te gebruiken voor het toetsen van de zone-indeling (zie hoofdstuk 5).

Figuur 3.1 en 3.2:

Voorbeeld van de gebiedsindeling volgens de studie van CSO bij de Rijnwaardensche Uiterwaarden en ter vergelijking de nieuwe zoneindeling van hetzelfde gebied



In figuur 3.2 is als voorbeeld de zone-indeling weergegeven voor het gebied van de Rijnwaardensche Uiterwaarden langs de Bovenrijn. Deze zone-indeling vormt de basis voor de op te stellen bodemzoneringskaart voor het gehele winterbed van de Rijntakken.

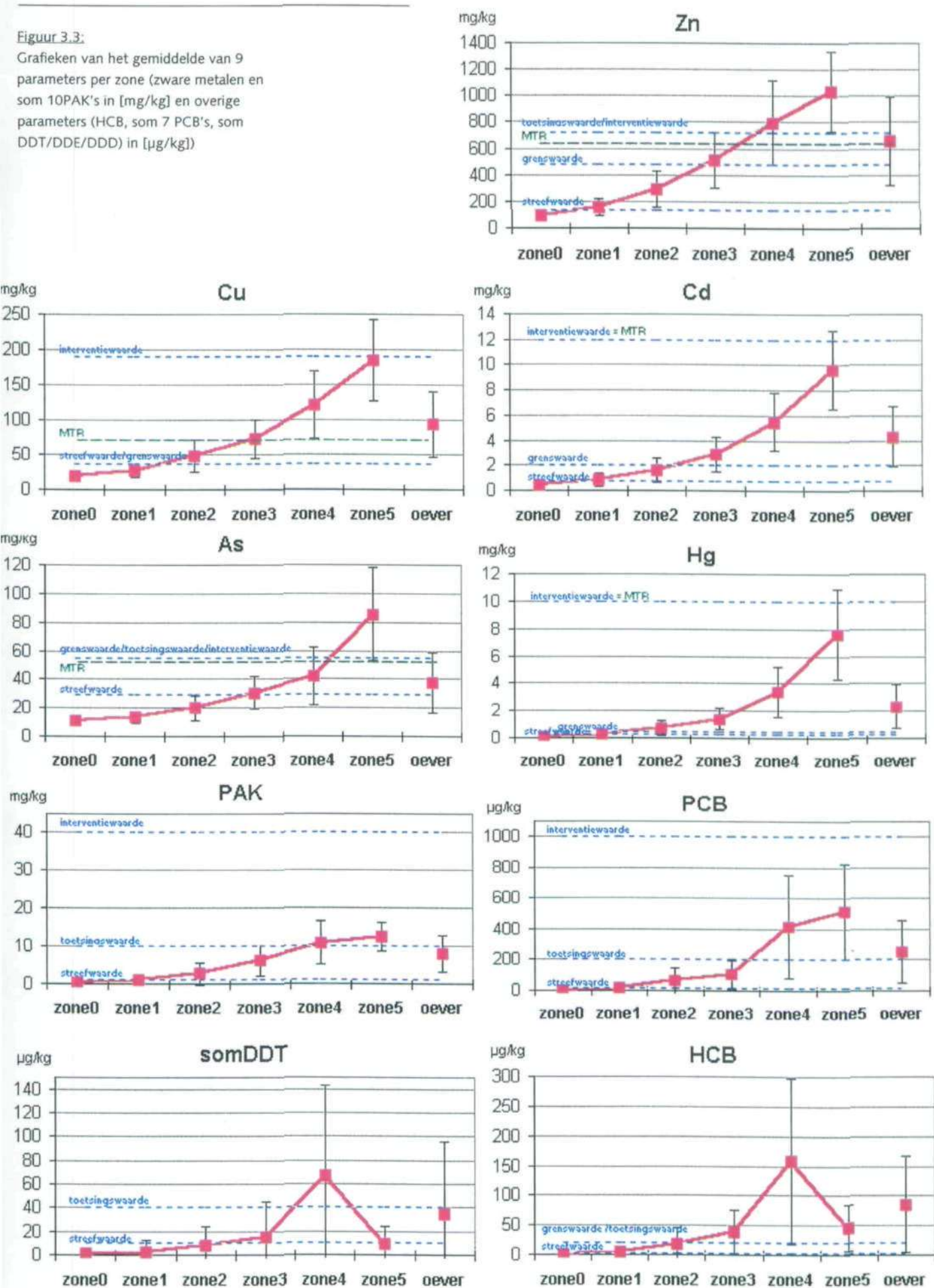
3.5 Karakterisering zones

Het onderscheid in zones is gebaseerd op zowel het gemiddelde als de variatie in de zogenaamde 'cocktailparameter' (zie bijlage 1). De waarde van deze cocktailparameter wordt afgeleid uit de naar standaardbodem (10% organische stof, 25% lutum) omgerekende gehalten aan zink, koper, cadmium, kwik, arseen en som 10 PAK's in de bovengrond. Om de zone-indeling te kunnen relateren aan bestaande en mogelijke toekomstige normeringen, zijn voor de risicobepalende stoffen de gemiddelde gestandaardiseerde gehalten en de standaarddeviatie (niet geostatistisch) in deze gehalten per zone berekend (zie tabel 3.1). Hierbij is gebruik gemaakt van de bestaande gegevens van de bovengrond voor de pilotgebieden. In figuur 3.3 zijn de gemiddelden en standaarddeviaties grafisch vergeleken met de NW4-normering.

Tabel 3.1:
Gemiddelden van de naar standaardbodem omgerekende gehalten, voor de risicobepalende stoffen per zone (zware metalen en PAK's in [mg/kg] en overige parameters in [µg/kg])

Zone	ZN	CD	CU	SOM			SOM				HCB
				PAK(10)	AS	HG	SOM DDT/DDD/ PCB(7)	DDE			
gemiddelde zone 0	93	0	20	0	11	0	1	1	0		
stand.dev.	32	0	6	1	3	0	3	3	1		
gemiddelde zone 1	156	1	27	1	13	0	13	3	4		
stand.dev.	64	1	10	1	4	0	23	11	7		
gemiddelde zone 2	296	2	48	3	20	1	62	9	19		
stand.dev.	136	1	24	3	9	1	88	16	27		
gemiddelde zone 3	513	3	73	6	30	1	105	15	38		
stand.dev.	209	1	28	4	11	1	94	30	39		
gemiddelde zone 4	797	6	121	11	42	3	415	67	158		
stand.dev.	319	2	48	6	21	2	336	76	139		
gemiddelde zone 5	1036	10	185	13	86	8	516	10	46		
stand.dev.	300	3	58	4	33	3	310	15	38		
gemiddelde Oeverzone	658	4	93	8	37	2	254	34	85		
stand.dev.	330	2	47	5	21	2	205	61	81		

Figuur 3.3:
 Grafieken van het gemiddelde van 9 parameters per zone (zware metalen en som 10PAK's in [mg/kg] en overige parameters (HCB, som 7 PCB's, som DDT/DDE/DDD) in [$\mu\text{g}/\text{kg}$])



4 Functionele eisen

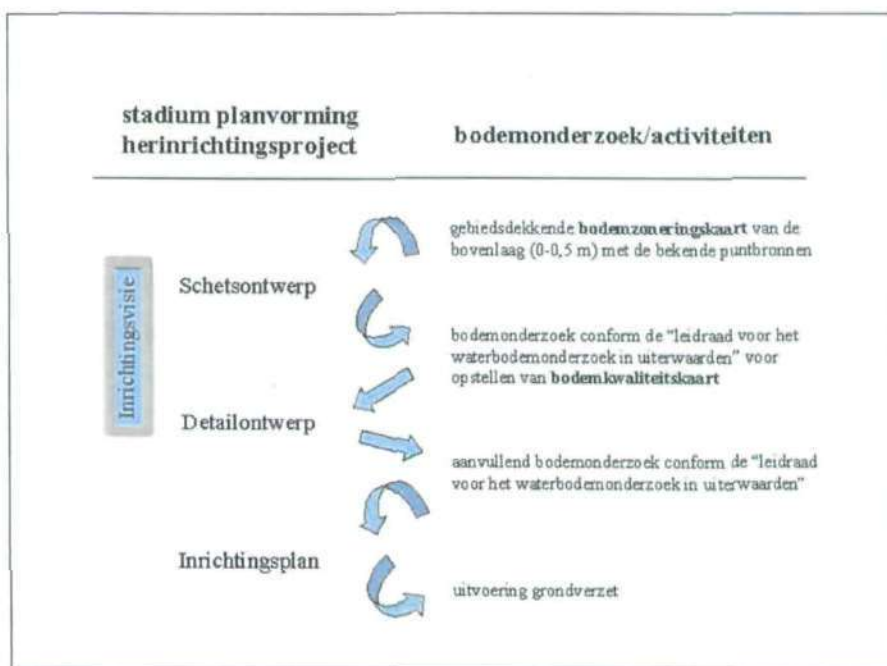
4.1 Inleiding

Uit hoofdstuk 3 blijkt dat op basis van de indeling in zones een eerste inschatting van de bodemkwaliteit voor het Rijntakkengebied, in de vorm van een bodemzoneringskaart, kan worden gemaakt. Deze kaart kan in het kader van de (her)inrichtingsprojecten worden gebruikt ter indicatie van de bodemkwaliteit in de uiterwaarden.

De betrouwbaarheid van de weergegeven bodemkwaliteit op de bodemzoneringskaart is echter niet gegarandeerd. Voor latere stadia van visievorming, zoals bijvoorbeeld bij het afwegen van verschillende inrichtingsvarianten, is de betrouwbaarheid niet voldoende. Voor deze stadia van planvorming wordt daarom, op de schaal van een afzonderlijk herinrichtingsproject, een bodemkwaliteitskaart opgesteld. De bodemkwaliteitskaart wordt gebaseerd op de gegevens van een bodemonderzoek dat voor dit doel wordt uitgevoerd.

De relatie tussen de diverse stadia in het herinrichtingsproject, de bodemzoneringskaart en de bodemkwaliteitskaart is verduidelijkt in figuur 4.1.

Figuur 4.1:
Relatie tussen planvormingsstadium,
bodemzoneringskaart en
bodemkwaliteitskaart



Voor een herinrichtingsgebied wordt éénmalig een bodemkwaliteitskaart opgesteld. Voor gebieden waar daadwerkelijk grondverzet heeft plaatsgevonden vervalt de bodemkwaliteitskaart. Op basis van het inrichtingsplan en het uitgevoerde bodemonderzoek is het theoretisch overigens wel mogelijk om de bodemkwaliteit voor deze gebieden na herinrichting af te leiden. Er moet echter rekening worden gehouden met onnauwkeurigheden van de ontgraving, waardoor na uitvoering van het herinrichtingsproject geen sprake meer is van een gegarandeerde betrouwbaarheid van de gegevens. Voor de heringerichte gebieden kan wel een bodemzoneringskaart worden vervaardigd.

4.2 Functies bodemzoneringskaart

De bodemzoneringskaart heeft diverse functies. Deze functies stellen eisen aan de kaart. Tabel 4.1 geeft een overzicht van de functies en de bijbehorende eisen aan de bodemzoneringskaart. Aangegeven is welke activiteiten zijn of moeten worden uitgevoerd om aan deze eisen te voldoen.

Tabel 4.1:
Functies en eisen van de
bodemzoneringskaart

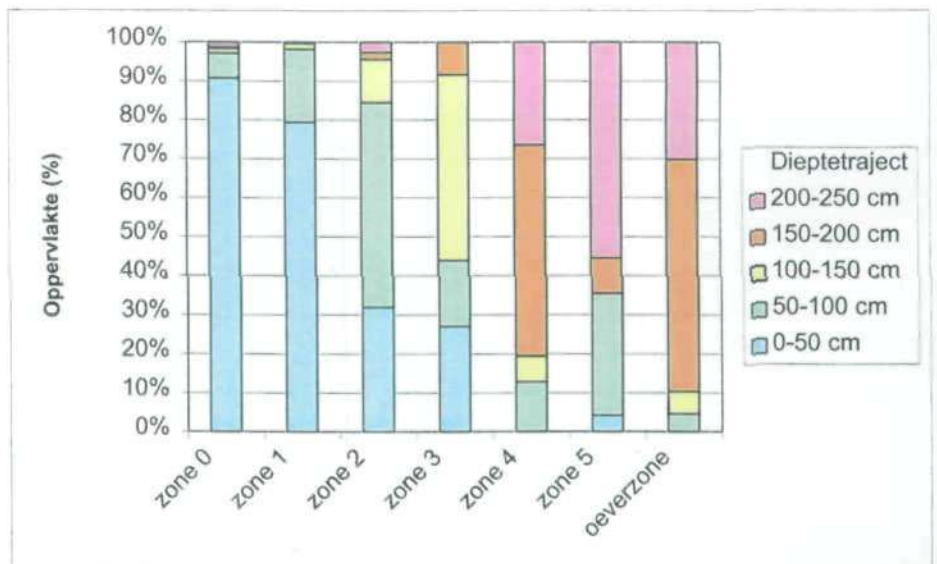
Funcities	Eisen	Activiteiten
<ul style="list-style-type: none"> • inschatten mogelijke bestemmingen vrijkomende grond in eerste stadium van planvorming herinrichting 	<ul style="list-style-type: none"> • inschatting geven van de mate van diffuse verontreiniging van de bodem in drie dimensies • inschatting geven van de mate van diffuse verontreiniging van de bodem in relatie tot de wettelijke normen • inschatting geven van de potentiële risico's van de verontreiniging 	<ul style="list-style-type: none"> • zone-indeling voor de diffuse verontreiniging van de bovengrond • histogram voor globaal inzicht in de relatie tussen zone-indeling en wettelijke normen • histogram voor globaal inzicht in de maximale diepte van de diffuse verontreiniging • chemische karakterisering zones voor de risicobepalende stoffen
<ul style="list-style-type: none"> • starthypothese voor bodemonderzoek naar diffuse verontreiniging voor vervaardiging bodemkwaliteitskaart 	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht geven in gemiddelde en variatie van de diffuse verontreiniging • inzicht geven in de diepte van de diffuse verontreiniging 	<ul style="list-style-type: none"> • per zone optimale afstand tussen boorpunten in bodemonderzoek voor planvorming bepalen • histogram afleiden voor globaal inzicht in de maximale diepte van de diffuse verontreiniging per zone
<ul style="list-style-type: none"> • inschatting waar mogelijk sprake is van lokale puntbronnen 	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht geven in ligging mogelijke lokale puntbronnen 	<ul style="list-style-type: none"> • weergave ligging lokale puntbronnen
<ul style="list-style-type: none"> • inschatting waar mogelijk van nature verhoogde arseengehalten voorkomen 	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht geven in ligging gebieden met mogelijk van nature verhoogde arseengehalten in de gleyzone van de uiterwaardbodem 	<ul style="list-style-type: none"> • weergave gebieden met risico van door natuurlijke oorzaak verhoogde arseengehalten
<ul style="list-style-type: none"> • actueel gebiedsdekkend beeld als onderdeel van het landsdekkend beeld van de bodemkwaliteit 	<ul style="list-style-type: none"> • actuele weergave van de mate van diffuse verontreiniging in de bovengrond 	<ul style="list-style-type: none"> • zone-indeling voor de diffuse verontreiniging van de bovengrond • chemische karakterisering zones voor de stoffen die de wettelijke normen overschrijden • regelmatige actualisatie

De zone-indeling, waarvan de afleiding in hoofdstuk 3 is beschreven, fungeert als basis voor de bodemzoneringskaart. De bodemzoneringskaart heeft uitsluitend betrekking op de bovengrond, tot een diepte van 0,5 m.

In figuur 4.2 is een voorbeeld gegeven van de uitwerking van een bodemzoneringskaart die aan de eisen in tabel 4.1 voldoet. Het deel van de bodemzoneringskaart waarvan de bodemkwaliteit voldoende betrouwbaar in kaart is gebracht om van een bodemkwaliteitskaart te kunnen spreken (zie paragraaf 4.3), is met arcering op de kaart aangegeven. Op de bodemzoneringskaart worden de lokale puntbronnen aangemerkt. Van de bestaande gegevens van de bodemkwaliteit (bovengrond) wordt op de boorlocaties het eindoordeel van de toetsing aan de productkwaliteitsnormen van de Vierde Nota Waterhuishouding (NW4) vermeld. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen toetsingsresultaten die gebaseerd zijn op een volledig analysepakket (zie bijlage 3) en toetsingen die gebaseerd zijn op een beperkt analysepakket..

Figuur 4.4:

Histogram van de maximale diepte per zone waarop diffuse verontreiniging is aangetoond (vooralsnog alleen Rijnwaarden); de grens van de diffuse verontreiniging is gelegd tussen NW4-klasse 0 en 1



In het algemeen mag worden aangenomen dat de mate van verontreiniging geleidelijk afneemt met toenemende diepte. Met name in de zones met sterke rivierdynamiek, zoals de oeverzones, kunnen op grotere diepte echter ook lagen worden aangetroffen die sterker verontreinigd zijn dan de bovengrond.

De potentiële risico's van de verontreiniging worden bepaald door de gehalten in de bovengrond. In de beleidsregels Actief bodembeheer Rijntakken worden cadmium, lood, kwik, arseen, koper, zink en PAK's genoemd als risicobepalende stoffen en stofgroepen. Voor deze stoffen en stofgroepen is in tabel 3.1 het gemiddelde gehalte in de bovengrond per zone vermeld.

Behalve de mate van diffuse verontreiniging kunnen ook de fysische samenstelling (lutum, zand, klei) en de technische eigenschappen (geschiktheid voor keramische industrie, dijkverzwaring) van de grond van belang zijn bij de beoordeling van de mogelijke bestemmingen van de te ontgraven grond. In het tweedimensionale kaartvlak kan van deze extra gegevens geen goed beeld worden gegeven. Voor het inschatten van de fysische samenstelling en technische eigenschappen van de grond kan wel gebruik worden gemaakt van de gegevens over de opbouw van de bodem en de samenstelling van de lagen die in het bodeminformatiesysteem worden opgeslagen (zie hoofdstuk 6).

Starthypothese voor bodemonderzoek

De indeling in zones wordt gebruikt voor het bodemonderzoek dat in de planvormingsfase wordt uitgevoerd (zie figuur 4.1). Elke zone vertegenwoordigt behalve een karakteristieke mate van diffuse verontreiniging ook een karakteristieke variatie (zie hoofdstuk 3 en bijlage 1). Dit betekent dat voor elke zone met behulp van geostatistiek een optimale afstand tussen boorpunten in het bodemonderzoek kan worden afgeleid. In paragraaf 4.3 wordt hierop nader ingegaan. Uit het histogram van de maximale diepte van de diffuse verontreiniging kan worden afgeleid welke boordiepte gewenst is om de begrenzing van de diffuse verontreiniging in verticale richting vast te stellen.

Andere bronnen

De bodemzoneringskaart geeft inzicht in de diffuse verontreiniging die het gevolg is van het proces van sedimentatie op de uiterwaarden. Plaatselijk kan de bodemkwaliteit echter mede worden bepaald door lokale bronnen van bodemverontreiniging, zoals stortplaatsen en activiteiten van bedrijven. Daarnaast komen langs de Utrechtse Heuvelrug en de Veluwe van nature verhoogde

arseengehalten voor (zie hoofdstuk 2 en 5). Dit kan invloed hebben op de verwerkingsmogelijkheden van de grond die ter plaatse bij herinrichting vrijkomt. De gebieden waar de bodemkwaliteit beïnvloed kan zijn door andere bronnen als het aangeslibde riviersediment worden op de bodemzoneringskaart afzonderlijk aangemerkt.

Actueel gebiedsdekkend beeld van de diffuse verontreiniging

Het weergeven van een actueel gebiedsdekkend beeld van de diffuse verontreiniging stelt als aanvullende eis dat de bodemzoneringskaart actueel wordt gehouden. Vanwege het beschikbaar komen van nieuwe gegevens uit bodemonderzoek, de realisatie van herinrichtingsprojecten en de voortgaande aanslibbing van riviersediment (sedimentatie) zal regelmatig aanpassing nodig zijn. Telkens na circa vijf jaar dient daarom te worden getoetst of actualisatie van de bodemzoneringskaart nodig is. Voor de volgende delen van het Rijntakkegebied dient bij actualisatie een herziening plaats te vinden:

1. Gebieden waarvoor nieuwe bodemkwaliteitsgegevens beschikbaar zijn gekomen. Het betreft zowel gegevens van diffuus verontreinigde gebieden met aangeslibd riviersediment als van gebieden waarin de bodemkwaliteit is beïnvloed door lokale bronnen of door van nature verhoogde gehalten.
2. Gebieden waarin ontgravingen hebben plaatsgevonden of waarin grond is opgebracht. Voorzover de ontgraving geen waterlichaam of hoogwatervluchtplaats (=hoogwatervrij terrein) heeft opgeleverd dient de zone-indeling opnieuw beoordeeld te worden.
3. Gebieden waarin sterke sedimentatie of erosie heeft plaatsgevonden. Het optreden van sterke sedimentatie of erosie is in het Rijntakkegebied vaak gekoppeld aan extreem hoge waterstanden (zie paragraaf 2.3). De grootste kans op sterke sedimentatie en erosie bestaat in oeverzones en in heringerichte gebieden.

4.3 Functies bodemkwaliteitskaart

De bodemkwaliteitskaart wordt door de initiatiefnemer van een herinrichtingsproject ontwikkeld om te gebruiken bij het kiezen van een inrichtingsvariant (zie figuur 4.1).

De initiatiefnemer zal de bodemkwaliteitskaart in het planvormingsstadium gebruiken om in te schatten welke oplossingsrichtingen voor de vrijkomende uiterwaardengrond milieuhygiënisch verantwoord zijn. Dit geldt in beginsel zowel voor verplaatsing van de uiterwaardengrond binnen het Rijntakkegebied, in het kader van Actief bodembeheer Rijntakken, als voor verplaatsing naar elders. De bodemkwaliteitskaart kan in dit stadium van planvorming worden gebruikt voor overleg tussen initiatiefnemer en bevoegd gezag over de mogelijkheden van grondverzet en het eventuele benodigde aanvullende bodemonderzoek. De bodemkwaliteitskaart kan daarnaast een functie gaan vervullen bij vergunningaanvragen en in een bodembeheers- of grondstromenplan.

Oplossingsrichtingen binnen Actief bodembeheer Rijntakken

Voor de vrijkomende verontreinigde grond zal een gebiedsgerichte oplossing in het kader van de beleidsregels Actief bodembeheer Rijntakken worden gezocht. In deze beleidsregels worden vijf oplossingsrichtingen genoemd:

- bodem blijft bodem;
- bodem wordt bouwstof;
- hergebruik na bewerking;
- bergen in putten;
- storten in depot.

Bodemkwaliteitskaarten vervullen een belangrijke rol in de kwaliteits- en risico-toetsen die als waarborg in de beleidsregels zijn ingebouwd. Het betreft met name toetsingen om te beoordelen of grondverzet onder de oplossingsrichtingen

“bodem blijft bodem”, “bodem wordt bouwstof” en “bergen in putten” verantwoord is. Bij de oplossingsrichting “bodem wordt bodem” wordt ook beoordeeld of de fysische samenstelling van de op te brengen en de ontvangende bodem gelijk is.

Oplossingsrichtingen buiten het Rijntakkegebied

Een deel van de vrijkomende uiterwaardengrond kan naar verwachting als ‘schone uiterwaardengrond’ (klasse 0) worden aangemerkt (zie paragraaf 4.2, figuur 4.3). Voor deze schone uiterwaardengrond kan ook buiten het Rijntakkegebied een bestemming worden gezocht. Hetzelfde geldt voor de vermarktbaar verontreinigde uiterwaardengrond en de verontreinigde uiterwaardengrond waarvoor binnen het Rijntakkegebied geen bestemming kan worden gevonden.

Functies en eisen bodemkwaliteitskaarten

De functies waarin de bodemkwaliteitskaart moet voorzien zijn weergegeven in tabel 4.2. Per functie zijn de bijbehorende eisen vermeld. Verder is aangegeven op welke wijze aan deze eisen invulling wordt gegeven. Hierbij is rekening gehouden met zowel de eisen die vanuit de initiatiefnemer van een herinrichtingsproject worden gesteld, als met de eisen vanuit vergunningverlening en handhaving.

Tabel 4.2:

Functies en eisen van de bodemkwaliteitskaart

Functies	Eisen	Activiteiten
<ul style="list-style-type: none"> uitsluitend geven of sprake kan zijn van een lokale puntbron 	<ul style="list-style-type: none"> de ligging en omvang van lokale puntbronnen wordt weergegeven 	<ul style="list-style-type: none"> gedetailleerd historisch onderzoek naar aard, ligging en omvang van lokale puntbronnen
<ul style="list-style-type: none"> in het planvormingsstadium inschatten welke oplossingsrichtingen, binnen en buiten het Rijntakkegebied, voor de vrijkomende grond in aanmerking komen 	<ul style="list-style-type: none"> de kaart dient inzicht te geven in de bodemkwaliteit in relatie tot de wettelijke normen 	<ul style="list-style-type: none"> de resultaten van toetsing aan de NW4-normering van de afzonderlijke monsters op kaart aangeven
<ul style="list-style-type: none"> de mogelijkheid bieden om de gemiddelde diffuse verontreiniging van de bovengrond te toetsen aan risicogrenzen (MTR, BGW of ARN) 	<ul style="list-style-type: none"> de diffuse verontreiniging dient voor elke zone voldoende betrouwbaar te worden gekarakteriseerd 	<ul style="list-style-type: none"> uitvoeren van een bodemonderzoek op grond waarvan voor elk terreindeel met voldoende betrouwbaarheid de zone-indeling van de bodemzoneringskaart fungeert in het bodemonderzoek als starthypothese)
<ul style="list-style-type: none"> toetsing of sprake is van vergelijkbare of betere bodemkwaliteit mogelijk maken, voor de oplossingsrichting ‘bodem wordt bodem’ 	<ul style="list-style-type: none"> de kaart dient de diffuse verontreiniging en de fysische samenstelling van de te ontgraven bodemlagen en de ontvangende bodem voldoende betrouwbaar in beeld te brengen 	<ul style="list-style-type: none"> de resultaten van het bodemonderzoek (zowel fysische samenstelling als milieuhygiënische kwaliteit) per boorlocatie driedimensionaal in kaart brengen

Voor de planvorming is het essentieel dat de bodemkwaliteit driedimensionaal inzichtelijk wordt gemaakt. Dit biedt de mogelijkheid om te beoordelen welke partijen grond afzonderlijk ontgraven dienen te worden. Voor de beoordeling van de mogelijkheden van grondverzet onder de beleidsregels Actief bodembeheer Rijntakken dient de zone-indeling voldoende betrouwbaar vastgesteld te zijn om de kwaliteits- en risicotoeetsen te kunnen uitvoeren. Verder dient de bodemkwaliteitskaart duidelijk te maken of lokale puntbronnen kunnen worden uitgesloten. Voor gebruik in het kader van vergunningverlening en handhaving is het noodzakelijk dat de bodemkwaliteit getoetst wordt aan de wettelijke normen en driedimensionaal in kaart wordt gebracht (Witte *et al.*, 2000).

Eisen aan het bodemonderzoek

Om per terreindeel de zone-indeling voor de bodemkwaliteitskaart vast te stellen wordt een bodemonderzoek uitgevoerd. De weergegeven zone-indeling op de bodemzoneringskaart fungeert hierbij als starthypothese. Deze hypothese geldt niet alleen de mate van diffuse verontreiniging, maar ook de heterogeniteit ervan. Op basis van de heterogeniteit kan het aantal waarnemingen (=aantal analyses van bodemmonsters) per oppervlakte-eenheid dat benodigd is om de zone-indeling voldoende betrouwbaar vast te stellen met behulp van geostatistiek worden vastgesteld. In bijlage 2 is de wijze waarop deze afleiding kan plaatsvinden toegelicht. Als voor een bepaald terreindeel het minimaal benodigde aantal waarnemingen beschikbaar is, kan de gemiddelde kwaliteit van de bovengrond berekend worden en, via een statistische toetsing, de zone-indeling worden bepaald.

In tabel 4.3 zijn de resultaten van de berekeningen van het minimaal aantal benodigde waarnemingen (minimaal meetplan) per hectare voor elke zone weergegeven. De getallen in tabel 4.3 zijn gebaseerd op een groot (300 hectare), rechthoekig terreindeel. Het aantal benodigde waarnemingen per oppervlakte-eenheid is afhankelijk van de oppervlakte en de vorm van het terreindeel. Ongeacht de oppervlakte van het terreindeel is altijd een minimaal aantal waarnemingen benodigd om de zone-indeling statistisch vast te kunnen stellen. Bij het ontwikkelen van een bodemonderzoeksprotocol voor het opstellen van de bodemkwaliteitskaart, als onderdeel van de "Leidraad voor het waterbodemonderzoek in de uiterwaarden" zal hiermee rekening gehouden worden.

Tabel 4.3:
Benodigde aantallen waarnemingen per zone om de bodemkwaliteitskaart voor een groot, rechthoekig terreindeel vast te stellen (voor afleiding zie bijlage 2)

Bodemkwaliteitszone	Minimaal meetplan [waarnemingen/hectare]	Meetplan in bodemonderzoeksprotocol [waarnemingen/hectare]
Zone 0	0.04	0.1
Zone 1	0.04	0.1
Zone 2	0.1	0.2
Zone 3	0.1	0.2
Zone 4	0.2	0.2
Zone 5	0.2	0.2
Oeverzone	0.2	0.2

Uit het bodemonderzoek kan blijken dat de starthypothese over de zone-indeling verworpen moet worden. Als sprake blijkt van een minder homogene zone dan verwacht was, betekent dit dat een groter aantal waarnemingen nodig is. Hiermee kan in het bodemonderzoeksprotocol rekening worden gehouden door een "marge" van bijvoorbeeld 2 zones te kiezen (zie tabel 4.3).

Om een correcte weergave van de waarnemingen op de bodemkwaliteitskaart mogelijk te maken is het noodzakelijk dat de resultaten van analyses van separate monsters beschikbaar komen. Dit betekent dat het aantal waarnemingen per hectare overeenkomt met het aantal boringen per hectare.

In bijlage 3 zijn op basis van bovenstaande eisen de hoofdlijnen van een bodemonderzoeksprotocol voor het opstellen van de bodemkwaliteitskaart uitgewerkt. Een onderdeel van het bodemonderzoeksprotocol is het uitvoeren van een historisch onderzoek. Dit historisch onderzoek moet uitsluitel geven over de aanwezigheid en eventuele omvang van lokale puntbronnen. In het bodemonderzoeksprotocol is verder aangegeven op welke wijze per terreindeel de

zone-indeling statistisch vastgesteld dient te worden. Voorlopig is als voorwaarde gesteld dat per terreindeel minimaal 3 waarnemingen worden gedaan.

Voorbeeld van bodemkwaliteitskaart

In figuur 4.5 is een voorbeeld gegeven van een bodemkwaliteitskaart die aan de eisen uit tabel 4.2 voldoet.

Figuur 4.5:

Voorbeeld van een bodemkwaliteitskaart gebaseerd op onderzoek volgens het protocol voor zone 4 in de Rijnwaardensche Uiterwaarden. De kaart is hier overigens niet op de voorgestelde schaal circa 1:10.000 (zie hoofdstuk 5) weergegeven.



Met behulp van de zone-indeling die op de bodemkwaliteitskaart is weergegeven kan bepaald worden welk grondverzet onder de oplossingsrichting 'bodem wordt bodem' van het Actief bodembeheer Rijntakken toegestaan is. Op de boorlocaties is de klassenindeling volgens de Vierde Nota Waterhuishouding van de bovengrond en van de diepere bodemlagen inzichtelijk gemaakt. Ook de fysische samenstelling is op de boorlocaties inzichtelijk gemaakt. Via vaststelling van de klassenindeling kan beoordeeld worden welke andere bestemmingen dan 'bodem wordt bodem' in aanmerking komen voor de vrijkomende uiterwaardengrond (zie ook kader).

Toetsingskaders uiterwaardengrond

Op de bodemkwaliteitskaart worden de resultaten weergegeven van toetsing aan de productkwaliteitsnormen uit de Vierde Nota Waterhuishouding. Ook andere toetsingskaders zijn en worden belangrijk bij de beoordeling van de bestemmingsmogelijkheden van de vrijkomende uiterwaardengrond. Een voorbeeld hiervan is de toetsing aan de risicogrenzen per functie (*bodemgebruikswaarden*).

Op termijn kan vervanging van de toetsing aan de productkwaliteitsnormen door een andere normering, of aanvulling met een andere normering, wenselijk zijn. Hiermee kan in het bodeminformatiesysteem nu al rekening worden gehouden.

4.4 Vergelijking met ontwikkelingen elders

Voor licht verontreinigde grond die bij ontgraving van landbodems vrijkomt is een vrijstellingsregeling grondverzet van toepassing (VROM *et. al.*, 9/1999). In het kader van deze vrijstellingsregeling worden bodemkwaliteitskaarten gebruikt om te beoordelen of het grondverzet milieuhygiënisch verantwoord kan plaatsvinden. Deze bodemkwaliteitskaarten dienen te voldoen aan de interim-richtlijn bodemkwaliteitskaarten (VROM *et. al.*, 6/1999).

Hoewel voor de uiterwaardengrond de genoemde vrijstellingsregeling en bijbehorende interim-richtlijn niet van toepassing zijn, wordt in deze paragraaf een vergelijking gemaakt van de eisen aan de bodemkwaliteitskaarten voor het Rijntakkengebied en de eisen die de interim-richtlijn stelt.

Verder wordt in deze paragraaf een vergelijking gemaakt van de op te stellen bodemzonerings- en bodemkwaliteitskaarten voor de Rijntakken met reeds opgestelde bodemzoneringskaarten voor delen van het rivierengebied. Het betreft bodemzoneringskaarten voor het Maasdal en voor de oevers langs de Lek binnen het beheersgebied van Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland.

Vergelijking met interim-richtlijn bodemkwaliteitskaarten in het kader van de Vrijstellingsregeling grondverzet

De wijze waarop met behulp van historische gegevens de zone-indeling voor de Rijntakken wordt vastgesteld voldoet aan de eisen van de interim-richtlijn. Hetzelfde geldt voor het aantal stoffen waarop de zone-indeling is gebaseerd en de wijze waarop wordt omgegaan met de gegevens van de bodemkwaliteit. De bodemkwaliteitskaarten voor de Rijntakken voldoen ook aan de eisen met betrekking tot het aantal waarnemingen per zone (deelgebied) en aan de eisen voor de ruimtelijke verdeling van deze waarnemingen. De bodemkwaliteitskaarten voor de Rijntakken voldoen daarom aan de minimumeisen die gesteld zijn in de interim-richtlijn.

In de interim-richtlijn is aangegeven dat de bodemkwaliteitskaart niet in één keer volledig tot stand hoeft te komen voor het totale beheersgebied. Een bodemkwaliteitskaart kan 'groeien'. Gebieden die nog onvoldoende onderzocht zijn om aan de eisen uit de interim-richtlijn te voldoen, kunnen bijvoorbeeld met een arcering worden aangemerkt. Voor de Rijntakken wordt hieraan invulling gegeven door een bodemzoneringskaart voor het gehele gebied op te stellen en regelmatig te actualiseren. Er wordt overigens niet naar gestreefd om in de toekomst de bodemzoneringskaart voor het hele Rijntakkengebied te laten voldoen aan de eisen voor een bodemkwaliteitskaart. Het is in de praktijk immers alleen zinvol om bodemkwaliteitskaarten te maken voor gebieden waar daadwerkelijk plannen bestaan om (grootschalig) grondverzet uit te gaan voeren.

In de interim-richtlijn is onderkend dat de te volgen systematiek bij het opstellen van de bodemkwaliteitskaarten voor landbodems geen rekening houdt met de variabiliteit binnen de deelgebieden. Bij de zone-indeling voor de Rijntakken is wel met deze eigenschap van de zones rekening gehouden.

Vergelijking met Maasdal

Voor de Maas zijn in 2000 door CSO bodemzoneringskaarten opgesteld (CSO, 2000). In onderstaande tabel 4.4 zijn de overeenkomsten en verschillen met de Rijntakken kort samengevat.

De werkwijze voor het opstellen van de bodemkwaliteitskaarten of bodemzoneringskaart is voor beide gebieden verschillend geweest. Op basis van

onder meer de kwaliteit van het recent aangevoerde zwevend stof, het afvoerregime en de morfologische verschillen zijn andere benaderingen gekozen.

Bij de Rijntakken is nadrukkelijk getracht om zones in te delen op basis van mate en heterogeniteit van de verontreiniging. De zones van het Maasdal zijn op deze aspecten grover uitgewerkt.

Tabel 4.4:

Vergelijking tussen de bodemzoneringskaarten van het Maasdal en de Rijntakken

Maasdal	Rijntakken	Op-/aanmerkingen
<ul style="list-style-type: none"> bodemzoneringskaart : homogene deelgebieden per riviertraject 	<ul style="list-style-type: none"> bodemzoneringskaart : homogene deelgebieden/zones geldig voor alle Rijntakken 	<ul style="list-style-type: none"> meer mogelijkheden voor grondverzet binnen het Rijntakkegebied
<ul style="list-style-type: none"> rekening gehouden met longitudinale trend 	<ul style="list-style-type: none"> geen longitudinale trend aanwezig 	
<ul style="list-style-type: none"> dynamische en statische delen onderscheiden 	<ul style="list-style-type: none"> hoog – en laag dynamische gebieden onderscheiden op basis van overstromingsfrequentie en bekading 	<ul style="list-style-type: none"> vergelijkbare invulling
<ul style="list-style-type: none"> herverontreiniging is belangrijk 	<ul style="list-style-type: none"> herverontreiniging minder groot probleem 	<ul style="list-style-type: none"> van invloed op de "geldigheidsduur" van de kaart
<ul style="list-style-type: none"> per zone ondergrond/bovengrond gekarakteriseerd met bestaande milieuhygiënische gegevens (zware metalen, som 10 PAK, PCB's, minerale olie, DDT, EOX, OCB) 	<ul style="list-style-type: none"> zone-indeling vastgesteld met bestaande milieuhygiënische gegevens van de bovengrond (zware metalen + som 10PAK's); karakterisering van de zones op basis van volledig waterbodempakket is mogelijk 	<ul style="list-style-type: none"> kritische stoffen worden gebruikt voor bepalen zone-indeling
<ul style="list-style-type: none"> toetsing of gebieden van elkaar verschillen uitgevoerd op grove indeling 	<ul style="list-style-type: none"> zoveel mogelijk deelgebieden onderscheiden op basis van kenmerken, later geaggregeerd tot zones 	<ul style="list-style-type: none"> ruimtelijke variatie in de Rijntakken meegenomen
<ul style="list-style-type: none"> geen (betrouwbare) voorspelling van te verwachten bodemkwaliteit in "witte vlekken" mogelijk 	<ul style="list-style-type: none"> op basis van methodiek Rijntakken kan te verwachten bodemkwaliteit van de "witte vlekken" worden ingevuld 	
<ul style="list-style-type: none"> geen optimaal boorplan voor aanvullend bodemonderzoek uitgewerkt 	<ul style="list-style-type: none"> optimaal boorplan voor elke zone uitgewerkt 	<ul style="list-style-type: none"> actualisatie bodemonderzoeks-richtlijn biedt perspectieven en besparingen
<ul style="list-style-type: none"> geen afbakening van NW4-klassen 	<ul style="list-style-type: none"> geen afbakening van NW4-klassen 	

Vergelijking met oevers van de Lek

Voor de oevers langs de Lek is in 1999 door Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland een bodemzoning opgesteld (RWS-DZH, 2000). Er zijn langs de Lek drie morfologische hoofdeenheden onderscheiden. Per hoofdeenheid is de gebiedseigen kwaliteit vastgesteld. In onderstaande tabel 4.5 zijn de overeenkomsten en verschillen met de Rijntakken kort samengevat.

Voor de Lek is in vergelijking met Maas en Rijntakken een eenvoudige indeling gehanteerd. De onderscheiden rivierkundige hoofdeenheden (zomerbed, kribvakken en onbekade oevers, bekende oevers) zijn direct gekoppeld aan de geplande inrichtingsactiviteiten. De relatief grove indeling in eenheden die voor de Lek is gekozen heeft niet alleen te maken met de geringe beschikbaarheid van gegevens, maar ook met de complexe geomorfologie van de betreffende oevers. De variabiliteit in bodemkwaliteit is hierdoor groot. Voor het uitvoeren van

inrichtingsmaatregelen blijft langs de Lek aanvullend bodemonderzoek noodzakelijk.

Tabel 4.5:
Vergelijking van de bodemzoning(s-
kaart) van de Lek en de Rijntakken

Lek	Rijntakken	Op-/aanmerkingen
<ul style="list-style-type: none"> • hoofdeenheden van de Lek 	<ul style="list-style-type: none"> • bodemzoningskaart : homogene deelgebieden/zones geldig voor alle riviertakken 	<ul style="list-style-type: none"> • meer mogelijkheden voor grondverzet binnen het Rijntakkegebied • Lek is lokaal gebiedsgericht
<ul style="list-style-type: none"> • rekening gehouden met longitudinale trend • dynamische en statische delen onderscheiden 	<ul style="list-style-type: none"> • geen longitudinale trend aanwezig • hoog – en laag dynamische gebieden onderscheiden op basis van overstromingsfrequentie en bekading 	<ul style="list-style-type: none"> • vergelijkbare invulling
<ul style="list-style-type: none"> • herverontreiniging niet belangrijk • zoveel mogelijk deelgebieden onderscheiden op basis van kenmerken, later geaggregeerd tot zones 	<ul style="list-style-type: none"> • herverontreiniging geen groot probleem • zoveel mogelijk deelgebieden onderscheiden op basis van kenmerken, later geaggregeerd tot zones 	
<ul style="list-style-type: none"> • per hoofdeenheden gekarakteriseerd met bestaande milieuhygiënische gegevens (waterbodempakket); voor de hoofdeenheden 'kribvakken en bekade oevers' bovenstroomse gegevens gebruikt 	<ul style="list-style-type: none"> • zone-indeling vastgesteld met bestaande milieuhygiënische gegevens van de bovengrond (zwarte metalen en PAK's); karakterisering van de zones op basis van volledig waterbodempakket is mogelijk 	<ul style="list-style-type: none"> • kritische stoffen zijn gebruikt • ruimtelijke variatie in de Rijntakken meegenomen; in de Lek te weinig gegevens van de oevers
<ul style="list-style-type: none"> • toetsing per parameter aan klassenindeling; resultaten in tabelvorm 	<ul style="list-style-type: none"> • toetsing aan klassenindeling wordt op kaart (als punt) weergegeven 	
<ul style="list-style-type: none"> • geen (betrouwbare) voorspelling van te verwachten bodemkwaliteit in "witte vlekken" mogelijk 	<ul style="list-style-type: none"> • op basis van methodiek Rijntakken kan te verwachten bodemkwaliteit van de "witte vlekken" worden ingevuld 	
<ul style="list-style-type: none"> • geen optimaal boorplan voor aanvullend bodemonderzoek afgeleid 	<ul style="list-style-type: none"> • optimaal boorplan voor elke zone vastgesteld 	<ul style="list-style-type: none"> • actualisatie bodemonderzoeksrichtlijn biedt perspectieven en besparingen
<ul style="list-style-type: none"> • geen afbakening van NW4-klassen 	<ul style="list-style-type: none"> • geen afbakening van NW4-klassen 	

Een algemene conclusie die uit de vergelijking van de Rijntakken met Maas en Lek kan worden getrokken is dat de kaarten voor de Rijntakken een betere voorspellende waarde hebben voor de bodemkwaliteit. Dit geldt zowel voor de betrouwbaarheid van de gemiddelde bodemkwaliteit alsook voor de variatie van de bodemkwaliteit binnen de zones.

5 Technische eisen

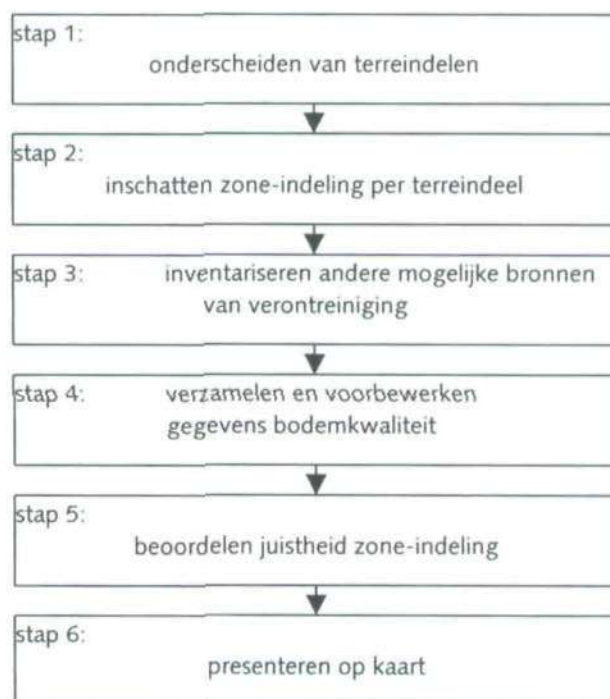
5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden stappenplannen beschreven voor het opstellen en actualiseren van de bodemzoneringskaart. Ook wordt een stappenplan gegeven voor het opstellen van de bodemkwaliteitskaarten. Via het doorlopen van de stappenplannen worden kaarten opgesteld die aan de functionele eisen, zoals vermeld in hoofdstuk 4, voldoen.

5.2 Opstellen bodemzoneringskaart

Het stappenplan voor het opstellen van de bodemzoneringskaart is weergegeven in figuur 5.1.

Figuur 5.1:
Stappenplan voor het opstellen van
bodemzoneringskaarten



Stap 1: Onderscheiden van terreindelen

De bodemzoneringskaart heeft betrekking op het winterbed van de Rijntakken. Binnen het winterbed worden alle gebieden met mogelijk een karakteristieke mate en heterogeniteit van de diffuse verontreiniging als afzonderlijke terreindelen onderscheiden. Deze terreindelen worden aangemerkt op een topografische kaart waarbij die uit circa 1995 als basis gebruikt wordt (zie kader).

In hoofdstuk 3 is beschreven dat de gemiddelde jaarlijkse overstromingsduur primair bepalend is voor de bodemkwaliteit. De overstromingsduur van gebieden kan in de loop der tijd zijn veranderd door verandering van de waterstanden, door sedimentatie en erosie en door menselijk ingrijpen. Het menselijk ingrijpen betreft activiteiten zoals het verleggen van zomerkades, het opwerpen van ophogingen voor wegen en het uitvoeren van ontgrondingen, al dan niet gecombineerd met grondaanvullingen.

Om de gemiddelde jaarlijkse overstromingsduur in verleden en heden te bepalen worden de volgende gegevens verzameld:

- gegevens over de waterstanden gedurende de afgelopen 100 jaar (waterstandsduurlijn, recente meetgegevens) op alle meetpunten in het Rijntakkengebied;
- een Digitaal Terrein Bestand (DTB) van de hoogteligging van het gebied, zoveel mogelijk van hetzelfde tijdstip als de topografische basiskaart;
- de beschikbare topografische kaarten (1:25.000) en rivierkaarten (1:10.000) vanaf circa 1830;
- beschikbare gegevens over uitgevoerde ontgrondingen.

Basiskaart topografie

Voor een belangrijk deel van de beschikbare bodemkwaliteitsgegevens geldt dat deze afkomstig zijn van gebieden die inmiddels zijn ontgraven. De bodemkwaliteitsgegevens van deze gebieden kunnen in bepaalde gevallen wel worden gebruikt om de zone-indeling van de omgeving te bepalen. Vanaf ongeveer 1995 is op grote schaal gestart met natuurontwikkeling in de uiterwaarden van het Rijntakkengebied, al dan niet gekoppeld aan dijkverzwaring. Met het oog hierop dient een (topografische) kaart uit circa 1995 als basiskaart te worden gebruikt bij het onderscheiden van de terreindelen. De veranderingen die sindsdien hebben plaatsgevonden, bijvoorbeeld de veranderingen tot 1 januari 2001 dienen vervolgens te worden verwerkt zodat de bodemzoneringskaart geldt voor deze laatste datum. Bij het verwerken van de veranderingen kan dezelfde werkwijze worden gehanteerd als bij toekomstige actualisaties van de bodemzoneringskaart (zie paragraaf 5.3).

De gegevens van de waterstanden en van de hoogteligging in verleden en heden worden gebruikt om de jaarlijkse gemiddelde overstromingsduur in te schatten. Afzonderlijk af te grenzen gebieden met verschillende overstromingsduur in verleden of heden worden als terreindeel aangemerkt. Bij het afgrenzen van de gebieden op de topografische kaart wordt zoveel mogelijk aangesloten op visueel waarneembare grenzen, zoals zomerkades, steilranden, watergangen en dergelijke.

Elementen als hoogwatervrije terreinen, waterlichamen (tichelgaten, grindgaten, zandputten, strangen, wielen en (neven)geulen), kades en taluds van wegen binnen het winterbed van de rivier worden als apart terreindeel aangemerkt. Op de bodemzoneringskaart en de bodemkwaliteitskaarten worden deze terreindelen echter niet in een zone ingedeeld, omdat het een relatief grote onderzoeksinspanning zou vergen om de bodemkwaliteit in deze terreindelen in kaart te brengen. Aangezien deze elementen bij de herinrichting van uiterwaarden meestal maar in beperkte mate betrokken zijn, wordt volstaan met het uitvoeren van specifiek bodemonderzoek op de locaties die daadwerkelijk ontgraven worden en waar daadwerkelijk uiterwaardengrond wordt toegepast.

Stap 2: Inschatten zone-indeling per terreindeel

Per terreindeel dient de tabel ingevuld te worden zoals is opgenomen in bijlage 1. Uit de ingevulde tabel kan als volgt de zone-indeling worden ingeschat:

alle codes gelijk	->	kies de bijbehorende zone als resultante
combinatie van codes	->	kies een zone hoger dan de gemiddelde* ³

*³ Slib afgezet na 1975 bevat vrijwel geen extreem verhoogde gehalten aan diffuse verontreinigingen meer. Tussen 1900 en 1975 afgezet slib bevat de hoogste gehalten aan diffuse verontreinigingen. Als zich in deze periode veranderingen veranderingen hebben voorgedaan in de opslibbingsmogelijkheden moet hiermee rekening worden gehouden.

In bepaalde gevallen kan via expert-judgement van de oorspronkelijke inschatting worden afgeweken. Een reden kan de aanwezigheid van voormalige oevers zijn. Deze dienen voor de betreffende periode als sterk opgeslibd te worden

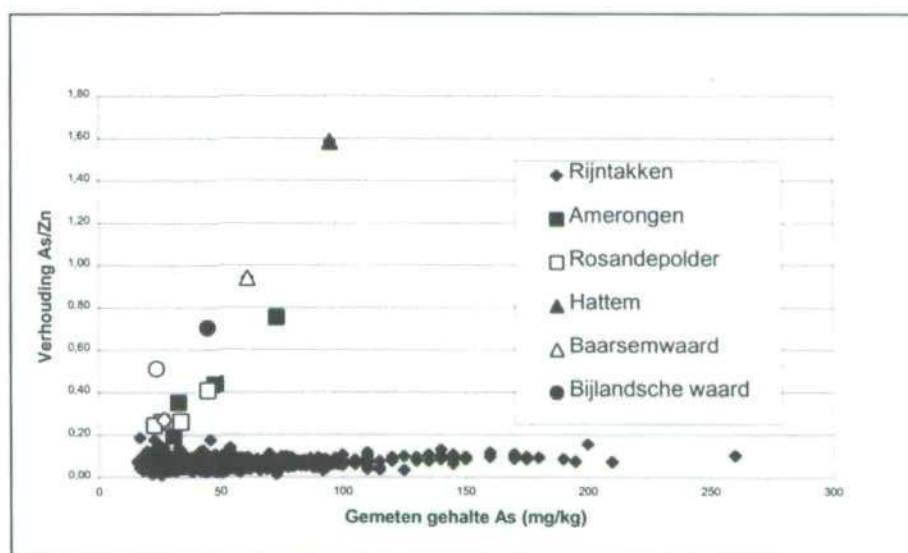
gekaracteriseerd. Bij een toegenomen opslibbing zal in bijlage 1 een niveau hoger en bij een afgenomen opslibbing een niveau lager worden ingevuld. Voor een uitgebreide beschrijving van de wijze waarop de zone-indeling wordt geschat wordt verwezen naar bijlage 1.

Stap 3: Inventariseren andere mogelijke bronnen van verontreiniging

De bestaande gegevens over aard en ligging (X- en Y-coördinaat) van (mogelijke) lokale puntbronnen worden verzameld. Voor alle Rijntakken (IJssel, Nederrijn/Lek en Waal) heeft Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland in 1997 al een gebiedsdekkende inventarisatie van lokale puntbronnen laten uitvoeren. Deze inventarisatie wordt waar nodig aangevuld. De aanvulling kan worden beperkt tot de terreindelen waarvoor de bodemzoneringskaart en de bodemkwaliteitskaarten worden opgesteld. De informatie wordt digitaal opgeslagen waarbij wordt voldaan aan de eisen die worden beschreven in hoofdstuk 6.

In deze stap wordt ook nagegaan in welke gebieden zich van nature verhoogde gehalten aan stoffen kunnen voordoen, zoals verhoogde arseengehalten. Deze van nature verhoogde arseengehalten kunnen worden onderscheiden van de verhoogde gehalten die ontstaan ten gevolge van de verontreinigingen in de rivier. In verontreinigd riviersediment is namelijk sprake van een min of meer vaste verhouding tussen het arseengehalte en andere diffuse verontreinigingen, zoals bijvoorbeeld zink. In figuur 5.2 is dit geïllustreerd. Als het arseengehalte verhoogd is en de verhouding arseen: zink groter is dan 0,2, dan vormt dit een sterke aanwijzing dat de rivier niet de bron is van het verhoogde gehalte. Als bovendien geen sprake is van een lokale puntbron van verontreiniging en het verhoogde arseengehalte wordt aangetroffen in de gleyzone van een bodem waarin kwel vanuit de Utrechtse Heuvelrug of vanuit de Veluwe optreedt, mag worden aangenomen dat sprake is van een natuurlijke bron (zie ook paragraaf 2.1).

Figuur 5.2:
Verhouding arseen/zink in de bodems van het winterbed van de Rijntakken uitgezet tegen het arseengehalte, voorzover het arseengehalte > streefwaarde



Stap 4: Verzamelen en voorbereiden gegevens bodemkwaliteit

Vanaf circa 1995 is in het kader van dijkverzwaring en natuurontwikkeling al een groot aantal bodemonderzoeken in de uiterwaarden van het Rijntakkegebied uitgevoerd. De gegevens van deze bodemonderzoeken dienen te worden verzameld en opgenomen in een dataset. De gestelde eisen aan de opslag van de gegevens worden beschreven in hoofdstuk 6.

Van elk geanalyseerd monster van reeds eerder uitgevoerde bodemonderzoeken dienen in de dataset de X- en Y-coördinaat te worden opgenomen. Aan

mengmonsters wordt het geografische gemiddelde van de X- en Y-coördinaat toegekend. Met de X- en Y-coördinaat wordt vastgelegd in welk terreindeel de boorlocatie ligt.

Via het testen op uitbijters wordt de dataset op juistheid gecontroleerd. Als testmethode voor uitbijters kan een Mann-Whitney U test worden gebruikt, waarbij uitbijters in Box-Whisker plots zichtbaar worden gemaakt.

Als uitbijters in de dataset het gevolg blijken van onjuiste data-invoer wordt de betreffende waarde gecorrigeerd. Uitbijters kunnen ook het gevolg zijn van lokale puntbronnen of kunnen van nature verhoogde gehalten betreffen. De verzamelde informatie in stap 3 kan hierover mogelijk uitsluitel geven.

Als geen uitsluitel kan worden gegeven, dient naar de verhouding van het gehalte van de verhoogde stof met de andere gemeten stoffen te worden gekeken, zoals beschreven in stap 3. Op deze wijze wordt nagegaan of de uitbijter toegeschreven kan worden aan de diffuse verontreiniging van het riviersediment. Indien geen sprake is van diffuse verontreiniging, dan wordt de betreffende waarde niet gebruikt bij het opstellen van de bodemzoneringskaart. In de dataset dient de betreffende waarde als 'lokale puntbron' of 'van nature verhoogd gehalte' te worden aangemerkt. Deze uitbijters worden niet gebruikt voor het bepalen van de zone-indeling.

In de dataset wordt een onderscheid gemaakt tussen monsters die op een volledig analysepakket zijn geanalyseerd en monsters waarvoor dit niet geldt. Het volledige analysepakket bestaat uit zware metalen, PAK's, PCB's, organochloorbestrijdingsmiddelen en minerale olie (zie bijlage 3).

Stap 5: Beoordelen juistheid zone-indeling

De verzamelde gegevens in stap 4 worden gebruikt om de inschatting van de zone-indeling (stap 2) te controleren. Zoals vermeld in hoofdstuk 3 is de zone-indeling gebaseerd op een combinatie van de naar standaardbodem (10% organische stof, 25% lutm) omgerekende gehalten aan arseen, zink, koper, cadmium, kwik en som 10 PAK's. Uit de afzonderlijke gehalten aan deze stoffen en stofgroepen in de bovenste laag van de bodem wordt de waarde van de 'cocktailparameter' afgeleid. De wijze waarop deze berekening plaatsvindt is weergegeven in bijlage 4. Bij overschrijding van de detectiegrens voor één van de stoffen wordt aangenomen dat het gehalte gelijk is aan $0,7 \cdot$ detectiegrens. Per terreindeel wordt een gemiddelde en een standaarddeviatie voor de cocktailparameter berekend. Deze worden vergeleken met de kansverdelingen van de cocktailparameter per zone (bijlage figuur B1.2 en tabel B1.3). Als het gemiddelde voor de cocktailparameter sterk afwijkt van de frequentieverdeling voor de zone, dan dient de inschatting van de zone-indeling voor het betreffende terreindeel te worden aangepast. Voorwaarde voor aanpassing is dat de waarnemingen (chemische analyses van bodemmonsters) voldoende verspreid over het terreindeel zijn gedaan (zie kader).

Betrouwbaarheid zone-indeling

Voor bepaalde terreindelen zijn vermoedelijk al voldoende gegevens voorhanden om de zone-indeling met de betrouwbaarheid van een bodemkwaliteitskaart te kunnen vaststellen. Voorwaarde is dat op het terreindeel voldoende waarnemingen (boringen en analyses) zijn gedaan om te voldoen aan het onderzoeksprotocol voor de bodemkwaliteitskaart (zie bijlage 3). De waarnemingen dienen daarnaast afkomstig te zijn van locaties die min of meer regelmatig verspreid over het terreindeel liggen. Als sprake is van voldoende betrouwbaarheid voor een bodemkwaliteitskaart, wordt dit met een arcering aangemerkt op de bodemzoneringskaart. De zone-indeling dient in dat geval te worden vastgesteld via een statistische toetsing, zoals beschreven in bijlage 4.

Stap 6: Presenteren op kaart

De zone-indeling wordt per terreindeel op een bodemzoneringskaart (1:25.000) gepresenteerd zoals weergegeven in figuur 3.2. Hoogwatervrije terreinen, waterlichamen, zomerkades en andere ophogingen worden als afzonderlijke elementen aangemerkt. Ook locaties van (mogelijke) lokale puntbronnen worden apart aangegeven. De gebieden met kwel vanuit de Utrechtse Heuvelrug en de Veluwe worden aangemerkt als gebieden waarin in de gleyzone van de uiterwaardbodem van nature verhoogde gehalten aan arseen kunnen voorkomen.

Op de boorlocaties wordt het eindoordeel van de NW4-toetsing voor vaststelling van de klassenindeling weergegeven. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de gebruikelijke kleurencodering voor de NW4-klassen (klasse 0=blauw; klasse 1=groen; klasse 2=geel; klasse 3=oranje; klasse 4=rood). Voor monsters die op een volledig analysepakket zijn geanalyseerd en monsters waarvoor dit niet geldt, worden verschillende symbolen gebruikt.

De terreindelen waarvoor geldt dat voldoende gegevens beschikbaar zijn om te voldoen aan de betrouwbaarheidseisen van de bodemkwaliteitskaart, worden met een arcering aangemerkt¹).

¹ In de leidraad voor het waterbodemonderzoek in uiterwaarden wordt nader onderzocht welk effect de oppervlakte (en de vorm) van het onderzoeksgebied heeft op het minimale meetplan (zie bijlage 2). In het kader van deze definitiestudie zijn voorbeelden van bodemzoneringskaarten opgenomen. Op deze voorbeelden zijn de gebieden met minimaal twee waarnemingen gearceerd weergegeven.

5.3 Opstellen bodemkwaliteitskaart

In figuur 5.3 is het stappenplan voor het opstellen van de bodemkwaliteitskaarten weergegeven.

Figuur 5.3:
Stappenplan voor het opstellen van
bodemkwaliteitskaarten



Stap 1: Bepalen omvang gebied

De bodemkwaliteitskaart wordt opgesteld voor de gebieden waarvoor herinrichtingsplannen worden ontwikkeld. Dit betekent dat de kaarten opgesteld worden voor één of meerdere uiterwaarden. Het gebied voor de bodemkwaliteitskaart dient ruim te worden genomen. Niet alleen de exacte locaties van toekomstige geulen, moerassen etc. dienen te worden onderzocht, maar de volledige terreindelen waarbinnen deze locaties vallen. Evenals voor de bodemzoneringskaarten geldt voor de bodemkwaliteitskaarten dat deze in principe geen betrekking hebben op hoogwatervrije terreinen, waterlichamen, zomerkades en andere ophogingen.

Stap 2: Uitvoeren historisch onderzoek

In een historisch onderzoek wordt op het schaalniveau van een afzonderlijk project aanvullende informatie ingewonnen over mogelijke lokale puntbronnen van bodemverontreiniging. Bij het inwinnen van deze informatie wordt gebruik gemaakt van hetgeen in eerdere onderzoeken op de schaal van de Rijntakken al is verzameld. Een ruwe contour van het protocol voor het historisch onderzoek is weergegeven in bijlage 3.

Bij het inventariseren van lokale puntbronnen wordt onderscheid gemaakt tussen puntbronnen waarvan de aard, mate en omvang al (in een nader onderzoek) is bepaald en puntbronnen waarvoor dit niet geldt. In het eerste geval is het voor het opstellen van de bodemkwaliteitskaart niet zinvol extra bodemonderzoek uit te voeren binnen de verontreinigingscontour van de lokale puntbron.

Stap 3: Verzamelen en voorbereiden gegevens bodemkwaliteit

Het bodemonderzoek wordt uitgevoerd volgens het voorlopig protocol in bijlage 3. De dataset met de analyseresultaten van het bodemonderzoek wordt met behulp van Box-Whisker plots gecontroleerd op uitbijters. Hierbij dient niet alleen te worden gekeken naar de stofgehalten, maar ook naar de verhoudingen tussen

gehalten aan stoffen die verhoogd voorkomen in riviersediment (zie opstellen bodemzoneringskaart, stap 4). Bij bodemonderzoeken van beperkte omvang kan het lastig zijn op basis van uitsluitend de analyseresultaten van het project vast te stellen of sprake is van een uitbijter. In dat geval kan een vergelijking met de totale dataset van het Rijntakkegebied plaatsvinden. De uitbijters die niet kunnen worden toegeschreven aan de diffuse verontreiniging worden als zodanig aangemerkt in de dataset.

Stap 4: Vaststellen zone-indeling per terreindeel

Per terreindeel wordt een set bodemkwaliteitsgegevens van de bovengrond samengesteld. Voor elk monster wordt op basis van de gestandaardiseerde gehalten aan arseen, zink, koper, cadmium, kwik en som 10 PAK's de waarde van de cocktailparameter berekend. De berekeningswijze is weergegeven in bijlage 4. Bij overschrijding van de detectiegrens voor één van de stoffen wordt aangenomen dat het gehalte gelijk is aan $0,7 \cdot$ detectiegrens. Deze aanname wordt gedaan om tot een rekenwaarde te komen en is in overeenstemming met de interim-richtlijn bodemkwaliteitskaarten (VROM *et al.*, 1999). Voor elk onderzocht terreindeel wordt een gemiddelde en een standaarddeviatie voor de cocktailparameter berekend. Via een statistische toets (zie bijlage 4) wordt vastgesteld in welke zone het terreindeel valt.

Stap 5: Toetsen van de bodemkwaliteit

Voor de diffuse verontreiniging wordt per monster getoetst aan de wettelijke productkwaliteitsnormen uit de Vierde Nota Waterhuishouding. Hiermee wordt de klassenindeling vastgesteld.

Stap 6: Presenteren op kaart

De bodemkwaliteit wordt op schaal (circa) 1:10.000 in kaart gebracht op de wijze zoals weergegeven in figuur 4.5. De boorstaten op de kaart worden op schaal weergegeven.

Behalve de resultaten van de toetsing aan de productkwaliteitsnormen uit de Vierde Nota Waterhuishouding kan ook behoefte bestaan aan toetsing aan de samenstellingswaarden van het Bouwstoffenbesluit of aan risicogrenzen. In beginsel kunnen de resultaten van deze toetsingen op soortgelijke wijze op een bodemkwaliteitskaart worden weergegeven. Het gaat hierbij om de weergave van potentiële risico's en niet van de actuele risico's.

Lokale puntbronnen worden op de bodemkwaliteitskaart aangemerkt. Indien de omvang van de puntbron uit eerder uitgevoerd onderzoek reeds bekend is, wordt deze omvang met contourlijnen aangegeven.

5.4 Actualisatie bodemzoneringskaart

Bij actualisatie van de bodemzoneringskaart worden de nieuwe bodemkwaliteitsgegevens, de gegevens van uitgevoerde herinrichtingen en de gegevens van sedimentatie en erosie verwerkt. Hierbij wordt het stappenplan gevolgd zoals is weergegeven in figuur 5.4.

Figuur 5.4:
Stappenplan voor actualisatie
bodemzoneringskaart



Stap 1: Inventariseren en verwerken nieuwe gegevens

Nagegaan wordt welke nieuwe gegevens over de diffuse verontreiniging en over lokale puntbronnen zijn verzameld. Op de herziene bodemzoneringskaart wordt de klassenindeling van de diffuse verontreiniging in de bovengrond voor de nieuwe gegevens weergegeven en worden de lokale puntbronnen aangemerkt. Verder wordt nagegaan voor welke gebieden bodemkwaliteitskaarten zijn opgesteld en voor welke terreindelen de zone-indeling op grond daarvan moet worden aangepast.

Stap 2: Inventariseren en verwerken van uitgevoerde ingrepen

De gebieden waar de topografie van de uiterwaard is gewijzigd worden geïnventariseerd. Het zal hierbij niet alleen gaan om gebieden waarin herinrichting heeft plaatsgevonden in het kader van Ruimte voor Rijnakken, maar ook bijvoorbeeld om grote infrastructurele projecten en ontgravingen.

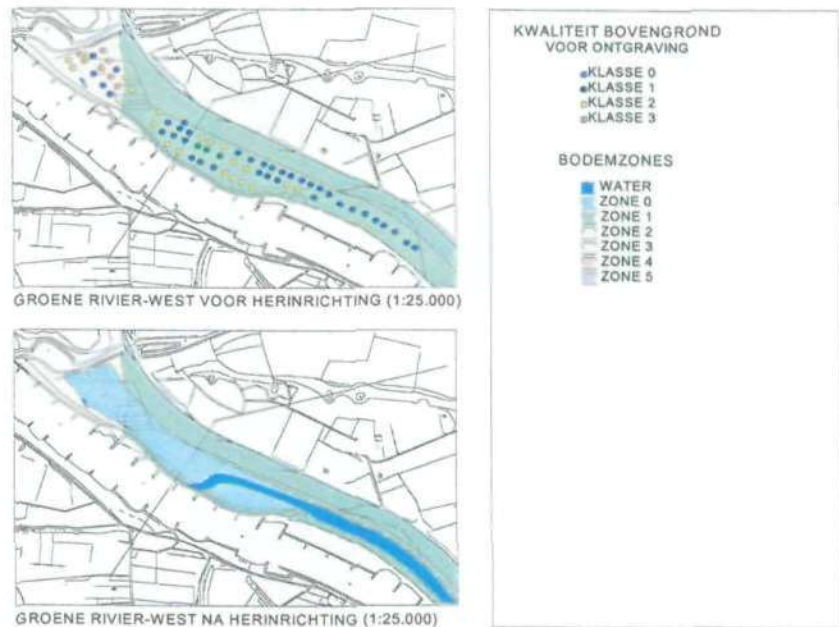
Per gebied wordt nagegaan welk grondverzet heeft plaatsgevonden. Voor de ontgraven gebieden kan de opgeleverde bodemkwaliteit per boorlocatie worden afgeleid uit de gegevens van het in het verleden uitgevoerde bodemonderzoek en de ontgravingsdiepte. De ontgravingsdiepte kan eventueel worden afgeleid uit de wijziging van de hoogteligging. Voor de gebieden waarin grond is opgebracht zijn gegevens nodig over de herkomst van de partij grond. Voor dit doel zal een bodembeheersplan of grondstromenplan, eventueel gekoppeld aan bijvoorbeeld een grondstromenregistratiesysteem, een handig hulpmiddel vormen.

De gebieden waarin herinrichting heeft plaatsgevonden worden op de bodemzoneringskaart als (nieuwe) terreindelen aangemerkt. Per terreindeel wordt op basis van de opgeleverde bodemkwaliteit de zone-indeling bepaald. Hierbij worden dezelfde principes gehanteerd als bij het opstellen van de bodemzoneringskaart.

In figuur 5.5 is een voorbeeld van de herziening van de bodemzoneringskaart vanwege herinrichting weergegeven. Het voorbeeld heeft betrekking op het westelijke deel van de Groene rivier, aan de rechteroever van het Pannerdensch kanaal. In de figuur zijn de huidige zone-indeling en de zone-indeling na

herinrichting volgens het 'Inrichtingsplan Rijnwaardensche Uiterwaarden' aangegeven.

Figuur 5.5:
Voorbeeld van actualisatie van de zone-indeling: weergegeven zijn de huidige zone-indeling en de zone-indeling na herinrichting van het westelijk deel van de Groene Rivier volgens het inrichtingsplan



Stap 3: Inventariseren en verwerken gegevens sedimentatie en erosie

Sinds de eerste inschatting van de zone-indeling kan sedimentatie en erosie in het gebied hebben plaatsgevonden. Indien een laag van ongeveer 25 cm of meer is gesedimenteerd of geërodeerd, kan dit belangrijke invloed op de bodemkwaliteit hebben. Gezien de kaartschaal (1:25.000) is herziening pas zinvol wanneer deze sterke sedimentatie of erosie zich voordoet over een aaneengesloten oppervlakte van 5 hectare of meer. Uit gegevens van hoofdstuk 2 blijkt dat de sedimentatie in het winterbed gemiddeld enkele mm's per jaar bedraagt. Herziening van de bodemkwaliteitskaart om redenen van sedimentatie zal daarom een uitzondering zijn en zal beperkt blijven tot sterk sedimenterende of eroderende zones, zoals de oeverzone. Versterkte sedimentatie of erosie kan echter ook het gevolg zijn van herinrichting.

De inventarisatie van gebieden met sterke sedimentatie of erosie vindt plaats door vergelijking van de hoogteligging van het winterbed in ca. 1995 (basiskaart topografie 1^o bodemzoneringskaart) en de actuele hoogteligging. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van 3-dimensionale hoogtemodellen (DTM's). Er moet rekening mee worden gehouden dat de gegevens van de hoogtemodellen kunnen afwijken van de werkelijkheid. Ter controle dient voor gebieden waar op grond van de modellen over een aaneengesloten oppervlakte van circa 5 hectare de aanslibbing of erosie gemiddeld 25 cm bedraagt, nagegaan te worden of inderdaad sprake is van sedimentatie c.q. erosie. Hiervoor kunnen luchtfoto's worden gebruikt. Het zand dat tijdens hoogwaters wordt afgezet is op luchtfoto's goed zichtbaar (Sorber, 1997). Eventueel kan een veldbezoek plaatsvinden. Indien sprake is van sedimentatie of erosie, moet worden beoordeeld of de zone-indeling aangepast dient te worden.

Stap 4: Presenteren herziene bodemzoneringskaart

Op een herziene versie van de bodemzoneringskaart worden de gegevens uit stap 1, 2 en 3 verwerkt. De wijze van presenteren van de gegevens op de herziene bodemzoneringskaart wijkt niet af van de bodemzoneringskaart die als eerste wordt opgesteld.

In ontgraven gebieden worden de boorlocaties met de bijbehorende afgeleide kwaliteit van de nieuw opgeleverde bovengrond, in verband met de mogelijke onnauwkeurigheid van de ontgraving, niet weergegeven.

6 Organisatorische eisen

6.1 Inleiding

Bij het vervaardigen van de bodemzoneringskaart en de bodemkwaliteitskaarten worden twee actoren onderscheiden: de initiatiefnemer voor het uitvoeren van een herinrichtingsproject en de beheerder van de informatie voor het gehele beheersgebied. Het beheer van de bodeminformatie in de uiterwaarden zal worden verzorgd door Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland. De initiatiefnemer van een herinrichtingsproject in het Rijntakkegebied is in de praktijk vaak Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland of Dienst Landelijk Gebied. Met name bij koppeling van de herinrichting aan ontgrondingen wordt in toenemende mate het initiatief ook door marktpartijen genomen. Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland zorgt voor het opstellen van een gebiedsdekkende bodemzoneringskaart van de Rijntakken.

In de planvorming en bij de realisatie van herinrichtingsprojecten is overdracht van bodeminformatie tussen initiatiefnemer en beheerder nodig. Hierbij speelt een bodeminformatiesysteem een centrale rol (zie figuur 6.1).

De initiatiefnemer heeft voor de planvorming minimaal de bodemzoneringskaart nodig. Maar ook de beschikbare gegevens over in het verleden uitgevoerde ontgrondingen, over de aard van lokale puntbronnen en over de fysische samenstelling en diffuse verontreiniging van met name de diepere lagen van de bodem in het gebied, kunnen gebruikt worden om een visie op te stellen.

De initiatiefnemer voert een aanvullend historisch onderzoek uit om uitsluitsel te krijgen over eventuele lokale puntbronnen. De initiatiefnemer voert verder de benodigde bodemonderzoeken uit en stelt de bodemkwaliteitskaart op. De gegevens uit beide onderzoeken en de bodemkwaliteitskaart worden aan de beheerder geleverd. Mede op grond van de aangetroffen bodemkwaliteit wordt door de initiatiefnemer een definitief inrichtingsplan opgesteld. Zodra de herinrichting een feit is, dient de initiatiefnemer gegevens over het uitgevoerde grondverzet in het gebied aan de beheerder te leveren.

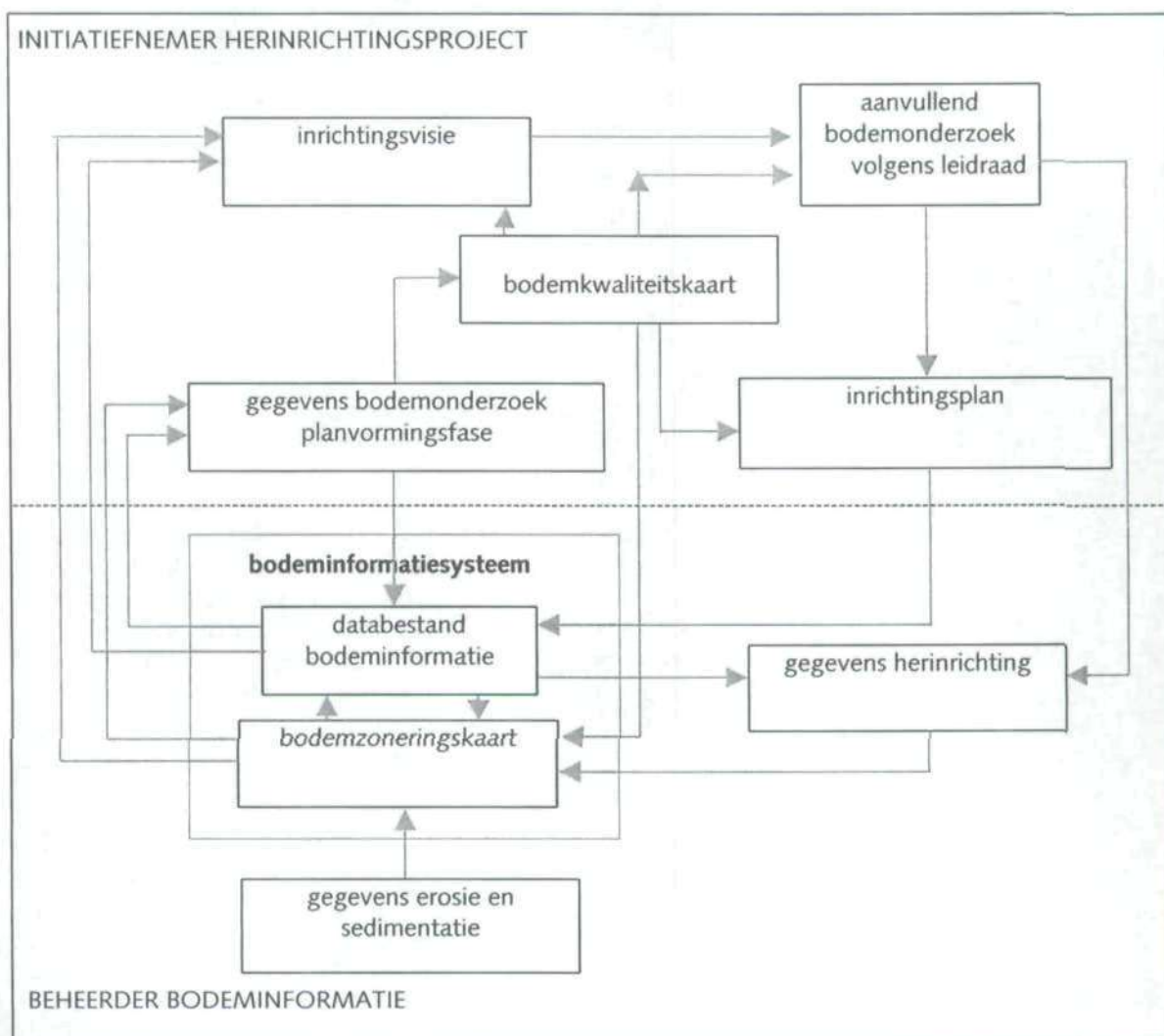
De beheerder zorgt voor centrale verwerking van de gegevens over de bodemkwaliteit en over uitgevoerd grondverzet vanuit de verschillende herinrichtingsprojecten in het Rijntakkegebied. De beheerder zorgt daarnaast voor registratie van gebieden waarin sterke sedimentatie of erosie is opgetreden. Gebruik makend van de genoemde gegevens zorgt de beheerder er telkens om de circa vijf jaar voor dat nagegaan wordt of actualisatie van de bodemzoneringskaart nodig is.

In de hierna volgende paragrafen wordt nader ingegaan op de overdracht van informatie bij de initiatiefnemer en de beheerder en op de rol die een bodeminformatiesysteem hierbij kan spelen.

6.2 Overdracht van informatie bij initiatiefnemer

De initiatiefnemer voert historisch onderzoek en bodemonderzoek uit, stelt de bodemkwaliteitskaarten op en zorgt voor overdracht van de gegevens van het herinrichtingsproject aan de beheerder.

Figuur 6.1:
Overdracht van informatie op
hoofdpijnen tussen initiatiefnemer en
beheerder bodem-informatie bij
herinrichtingsprojecten



De initiatiefnemer vraagt de beheerder de bestaande gegevens over lokale puntbronnen in het projectgebied te leveren. Voor de uitvoering van het (aanvullende) historisch onderzoek maakt de initiatiefnemer gebruik van een onderzoeksprotocol. De ruwe contour van dit protocol is weergegeven in bijlage 3.

De aanvullende gegevens over lokale puntbronnen die in het historisch onderzoek worden verzameld, levert de initiatiefnemer aan de beheerder. De beheerder stelt eisen aan de aard en de vorm van de te leveren informatie, zodat deze eenvoudig en volledig in het bodeminformatiesysteem kan worden opgenomen. Vanuit de taak van het beheer over de bodemzoneringskaart heeft de beheerder minimaal de gegevens over de (te verwachten) aard, mate en omvang van de verontreiniging nodig. Vanuit de overige beheerstaken van Rijkswaterstaat Directie Oost-

Nederland kan worden besloten om ook aanvullende gegevens over de lokale puntbronnen in het bodeminformatiesysteem op te nemen (zie verder paragraaf 6.3).

Bodemonderzoek

Voor de afweging van mogelijke inrichtingsvarianten wordt door de initiatiefnemer een bodemonderzoek uitgevoerd op basis waarvan de bodemkwaliteitskaart wordt opgesteld. De ruwe contour van het onderzoeksprotocol is weergegeven in bijlage 3. Voordat een definitief inrichtingsplan wordt opgesteld en het grondverzet daadwerkelijk plaatsvindt kan aanvullend bodemonderzoek nodig zijn. Het protocol dat hierbij dient te worden gevolgd is afhankelijk van het herkomstgebied (bodemkwaliteitszone) en de gewenste bestemming van de grond.

Alle bodemkwaliteitsgegevens en boorprofielen dienen digitaal te worden geleverd aan de beheerder. Uit de ervaringen van Projectbureau De Maaswerken is gebleken dat bij overdracht van digitale onderzoeksgegevens een strikte controle op juistheid en volledigheid van de gegevens essentieel is. De initiatiefnemer dient deze controle uit te voeren, omdat deze over de kennis van de uitgevoerde onderzoeken beschikt.

De initiatiefnemer dient in het databestand aan te geven welke bodemkwaliteitsgegevens betrekking hebben op lokale puntbronnen en welke op van nature verhoogde gehalten. De beheerder zal deze gegevens in het databestand een afzonderlijke status geven. Lokale puntbronnen en van nature verhoogde gehalten worden afzonderlijk op de bodemzoneringskaart weergegeven.

Ook bodemkwaliteitsgegevens die betrekking hebben op hoogwatervrije terreinen, op waterlichamen en op ophogingen zoals zomerkades, dienen in het te leveren databestand afzonderlijk te worden aangemerkt. Op deze wijze kan de beheerder voorkomen dat deze gegevens worden gebruikt bij de actualisatie van de bodemzoneringskaart.

De eisen die door de beheerder gesteld worden aan het digitale formaat van de aan te leveren bodemkwaliteitsgegevens en boorprofielen, dienen te worden vastgelegd in de protocollen voor het bodemonderzoek. Op de te stellen eisen wordt nader ingegaan in paragraaf 6.3.

Bodemkwaliteitskaart

Voor het vervaardigen van de bodemkwaliteitskaart heeft de initiatiefnemer een digitale versie van de bodemzoneringskaart nodig. Op deze wijze wordt gegarandeerd dat de begrenzing van de terreindelen op beide kaarten overeenkomt.

De initiatiefnemer gebruikt de gegevens van het bodemonderzoek dat in het planvormingsstadium wordt uitgevoerd voor het vaststellen van de zone-indeling voor elk terreindeel. De initiatiefnemer kan de beheerder vragen om op basis van de totale dataset van het Rijntakkengebied uitsluitel te geven over uitbijters.

Voor het vervaardigen van de bodemkwaliteitskaart worden behalve de zone-indeling ook de boorprofielen uit het bodemonderzoek gebruikt. Verder dient een toetsing plaats te vinden aan de productkwaliteitsnormen van de Vierde Nota Waterhuishouding. Afgezien van de vaststelling van de zone-indeling kunnen de bodemkwaliteitskaarten met behulp van bestaande bodeminformatiesystemen worden vervaardigd. De vastgestelde zone-indeling kan eenvoudig op de aangeleverde kaart worden verwerkt.

De indeling in terreindelen kan door de initiatiefnemer gewijzigd moeten worden, bijvoorbeeld vanwege de aanwezigheid van een lokale puntbron. De eventueel

gewijzigde indeling in terreindelen en de eventuele wijzigingen in de zone-indeling van terreindelen dienen door de initiatiefnemer, in de vorm van een digitale kaart, aan de beheerder te worden geleverd. De beheerder stelt eisen aan het digitale formaat.

Inrichtingsplan

Mede op basis van de bodemkwaliteitskaart wordt de gevormde visie omgezet in een inrichtingsplan. Bij de afweging van mogelijke inrichtingsvarianten is de zone-indeling belangrijk. Verder heeft de initiatiefnemer behoefte aan inzicht in het volume, de gemiddelde chemische kwaliteit en de fysische samenstelling van de partijen grond die vrijkomen in de verschillende inrichtingsvarianten. Met deze gegevens kunnen de mogelijke bestemmingen van de vrijkomende grond worden vastgesteld. Verder is inzicht nodig in de diffuse verontreiniging en lithologische opbouw van de bodem die na herinrichting wordt opgeleverd.

De bodemkwaliteitskaarten kunnen slechts ten dele in bovenstaande informatiebehoefte voorzien. Dwarsdoorsneden van de bodem, die met verschillende bestaande bodeminformatiesystemen te realiseren zijn, kunnen als aanvullend hulpmiddel gebruikt worden. Met behulp van dwarsdoorsneden kan beter beoordeeld worden of gescheiden ontgraving van verschillende lagen wenselijk en haalbaar is. Ook kan de diffuse verontreiniging en de lithologische opbouw van de te ontgraven en vrijkomende bodem globaal worden ingeschat. Betrouwbare gegevens over het volume en over de gemiddelde diffuse verontreiniging en fysische samenstelling van te ontgraven partijen zijn echter niet eenvoudig uit de gegevens van het bodemonderzoek te herleiden. Hiervoor kan de ontwikkeling van een applicatie worden overwogen (zie paragraaf 6.4).

De gegevens over uitgevoerd grondverzet dienen aan de beheerder te worden doorgegeven. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat hiervoor de bovengenoemde applicatie niet beschikbaar is. De initiatiefnemer levert dan de volgende informatie aan de beheerder:

- een kaart met de ontgravingsdiepten in een digitaal formaat dat aan de eis van de beheerder voldoet;
- een bodembeheersplan of grondstromenplan waaruit blijkt op welke bestemmingen (op kaart) binnen het Rijntakkegebied grond is toegepast.

6.3 Overdracht van informatie bij beheerder

De beheerder draagt zorg voor het beheer van een databestand met bodeminformatie en voor de vervaardiging en actualisatie van de bodemzoneringskaart. Bij deze actualisatie worden onder meer de gegevens van uitgevoerde herinrichtingen en ontgrondingen en van sterke sedimentatie of erosie verwerkt.

Databestand bodeminformatie

Het databestand dient te bestaan uit:

- 1) De analyseresultaten van het uitgevoerde bodemonderzoek in het Rijntakkegebied, in een gebruikelijk en voor toetsing aan de wettelijke normen (BEVER/TOWABO) geschikt formaat. Bij de analyseresultaten dient meta-informatie te worden opgenomen: locatie, tijdstip, reden en de uitvoerder van het bodemonderzoek.
- 2) De resultaten van toetsing van de analyseresultaten aan de wettelijke normen, dan wel een module die deze toetsing eenvoudig kan uitvoeren. In elk geval dienen de resultaten van toetsing aan de productkwaliteitsnormen van de Vierde Nota Waterhuishouding eenvoudig toegankelijk te zijn. In de toekomst is wellicht ook toetsing aan risicogrenzen (BGW, MTR of ARN) wenselijk. In het informatiesysteem wordt een onderscheid gemaakt tussen toetsingsresultaten op basis van

het volledige analysepakket (zie bijlage 3) en toetsingsresultaten op basis van een beperkt analysepakket.

- 3) De boorprofielen van het uitgevoerde bodemonderzoek (beschrijving volgens NEN 5104).
- 4) Gegevens over lokale puntbronnen van bodemverontreiniging. Voor de bodemkwaliteitskaart en bodemzoneringskaart is het een minimale vereiste dat hetgeen bekend is over ligging, aard, mate en omvang van de verontreiniging wordt opgenomen in het databestand. Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland is echter ook (mede)verantwoordelijk voor de aanpak van de bodemverontreiniging door lokale puntbronnen in het winterbed. Vanuit deze beheerstaak kunnen aanvullende eisen aan het databestand worden gesteld.

Door initiatiefnemers worden resultaten van bodemonderzoek aangeleverd. Om deze gegevens efficiënt, juist en volledig op te kunnen nemen in het databestand dienen eisen te worden gesteld aan:

- 1) Het formaat waarin de boorprofielen worden aangeleverd. Positieve ervaringen zijn opgedaan met het gebruik van veldcomputers met specifieke boorprogrammatuur. Via deze programmatuur kunnen tevens opdrachten aan laboratoria worden verstrekt, waarmee direct de koppeling tussen boorprofiel en analysemonster wordt gelegd. Vrijwel alle laboratoria kunnen de analyseresultaten digitaal in verschillende formaten aanleveren.
- 2) Het formaat waarin de bodemkwaliteitsgegevens worden geleverd. Hierbij is aansluiting wenselijk bij de bestaande uitwisselings- en toetsingsmodules voor de waterbodem (BEVER/TOWABO).

De gegevens die door de initiatiefnemer worden aangeleverd dienen door de beheerder te worden gecontroleerd op volledigheid en juistheid. De beheerder zal dan altijd over een goed en volledig databestand beschikken. Uit ervaringen bij Projectbureau De Maaswerken is gebleken dat correcties van het databestand achteraf lastig zijn uit te voeren en veel tijd kosten.

De beheerder kan, eventueel in overleg met de initiatiefnemer van het bodemonderzoek, nagaan of in een bepaald bodemonderzoek sprake is van uitbijters in de analyseresultaten. Omdat het identificeren van uitbijters altijd een bepaalde mate van expert-judgement zal vergen, is volledige automatisering van de uitbijteranalyse niet wenselijk.

Na realisatie van een inrichtingsplan of ontgronding en bij het optreden van sterke sedimentatie of erosie, hebben de bodemkwaliteitsgegevens (boorprofielen en analyseresultaten) geen actuele waarde meer. De betreffende boorprofielen en analyseresultaten dienen in het databestand te worden aangemerkt zodat deze gegevens niet meer worden meegenomen bij de actualisaties van kaarten.

Bodemzoneringskaart

Voor het vervaardigen en actualiseren van de bodemzoneringskaart zijn de volgende basiskaarten benodigd:

- basiskaart topografie 1:10.000 (aanvankelijk circa 1995);
- kaart van uitgevoerde ontgrondingen en herinrichtingen met vermelding van periode;
- kaart van actuele overstromingsduur;
- kaart met terreindelen (incl. hoogwatervrije terreinen, waterlichamen, zomerkades etc.);
- kaart van gebieden waarin sedimentatie en erosie is opgetreden, met vermelding van periode;
- kaart met risicogebieden van nature verhoogde (arsen)gehalten.

Bij het vervaardigen van de eerste versie van de bodemzoneringskaart (zie paragraaf 5.2) worden begrenzings van terreindelen vastgesteld. Deze begrenzings worden gebaseerd op verschillen in overstromingsduur en op het al dan niet menselijk ingrijpen (ontgrondingen, herinrichtingen, ophogingen). De begrenzings van terreindelen dienen bij actualisatie van de bodemzoneringskaart te worden gewijzigd indien nieuwe herinrichtingen of ontgrondingen en/of opgetreden sterke sedimentatie of erosie daartoe aanleiding geeft. Bij dergelijke aanpassingen moet worden nagegaan of ook de kaart van de actuele overstromingsduur aanpassing behoeft.

De gebieden met mogelijk van nature verhoogde arseengehalten hebben geen relatie met de diffuse verontreiniging door afzetting van riviersediment. De kaart heeft daarom geen invloed op de begrenzing van terreindelen.

Gegevens herinrichting en ontgrondingen

De beheerder ontvangt van de initiatiefnemers op digitale kaarten gegevens over uitgevoerde ontgrondingen en over de bestemmingen van de grond binnen het Rijntakkegebied. De beheerder kan aanlevering in een gebruikelijk formaat eisen (bijvoorbeeld ArcView Shape formaat).

De beheerder verwerkt de gegevens van de herinrichting en het tijdstip waarop dit heeft plaatsgevonden in de kaart van uitgevoerde ontgrondingen en herinrichtingen. Hierdoor verandert de indeling in terreindelen en kan ook de overstromingsduur veranderen. Bij actualisatie van de bodemzoneringskaart worden zowel de afgeleide bodemkwaliteitsgegevens uit de boorprofielen alsook bemonsteringsgegevens van partijbemonsteringen ten behoeve van de herinrichting gebruikt om de zone-indeling van de terreindelen te bepalen (zie paragraaf 5.4, stap 2).

Gegevens erosie en sedimentatie

De beheerder controleert de actuele waarde van de bodemzoneringskaart door de sedimentatie en erosie te monitoren. Hiervoor maakt de beheerder gebruik van digitale bestanden van 3-dimensionale hoogtemodellen (DTM's) van het winterbed in het Rijntakkegebied. Als 3-dimensionale hoogtemodellen kan het DTB (Digitaal Terrein Bestand)-rivieren of het AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland) worden gebruikt. Het DTB-rivieren is gebaseerd op de gegevens van luchtfoto's, het AHN op gegevens van laseraltimetrie.

Een vergelijking van modellen van de hoogteligging op verschillende tijdstippen levert geen uitsluitel op of daadwerkelijk meer dan 25 cm gesedimenteerd of geërodeerd is. Hiervoor zijn de hoogtemodellen te onnauwkeurig. Afhankelijk van grondsoort en vegetatietype treedt een afwijking van 15 à 20 cm op. De gegevens die uit de vergelijking van hoogtemodellen voortkomen dienen daarom te worden geverifieerd.

De gebieden waarin daadwerkelijk sterke sedimentatie of erosie wordt geconstateerd, dienen als afzonderlijke terreindelen te worden aangemerkt op een kaart met erosie/sedimentatiegebieden. Het tijdstip van herziening dient hierbij te worden vastgelegd. Voor deze terreindelen geldt immers dat bij volgende herzieningen van de bodemzoneringskaart een vergelijking moet plaatsvinden van de actuele hoogteligging met de hoogteligging op het tijdstip van de laatste herziening.

6.4 Functies en eisen bodeminformatiesysteem

Voor het opstellen van de bodemzoneringskaart is het strikt genomen niet noodzakelijk om over een bodeminformatiesysteem (BIS), bestaande uit een databestand (tabellen met analyseresultaten, tabellen van boorstaten) en de bodemzoneringskaart, te beschikken. Alle benodigde handelingen kunnen ook buiten een BIS om worden uitgevoerd, door afzonderlijk een databestand op te bouwen en een bodemzoneringskaart te beheren. Voorwaarde is wel dat een koppeling kan worden gelegd tussen databestand en bodemzoneringskaart en dat uit het databestand eenvoudig (geografisch) selecties van informatie gemaakt kunnen worden. Deze selecties dienen op een kaart of op een beeldscherm weergegeven te kunnen worden. Een Geografisch Informatie Systeem (GIS) is daarvoor onontbeerlijk.

Uit de beschrijving van de benodigde informatie-overdracht tussen initiatiefnemer en beheerder kan echter worden afgeleid dat het gebruik van een BIS grote voordelen oplevert. Een BIS zal voor de beheerder van de bodeminformatie een centrale rol spelen (zie figuur 6.1). De beheerder gebruikt het BIS om de bodemzoneringskaart te beheren en om de gewenste gegevens aan de initiatiefnemers te leveren.

Op termijn kan gestreefd worden naar het ontwikkelen van een BIS waarmee de bodemkwaliteitskaarten eenvoudig en gestandaardiseerd voor het gehele Rijntakkegebied gegenereerd kunnen worden. Deze taak kan dan door de beheerder ter hand worden genomen. Voor de korte termijn geldt echter dat de initiatiefnemers de bodemkwaliteitskaarten zelf maken, zoals is aangegeven in figuur 6.1. Hierbij kunnen de initiatiefnemers gebruik maken van bestaande informatiesystemen. Op de specifieke functies van een BIS voor initiatiefnemers wordt hier niet nader ingegaan.

Elke gewenste functie van het BIS stelt eisen aan het systeem. In tabel 6.1 zijn de functies vermeld die een BIS op korte termijn kan vervullen. Voor deze functies geldt dat bestaande systemen geheel of vrijwel aan de gestelde eisen voldoen.

Op langere termijn zijn meer functies mogelijk. Er kan voor worden gekozen om de bodemkwaliteitskaarten door een centraal systeem vrijwel volledig geautomatiseerd te genereren. Een overzicht van wenselijk en haalbaar geachte functies op de langere termijn is opgenomen in tabel 6.2. Opgemerkt wordt dat een studie is gestart voor het opzetten van een landelijk systeem voor de waterbodeminformatie. Het is wenselijk dat hierbij wordt aangesloten.

Tabel 6.1:

Functies op korte termijn van het bodeminformatiesysteem en bijbehorende eisen

Functies korte termijn	Eisen
<ul style="list-style-type: none"> eenvoudige verwerking van nieuwe gegevens over herinrichting/ontgronding, sedimentatie en erosie op bodemzoneringskaart 	<ul style="list-style-type: none"> behalve bodemzoneringskaart ook onderliggende kaartlagen in BIS opnemen
<ul style="list-style-type: none"> eenvoudige weergave op beeldscherm van gegevens uit databestand die niet op de bodemzoneringskaart staan 	<ul style="list-style-type: none"> menugestuurd tonen van gewenste informatie
<ul style="list-style-type: none"> opslag van analyseresultaten en boorstaten 	<ul style="list-style-type: none"> voldoende opslagcapaciteit voor alle analyse- en boorgegevens van het Rijntakkegebied juiste opbouw van het databestand in verband met analyse van mengmonsters etc. voldoende mogelijkheden om meta-informatie in databestand op te nemen (door wie uitgevoerd, wanneer, hoe, etc.)
<ul style="list-style-type: none"> uitwisseling analyseresultaten en veldgegevens (boorprofielen, XY-coördinaten) van uitgevoerd bodemonderzoek tussen beheerder en initiatiefnemer 	<ul style="list-style-type: none"> voor importeren van gegevens: BIS moet strakke eisen stellen aan op te nemen gegevens aansluiting bij gebruikelijke formaten voor veldgegevens en analyseresultaten (formaten voor toetsingsmodules als TOWABO/iBEVER) en bij formaten veel gebruikte bodeminformatiesystemen
<ul style="list-style-type: none"> opslag van gegevens en uitwisseling met initiatiefnemers van gegevens over puntbronnen 	<ul style="list-style-type: none"> mogelijkheden om de gegevens over puntbronnen op te slaan (ligging, aard, omvang, stadium onderzoek, sanering wel/niet nodig etc.) eenvoudige exportmogelijkheden voor selecties van gegevens
<ul style="list-style-type: none"> toetsing van analyseresultaten aan wettelijke normen 	eenvoudige exportmogelijkheden naar en importmogelijkheden vanuit de gebruikte toetsingsmodules (TOWABO)

Tabel 6.2:

Functies op langere termijn van het bodeminformatiesysteem en bijbehorende eisen

Extra functies langere termijn	Eisen
<ul style="list-style-type: none"> vaststellen zone-indeling op basis van gegevens bodemonderzoek 	<ul style="list-style-type: none"> uitvoeren van toets op uitbijters moet mogelijk zijn; hiervoor zal overigens altijd ook expert-judgement moeten plaatsvinden uitvoeren van statistische toets zoals vermeld in bijlage 4 moet mogelijk zijn
<ul style="list-style-type: none"> bepalen gemiddelde chemische kwaliteit en fysische samenstelling te ontgraven partijen, samenstelling en kwaliteit van de op te leveren bodem 	<ul style="list-style-type: none"> ontwikkeling van een specifieke module voor dit doel, toegespitst op wensen van zowel initiatiefnemer (afweging inrichtingsvarianten) als beheerder (verwerking gegevens in bodemzoneringskaart); eventueel te koppelen met grondstromenregistratie
<ul style="list-style-type: none"> toetsing van analyseresultaten aan risicogrenzen 	<ul style="list-style-type: none"> eenvoudige export/import mogelijkheden naar toetsingsmodules; voorzover toetsingsmodules hierniet voorzien: ontwikkeling van een toetsingsmodule binnen het BIS
<ul style="list-style-type: none"> inzicht geven in de bodemopbouw van te ontgraven gebieden 	<ul style="list-style-type: none"> weergave van dwarsprofielen van de bodem, met intekening van de boorstaten

7 Literatuur

- Asselman, N., 1997,
Suspended sediment in the river Rhine. Ph. Diss. Uni., Utrecht.
- Asselman, N., 1999a,
Slibmodellering in RvR - Fase 1. WL/Delft Hydraulics rapport R 337.
- Asselman, N., 1999b,
Slibmodellering in RvR - Fase 2. WL/Delft Hydraulics rapport R 337.
- Beesen, A.H.G.C. van, augustus 2000,
Integraal waterbeheer, naar een 4^e nota waterhuishouding, uit Waterbeheer,
Handboek voor milieubeheer.
- Berg, G.A. van den & M. van Wijngaarden, 2000,
Sedimentatie langs de Grensmaas. RIZA-rapport 2000.46, ISBN 9036953456
- CIW, mei 2000,
Normen voor het waterbeheer, Achtergronddocument NW4. Den Haag.
- CSO Adviesbureau voor milieuonderzoek, 1998,
Schematisatie en regionalisatie van de bodemopbouw en bodemkwaliteit binnen
de uiterwaarden van de Rijntakken. Rapport incl. kaartbijlagen en CD-ROM,
opgesteld in opdracht van RWS Directie Oost-Nederland.
- CSO Adviesbureau voor milieuonderzoek, 2000,
Bodemzoneringskaart Maasdal, raaportnr. 99.364, in opdracht van Provincie
Limburg en RWS Limburg, januari 2000, Bunnik.
- De Straat Milieu-adviseurs, 1998,
Aanvullend bodemonderzoek in de Amerongse Bovenpolder aan de noordoever
van de Nederrijn. In opdracht van Dienst Landelijk Gebied.
- De Straat Milieu-adviseurs, 2000,
Waterkwaliteitsrapportage Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland 1996-1999.
- De Straat Milieu-adviseurs, 2001,
Inventarisatie van bodemonderzoeken in het kader van de Definitiestudie
bodemkwaliteitskaarten Rijntakken. In opdracht van AKWA/RIZA.
- Guchte, C. van de, R.A.E. Knobben, J.H. Faber, J. Harmsen, 1999,
Actief Bodembeheer Rivierbed - Natuur-risico's. Covernotitie, RIZA rapport
99.024, ISBN 9036952484, Lelystad.
- Haskoning Ingenieurs- en Architectenbureau, 2001,
Discussienotitie Workshop Augustus 2001 – Leidraad voor Waterbodemonderzoek
in Uiterwaarden, in opdracht van AKWA/RIZA, juli 2001, Nijmegen.
- Kruyt, N.M. en L.Hazelhoff, 2000,
Toepassing van geostatistiek bij waterbodems, Rapport MS2000+98.09,
Programmabureau Meetstrategie 2000+, RWS-RIKZ, Den Haag.

-
- Laar, E. van de , in prep.,
Indeling homogene deelgebieden voor de pilotgebieden van de definitiestudie
Bodemkwaliteitskaarten Rijntakken. Technisch achtergronddocument bij de
definitiestudie bodemkwaliteitskaarten Rijntakken.
- Locher, W.P. en H. de Bakker, 1990,
Bodemkunde van Nederland, deel 1: Algemene bodemkunde.
- Middelkoop, H. (red.), 1998,
Twee rivieren. Rijn en Maas in Nederland. RIZA-rapport 98.041. Arnhem.
- Middelkoop, H., 1997,
Embanked floodplains in the Netherlands. Ph. Diss. Uni. Utrecht.
- Ministerie van Verkeer & Waterstaat, december 1998,
Waterkader; vierde Nota waterhuishouding, Regeringsbeslissing.
- Ministerie van Verkeer & Waterstaat, HKW Directie Kennis, 1997,
Access-Omega, elektronisch gegevenswoordenboek Water. Den Haag.
- Ministerie van V&W, VROM, LNV en IPO, 1998,
Actief bodembeheer rivierbed, omgaan met verontreinigd sediment in de grote
rivieren.
- NEN 5104,
Classificatie van onverharde grondmonsters. – Nederlands Normalisatie Instituut
(NNI).
- Provincie Gelderland, december 1994,
Gelders Rivierdijkenplan, Arnhem.
- Provincie Limburg, mei 1998,
MER Grensmaas, hoofdrapport A, Maastricht.
- Pruijssen, Harro, 2000,
Samenwerken aan natuur in het rivierengebied. Dienst Landelijk Gebied. ISBN 90-
802342-3-0. Arnhem.
- Rijkswaterstaat, 2000,
Jaarboek Monitoring Rijkswateren 1999 Kroniek.- RIKZ en RIZA, Den Haag en
Lelystad. ISSN-nummer 0928-4214.
- RIZA, maart 2000,
Concept Richtlijn Nader Onderzoek waterbodems, Lelystad.
- RWS-DON , 1996,
Tussenrichtlijn onderzoeksstrategie uiterwaarden. – Rijkswaterstaat Directie Oost-
Nederland, Arnhem.
- RWS-RIZA, 1998,
Ruimte Voor Rijntakken – Deelstudie landschap. RIZA eindrapport RVR 99.10
- RWS-DON, 1996,
Tussenrichtlijn onderzoeksstrategie uiterwaarden.
- RWS-DON, 1999,
Verkenning IJssel. Rapport RWS-DON, Arnhem.

RWS-DON, provincies Gelderland, Utrecht en Overijssel, 2000
Actief Bodembeheer Rijntakken (ABR). Beleidsregels en Nota van toelichting, voorontwerp. Ambtelijk concept, Arnhem.

RWS-DZH, 2000,
Omgaan met de verontreinigde oevers van de Lek. Nota, Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland, Rotterdam.

Silva, W., F. Klijn & J. Dijkman,
Ruimte voor Rijntakken. RIZA nota 2000.026 en WL-rapport R 3294. ISBN 9036953235.

Soet, F. de, G.C. Maarleveld, G.W. de Lange, J.T.R. Kalkhoven en L.M.J. van den Bergh, 1974,
De waarden van de uiterwaarden.- in: Natuur en Landschap. Tijdschrift voor natuurbehoud en milieubeheer, Amsterdam.

Sorber, A., 1997,
Oeversedimentatie tijdens de hoogwaters van 1993/1994 en 1995. RIZA rapport 97.015.

VROM, LNV, IPO, VNG, ONRI, 6/1999,
Interim-Richtlijn, Opstellen en toepassen bodemkwaliteitskaarten in het kader van de Vrijstellingsregeling grondverzet. VROM 990481/a/9-99, Den Haag.

VROM, LNV, IPO en VNG, 9/1999,
Vrijstellingsregeling grondverzet, Den Haag.

Webster, R. and M.A. Oliver, 1990,
Statistical Methods in Soil and Land Resource Survey, Oxford University Press, New York.

Winkels, H.J., 1997,
Contaminant variability in a sedimentation area of the river Rhine.- Min. V&W, Directie IJsselmeergebied, Van Zee tot Land 64, ISBN 90-369-1210-5, Lelystad.

Witte, L., H. Leenaers, E.R.V. Busink, 2000
Bodemkwaliteit in het rivierbed - Over de toekomstige rol van bodemkwaliteitskaarten in de vergunningverlening en handhaving bij inrichtingsmaatregelen in het rivierbed. Rapporten Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek - deel 33, ISBN 90-73270-48-0, Wageningen.

Begrippenlijst

De bronvermeldingen verwijzen naar de literatuurlijst van dit rapport.

Actief bodembeheer

Het totaal aan activiteiten in een gebied gericht op het adequaat en efficiënt omgaan met structureel aanwezige bodemverontreiniging en de gevolgen hiervan (Werkgroep bodemsanering, vermeld in Min. V&W *et al.*, 1998).

Actuele risico's

De risico's voor mens en milieu van een verontreiniging, rekening houdend met het lokale gebruik door de mens, het lokale ecosysteem, de lokale eigenschappen van het oppervlaktewater en de (water)bodem en de lokale (geo)hydrologie.

ARN

Aanvaardbaar Risico Niveau; risiconiveau (van stofconcentratie) dat per gebruiksfunctie is vastgesteld en waarvoor geldt dat daaronder geen onaanvaardbare risico's voor desbetreffende functies aanwezig zijn (RWS-DON *et al.*, 2000).

BGW

BodemGebruiksWaarde is de concentratie van een stof in sediment, grond of grondwater die geldt als functiegerichte saneringsdoelstelling voor verontreinigingen van voor 1987 en als functiegerichte kwaliteitseis voor het aanbrengen van leeflagen (CIW, mei2000).

Bodem

Het aan de oppervlakte liggende pakket van de aardkorst en de daaronder liggende aardlagen, voorzover deze onder invloed staan van de atmosfeer en organismen (naar Provincie Limburg, mei 1998).

Bodeminformatiesysteem

Een bodeminformatiesysteem is een applicatie waarmee digitaal beschikbare bodemgegevens, die in een databestand zijn opgeslagen, kunnen worden beheerd (invoeren, raadplegen), bewerkt (analyseren) en onderhouden (wijzigen, verwijderen).

Bodemkwaliteitskaart

Een bodemkwaliteitskaart wordt gevormd door een set van kaarten die als geheel een beschrijving geeft van de bodemkwaliteit in een bepaald gebied. De bodemkwaliteitskaart bestaat uit verschillende "lagen" waarbij elk van de lagen gericht is op het ruimtelijk weergeven van een specifiek kenmerk dat onderscheidend is voor de bodemkwaliteit (naar VROM *et al.*, 1999).

Bodemkwaliteitszone

Een verzameling terreindelen met een specifiek bereik van concentraties aan diffuse verontreiniging (naar RWS-DON *et al.*, 2000).

Bodemlaag

Een ononderbroken deel van de bodem met, op basis van zintuiglijke waarnemingen, gelijke samenstelling qua bodemsoort (klei, zand, grind of veen), humusgehalte (zwak humeus, matig humeus, etc.) en overige bestanddelen. De zintuiglijke waarnemingen worden beschreven volgens NEN 5104.

Bodemtypecorrectie

Omrekening van gemeten gehalten in de (water)bodem naar waarden voor de standaardbodem (lutumfractie=25% en humusfractie=10%), zodat een vergelijking met de normwaarden (voor de standaardbodem) kan plaatsvinden.

Bodemzoneringskaart

Een bodemzoneringskaart bestaat uit (een set van) kaarten die de indeling in bodemkwaliteitszones weergeven. Voor het opstellen van een bodemzoneringskaart wordt gebruik gemaakt van een beperkte set aan gegevens van de bodemkwaliteit. Op basis van de onderscheidende kenmerken worden deze bodemkwaliteitsgegevens geïnterpoleerd en geëxtrapoleerd tot een gebiedsdekkende kaart.

Bovengrond

De bodemlaag die tot het maaiveld reikt, tot een maximale dikte van 0,5 m.

Cocktailparameter

Een samengestelde parameter bestaande uit de stoffen zink, cadmium, koper, kwik, arseen en som10PAK's. De gehalten aan deze stoffen zijn in het diffuus verontreinigde Rijnsediment onderling sterk gecorreleerd. De cocktailparameter is daarmee een maat voor de diffuse verontreiniging.

Deelgebied

Een afgegrensd gebied waarvoor geldt dat dit op eenduidige wijze kan worden gekarakteriseerd door middel van kenmerken waarvan wordt verondersteld dat deze bepalend zijn voor de bodemkwaliteit. Een deelgebied kan als gevolg van deze definitie ruimtelijk gezien uit meerdere eenheden bestaan (naar RWS-DON *et al.*, 2000). Dit begrip wordt in deze definitiestudie bewust niet gebruikt, omdat de term 'deelgebied' zowel betrekking kan hebben op 'terreindeel' als ook op 'zone'.

Deltaplan Grote Rivieren

Plan dat naar aanleiding van de hoogwaterproblematiek in de winters van '93/'94 en '94/'95 door de regering in werking is gezet, met als doelstelling het voltooiën van rivierdijkversterkingen in het jaar 2000 en het verdiepen en verbreden van de Maas in Limburg, uiterlijk in 2015 (Beesen, 2000).

Diffuse bron

Oorsprong van een emissie die niet te relateren is aan een specifiek punt (Min. V&W, 1997).

Diffuse verontreiniging

Verontreiniging die verspreid is over een groot gebied zonder dat eenduidig de oorzaak, bron en/of haard aan te wijzen is (RWS-DON *et al.*, 2000).

DTB-rivieren

Digitaal Terrein Bestand Rivieren. Dit is een digitale grootschalige (1:5.000) topografische basiskaart voor het beheersgebied van Rijkswaterstaat.

DTM

Digitaal Terreinhoogte Model.

Ecologische Hoofd Structuur (EHS)

Netwerk van kerngebieden, natuurontwikkelingsgebieden en verbindingzones waarbinnen flora en fauna zich kunnen handhaven en uitbreiden (RIZA, maart 2000).

Frequentieverdeling

Statistisch begrip. In een frequentieverdeling zijn de scores voor een bepaald kenmerk (bijvoorbeeld het gemeten cadmiumgehalte) ingedeeld in intervallen. Deze intervallen worden in een grafiek uitgezet tegen het aantal waarnemingen per interval.

Fysische samenstelling grond

Samenstelling op basis van de belangrijkste fysische kenmerken. De belangrijkste fysische kenmerken zijn het droge stofgehalte, de korrelgrootteverdeling, het organisch stofgehalte en het soortelijk gewicht.

Gebiedseigen (bodem)kwaliteit

De bodemkwaliteit van een bodemkwaliteitszone. De gebiedseigen kwaliteit is dus niet uitgedrukt als één getal, maar bestaat uit de gehele verdeling van gehalten binnen de zone. Bij gebiedseigen kwaliteit is verontreiniging als gevolg van lokale puntbronnen expliciet uitgesloten (naar RWS-DON *et al.*, 2000).

Gebiedseigen materiaal

Materiaal (grond) dat voldoet aan de gebiedseigen bodemkwaliteit en dat qua fysische samenstelling niet afwijkt van het overige materiaal (grond) dat aan deze bodemkwaliteit voldoet.

Gebiedseigen stoffen

Stoffen die, als gevolg van diffuse verontreiniging, verhoogd (ten opzichte van de streefwaarden) in het betreffende gebied aanwezig zijn (Min. V&W *et al.*, 1998).

Gemiddelde bodemkwaliteit

Bodemkwaliteit die wordt gerepresenteerd door de berekende gemiddelde concentratie van één of meerdere stoffen binnen een bodemkwaliteitszone (RWS-DON *et al.*, 2000).

Geomorfologie

Wetenschap (deel van de fysische geografie) die de vorming van het aardoppervlak als onderwerp heeft (naar Min. V&W, 1997).

Geostatistiek

Statistiek die wordt gebruikt voor de beschrijving van de ruimtelijke verbanden in bijvoorbeeld hoogteligging, waterdiepte, verspreiding van verontreinigingen, grondsoorten etc.

Gestandaardiseerde gehalten

Gehalten die worden verkregen bij toepassing van de bodemtypecorrectie op de gemeten gehalten aan stoffen in de (water)bodem.

Gleyzone

De zone waarin zich de fluctuatie van de grondwaterstand afspeelt. In deze zone - met afwisselend oxydatie- en reductieprocessen - ontstaan door herverdeling van bepaalde verbindingen (o.a. van ijzer) roest- en/of reductievlekken. In ijzerhoudende gronden zijn dit de klassieke gleykenmerken, in ijzerloze de blekingsvlekken (Bakker *et al.*, 1990).

Grindgaten

Waterlichamen die zijn ontstaan na grindwinning.

Grondstromenregistratie

Een systeem van keuring en certificering voor grond die vrijkomt bij ontgraving. Registratie vindt op twee momenten plaats (VROM, 1997):

1) bij het ontgraven van de bodem;

2) bij de verwerker/stortplaats c.q. eindbestemming.

Hoogwatervrije terreinen

Door de mens aangebrachte ophogingen in het winterbed, waarvan de hoogteligging het Maatgevend Hoogwater (MHW) overschrijdt.

Instroompunt

Het punt waar - bij hoge waterstanden in de rivier - het water de uiterwaard instroomt.

Interventiewaarde

Waarde van het concentratieniveau van een verontreinigende stof in een compartiment (bijvoorbeeld de waterbodem) waarboven potentieel sprake is van ernstige vermindering of dreigende vermindering van de functionele eigenschappen voor mens, plant of dier [naar bron Speurdersgids normen waterkwaliteitsbeheer. STOWA, Utrecht, rapport 96-23, 1996 (gewijzigd), in Min. V&W, 1997.

Krib

Van de oever uitgaande dam van zand, afgedekt met zinkstukken en bestorting van steen, waarvan de kop op de normaallijn van de rivier ligt (ook wel dwarskrib genoemd) (Min. V&W, 1997).

Kribvak

Zone tussen twee kribben.

Kriging

Geostatistisch begrip. Interpolatietechniek die gebruik maakt van stochastische aspecten van ruimtelijke variatie die voorkomt in de spreiding van bijvoorbeeld verontreinigingen. Deze techniek kan gebruikt worden om op een regelmatig grid waarden te berekenen zodat er contourlijnen geconstrueerd kunnen worden (Kruyt en Hazelhoff, 2000).

Kwel

Grondwater dat onder druk (potentiaalverschil) in min of meer horizontale richting door de ondergrond wordt geperst en op bepaalde plaatsen uit de bodem treedt (Min. V&W, 1997).

LAWABO-formaat

Structuur van een databestand die landelijk wordt gebruikt voor de opslag van waterbodemkwaliteitsgegevens.

Longitudinale trend

Over de lengterichting van de rivier aanwezige verandering bijvoorbeeld in het totaalgehalte van de zware metalen

Maatgevend Hoogwater

Waterstand behorend bij een vastgestelde overschrijdingsfrequentie ten behoeve van het ontwerpen van waterkeringen (bron: Basisrapport zandige kust, Behorende bij de Leidraad Zandige Kust, TAW juli 1995 (gewijzigd), in Min. V&W, 1997).

Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR)

(Bovenste) risicogrens in een bepaald compartiment (bijvoorbeeld oppervlaktewater) waarbij 95% van de potentieel aanwezige soorten in een ecosysteem in theorie is beschermd (bron: Speurdersgids normen waterkwaliteitsbeheer. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht, rapport 96-23, 1996 (gewijzigd), in Min. V&W, 1997).

Mengmonster

Een samengesteld monster dat wordt verkregen door (deel)monsters, die op twee of meer locaties zijn genomen, te mengen (Min. V&W, 1997).

Meta-informatie

Meta-informatie is aanvullende informatie (onderwerp, auteur, eigenaar, etc.) over digitaal opgeslagen meet- en analysegegevens, met als doel deze opgeslagen gegevens toegankelijk te maken voor een gebruiker.

Oeverwallen

Door de rivier afgezette (zandige) ruggen direct langs de rivierloop (Prov. Limburg, 1998).

Oeverzone

De zone die de overgang van land naar water vormt. Dit is de zone tussen de gemiddelde laagste waterstand en de gemiddelde hoogste waterstand (naar RIZA, maart 2000).

Onderscheidende kenmerken

Eigenschappen van een gebied die naar verwachting binnen het gebied leiden tot een wezenlijk onderscheid in bodemkwaliteit, met betrekking tot de concentraties aan stoffen en/of variabiliteit in concentraties aan stoffen (RWS-DON, 2000).

Ontvangende bodem

Bodem waarop grond van elders wordt aangebracht.

Ophogingen

Een door de mens aangebrachte verhoging in het landschap.

Opslibbingsperiode

Periode waarin het sediment is afgezet dat thans een bepaalde bodemlaag in het winterbed vormt.

Overstromingsduur

Tijdsduur dat een bepaald gebied wordt overstroomd, uitgedrukt in dagen per jaar.

Overstromingsfrequentie

Aantal keer per tijdseenheid (jaar) dat een bepaald gebied wordt overstroomd.

PCA

Principal Component Analysis (= een vorm van factor-analyse) is een statistische analyse waarbij een lineaire combinatie wordt gevormd van parameters. Een PCA kan worden gebruikt om het gezamenlijk effect van verschillende parameters te beschrijven.

Potentiële risico's

De risico's voor mens en milieu van een verontreiniging, uitgaande van algemene, niet-locatiespecifieke uitgangspunten. Het betreft uitgangspunten voor het gebruik door de mens, voor de samenstelling van het ecosysteem, de eigenschappen van het oppervlaktewater en de (water)bodem en de (geo)hydrologie.

Profielbeschrijving

Beschrijving van de laagopbouw van de bodem in het verticale vlak. Per bodemlaag worden de textuur, het humusgehalte en andere zintuiglijk

waarneembare eigenschappen ingeschat. Voor de wijze van beschrijven van de bodem in het Rijntakkegebied wordt gebruik gemaakt van NEN 5104.

Puntbron

De oorsprong van een emissie, die gekenmerkt wordt door een specifieke locatie (Min.V&W, 1997), bijv. het effluent uit een fabriek (RIZA, 2000).

Puntverontreiniging

In een klein gebied geconcentreerde verontreiniging (Prov. Limburg, 1998).

Risicogrenzen

Normen gebaseerd op potentiële risico's voor de mens of het ecosysteem of van verspreiding. Voorbeelden zijn het ARN en het MTR.

Rivierdynamiek

De variatie in kenmerken van een rivier (stroomsnelheid, zwevend stofgehalte, turbulentie, stromingsrichting, etc.) als gevolg van verschillen in waterafvoer.

Rijntakkegebied

Het gebied tussen de bandijken (of hoger gelegen land) van de Boven-Rijn in Nederland, het Pannerdensch kanaal, de Neder-Rijn en de Lek, de Waal en de IJssel.

Ruimte voor de Rivier (=RVR)

Beleidslijn waarbij gekozen wordt voor het verlagen van de piekafvoeren van de rivieren, door middel van het verwijderen van onnatuurlijke obstakels, het herstellen van nevengeulen en het verlagen van het winterbed.

Semivariantie

De variantie van een verzameling monsters/waarnemingen die op een bepaalde afstand uit elkaar liggen. Bijvoorbeeld de variantie van alle monsters die 100 m uit elkaar liggen in het veld. Dit wordt berekend bij het maken van variogrammen om de ruimtelijke afhankelijkheid tussen monsters/waarnemingen vast te stellen (Kruyt en Hazelhoff, 2000).

Semivariogram

Geostatistisch begrip. Met behulp van een semivariogram kan de fout bepaald worden die met de schatting bij de interpolatie wordt gemaakt (Kruyt en Hazelhoff, 2000).

Somparameter

Een somparameter is gebaseerd op afzonderlijke meting en daarna optelling van gehalten van een aantal gedefinieerde individuele chemische verbindingen die in één monster afzonderlijk gekwantificeerd worden [bron 3]. Voorbeelden van somparameters zijn de som 10 PAK's, som 7 PCB's, som DDT/DDD/DDE.

Stand-still-beginsel

Algemeen begrip uit het brongericht milieubeleid gericht op het terugdringen van de milieuverontreiniging, enerzijds door het terugdringen van de verontreiniging in de reeds relatief vervuilde gebieden, anderzijds door het niet laten verslechteren van de milieukwaliteit in de nog relatief schone gebieden (naar bron: Nota milieuhygiënische normen 1976, Tweede kamer 14318, in Min. V&W *et. al.*, 1998).

Strang

Dode rivierarm in het winterbed (Min. V&W, 1997).

Streefwaarde

De concentratie van een stof in een bepaald compartiment (bijvoorbeeld de waterbodem) waarbij de risico's van nadelige effecten op mens en milieu verwaarloosbaar worden geacht (naar Min. V&W, 1997).

Terreindeel

Een gebied dat op grond van de onderscheidende kenmerken voor de mate van diffuse verontreiniging afzonderlijk wordt afgegrensd.

Tichelgaten

Waterlichamen die zijn ontstaan door kleiwinning.

Tussenrichtlijn

Richtlijn voor bodemonderzoek in delen van het winterbed van het Rijntakkengebied (beheersgebied Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland) met uitsluitend een diffuse gebiedseigen bodemverontreiniging. De richtlijn is, op initiatief van Rijkswaterstaat, ontwikkeld ten behoeve van grootschalig grondverzet. Aan de hand van de onderzoeksgegevens wordt door het bevoegd gezag beoordeeld of - en zo ja welke - vergunningen of beschikkingen benodigd zijn en verleend/verstrekkt kunnen worden voor het uit te voeren grondwerk. De tussenrichtlijn zal, aansluitend op deze definitiestudie, verder worden ontwikkeld tot een leidraad voor het waterbodemonderzoek in de uiterwaarden.

Uiterwaarden

Deel van het winterbed dat door (zomer)kaden en door de bandijk of hoger gelegen land wordt omgeven (naar Min. V&W, 1997).

Uiterwaardengrond

Alle baggerspecie die vrijkomt bij inrichtingsmaatregelen in het winterbed van de Rijntakken, waarvan de begrenzing formeel is vastgesteld krachtens de Wet beheer Rijkswaterstaat. Opmerking: uiterwaardengrond is in juridische termen altijd baggerspecie en zal in juridisch getinte hoofdstukken steeds als zodanig benoemd worden (RWS-DON, 2000).

Variantie

Maat voor de variatie van een variabele in de tijd of ruimte (Kruyt en Hazelhoff, 2000).

Vergelijkbare (bodem)kwaliteit

Met vergelijkbare kwaliteit wordt bedoeld dat zowel de fysische als milieuhygiënische kwaliteit van een volume grond of bodem overeenkomstig is aan de fysische en milieuhygiënische kwaliteit van een ander volume grond of bodem. Vergelijkbare kwaliteit wordt gedefinieerd door zowel de indeling in deelgebieden op basis van kenmerken (grondsoort, opslibbing, Rijntak) als door het bereik van concentraties aan specifieke stoffen (RWS-DON, 2000).

Verhardingen

Vormgegeven materiaal met een vaste structuur, dat van niet-natuurlijke oorsprong is en door de mens is geproduceerd en aangebracht (naar VROM, 1997).

Waterlichamen

Delen van het rivierbed die gedurende het grootste deel van het jaar onder water staan.

Wiel

Waterlichaam in de vorm van een kolk of plas die bij een dijkbreuk is ontstaan, of die van een overstroming is overgebleven (naar Prov. Gelderland, 1994).

Winterbed

De oppervlakte tussen het zomerbed van een bovenrivier en de buitenkruinlijn van de hoogwaterkerende dijk (bandijk) dan wel de hoge gronden, die het water (tot maatgevend hoge standen) keren (Min. V&W, 1997).

Zand(win)put

Waterlichaam dat is ontstaan na zandwinning.

Zomerbed

Het oppervlak dat bij gewoon hoog zomerwater door de rivier wordt ingenomen (naar Min. V&W, 1997).

Zomerkade

Doorgaande lage dijk in de uiterwaarden, die voorkomt dat de uiterwaarden bij hoge rivierwaterstanden te vaak overstroomd (Prov. Gelderland, 1994).

Zone-eigen (bodem)kwaliteit

De bodemkwaliteit in een bodemkwaliteitszone. Zie verder gebiedseigen bodemkwaliteit.

Appendix.

Bijlage 1.

Schatting van de zone-indeling en rekenkundige definiëring zones

Bijlage 2.

Afleiding optimale en minimale waarnemingsintensiteit

Bijlage 3.

Hoofdpijnen van het bodemonderzoeksprotocol voor het opstellen van bodemkwaliteitskaarten

Bijlage 4.

Vaststelling zone-indeling op basis van de resultaten van het bodemonderzoek

Bijlage 5.

Bodemzoneringskaarten van de pilotgebieden langs de Rijntakken

Bijlage 1

Schatting van de zone-indeling en rekenkundige definiëring zones

Schatting van de zone-indeling (opstellen van een hypothese) op basis van expert judgement

In deze bijlage is een voorbeeld gegeven van de tabel (zie hieronder) waarin per terreindeel kenmerken van de overstromingssituatie in heden en verleden kunnen worden opgenomen. Deze tabel vormt een hulpmiddel bij het opstellen van een hypothese over de zone-indeling van een bepaald terreindeel, met name als geen of onvoldoende analysegegevens van de bovengrond in het terreindeel beschikbaar zijn. Voor het opstellen van een hypothese over de zone-indeling is gebiedskennis c.q. *expert judgement* onontbeerlijk. Hierop wordt hieronder nader ingegaan.

Voor het inschatten van de zone-indeling wordt gebruik gemaakt van tabel B1.1 Deze tabel wordt per terreindeel ingevuld. Voor het invullen zijn gegevens nodig van de huidige overstromingsfrequentie en –duur en eventuele wijzigingen in de overstromingsfrequentie- en duur in de loop der tijd als gevolg van bijvoorbeeld veranderingen in de ligging van de zomerkade. Verder dienen gegevens te worden ingevuld over uitgevoerde ontgroningen en/of grondaanvullingen, met vermelding van de periode waarin deze activiteiten hebben plaatsgevonden. In de laatste kolom, onder het kopje resultante, kan een inschatting worden gemaakt van de mate van slibaanvoer (mogelijke sedimentatie van fijn materiaal) in verschillende periodes. Hierbij wordt gebruik gemaakt van verschillende gradaties. In tabel B1.1 is gebruik gemaakt van Romeinse cijfers als codering voor de gradaties. Bij het toekennen van de codes is onderscheid gemaakt in 4 periodes:

- opslibbing tot 1900;
- opslibbing vanaf 1900 tot ongeveer 1930;
- opslibbing vanaf 1930 tot ongeveer 1955;
- opslibbing vanaf 1955 tot ongeveer 1975.

In onderstaande tabel is aangegeven op welke wijze de mate van opslibbing kan worden vertaald naar een zone-toekenning. Het voorbeeld betreft terreindelen waar in de loop der tijd geen verandering in overstromingsfrequentie of opslibbingsmogelijkheden is opgetreden. Dit betekent dat voor alle vier periodes dezelfde code is gebruikt.

-	-	-	-	Zone 0
I	I	I	I	Zone 1
II	II	II	II	Zone 2
III	III	III	III	Zone 3
IV	IV	IV	IV	Zone 4 of 5
oever				Oeverzone

Als voor verschillende periodes verschillende codes zijn ingevuld, dient een zone te worden toegekend die één gradatie hoger ligt dan de gemiddelde of meest voorkomende gradatie.

Voorbeelden: I I II II wordt zone 2;
II II II III wordt zone 3.

Hierbij dient te worden opgemerkt dat van het sediment dat vanaf 1975 is afgezet mag worden aangenomen dat het minder sterk verontreinigd is dan het sediment dat in de periode daarvoor (1900-1975) is afgezet (zie figuur 2.1 in hoofdstuk 2). Als in de periode 1900-1975 de opslibbingsmogelijkheden sterk zijn

toegenomen zal dit een groter effect hebben op de bodemverontreiniging (en zone-indeling) als een verhoogde opslibbing in de periode voor 1900 of na 1975.

Effect van veranderingen in het verleden op opslibbingsmogelijkheden

Enkele voorbeelden waarbij de opslibbing in een bepaalde periode kan zijn veranderd:

- De zomerkade bij een bepaald terreindeel is verlegd naar de rivier toe; het terreindeel kan worden beschouwd als een voormalige oever.
- Het terreindeel heeft minder opslibbingsmogelijkheden gekregen na de aanleg of het verhogen van een zomerkade.
- Het terreindeel heeft meer opslibbingsmogelijkheden gekregen na het verlagen of verwijderen van een zomerkade.
- Het terreindeel heeft door ontgraving het morfologisch karakter gekregen van een bezinkput voor slib.

De overstromingsfrequentie is in alle gevallen sturend voor de mate van opslibbing die kan plaatsvinden. Ontgravingen in een terreindeel dat nooit overstromd is of wordt, hebben geen effect op de kwaliteit van de bovengrond. De volgende vuistregels gelden bij een al dan niet veranderde situatie van de overstromingsfrequentie en –duur in een uiterwaard:

- Bij een onveranderde situatie wordt aangenomen dat voor periodes in het verleden de huidige overstromingsfrequentie geldt; deze overstromingsfrequentie wordt afgeleid uit de waterstandsduurlijn² en de morfologie van de uiterwaard (kadenhoogten, aanwezigheid oeverwallen etc.).
- Van voormalige oevers wordt aangenomen dat in de betreffende periode sterke opslibbing heeft plaatsgevonden (er wordt een hoge code (bijv. IV) geplaatst als resultante).
- Bij toegenomen opslibbing door ontgraving of verlaging van de zomerkade dient een code te worden geplaatst dat overeenkomt met één niveau opslibbing hoger; bij afgenomen opslibbing één niveau lager.

Effect van huidige overstromingsfrequentie op opslibbingsmogelijkheden

- De huidige overstromingsfrequentie van een terreindeel kan worden afgelezen door de hoogte van het instroompunt te vergelijken met de waterstandsduurlijn¹ van de dichtstbijzijnde kilometerraai. Het instroompunt is het vaak laagste deel in de zomerkade van het omkade gedeelte waartoe het terreindeel behoort. In figuur B1.2 is een voorbeeld van de waterstandsduurlijn opgenomen. Uit onderstaande tabel kan de mate van opslibbing bij verschillende overstromingsduur indicatief worden afgeleid. De aangegeven grenzen zijn niet hard, maar blijken in de onderzochte pilotgebieden meestal bruikbaar te zijn.

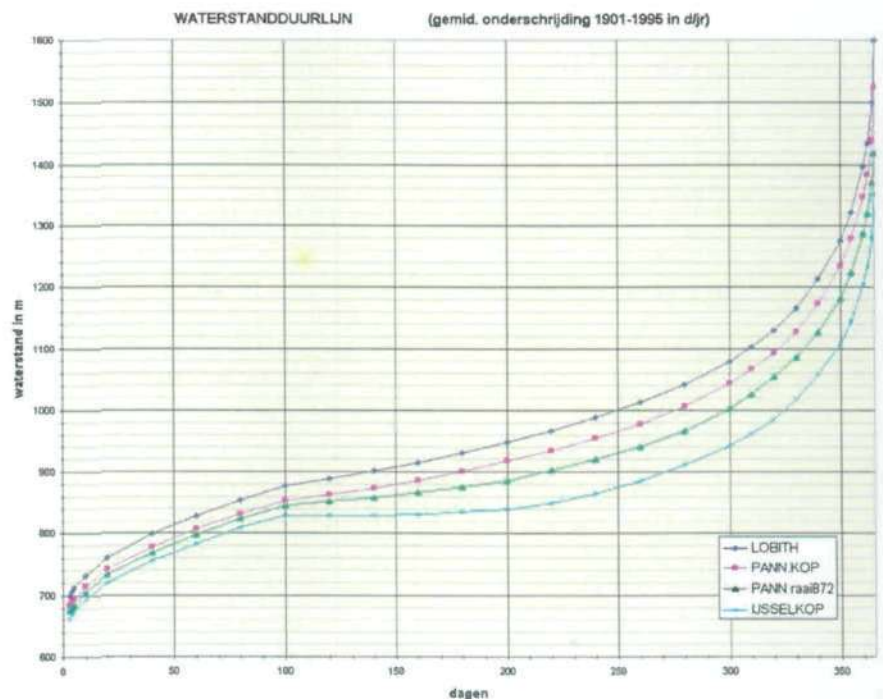
	Opslibbing
<2d/j	-
2-5 d/j	I
5-10 d/j	II
10-20 d/j	III
>20 d/j	IV

² Waterstandsduurlijnen geven het aantal dagen per jaar aan dat een bepaalde waterstand wordt overschreden. Als deze vergeleken wordt met de kadehoogte kan worden afgeleid hoeveel dagen per jaar de uiterwaard wordt overstromd. De waterstandsduurlijnen zijn gebaseerd op waterstanden van de laatste 100 jaar.

- De afstand tot het instroompunt is bij het voorspellen van de opslibingsmogelijkheden eveneens belangrijk:
 - Oeverwallen liggen vaak hoger dan de directe omgeving en kunnen gezien worden als obstakels voor overstroming. Aangezien ze direct aan de rivier liggen zijn de opslibingsmogelijkheden echter relatief groot. In de pilotstudie is gebleken dat de verontreiniging in de bovenlaag van oeverwallen inderdaad groot kan zijn, vooral in het bovenstroomse gedeelte van de Waal.
 - Voor laagtes en geulen die zich op grote afstand van de rivier in een uiterwaard bevinden geldt het omgekeerde. Deze landschapselementen vormen depressies in het landschap en zouden daarom als bezinkputten voor slib kunnen fungeren. Bij een grote afstand tot het instroompunt van de uiterwaard blijken deze landschaps-elementen echter maar in relatief geringe mate verontreinigd te zijn. Vooral langs de Lek zijn de geulen in deze delen van de uiterwaarden maar in zeer geringe mate verontreinigd.
 - Binnen een zone kunnen verschillen in de mate van diffuse verontreiniging voorkomen die op het oog een trend vormen: dicht langs de rivier, achter de kade en bij het instroompunt worden vaak hogere gehalten dan gemiddeld in de zone aangetroffen. Deze op het oog verhoogde gehalten blijken overigens statistisch veelal niet significant van het gemiddelde in de zone af te wijken. De betreffende variatie kan dan worden beschouwd als gebiedseigen heterogeniteit. Wel kunnen, op basis van de afstand tot instroompunt of kade, afzonderlijke terreindelen worden afgegrensd.

Figuur B1.2:

Voorbeeld van een waterstandsduurlijn voor het gebied Rijnwaardensche Uiterwaarden



Rekenkundige definiëring zones

In het technisch achtergronddocument van deze definitiestudie (van de Laar, in prep.) is beschreven op welke wijze, vanuit de indeling in terreindelen, een zone-indeling is vastgesteld. Deze werkwijze is in verkorte vorm beschreven in hoofdstuk 3 van dit rapport. Uiteindelijk zijn 6 zones onderscheiden, zone 0 t/m 5 en de oeverzone. Iedere zone kan rekenkundig worden gedefinieerd op grond van de gemiddelde mate en de heterogeniteit van de diffuse verontreiniging van de bovengrond. De gemiddelde mate en heterogeniteit is afgeleid uit 1284 analysegegevens van in totaal 22 uiterwaarden.

Voor het rekenkundig definiëren van de zones kunnen 3 vragen worden gesteld:

1. *Hoe wordt de kwaliteit rekenkundig uitgedrukt?*
2. *Wat is de gemiddelde kwaliteit per zone?*
3. *Wat is de heterogeniteit per zone?*

1. *Hoe wordt de kwaliteit rekenkundig uitgedrukt?*

De kwaliteit wordt rekenkundig uitgedrukt met behulp van een samengestelde parameter. Deze bestaat uit een 'cocktail' van 6 parameters: zink, cadmium, koper, kwik, arseen en som 10 PAK's. Voor de berekening zijn naar standaardbodem omgerekende analysegegevens gebruikt.

De bovengenoemde 6 parameters zijn om de volgende redenen samengevoegd tot één samengestelde parameter:

- De gestandaardiseerde meetwaarden voor de zes parameters zijn in de diffuus verontreinigde bodems van het Rijntakkegebied onderling sterk met elkaar gecorreleerd (zie correlatiematrix in onderstaande tabel). Gezamenlijk zijn ze representatief voor de diffuse verontreiniging. De gestandaardiseerde meetwaarden voor parameters als PCB's, DDT en HCB blijken minder sterk aan elkaar en aan de bovengenoemde 6 parameters gecorreleerd te zijn, onder meer door de sterkere wisselingen in concentraties in het riviersediment in de loop der tijd en mogelijk de afbraak van de stoffen.
- Vanwege de sterke correlatie verklaren de 6 parameters samen de verschillen in diffuse verontreiniging van de bodem vrijwel even goed als ieder afzonderlijk. Dit blijkt uit de zgn. eigenwaarde van de 'cocktailparameter'. Deze eigenwaarde kan variëren van 0 tot 1 en bedraagt voor de cocktailparameter 0,864. Ter vergelijking: als de cocktailparameter alleen uit de onderling sterk gecorreleerde gestandaardiseerde meetwaarden aan zink, cadmium en koper opgebouwd zou zijn, zou de eigenwaarde 0,958 bedragen. Omdat PAK's, arseen en kwik ook belangrijke risicobepalende parameters zijn, is ervoor gekozen om ook deze parameters in de cocktailparameter te betrekken.
- Een groot voordeel van een samengestelde parameter is dat de zone-indeling niet per parameter hoeft te worden getoetst. Dit betekent dat een eenduidig oordeel over de zone-indeling wordt verkregen.

De bijdrage van elk van de afzonderlijke 6 parameters aan de 'cocktailparameter' wordt uitgedrukt door de zgn. 'loading' van de parameters. Deze varieert ook van 0 tot 1. Hoe hoger de waarde van de loading, hoe belangrijker de parameter is bij het verklaren van de verschillen in de diffuse verontreiniging. De loadings van de 6 parameters zijn eveneens weergegeven in de tabel hieronder. De loading van PAK's heeft de laagste waarde. Hieruit blijkt dat de gestandaardiseerde meetwaarden voor PAK's niet op exact dezelfde wijze gerelateerd zijn aan de afzetting van verontreinigd sediment als de overige 5 parameters. Dit is te verklaren uit het feit dat zware metalen gebonden worden aan klei- of humusdeeltjes, terwijl PAK's ook voorkomen als losse deeltjes (ronde bolletjes). Als gevolg hiervan kunnen PAK's in onevenredige proporties in bodemonsters terechtkomen.

Tabel B1.2:

Onderlinge correlaties tussen 9 belangrijke parameters voor de diffuse verontreiniging en loadings van de 6 cocktailonderdelen

	Correlaties									Loading
	CD	CU	ZN	PAK10	AS	HG	PCB7	DDT	HCB	
CD	1.000									0.968
CU	0.948	1.000								0.967
ZN	0.922	0.946	1.000							0.961
PAK	0.697	0.701	0.725	1.000						0.789
AS	0.899	0.902	0.915	0.668	1.000					0.946
HG	0.922	0.893	0.846	0.672	0.883	1.000				0.933
PCB7	0.716	0.693	0.670	0.580	0.601	0.680	1.000			
DDT	0.416	0.461	0.500	0.403	0.407	0.387	0.577	1.000		
HCB	0.624	0.614	0.588	0.518	0.479	0.601	0.769	0.502	1.000	

2. Wat is de gemiddelde kwaliteit per zone?

De gemiddelde kwaliteit is bepaald met behulp van de cocktailparameter. De waarde van de cocktailparameter varieert van -1.1 tot 5.2. Per zone zijn de volgende gemiddelde waarden bepaald:

Tabel B1.3:

Definitie van de gemiddelde waarden van de cocktailparameter

	Gemiddelde waarde cocktailparameter
Zone 0	-0.84
Zone 1	-0.68
Zone 2	-0.28
Zone 3	0.35
Zone 4	1.4
Zone 5	3.1
oeverzone	0.85

In figuur B1.2 is per zone een histogram afgebeeld met de waarde van de cocktailparameter. Uit de spreiding van de staafjes om het gemiddelde blijkt in elke zone vrijwel sprake is van een normale verdeling. Dit betekent dat voor de beschrijving van de waarde van de cocktailparameter het rekenkundige gemiddelde kan worden gebruikt en dat niet van de mediaan uitgegaan hoeft te worden. In een grafiek bij de histogrammen zijn de gemiddelden per zone weergegeven. Uit de grafiek blijkt dat de gemiddelde mate van diffuse verontreiniging bij hogere zonenummers toeneemt.

3. Wat is de heterogeniteit per zone?

Kennis van de heterogeniteit die in de verschillende zones kan voorkomen is belangrijk bij het afleiden van het aantal waarnemingen per hectare dat benodigd is om de gemiddelde bodemkwaliteit in een zone in te schatten.

De heterogeniteit die zich binnen een zone voordoet wordt in de klassieke statistiek uitgedrukt in de standaarddeviatie of het kwadraat daarvan, de variantie. Bij de klassieke statistiek wordt geen rekening gehouden met de ruimtelijke afhankelijkheid van de waarnemingen op verschillende meetpunten. De waarnemingen op punten die dicht bij elkaar liggen zullen meer met elkaar overeenkomen dan waarnemingen op punten die ver van elkaar liggen. De geostatistiek houdt hier wel rekening mee. Daarom is geostatistiek³ gebruikt bij het bepalen van de heterogeniteit per zone. De ruimtelijke afhankelijkheid wordt uitgedrukt door een semivariogram. Voor elke zone wordt een semivariogram opgesteld (voor de theorie behorende bij het semivariogram wordt verwezen naar Webster and Oliver, 1990). Met behulp van het semivariogram kan per zone voor

³ meer specifiek is er gebruik gemaakt van *irregular blockkriging*, ook wel genoemd *global estimation*

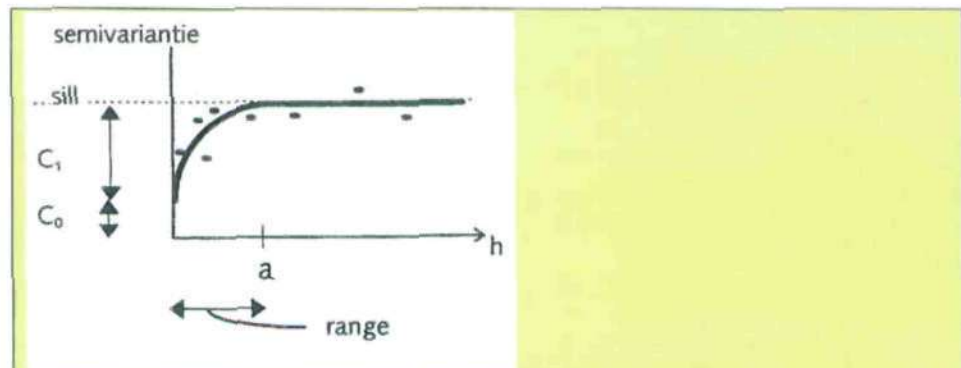
iedere willekeurige afstand tussen meetpunten een variantie worden berekend. Deze variantie wordt de krigingvariantie genoemd. Uit de krigingvariantie kan worden afgelezen of met de gekozen dichtheid van meetpunten c.q. afstand tussen meetpunten een goede schatting van het gemiddelde in een gebied kan worden verkregen. De krigingvariantie kan dus worden gebruikt om de betrouwbaarheid van het gemiddelde bij verschillende dichtheden van meetpunten te bepalen. Dit gegeven wordt gebruikt voor het opstellen van een meet- c.q. boorplan in het bodemonderzoek voor het opstellen van de bodemkwalliteitskaart (zie B2 en 3).

Om een idee te krijgen van de spreiding rond het gemiddelde die zich per zone voordoet is in figuur B1.2 van de bestaande meetpunten de standaarddeviatie rond het gemiddelde van de zone afgebeeld. Duidelijk is te zien dat hogere gemiddelden altijd gepaard gaan met een grotere spreiding. Zone 5 kent dus de grootste heterogeniteit.

Tabel B1.3:
Semivariogram-definitie van de cocktailparameter voor de verschillende zones

	C_0 (nugget)	C_1 (=sill zonder nugget)	a (=range)
Zone 0	0,002124	0,008023	78,61
Zone 1	0,017795	0,013537	190,39
Zone 2	0,111759	0,329122	4687,08
Zone 3	0,049992	0,252123	33,75
Zone 4	0,225316	0,684728	61,31
Zone 5	1,23	1,23	207,59
Oeverzone	0,0646940	0,393128	133,09

Onderstaand kader bevat een voorbeeld van een semivariogram met een toelichting.



Voorbeeld van een semivariogram ter verklaring van tabel B1.3 (Kruyt en Hazelhoff, 2000)

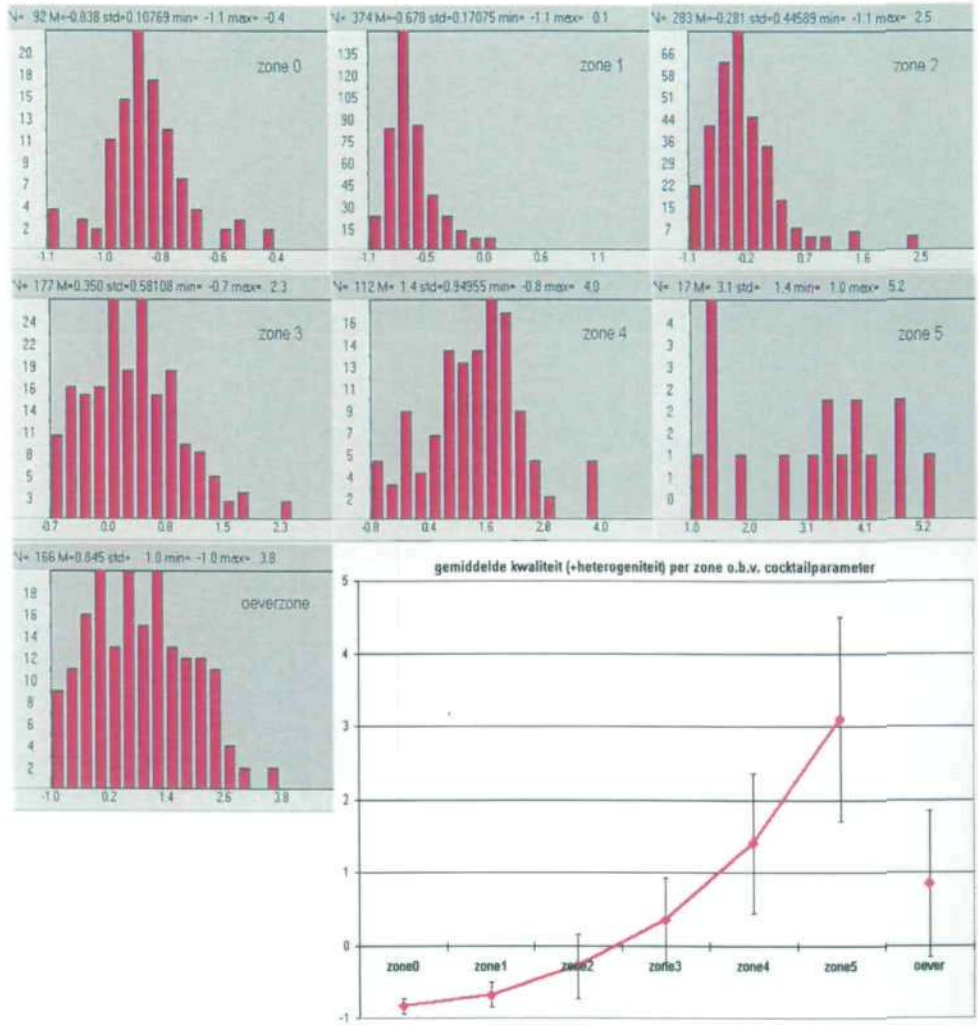
Range. Dit is de maximale afstand waarover de semivariantie nog toeneemt. Waarnemingen op punten die op een grotere afstand dan de range van een te schatten punt liggen vertonen geen correlatie meer met het te schatten punt. Alleen waarnemingen op punten die binnen de range van een te schatten punt liggen dragen bij aan de schatting van de waarneming.

Sill. De totale hoeveelheid (onverklaarde en verklaarde) variantie C_0+C_1 .

Nugget. De hoeveelheid onverklaarde variantie (C_0). Dit is in feite de variabiliteit op microschaal die aanwezig is in het bodemverloop en de meetfout.

Figuur B1.2:

Histogrammen en grafische weergave van de verdeling rond het gemiddelde per zone o.b.v. de cocktailparameter



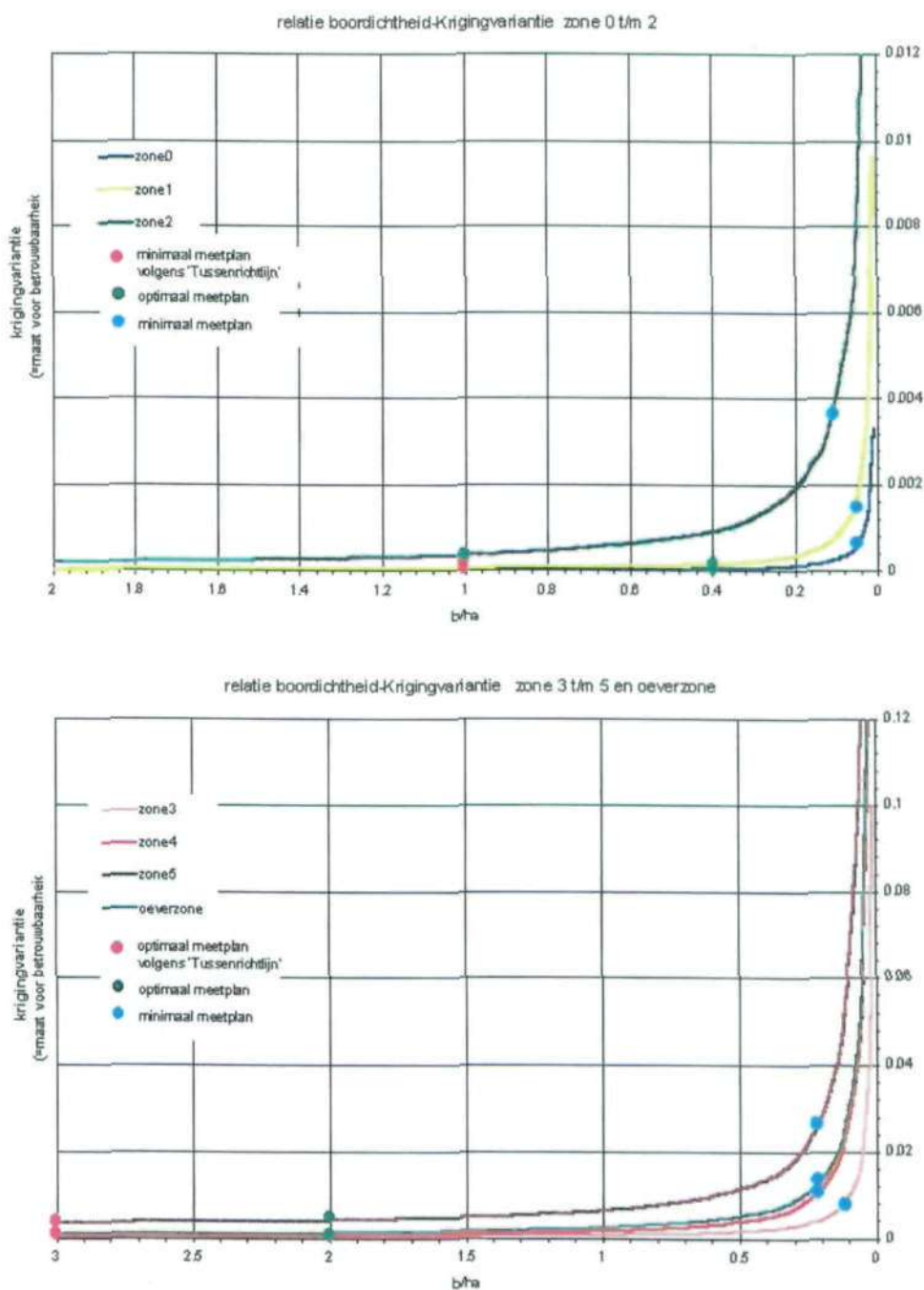
Bijlage 2

Afleiding optimale en minimale waarnemingsintensiteit

Curves waarnemingsdichtheid in relatie tot betrouwbaarheid

Met behulp van de vastgestelde semivariogrammen per zone, zijn voor iedere zone voor verschillende meetpunt-dichtheden krigingvarianties berekend. De resultaten van de berekeningen zijn in grafiekvorm weergegeven in figuur B2.1. Op de horizontale as staat de meetpunt-dichtheid c.q. boordichtheid, deze neemt van links naar rechts af. Op de verticale as staan de bijbehorende krigingvarianties. Voor iedere zone is een curve afgebeeld.

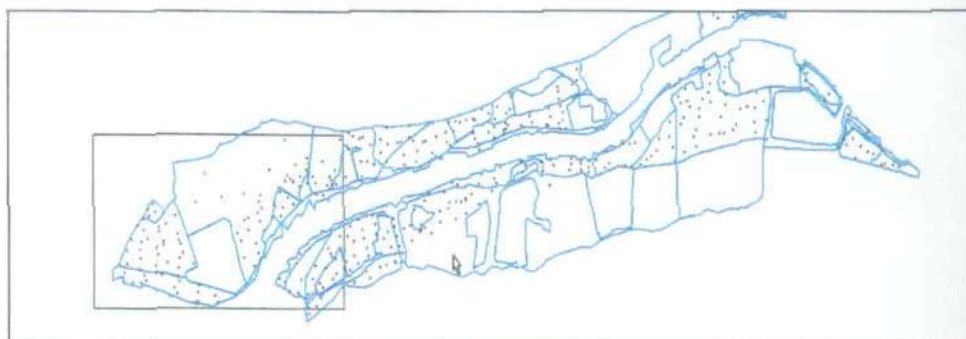
Figuur B2.1:
Krigingvarianties voor de verschillende meetpunt-dichtheden



Om een goed inzicht in de verschillen tussen de bodemzones te krijgen, zijn de lijnen berekend voor één en hetzelfde gebied. Gekozen is voor een fictief rechthoekig gebied van ca. 300 ha. Deze aanname moet worden gedaan omdat de krigingvarianties afhankelijk zijn van de vorm en de grootte van het gebied, vooral bij lage meetdichtheden. Hierbij wordt opgemerkt dat het niet relevant is of in werkelijkheid rechthoekige terreindelen van ca. 300 ha onderzocht zullen worden. De invloed van de vorm van het gebied op de heterogeniteit en ruimtelijke afhankelijkheid, zoals bij de lange stroken die in de oeverzone van de rivier de terreindelen vormen, is reeds verdisconteerd in het semivariogram dat met de bestaande data is berekend. Ter illustratie van de grootte van de rechthoek is deze in figuur B2.2 afgebeeld over de grenzen van de bodemzones van het uiterwaardengebied Lexkesveer langs de Nederrijn (figuur B2.2).

Figuur B2.2:

Voorbeeld van de grootte van het gebied (ca. 300 ha) waarvoor bemonsteringsschema's zijn berekend



Aan de curves van de 7 zones valt het volgende op:

- Algemeen geldt dat de krigingvarianties bij lage boordichtheden sterk toenemen. Dat betekent dat de schatting van het gemiddelde steeds onbetrouwbaarder wordt.
- Bij toenemende verontreiniging (hogere zonenummers) nemen de krigingvarianties toe. (Let op: er zit een factor 10 verschil in de schaal van de verticale as tussen de twee grafieken). Deze toename werd in bijlage 1 al geconstateerd bij de rekenkundige definiëring van de heterogeniteit van de zones.
- In de minst verontreinigde zones (vooral zone 0 en zone 1) nemen pas bij zeer lage boordichtheden de krigingvarianties toe.
- De minimale krigingvariantie (dus de hoogste betrouwbaarheid) die per zone gehaald kan worden is in de curves af te lezen in het linkerdeel van de grafiek. Iedere curve heeft een horizontale asymptoot; vanaf een bepaalde boordichtheid zal verdere verdichting de betrouwbaarheid slechts in uiterst geringe mate toenemen. Dit heeft te maken met de gebiedseigen heterogeniteit. Betrouwbaarder dan de gebiedseigen heterogeniteit kan er niet gemeten worden. De gebiedseigen heterogeniteit is in de minst verontreinigde zones relatief laag, in de meest verontreinigde zones relatief hoog.

Uit de curves kunnen meetplannen worden afgeleid. Nadrukkelijk dient te worden opgemerkt dat uit de bovenstaande grafieken af te leiden meetplannen gebaseerd zijn op een onderzoeksgebied van 300 ha. Ten behoeve van de te ontwikkelen "leidraad voor waterbodemonderzoek in de uiterwaarden" zal nader onderzocht worden welk effect de oppervlakte (en de vorm) van het onderzoeksgebied heeft op de krigingvarianties en dus op het te kiezen meetplan. Dit is vooral van belang voor kleine onderzoeksgebieden. In de leidraad zal ook uitgewerkt worden welke minimale inspanning per terreindeel, ongeacht de oppervlakte, vereist is om een voldoende betrouwbare bodemkwaliteitskaart op te stellen (zie hoofdstuk 4).

Onderstaande moet worden geïnterpreteerd als een beschrijving van de systematiek waarmee de meetplannen gemaakt worden, de weergegeven meetplannen gelden alleen voor (zeer) grote terreindelen.

Optimaal en minimaal meetplan

Onderscheid kan worden gemaakt tussen een 'optimaal' meetplan en een 'minimaal' meetplan. Deze worden vergeleken met het huidige (voorlopig) protocol voor bodemonderzoek in de uiterwaarden; de zgn. "tussenrichtlijn". De vanuit de tussenrichtlijn beschreven eisen aan het bodemonderzoek zijn hierna samengevat weergegeven⁴.

Optimaal meetplan:

Hieronder wordt de boordichtheid verstaan waar een zo hoog mogelijke betrouwbaarheid wordt gehaald (= beste schatting van de gemiddelde kwaliteit in een terreindeel) bij een zo laag mogelijke meetinspanning. In de curves is deze boordichtheid weergegeven als groene punten op het buigpunt vanaf welke de krigingvariantie bij hogere boordichtheden nog maar weinig afneemt. De krigingvariantie benadert dus de gebiedseigen heterogeniteit.

Minimaal meetplan:

Hieronder wordt de boordichtheid verstaan waar met een minimale meetinspanning en een minimaal te accepteren betrouwbaarheid een schatting kan worden gedaan van de gemiddelde kwaliteit in het onderzoeksgebied. In de curves zijn deze boordichtheden weergegeven als lichtblauwe punten. Het minimale meetplan is bij uitstek geschikt voor bodemonderzoek ten behoeve van het opstellen van een bodemkwaliteitskaart. Het meetplan is bedoeld om met voldoende zekerheid de juiste zone-indeling vast te stellen, waarbij de keuze gemaakt moet worden tussen 6 zones (zones 0 t/m 5). De minimaal te accepteren betrouwbaarheid wordt gedefinieerd als de betrouwbaarheid waarbij de afwijking van het gemiddelde zodanig klein is, dat deze niet valt binnen de standaarddeviatie van het gemiddelde van een andere zone.

Optimaal meetplan tussenrichtlijn:

Hieronder wordt een dichtheid van 3 waarnemingen per hectare verstaan. Omdat volgens de tussenrichtlijn mengmonsters geanalyseerd dienen te worden, komt dit in de tussenrichtlijn overeen met 10 boringen per hectare. Het optimaal meetplan wordt voorgeschreven voor alle vlakke terreindelen in uiterwaarden waar bodemonderzoek noodzakelijk is voor het uitvoeren van grondverzet en het afperken van klasse 0-grond en klasse 4-grond.

Minimaal meetplan tussenrichtlijn:

Hieronder wordt een boordichtheid van 3 boringen per hectare, overeenkomend met 1 waarneming per hectare, verstaan. Deze wordt voorgeschreven voor alle vlakke terreindelen in uiterwaarden waar een indicatie van de bodemkwaliteit wordt gewenst. Dit meetplan is bij de curves weergegeven als een rood punt.

Uit de weergegeven punten in de curves kan worden opgemaakt dat het minimaal meetplan van de tussenrichtlijn zelfs bij de meest verontreinigde (en meest heterogene) zones nog boven het optimaal meetplan ligt. Op grond van de curves mag echter niet worden verwacht dat de 3 waarnemingen (optimaal meetplan tussenrichtlijn) per hectare ook daadwerkelijk een belangrijke betere schatting van de gemiddelde kwaliteit oplevert. Met het gebruik van de afgeleide minimale en optimale meetplannen kunnen de boor- en analyse-inspanningen beperkt worden gehouden, zodat kosten worden bespaard.

⁴ De strategie van de Tussenrichtlijn was gericht op uiteenlopende onderzoeksdoelstellingen, namelijk van verkennend tot en met nader onderzoek, partijkeuringen en vaststellen van de fysische kwaliteit ten behoeve van de vermarktbaarheid.

Hoofdpijnen van het bodemonderzoeksprotocol voor het opstellen van bodemkwaliteitskaarten

In deze bijlage worden de hoofdpijnen beschreven van het bodemonderzoeksprotocol dat gevolgd dient te worden om de bodemkwaliteitskaart vast te stellen.

Onderzoekslocatie

Het gebied voor de bodemkwaliteitskaart dient ruim te worden genomen. Niet alleen de exacte locaties van toekomstige geulen, moerassen etc. dienen te worden onderzocht, maar de volledige terreindelen waarbinnen deze locaties vallen. Voor de hoogwatervrije terreinen, waterlichamen (strangen, sloten, tichelgaten, zandputten, wielen), zomerkades en andere ophogingen wordt geen bodemkwaliteitskaart opgesteld. Dit bodemonderzoeksprotocol heeft daarom geen betrekking op deze elementen in het winterbed.

Aanvullend historisch onderzoek

Aan het feitelijke bodemonderzoek gaat een historisch onderzoek vooraf. Het aanvullend historisch onderzoek heeft tot doel uitsluitel te verkrijgen over de aanwezigheid en, voorzover hierover gegevens bestaan, de omvang van (mogelijke) lokale puntbronnen. Het aanvullend historisch onderzoek heeft geen betrekking op de diffuse verontreiniging. De beschikbare historische gegevens met betrekking tot de diffuse verontreiniging worden immers verwerkt in de bodemzoneringskaart. Deze bodemzoneringskaart fungeert als starthypothese voor het bodemonderzoek naar de diffuse verontreiniging.

Voor het winterbed van de IJssel, de Waal en Nederrijn/Lek zijn reeds inventarisaties van de ligging van (mogelijke) lokale puntbronnen verricht. De instanties die voor de inventarisatie zijn benaderd zijn in de rapportage van de inventarisaties weergegeven. De gegevens van de inventarisatie zijn, behalve in rapportvorm, ook opgeslagen in een databestand. De rapporten en de databestanden zijn beschikbaar bij Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland. De gegevens uit de databestanden worden gebruikt om de ligging van (mogelijke) lokale puntbronnen op de bodemzoneringskaart weer te geven.

De bestaande inventarisaties vormen het startpunt van het aanvullend historisch onderzoek voor de bodemkwaliteitskaart. In het aanvullend dient nagegaan te worden of in de reeds uitgevoerde inventarisatie alle relevante instanties benaderd zijn voor informatie over lokale puntbronnen. Relevante informatie kan beschikbaar zijn bij (de Dienstkring van) Rijkswaterstaat, de gemeente, de provincie of het waterschap. Bijlage 1 van de huidige 'tussenrichtlijn' (RWS-DON, 1996) kan hierbij als checklist worden gebruikt. Een veldbezoek, eventueel gecombineerd met gesprekken met bewoners of omwonenden, kan extra informatie opleveren over de mogelijke aanwezigheid van illegale stortplaatsen. Een aandachtspunt hierbij vormen voormalige (tichel)gaten, die (illegaal) opgevuld kunnen zijn met afval of met grond die van elders is aangevoerd.

In het aanvullend onderzoek dienen verder zoveel mogelijk gegevens over de omvang van de lokale puntbron te worden verzameld. Het gebied dat tot een lokale puntbron gerekend dient te worden, wordt op de bodemkwaliteitskaart aangemerkt. Voor het opstellen van de bodemkwaliteitskaart hoeft het betreffende gebied niet te worden onderzocht. Eventueel bodemonderzoek dat in het kader van de herinrichting op de locatie van een lokale puntbron plaats dient te vinden, valt buiten dit protocol.

Meetplan

Voor het meetplan gelden de terreindelen en bijbehorende zone-indeling, zoals weergegeven op de bodemzoneringskaart, als basis. De zone-indeling is bepalend voor het aantal waarnemingen dat per oppervlakte-eenheid dient te worden gedaan. De definitief benodigde aantallen boringen en analyses worden vastgesteld in het kader van de 'Leidraad voor het waterbodemonderzoek in de uiterwaarden'. In onderstaande tabel zijn de aantallen aangegeven die zijn afgeleid voor een rechthoekig terreindeel van 300 hectare (zie bijlage 2). De weergegeven aantallen zijn derhalve geschikt voor grotere terreindelen, voor kleinere terreindelen kunnen meer boringen per hectare nodig zijn. Bovendien zullen, ongeacht de oppervlakte van het terreindeel, altijd minimaal 3 waarnemingen gedaan moeten worden (zie ook hoofdstuk 4).

	Meetplan voor het opstellen van de BKK [waarnemingen/ha]
Zone 0	0.1
Zone 1	0.1
Zone 2	0.2
Zone 3	0.2
Zone 4	0.2
Zone 5	0.2
Oeverzone	0.2

De waarnemingen dienen evenredig te worden verdeeld over het oppervlak van het terreindeel.

Bij het bepalen van de diepte van de waarnemingen is de te verwachten maximale diepte waarop nog diffuse verontreiniging kan worden aangetoond maatgevend. De bovenzijde van de schone bodem ('klasse 0') dient te worden vastgesteld. In figuur 4.4 is de maximale diepte van de diffuse verontreiniging in het pilotgebied Rijnwaarden weergegeven. Als rekening wordt gehouden met mogelijke onjuiste inschattingen van de zone-indeling op de bodemzoneringskaart dienen de boringen op basis van figuur 4.4 tot maximaal 1,5 m diepte te worden doorgezet. In de oeverzone dient tot minimaal 3,0 m diepte te worden geboord.

Als vanuit de herinrichtingsplannen voor een bepaald terreindeel reeds bekend is dat niet het gehele verontreinigde pakket zal worden ontgraven, kan de boordiepte ook worden gebaseerd op de ontgravingsdiepte bij herinrichting. In dat geval dient de boring tot minimaal tot 0,5 m onder de ontgravingsdiepte te worden doorgezet, zodat ook de bodemkwaliteit die na ontgraving resteert kan worden bepaald.

Veldwerkzaamheden

Van alle boringen dienen de X- en Y-coördinaten te worden bepaald. De boorprofielen worden exact volgens NEN 5104 beschreven. Elke afzonderlijk te onderscheiden bodemlaag met een dikte van meer dan 0,1 m wordt bemonsterd. Bij het bemonsteren van bodemlagen wordt een maximaal bemonsteringstraject van 0,5 m aangehouden.

Analysestrategie

Er vinden uitsluitend analyses van separate monsters plaats. Van alle boringen dient in elk geval het monster van de bovengrond geanalyseerd te worden. Daarnaast dient de grens tussen de diffuus verontreinigde lagen en de schone onderliggende bodem via analyses vastgesteld te worden. Als er een belangrijk kwaliteitsverschil bestaat tussen de bovengrond en de onderste diffuus verontreinigde bodemlaag (bijvoorbeeld indeling in verschillende NW4-klassen of verschillende beoordelingen bij toetsing aan de normering van het

Bouwstoffenbesluit) dient ook de kwaliteit van de tussenliggende bodemlagen te worden vastgesteld.

Indien de boordiepte gebaseerd is op de ontgravingsdiepte, dient in elk geval het monster van de na ontgraving op te leveren bodem geanalyseerd te worden. Analoog aan bovenstaande dient bij een belangrijk kwaliteitsverschil tussen bovengrond en na ontgraving op te leveren bodem ook de kwaliteit van de tussenliggende bodemlagen vastgesteld te worden.

Analysepakket

Alle geselecteerde monsters worden geanalyseerd op minimaal de parameters van het waterbodempakket: droge stof, organische stof, korrelgroottefracties < 2 µm, < 16 µm, < 63 µm, < 210 µm, zware metalen (arseen, cadmium, kwik, koper, lood, nikkel, chroom en zink), 10 PAK's VROM, 7 PCB's, OCB's, EOX en minerale olie.

Vaststelling zone-indeling

Per terreindeel wordt de zone-indeling vastgesteld op basis van de analyseresultaten van de bovengrond. De wijze waarop dit plaats dient te vinden is uitgewerkt in bijlage 4.

Toetsing analyseresultaten

Voor het opstellen van de bodemkwaliteitskaart worden de analyseresultaten van de afzonderlijke monsters getoetst aan de productkwaliteitsnormering van de Vierde Nota Waterhuishouding. Eventueel kan daarnaast toetsing plaatsvinden aan de samenstellingswaarden volgens het Bouwstoffenbesluit aan risicogrenzen (BGW, ARN of MTR) en of/aan de normering volgens de Wet bodembescherming.

Presentatie op kaart

De zone-indeling per terreindeel en het eindoordeel van de toetsing aan de NW4-normering worden op de bodemkwaliteitskaart weergegeven zoals in figuur 4.5 is weergegeven. De ligging van lokale puntbronnen, inclusief voorzover bekend de horizontale contour van de omvang ervan, wordt op de bodemkwaliteitskaart aangemerkt.

Digitale aanlevering bodemonderzoeksgegevens

De boorprofielen en de analyseresultaten dienen, vergezeld van meta-informatie (uitvoerder van het onderzoek, datum van onderzoek etc.), door de initiatiefnemer digitaal te worden aangeleverd aan de beheerder van het bodeminformatiesysteem (zie hoofdstuk 6). De beheerder van het bodeminformatiesysteem stelt eisen aan het formaat waarin de gegevens aangeleverd dienen te worden. Het is noodzakelijk dat een zorgvuldige controle plaatsvindt op de gegevens alvorens deze in het bodeminformatiesysteem worden opgenomen.

Bijlage 4

Vaststelling zone-indeling op basis van de resultaten van het bodemonderzoek

In deze bijlage is weergegeven op welke wijze de zone-indeling voor de bodemkwaliteitskaart vastgesteld dient te worden. Voorwaarde is dat er voldoende gegevens uit bodemonderzoek bekend zijn om de bodemkwaliteitskaart op te stellen. De eerste stap bij het vaststellen van de zone-indeling is het omrekenen van de gemeten waarden aan stoffen en stofgroepen naar waarden van de cocktailparameter. Vervolgens wordt per terreindeel getoetst of de zone-indeling op de bodemzoneringskaart juist is, of dat het terreindeel in een andere zone moet worden ingedeeld.

Omrekening van meetwaarden naar waarde voor de cocktailparameter

De cocktailparameter is samengesteld uit de parameters zink, cadmium, koper, kwik, arseen en som 10 PAK's. Om de waarde van de cocktailparameter te kunnen uitrekenen moeten de, naar standaardbodem omgerekende, meetwaarden van deze 6 parameters dus bekend zijn.

Omrekeningsformule:

$$\sum_{p1-6}^{lok_n} \frac{(meetw_p - \mu_{p, Rijntakken}) * L_p^2}{var_{p, Rijntakken}}$$

waarbij:

- lok_n = locatie waarvan de bovenlaag geanalyseerd is op Zn, Cd, Cu, Hg, As en som10PAK.
- p_{1-6} = elk van de zes parameters
- $meetw_p$ = naar standaardbodem omgerekende meetwaarde van parameter p
- $\mu_{p, Rijntakken}$ = gemiddelde van parameter p in de dataset van de Rijntakken (=dataset van alle pilotgebieden uit de definitiestudie)
- L_p^2 = kwadraat van de loading van parameter p
- $var_{p, Rijntakken}$ = variantie van parameter p in de dataset van de Rijntakken (=dataset van alle pilotgebieden uit de definitiestudie)

N.B.: Bij overschrijding van de detectiegrens voor één van de stoffen wordt aangenomen dat het gehalte gelijk is aan 0,7* detectiegrens.

Omrekeningsvoorbeeld van een meetlocatie n in zone 2 van de Lunenburgerwaard

	cadmium	kwik	koper	zink	arseen	PAK10
$meetw_p$	1.43	0.79	44.55	304.97	23.8	2
$var_{p, Rijntakken}$	5.480281	2.524921	2080.455	101243	327.0311	29.47404
$\mu_{p, Rijntakken}$	2.319	1.207	58.113	386.848	24.296	4.181
L_p^2	0.937024	0.870489	0.935089	0.923521	0.894916	0.622521

$$cocktailbestanddeel Cd = \frac{(1.43 - 2.319) * 0.937024}{5.480281} = -0.152$$

	cadmium	kwik	koper	zink	arseen	PAK10
<i>cocktailbestanddeel</i>	-0.152	-0.14376	-0.0061	-0.00075	-0.00136	-0.04606

$$\text{Cocktailparameter}_{\text{lok n}} = -0.152 - 0.14376 - 0.0061 - 0.00075 - 0.00136 - 0.04606 = -0.35003$$

Toetsing van starthypothese bodemonderzoek

Getoetst wordt of de starthypothese, dat wil zeggen de zone-indeling volgens de bodemzoneringskaart, juist is. Hiervoor wordt een zogenaamde Z-toets uitgevoerd. De nulhypothese hierbij is dat de berekende waarden van de cocktailparameter uit de bodemonderzoeksgegevens van het terreindeel uit dezelfde populatie komen als alle bestaande metingen (dataset pilotgebieden definitiestudie) binnen dezelfde bodemkwaliteitszone.

Er kan éézijdig worden getoetst als bekend is of het gemiddelde van de waarden van de cocktailparameter in het terreindeel hoger dan wel lager is dan het vastgestelde gemiddelde van de betreffende zone.

$$P(U_1 - U_2) > Z_1 = 0.01$$

$$P(U_1 - U_2) < Z_1 = 0.01$$

Waarbij U_1 het gemiddelde is van de nieuwe waarnemingen en U_2 het vastgestelde gemiddelde van de zone.

Indien de nulhypothese wordt verworpen dient een nieuwe nulhypothese te worden opgesteld, waarbij wordt getoetst of de waarde van de cocktailparameter binnen een andere bodemkwaliteitszone valt. Hierbij zal de nulhypothese één zone worden verschoven. De toetsing vindt op dezelfde wijze plaats als hierboven beschreven.

Als de gemiddelde waarde van de cocktailparameter bij toetsing significant geringer blijkt dan in zone 0, wordt het terreindeel toch in zone 0 ingedeeld. Evenzo wordt bij een significant hoger gemiddelde dan zone 5, het terreindeel toch in zone 5 ingedeeld.

Bijlage 5

Bodemzoneringskaarten van de pilotgebieden langs de Rijntakken

In deze bijlage zijn de bodemzoneringskaarten van de pilotgebieden op een schaal 1:25.000 weergegeven.

De kaarten zijn opgenomen als volgt:

- 1) Rijnwaardensche Uiterwaarden
- 2) Ochtensche Buitenpolder, Afferdensche en Deestsche Waarden en Hiensche Uiterwaarden
- 3) Leeuwensche Waarden (westelijk deel Drutensche Waarden)
- 4) Wamelsche Uiterwaarden, Dreumelsche Waard, Passewaaij en Stiftsche Uiterwaarden
- 5) Breemwaard en Gamerensche Waarden
- 6) Goilberdinger Waard en Beusichemse Waard
- 7) Manuswaard – de Spees
- 8) Bovenste Polder onder Wageningen en Randwijksche Uiterwaarden
- 9) Rosandepolder
- 10) Vreugderijker Waard en Engels Werk



Ochten

Beneden-Leeuwen

Bodemzoneringskaart

Leeuwsche Waarden
(westelijk deel Drutensche Waarden)

kaartblad 390

- kwaliteitzones**
- zone 0
 - zone 1
 - zone 2
 - zone 3
 - zone 4
 - zone 5
 - oeverzone
 - water
 - bedrijfsterrein
 - weg
- puntbron**
- * NW4-klassen bestaande data
 - 0
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - voldoende betrouwbaar onderzocht voor opstellen BKK

Auteur : E. van de Laar
Afdeling : RIZA IHO
Datum : 30 oktober 2001
Referentie : bodrijtaksen.apr

0 200 400 600 800 Meters
1:25.000








Ministerie van Veevoer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijswaterstaat
Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en
Afvalwaterbehandeling RIZA

Bodemzoneringskaart

Breemwaard en
Gamerensche Waarden
kaartblad 44O en 45W

 puntbron

NW4-klassen bestaande data

- 0 
- 1 
- 2 
- 3 
- 4 

 voldoende betrouwbaar onderzocht voor opstellen BKK

kwaliteitszones

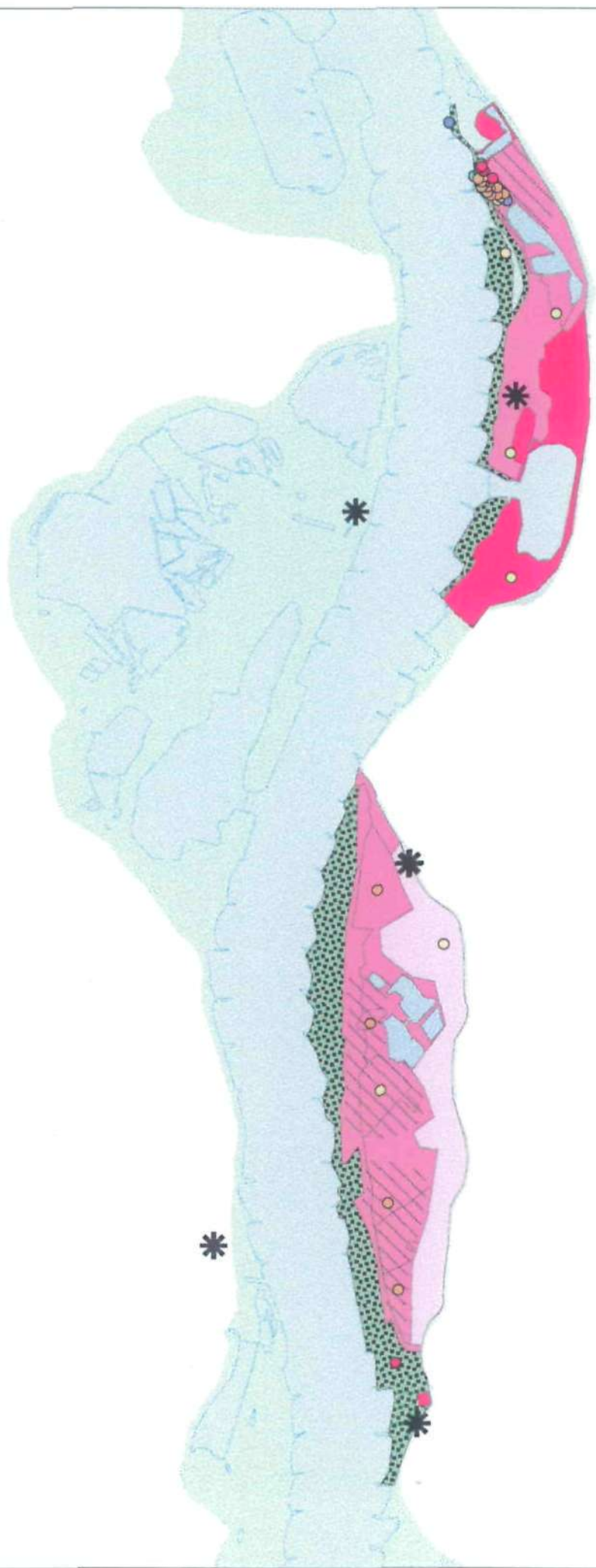
- zone 0 
- zone 1 
- zone 2 
- zone 3 
- zone 4 
- zone 5 
- oeverzone 

- water 
- bedrijfsterrein 
- weg 

Auteur : E. van de Laar
Afdeling : RIZA IHO
Datum : 30 oktober 2001
Referentie : bzoeljabakken.apr



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijkswaterstaat voor Inligging Zetwielvoerbaar en
Afwaterbehandeling RIZA



Rhenen

Kesteren

Opheusden

Bodemzoneringskaart

Manuswaard - de Spees

kaartblad 390

* puntbron

NW4-klassen bestaande data

0 1 2 3 4

voeldoende betrouwbaar onderzocht
voor opstellen BKK

kwalielitzones



Auteur : E. van de Laar

Afdeling : RIZA IHO

Debut : 30 oktober 2001

Referentie : toelichtingen.apr

0 200 400 600 800 Meters

1:25.000



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Integraal Zoelwaterbeheer en
Afwastwaterbehandeling RIZA

Bodemzoneringskaart

Rijnwaardensche Uiterwaarden

kaartblad 40O en 40W

* puntbron

NW4-classes bestaande data

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

//// voldoende betrouwbaar onderzocht voor opstellen BKK

kwaliteitzones

- zone 0
- zone 1
- zone 2
- zone 3
- zone 4
- zone 5
- oeverzone

- water
- bedrijfsterrein
- weg

Auteur : E. van de Laar
Afdeling : RIZA IHO
Datum : 30 oktober 2001
Referentie : bzkrijntakken.apr



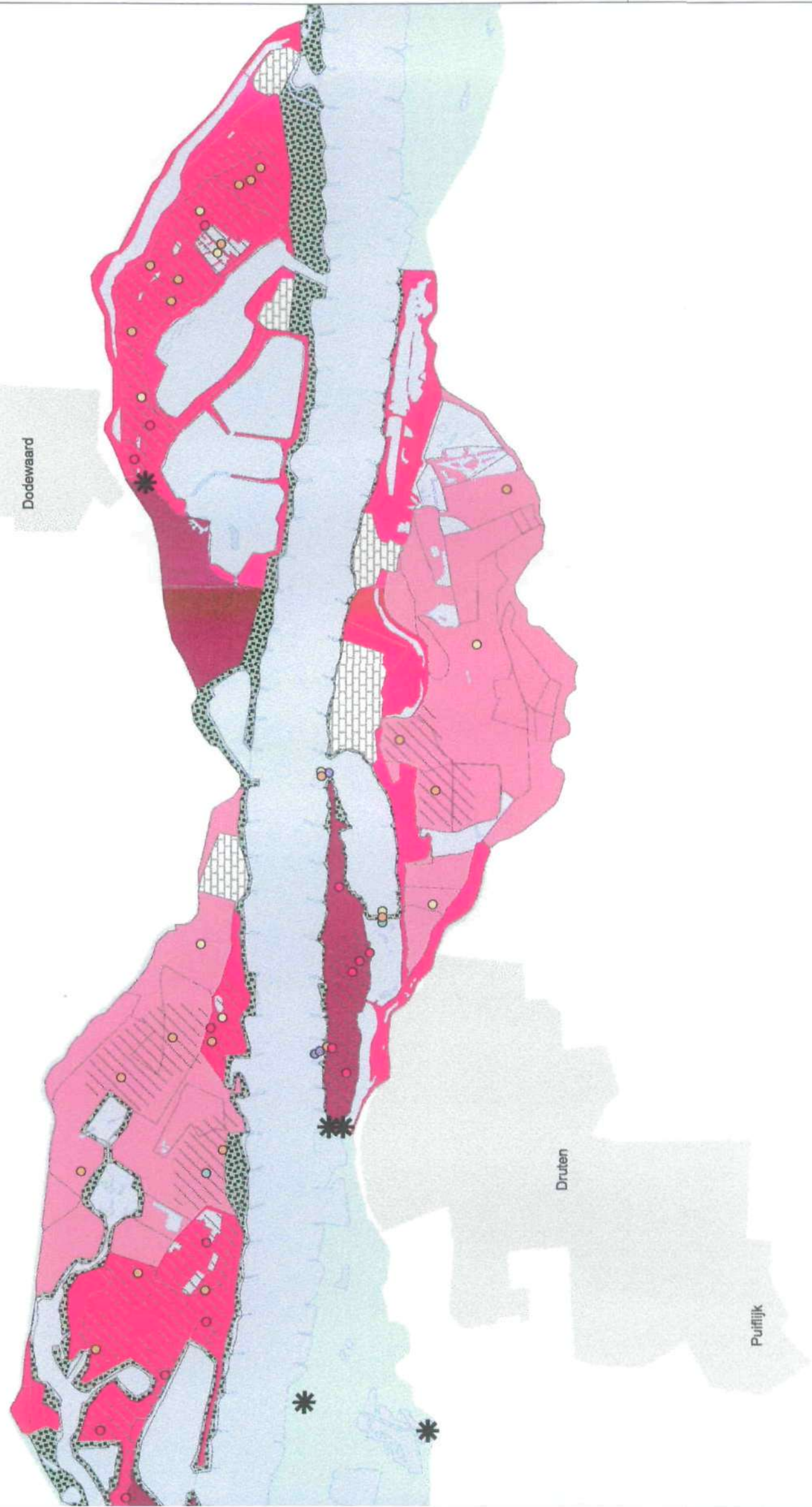
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en
Afvalwaterbehandeling RIZA



Bodemzoneringskaart

Ochtensche Buitenpolder,
Afferdensche en Deestsche waarden
en Hiensche Uiterwaarden

kaartblad 390



* puntbron

NW4-classes bestaande data

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

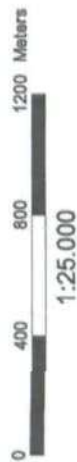
//// voldoende betrouwbaar onderzocht voor opstellen BKK

kwiteitzones

- zone 0
- zone 1
- zone 2
- zone 3
- zone 4
- zone 5
- oeverzone

- water
- bedrijfsterrein
- weg

Auteur : E. van de Laar
Afdeling : RIZA IHO
Datum : 30 oktober 2001
Referentie : bzkrijntakken.apr



1:25.000



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en
Afvalwaterbehandeling RIZA

Bodemzoneringskaart

Wamelsche Uiterwaarden,
Dreumelsche Waard, Passewaaij
en Stiftsche Uiterwaarden

kaartblad 39W



NW4-classes bestaande data

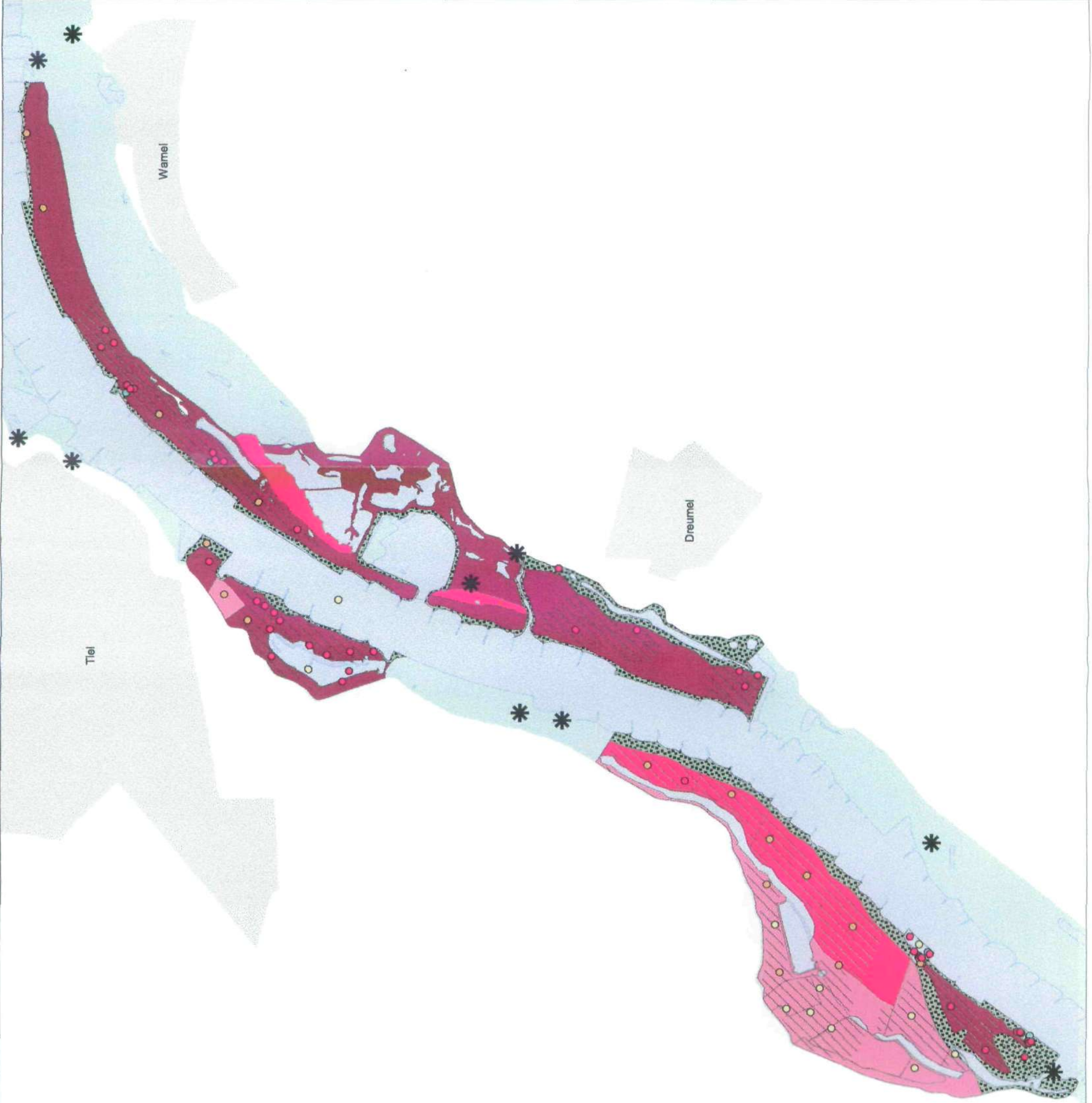
- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

voldoende betrouwbaar onderzocht
voor opstellen BKK

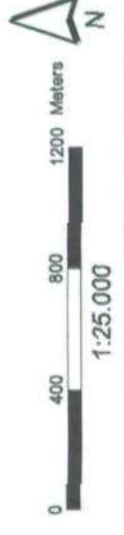
kwaliteitzones

- zone 0
- zone 1
- zone 2
- zone 3
- zone 4
- zone 5
- oeverzone

- water
- bedrijfssterrein
- weg



Auteur : E. van de Laar
Afdeling : RIZA IHO
Datum : 30 oktober 2001
Referentie : bzkrijntakken.apr

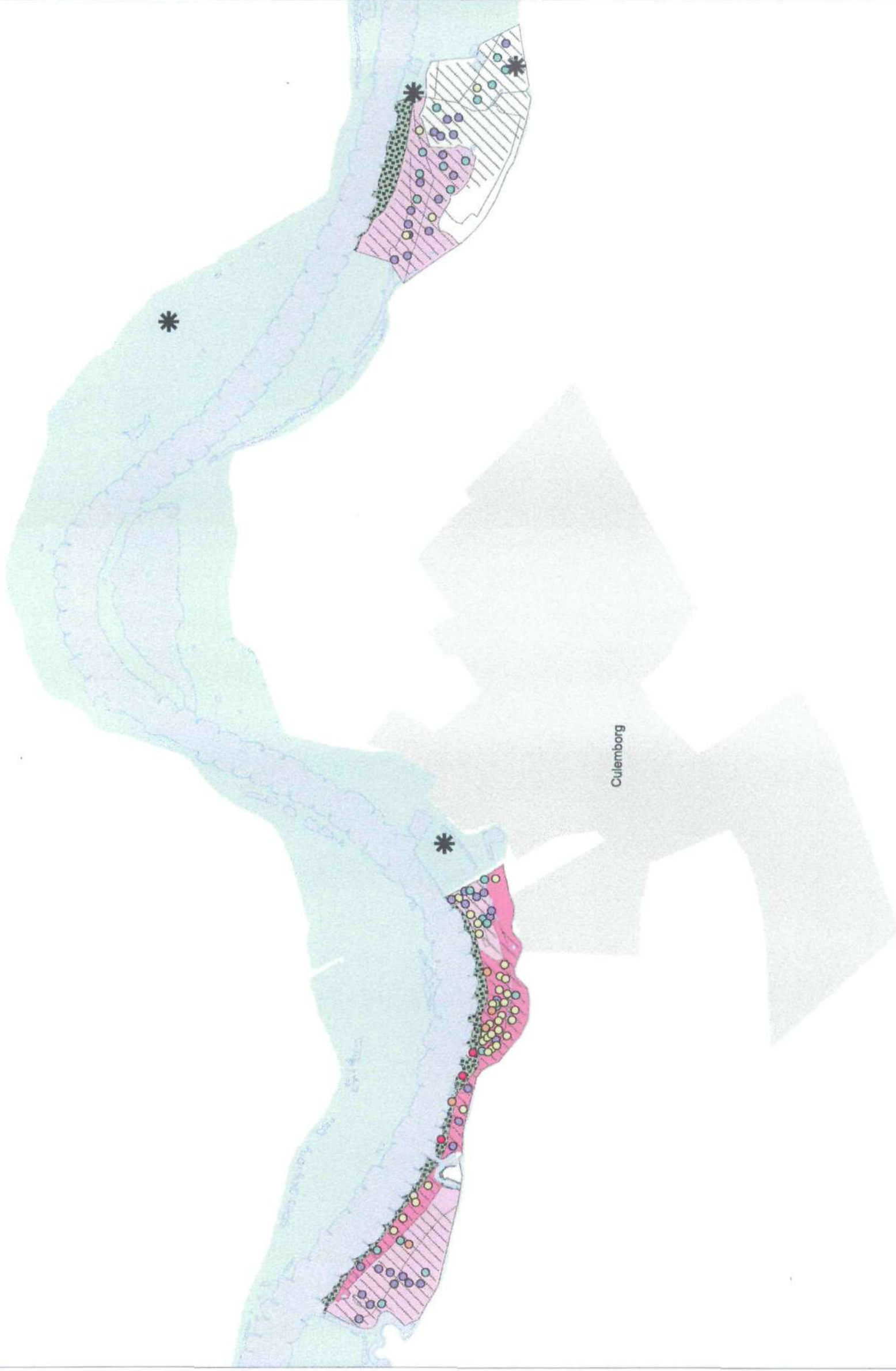


Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en
Afvalwaterbehandeling RIZA

Bodemzoneringskaart

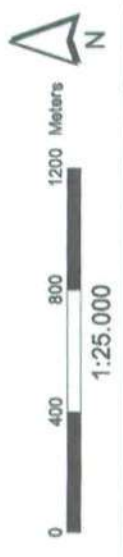
Goilberdinger Waard
en Beusichemse Waard

kaartblad 39W



- puntbron
- NW4-classes bestaande data
 - 0
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
- voldoende betrouwbaar onderzocht voor opstellen BKK
- kwaliteitzones
 - zone 0
 - zone 1
 - zone 2
 - zone 3
 - zone 4
 - zone 5
 - oeverzone
- water
- bedrijfsterrein
- weg

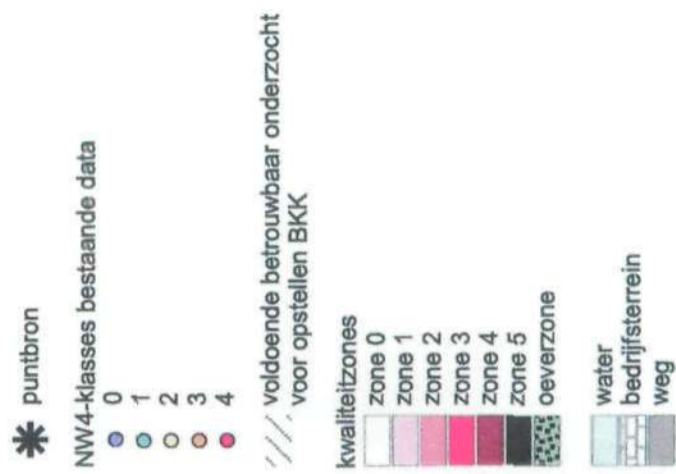
Auteur : E. van de Laar
Afdeling : RIZA IHO
Datum : 30 oktober 2001
Referentie : bzkrijntakken.apr



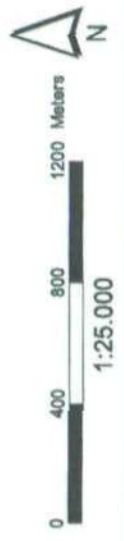
Bodemzoneringskaart

Bovenste Polder onder Wageningen
en Randwijksche Uiterwaarden

kaartblad 390



Auteur : E. van de Laar
Afdeling : RIZA IHO
Datum : 30 oktober 2001
Referentie : bzkrijntakken.apr



Bodemzoneringskaart

Vreugderijker Waard
en Engels Werk
kaartblad 21W

* puntbron

NW4-classes bestaande data

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

//// voldoende betrouwbaar onderzocht
voor opstellen BKK

kwaliteitzones

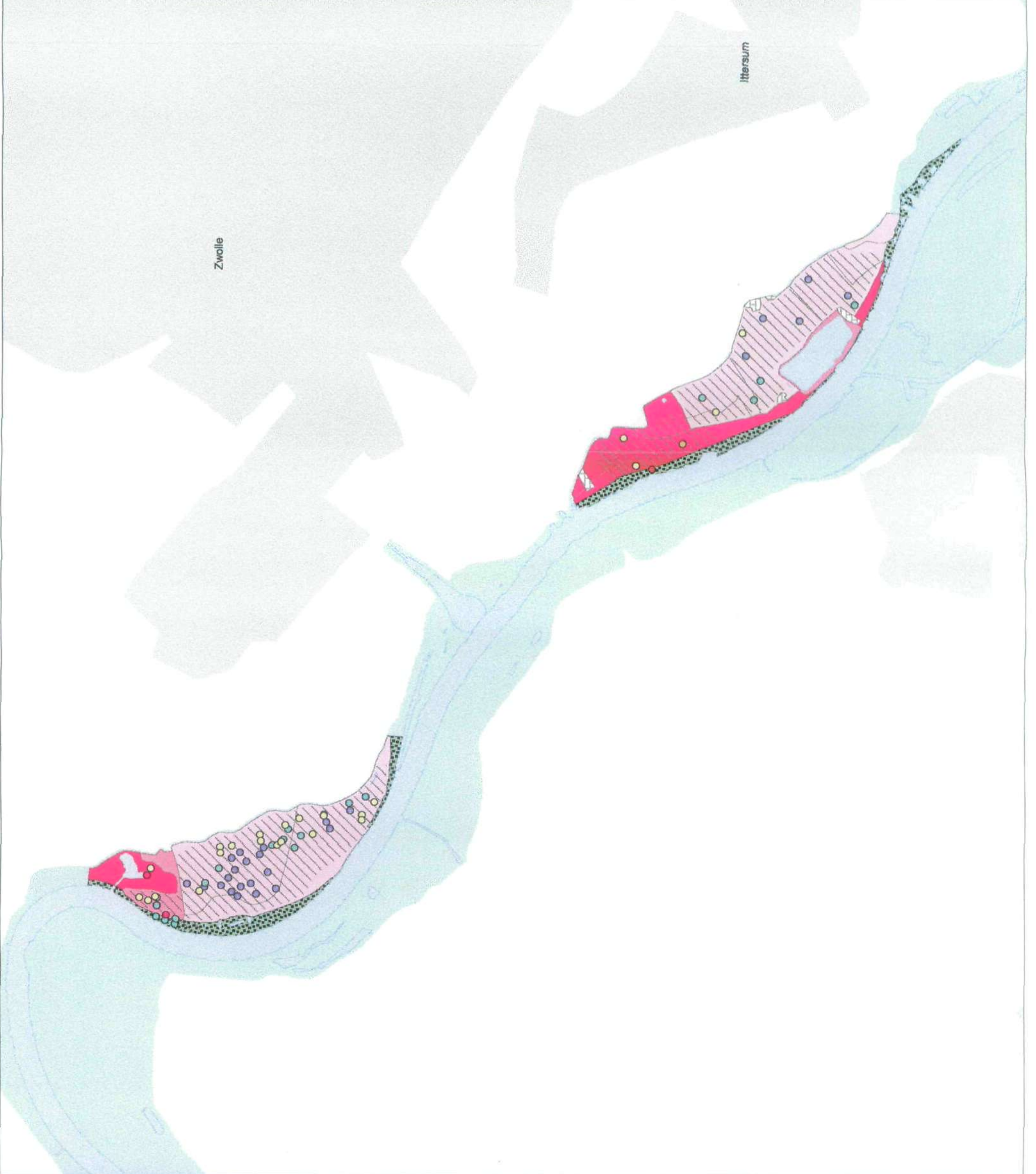
- zone 0
- zone 1
- zone 2
- zone 3
- zone 4
- zone 5
- oeverzone

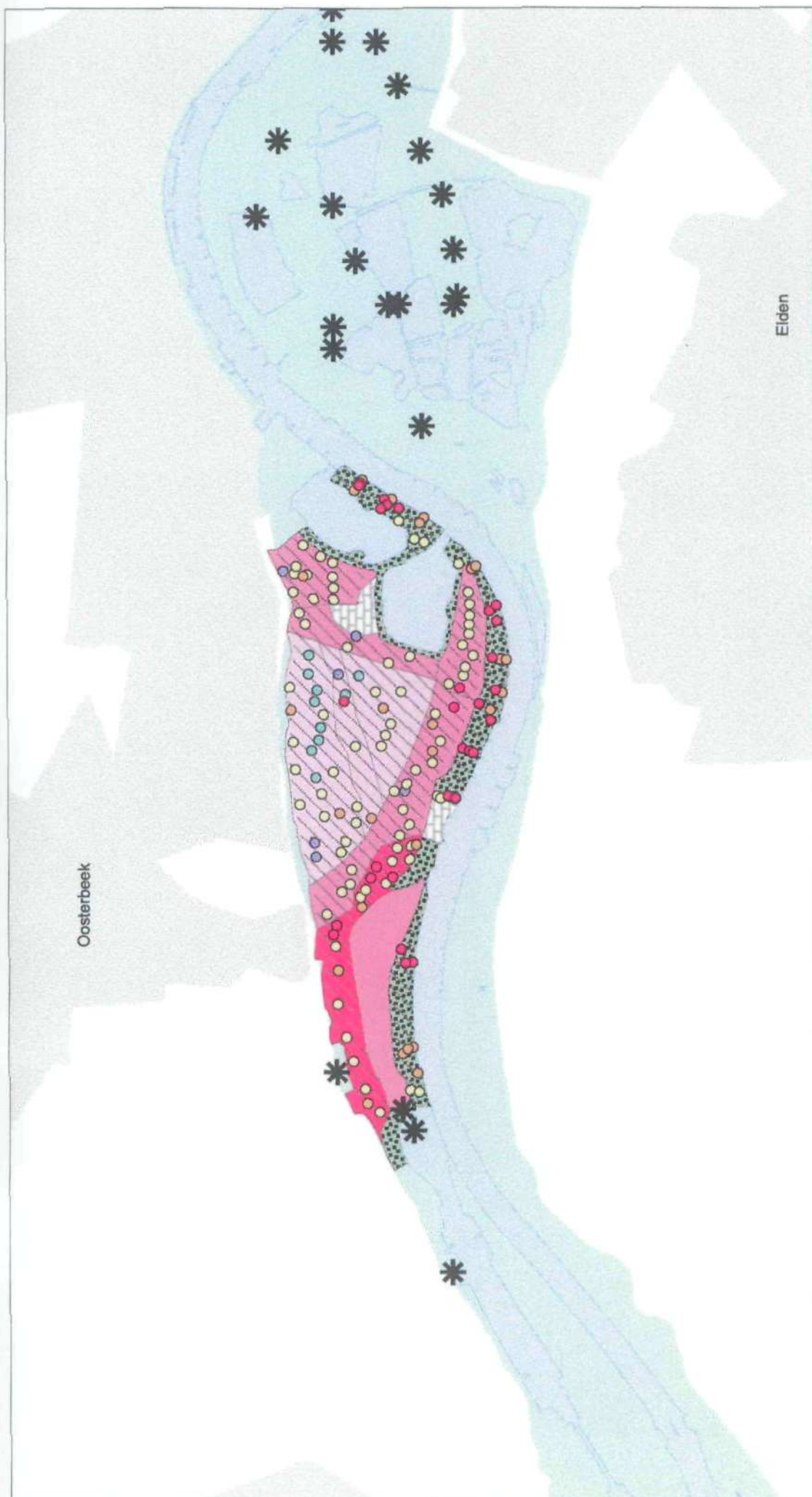
- water
- bedrijfsterrein
- weg

Auteur : E. van de Laar
Afdeling : RIZA IHO
Datum : 30 oktober 2001
Referentie : bzkrijntakken.apr



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en
Afvalwaterbehandeling RIZA





Bodemzoneringskaart

Rosandepolder
kaartblad 40W

Auteur : E. van de Laar
 Afdeling : RIZA IHO
 Datum : 30 oktober 2001
 Referentie : bbsrijntakken.apf

0 300 600 900 1200 Meter

1:25.000

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
 Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
 Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en
 Afvalwateraanbod RIZA

*** puntbron**

NW4-classes bestaande data

0 1 2 3 4

//// voldoende betrouwbaar onderzocht voor opstellen BKK

Kwaliteitszones

zone 0
 zone 1
 zone 2
 zone 3
 zone 4
 zone 5
 oeverzone

water
 bedrijfsterrein
 weg

0 300 600 900 1200 Meter

1:25.000

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
 Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
 Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en
 Afvalwateraanbod RIZA