



Arjan Wijdeveld, Deltares
Jos Vink, Deltares

Stand van zaken rond het verspreiden van baggerspecie

De beoordeling of baggerspecie verspreid mag worden op land is in het Besluit Bodemkwaliteit (Bbk) uitgewerkt. Wat in het Bbk beoordelingskader echter niet specifiek beschouwd wordt, is het effect van het op land zetten van de baggerspecie. Door het in contact komen met lucht treden reacties op die de mobiliteit van onder andere zware metalen en arseen in de bodem beïnvloeden. Dit kennishiaat van (al dan niet) tijdelijke effecten in de overgang van nat naar droog en vice versa is eerder geconstateerd bij het storten van landbodems in zandwinputten.

Door het op de kant zetten wordt baggerspecie een landbodem, waarin het waterpeil onder het maaiveld ligt en bovendien gedurende het jaar varieert. Hierdoor veranderen bodemchemische processen, waardoor de beschikbaarheid van verontreinigingen af kan wijken van de toetscondities in natte of droge bodems^{1),2)}. Om een kwantitatief inzicht te krijgen op de vraag of het verspreiden van baggerspecie op land leidt tot een veranderende mobiliteit en daarmee toxiciteit, is een gedetailleerde modelverkenning uitgevoerd, waarin verschillende methoden zijn gecombineerd. Hierbij is specifiek gekeken naar zware metalen en arseen, en een verontreinigingsgraad die overeenkomt met klasse A uit het Bbk. Er is rekening gehouden met seizoensvariatie over een periode van tien jaar. Gelijktijdig is gekeken wat het effect van chemische veranderingen is op de potentiële toxiciteit, uitgedrukt als ms-PAF (multi substances -

Potential Affected Fraction). Zo is een goed beeld ontstaan van de processen die zich voordoen en de momenten waarop mogelijke risico's voor ecosystemen te verwachten zijn.

Combinatie gegevens en rekentechnieken

Het beoordelen van effecten van veranderende omgevingscondities op chemische beschikbaarheid en toxiciteit is een complex geheel van chemische en biologische processen³⁾ waarvoor geen eenvoudige methode bestaat. Om kwantitatieve uitspraken te kunnen doen, zijn in deze studie geavanceerde modellen gebruikt die zijn ontworpen voor de onderdelen van het vraagstuk. Door deze te 'schakelen' ontstaat een completer beeld van de tijdsdynamiek en de orde-grootte van processen en risico's. Voor de verkenning is gebruik gemaakt van achtereenvolgens de (achtergrond) gehalten in waterbodem (Bbk klasse A grens)

en regenwater (RIVM), een modellenketen met achtereenvolgens een onverzadigde zone bodemvochtmodel (SFYNXZ) dat rekening houdt met wisselende grondwaterstanden en bodemtemperaturen door de seizoenen, een geochemisch speciatiemodel (CHARON) om tijdsafhankelijke concentraties zware metalen te modelleren, rekening houdend met het vochtgehalte, de mate van luchtindringing in de bodem en het ecotoxicologisch beoordelingsmodel OMEGA om de potentiële som toxiciteit (ms-PAF) van de metalen in het poriewater te berekenen.

Voor de op land te brengen baggerspecie wordt voor de kwaliteit de bovengrens van klasse A uit het Bbk aangenomen. De bodemtypecorrectie is toegepast om de verdeling van metalen over vaste en vloeibare fase te corrigeren. In de berekeningen is rekening gehouden met de belasting op de bodem door regenwater. Hiervoor zijn neerslag-

Tabel 1. Klasse A grens Bbk waterbodem voor metalen, situatie op T=0.

metaal	Bbk klasse A (mg/kg)	log Kd (l/kg)	correctie factoren			correctie-factor	Kd corr. (l/kg)	opgelost (µg/l)
			a	b lutum	c os			
arsen	29	4,00	15	0,4	0,88	0,88	4,06	2,55
cadmium	4	5,11	0,4	0,007	0,021	0,79	5,22	0,02
chrom	120	5,46	50	2	0	1	5,46	0,41
koper	96	4,70	15	0,6	0,6	0,86	4,77	1,65
kwik	1,2	5,23	0,2	0,0034	0,0017	0,95	5,25	0,01
lood	138	5,81	50	1	1	0,89	5,85	0,19
nikkel	50	3,90	10	1	0	1	3,90	6,25
zink	563	5,04	50	3	1,5	0,90	5,09	4,62

gegevens gebruikt over een periode van vier opeenvolgende jaren⁴⁾. Er is uitgegaan van een netto neerslagoverschot van 300 mm die in de bodem infiltreert.

Geochemisch speciatiemodel CHARON, standaard bodem

Het geochemisch speciatiemodel CHARON berekent de invloed van zuurstofindringing in de bodem op de chemische beschikbaarheid van metalen en arseen. Het model kan complexe bodemsystemen beschrijven, waarbij ook transport in de onverzadigde zone wordt beschouwd. Voor deze verkenning zijn de volgende processen beschouwd:

- de omzetting van aeroob instabiele mineralen;
- afbraak van organische stof en de vorming van opgelost organisch materiaal (DOC);
- de binding van metalen aan DOC, klei mineralen en ijzerhydroxide;
- de invloed van de veranderingen van de macrochemie in de bodem (pH, alkaliteit, redox potentiaal) op de (im)mobilisatie van metalen en arseen;
- de inspoeling en uitloging van metalen en arseen onder invloed van het neerslagoverschot;
- de temperatuurverschillen in de bodem als gevolg van seizoensvariatie.

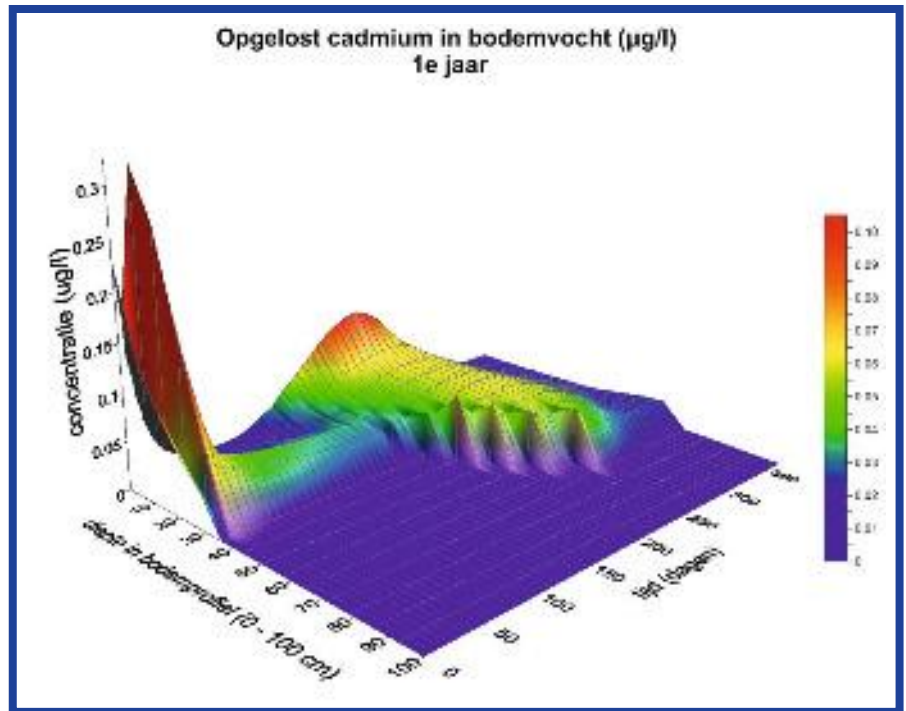
De omzetting van organische stof is afhankelijk van temperatuur en bodemdiepte. DOC wordt zowel gevormd als afgebroken in het deel van de bodem dat in contact staat met de lucht (onverzadigde zone), als ook in de verzadigde zone. De vorming en afbraak snelheid van DOC voor de onverzadigde en verzadigde zone zijn verschillend.

Omega, berekening van de ms-PAF

Het resultaat van de chemische speciatieberekening is een tijd- en diepteafhankelijke vrije ion metaalconcentratie, waarbij rekening gehouden wordt met bodemchemische processen die het gevolg zijn van het droogvallen (en in de winter weer deels nat worden) van de voormalige baggerspecie. Omdat de ecotoxiciteitsgegevens in Omega gebaseerd zijn op de opgeloste concentratie (en niet op de vrije ion concentratie) wordt de vrije ion concentratie genormeerd op de vrije ion concentratie in Dutch Standard Water (DSW).

Tabel 2. Achtergrondgehalten metalen in regenwater in de periode 2001-2004 met 872 mm neerslag per m² per jaar en een verdamping van 572 mm per m² per jaar. Concentratie regenwater = jaarflux / neerslag.

metaal	jaarflux (µg/m ²)	regenwater (µg/l)
arsen	119	0,14
cadmium	59,2	0,07
chrom	165	0,19
koper	1.615	1,85
lood	2.239	2,57
nikkel	326	0,37
zink	7.251	8,32



Afb. 1: Opgelost cadmiumgehalte (µg/l) in bodemvocht. Tijdas vertegenwoordigt één jaar (het eerste jaar), beginnend op 1 januari.

De ms-PAF is een belangrijke stap naar een effectbeoordeling van de baggerspecie; het is een maatlat voor de potentiële toxische effecten op organismen gebaseerd op het opgetelde effect van alle verontreinigingen⁵⁾.

Resultaten

Opgeloste concentraties metalen in het bodemprofiel door het jaar heen

Op basis van de in tabellen 1 en 2 vermelde invoer wordt de opgeloste concentratie in de bodem (het bodemvocht) van de zware metalen berekend. Hierbij wordt rekening gehouden met het verschil in bodemvochtgehalte in de bodem in de zomer en winter. Als voorbeeld staan in de afbeeldingen 1

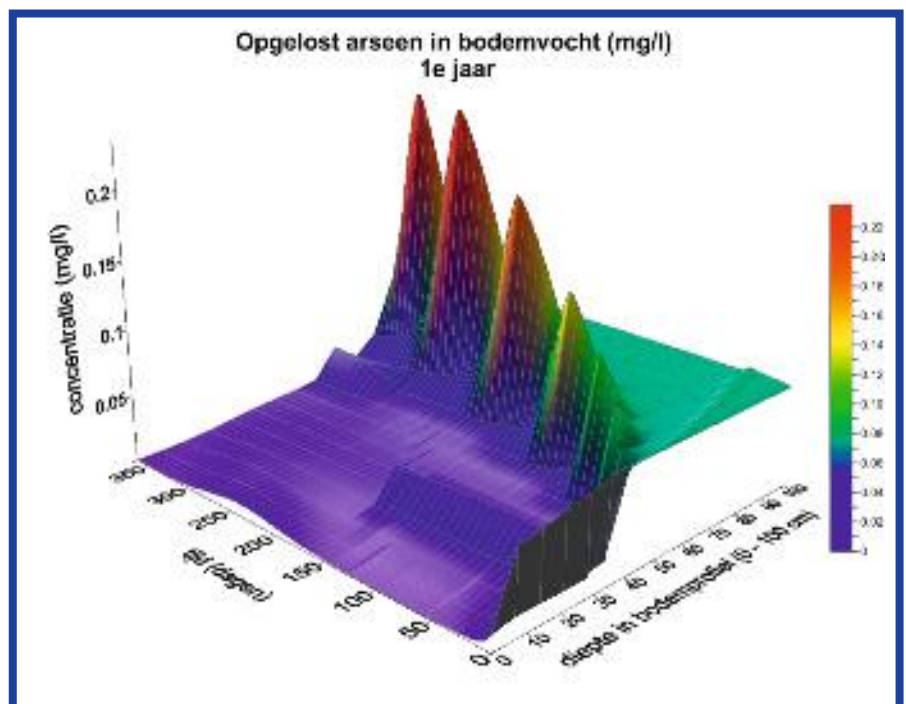
en 2 het gehalte cadmium en arseen in het bodemvocht vanaf het moment van het als landbodem toepassen van baggerspecie.

Uit de resultaten blijkt dat de meeste metalen verhoogde concentraties in de zomer (rond de 180 dagen) laten zien. Deze concentraties komen voor in het aerobe (onverzadigde) deel van de bodem. Arseen laat het tegenovergestelde gedrag zien; bij vernatting (= reductie) wordt het juist mobieler en vooral in de winterperiode mobiliseert het.

Van beschikbaarheid naar toxiciteit

Het speciatiemodel CHARON berekent niet

Afb. 2: Opgelost arseengehalte (mg/l) in bodemvocht, eerste jaar. Let op! X- en y-as zijn gedraaid.



alleen de totaal opgeloste concentratie aan metalen, maar ook de vrije ion concentratie. Deze laatste is een betere maat om de potentiële somtoxiciteit van de metalen (de ms-PAF) uit te rekenen (door normalisatie op de vrije ion concentratie in Dutch Standard Water). De berekende vrije ion concentratie is als invoer gebruikt voor het ecotoxicologisch model OMEGA. OMEGA rekent op basis van de concentratie van de individuele metalen de ms-PAF uit. Dit levert het in afbeelding 3 weergegeven patroon op.

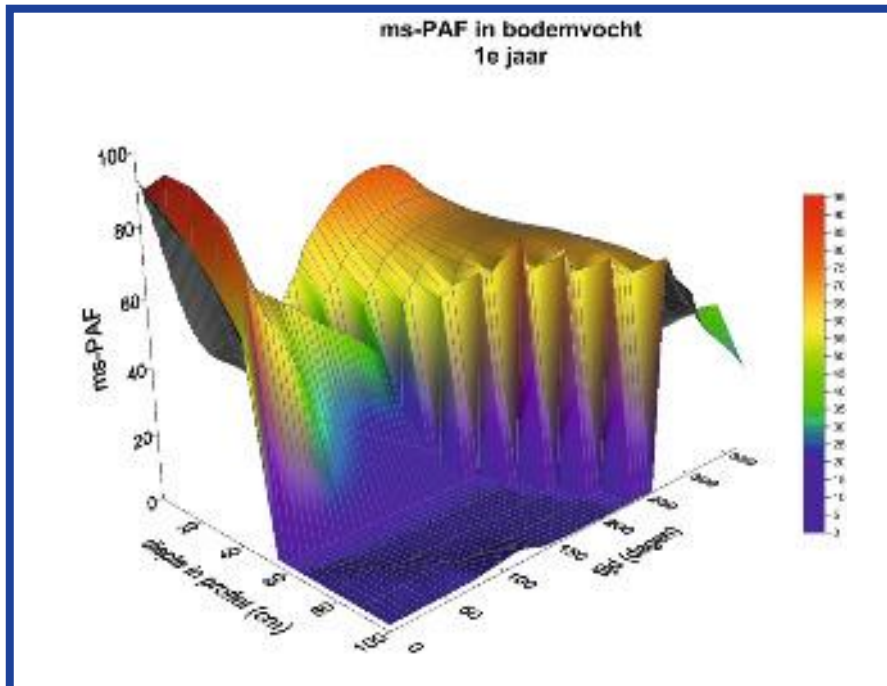
Gedurende het eerste jaar is de ms-PAF (en daarmee de potentiële toxiciteit) relatief hoog, vooral in de zomer. Dit wordt veroorzaakt door de oxidatie van mineralen en de mobilisatie van daaraan geassocieerde metalen. Om inzicht te krijgen in de trend over een langere periode is de ms-PAF ook berekend na tien jaar (zie afbeelding 4).

Na tien jaar is de gemiddelde ms-PAF lager dan in het eerste jaar. Maar ook na tien jaar bestaat in de toplaag van het bodemprofiel in de zomer een verhoogd risico op toxiciteit voor organismen.

Conclusie

De combinatie van modellen geeft een goed inzicht in de risico's op korte (één jaar) en langere (tien jaar) termijn van metalen en arseen in water- en landbodems onder veranderende omgevingsomstandigheden. De hier behandelde toepassing van 'bagger op de kant' laat een aantal opmerkelijke zaken zien.

De opgeloste concentratie van metalen en arseen in een bodemprofiel varieert sterk met de diepte in de bodem en het jaargetijde. In het eerste jaar na verspreiding van baggerspecie op land zijn de opgeloste concentraties in de bodem in de zomer veel hoger dan men op basis van totaalgehalten in de bodem verwacht. Deze zomertrend



Afb. 3: Ms-PAF in bodemvocht, eerste jaar.

vertaalt zich in een verhoogde potentiële toxiciteit.

De resultaten laten ook zien dat na verloop van tijd een stabiele jaartrend optreedt, zowel chemisch als ecotoxicologisch. Dit proces heeft echter enkele jaren tot decennia nodig voordat een nieuw evenwicht is bereikt.

Als de knelpunten van de toepassing van bagger op de kant beter in beeld worden gebracht en het Bbk dus onvoldoende beschermend is, dan kunnen de mogelijkheden van deze praktijk beter en onderbouwd worden beschreven. Het beheer heeft voldoende middelen om te kunnen omgaan met perioden van verhoogde blootstellingsrisico's. Denk hierbij

aan het type landgebruik, flexibel maai- en begrazingsbeheer in geval van weidegrond en gewaskeuze in geval van akkerbouw. Bodembeheer krijgt hierdoor een actievier component en biedt mogelijkheden die tot nu toe onvoldoende worden benut.

LITERATUUR

- 1) Deskundigencommissie (2009). Verantwoord grootschalig toepassen van grond en baggerspecie.
- 2) Vink J., J. Harmsen en H. Rijnaarts (2010). Delayed immobilisation of heavy metals in soils and sediments under reducing and anaerobic conditions. Consequences for flooding and storage. Journal of Soils and Sediments nr. 8, pag. 1633-1645.
- 3) Vink J. en H. Meeussen (2007). BIOCHEM-ORCHESTRA: a scenario-DSS for heavy metal speciation and ecotoxicological impacts in river systems. Environmental Pollution nr. 148, pag. 833-841.
- 4) RIVM (2010). The Dutch national precipitation chemistry monitoring network over the period 1992-2004. Rapport 680704009.
- 5) Posthuma L., G. Suter en Th. Traas (2002). Species sensitivity distribution in ecotoxicology. Lewis Publishers.

Afb. 4: Ms-PAF in bodemvocht, tiende jaar.

