

EFFECTEN VAN MENGSELTOXICITEIT

Betere beoordeling van het aquatisch milieu noodzakelijk (3)

De huidige sedimentnormen en de huidige klassenindeling zijn niet gerelateerd aan ecotoxicologische risico's door het ontbreken van een eenduidige relatie tussen totaalgehalten in sediment en concentraties vrij-opgeloste stof. De huidige beoordeling zou sterk verbeterd kunnen worden door bepaling van concentraties vrij-opgeloste stof, die worden getoetst op waternormen. Voor het verifiëren van de resultaten van dergelijke toetsingen zijn bio-assays en veldwaarnemingen van essentieel belang. Bio-assays behoren daarbij zo goed mogelijk aan te sluiten op de omstandigheden in situ. Toch heeft het toetsen van concentraties vrij-opgeloste stof op waternormen ook zijn beperkingen, daar geen rekening wordt gehouden met mengseltoxiciteit. In dit derde artikel van een zesluik wordt weer-gegeven op welke wijze mengseltoxiciteit kan worden geïncorporeerd in de beoordeling van het aquatisch milieu.

Bij de huidige klassenindeling voor baggerspecie neemt de mate van verontreiniging toe van klasse 0 naar klasse 4. De grenzen tussen de klassen worden per stof weergegeven als totaalgehalten (mg/kg droog sediment), berekend voor een standaardbodem (10% organische stof en 25% lutum). De klassenindeling voor baggerspecie is een reeds lang bestaand beoordelings-systeem dat werd opgezet met de gedachte dat bij toenemende verontreinigingsgraad ook sprake zou zijn van toenemende risico's. De betreffende risico's werden daarbij echter niet of nauwelijks gedefinieerd. Daarom werden in een later stadium waternormen, die zijn gerelateerd aan goed gedefinieerde ecotoxicologische risico's, omgerekend naar de sedimentnormen VR-, MTR- en ER-sedi-ment (totaalgehalten, die eveneens betrek-king hebben op een standaardbodem). Ver-ondersteld werd dat sedimentnormen daarom zouden zijn gerelateerd aan goed gedefinieerde ecotoxicologische risico's.

Sedimentnormen en de klassenindeling bestaan naast elkaar en werden om onduide-lijke redenen niet 'in elkaar geschoven'. Inmiddels blijken zowel de klassenindeling als sedimentnormen ernstige problemen op te leveren, omdat beide systemen zijn geba-seerd op totaalgehalten in sediment, die niet eenduidig zijn gerelateerd aan concentraties vrij-opgeloste stof en ecotoxicologische risi-co's. De klassenindeling en sedimentnormen zouden daarom moeten worden vervangen door waternormen, waarop gemeten con-centraties vrij-opgeloste stof in het poriën-

water zouden moeten worden getoetst.

Met name het voortbestaan van de hui-dige klassenindeling heeft sterk negatieve gevolgen. Zo mag specie van klasse 0, 1 en 2, voor zover mogelijk, onder voorwaarden worden verspreid in het aquatisch en terres-trisch milieu, terwijl specie van klasse 3 en 4 moet worden verwerkt of in een depot moet worden geborgen. Een sediment van klasse 1 kan echter meer toxisch zijn dan een sedi-ment van klasse 4, hetgeen in belangrijke mate kan worden verklaard uit het ontbre-ken van een eenduidig verband tussen totaalgehalten en concentraties vrij-opgelos-

In H₂O nr. 19 uit 2004 werd een rapport van het Advies- en Kenniscentrum Waterbo-dems (AKWA) van Rijkswaterstaat over normstelling op een aantal hoofdlijnen besproken. Het rapport was gebaseerd op een uitvoerige literatuurstudie en kwam tot stand met medewerking van deskundi-gen van RIZA, RIKZ, Bouwdienst Rijks-waterstaat, RIVM, WL/Delft Hydraulics, Vrije Universiteit en de universiteiten van Utrecht en Wageningen. In een zesluik gaan consultant G. Kamerling, bestuurslid N. de Rooij van het Hoogheemraadschap van Schieland en Krimpenerwaard en G. Cornelissen van de universiteit van Stockholm / het Noors Geotechnisch Instituut, op persoonlijke titel in op de consequenties van een aanpassing van de normen voor saneringsoperaties, werk-zaamheden in uiterwaarden in het kader van 'Ruimte voor de Rivier' en de aanpak van bodemverontreinigingen.

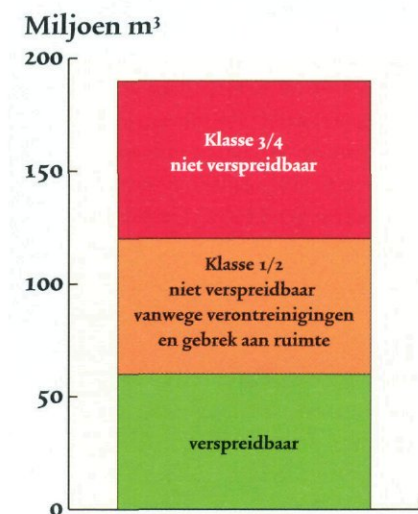
te stof. Een beleid dat het al dan niet mogen verspreiden van specie koppelt aan de hui-di-ge klassenindeling mist daarom zijn doel. Mogelijk wordt kostbare depotruimte gebruikt voor het opbergen van specie met een geringe toxiciteit, terwijl toxische specie mogelijk wordt verspreid. Daarom zou dit beleid, mede gezien de daaraan verbonden hoge kosten, op korte termijn moeten wor-den herzien.

In het Tienjarens scenario baggerspecie worden de kosten van baggeren, verspreiden, verwerken en storten van 190 miljoen kubie-ke meter specie (onderhoudsbaggerwerk en sanering) in de periode 2002 tot 2011

Tubifex. Bio-assays moeten goed aansluiten op de omstandigheden in situ.



geraamd op 4,5 miljard euro. Hierbij is niet inbegrepen specie die vrijkomt bij rivierverruiming (125 miljoen kubieke meter), specie uit sloten en zoute specie. Van genoemde 190 miljoen kubieke meter is globaal één derde deel klasse 3/4 en niet verspreidbaar, één derde deel klasse 1/2 eveneens niet verspreidbaar vanwege verontreinigingen en gebrek aan ruimte en één derde deel verspreidbaar.



Afb. 1: Verwacht aanbod van zoete baggerspecie over de periode 2002-2011, opgedeeld naar verspreidbaarheid.

Toepassing waternormen heeft beperkingen

De per stof weergegeven VR-, MTR- en ER-waarden voor water (waternormen) geven weer in hoeverre soorten organismen worden beschermd bij een bepaalde concentratie vrij-opgeloste stof in afwezigheid van alle andere stoffen. In feite worden dus per stof ecotoxicologische risicogrenzen weergegeven. In werkelijkheid is het oppervlaktewater een mengsel van water en opgeloste stoffen, waarbij het ecotoxicologisch risico bestaat uit een soort optelsom van effecten, veroorzaakt door individuele stoffen. Door zowel oppervlaktewater als waterbodems en baggerspecie te beoordelen op basis van (poriën)waternormen verkrijgt men weliswaar een sterk verbeterd en uniform systeem voor het gehele aquatisch milieu, maar een dergelijk systeem blijft aan beperkingen onderhevig, omdat mengseltoxiciteit niet in rekening wordt gebracht. Bij toetsing op waternormen in het kader van de prioriteitsstelling bij het stofgerichte emissiebeleid geldt een dergelijke beperking uiteraard niet.

Mengseltoxiciteit en bio-assays

Afhankelijk van de situatie worden oppervlaktewater en waterbodems mede beoordeeld met behulp van resultaten van

bio-assays. Dat is niet alleen noodzakelijk omdat waternormen gepaard gaan met onzekerheden, maar ook omdat bij toetsing op waternormen geen rekening wordt gehouden met mengseltoxiciteit en de aanwezigheid van 'onbekende' stoffen. Bio-assays zijn in feite testen, waarbij de effecten van verontreinigd oppervlaktewater of verontreinigde waterbodems op organismen worden vastgesteld. De waargenomen effecten bij een bepaald organisme kan men trachten te relateren aan de kwaliteit van het betreffende (poriën)water. Hierbij wordt voor elke stof in het water de gemeten concentratie vrij-opgeloste stof gedeeld door de voor die stof en het betreffende organisme vastgestelde NOEC. Voor stoffen met hetzelfde werkingsmechanisme worden daarna de 'gewogen' concentraties gesommeerd (concentratie-additie), waarbij een maat voor de mengseltoxiciteit wordt verkregen. (Toxic Unit of T.U.). Indien T.U. groter is dan 1, kan in principe een effect op het organisme worden verwacht. Het leggen van een relatie tussen chemie en toxicologie is niet alleen tijdrovend en kostbaar, maar wordt ook vaak belemmerd door gebrek aan toxiciteitsgegevens en de aanwezigheid van onbekende stoffen. Resultaten van bio-assays worden in de praktijk daarom vaak niet gerelateerd aan chemische en toxicologische parameters. De oorzaken van effecten kunnen dan echter niet worden opgespoord, waardoor ook geen passende maatregelen kunnen worden genomen.

Betrouwbaarheid bio-assays voor waterbodems

Voor waterbodems werden speciale (standaard) bio-assays ontwikkeld (vastgelegd in protocollen), waarbij men organismen test in belucht uitgeperst poriënwater of beluchte water-sedimentsystemen. Voor het verkrijgen van uitgeperst poriënwater moet men het sediment eerst homogeniseren, waarna het poriënwater door centrifugeren wordt verkregen. Bij testen met beluchte water-sedimentsystemen wordt eerst het sediment gehomogeniseerd, daarna gemengd met 'standaard' water en geschud, waarna men het sediment laat bezinken. In het dan verkregen water-sedimentsysteem worden organismen getest.

Uit allerlei discussies en publicaties blijkt dat de gevolgde methoden aan kritiek onderhevig zijn, daar de testen sterk afwijken van de omstandigheden in situ. Tijdens de voorbehandeling van de monsters zouden allerlei ongewenste effecten kunnen optreden, bijvoorbeeld door wijziging van redoxpotentialen. Tevens wordt de invloed van de kwaliteit van het oppervlaktewater op sedi-

mentbewonende organismen niet meegerekend gebracht (in een volgend artikel wordt hierop teruggekomen).

Hierdoor zijn de huidige testen (bio-assays) mogelijk niet representatief voor de omstandigheden in situ. De adviezen zijn eensluidend, namelijk dat bio-assays zo goed mogelijk moeten aansluiten op de omstandigheden in situ. Dat zou kunnen plaatsvinden door het sediment zo goed mogelijk ongestoord te bemonsteren met de daarbij behorende waterkolom (oppervlaktewater). In zo'n ongestoord systeem zouden de testen moeten plaatsvinden. Resultaten van recent onderzoek (RIZA) bevestigen de juistheid van de adviezen. Bij bio-assays, uitgevoerd volgens de standaard protocollen, was de opname van stoffen door organismen significant verschillend vergeleken met bio-assays, die zo goed mogelijk aansluiten bij de omstandigheden in situ. Tevens blijkt dat het voeren van organismen met algen de opname van zware metalen door organismen sterk kan beperken (kan oplopen tot een factor 10).

Voor een goede beoordeling van waterbodems zouden daarom de huidige protocollen met betrekking tot bio-assays voor waterbodems moeten worden gewijzigd; bio-assays zouden zo goed mogelijk moeten aansluiten op de omstandigheden in situ. In laatstgenoemde situatie heeft het ook zin om te trachten een relatie te leggen tussen de resultaten van bio-assays en concentraties vrij-opgeloste stof gemeten in oppervlaktewater en poriënwater.

Nader onderzoek

Bij overschrijding van interventiewaarden (grens tussen klasse 3 en 4) behoort nader onderzoek te worden ingesteld naar de urgentie van sanering. Ook interventiewaarden zijn echter gebaseerd op totaalgehalten, die geen relatie hebben met ecotoxicologische risico's. Interventiewaarden kunnen daarom geen maatstaf zijn voor het scheiden van ernstige en niet ernstige gevallen van verontreinigde waterbodems. Zoals reeds gemeld kan specie van klasse 1 meer toxisch zijn dan specie van klasse 4. Nader onderzoek beperkt zich daarom ten onrechte tot gebieden, waar sedimenten van klasse 4 worden aangetroffen.

Bij het nader onderzoek wordt op basis van actuele risico's de urgentie van sanering vastgesteld. Bij dit onderzoek spelen bio-assays en veldwaarnemingen een belangrijke rol (Triade). Bij de interpretatie van de gegevens wordt er vanuit gegaan dat sprake is van ernstige actuele risico's indien ernstige

effecten, waargenomen in het veld en bij bio-assays, kunnen worden verklaard op basis van 'toxic units'. In de praktijk worden deze echter veelal berekend op basis van totaalgehalten in plaats van op basis van concentraties vrij-opgeloste stof. Daar totaalgehalten geen relatie hebben met ecotoxicologische risico's, zouden totaalgehalten dus geen rol mogen spelen bij het vaststellen van actuele risico's.

Zolang men geen relaties legt met concentraties vrij-opgeloste stof, zou men er in principe verstandig aan doen uitsluitend uit te gaan van de resultaten van bio-assays en veldwaarnemingen. Dit levert echter een probleem op, omdat - zoals hiervoor vermeld - de resultaten van bio-assays zelf aan kritiek onderhevig zijn. De resultaten van het huidige nader onderzoek zijn mede hierdoor niet betrouwbaar. Een mogelijke uitzondering hierop vormt het onderzoek naar risico's op doorvergiftiging, waarbij interne stofgehalten worden gemeten bij organismen die het voedsel vormen voor hogere organismen.

Volgens de normstelling is sanering van grond met zware metalen niet urgent zolang signaleringswaarden niet worden overschreden. Daar deze waarden echter betrekking hebben op totaalgehalten, die geen relatie hebben met actuele risico's (noch in een aëroob, noch in een anaëroob milieu), kan de

werkelijke urgentie van sanering niet op deze wijze worden vastgesteld.

Nieuwe klassenindeling gebaseerd op msPAF

Bij bepaling van concentraties vrij-opgeloste stof in (poriën)water en toetsing van de resultaten op waternormen, verbetert de beoordeling van het aquatisch milieu reeds aanzienlijk. Door het verwaarlozen van mengseltoxiciteit wordt echter noch in het huidige (sedimentnormen, klassenindeling), noch in het verbeterde systeem waarbij concentraties vrij-opgeloste stof worden getoetst op waternormen, een beeld verkregen van het effect dat alle aanwezige stoffen samen zouden kunnen bewerkstellingen met betrekking tot de bedreiging (of bescherming) van soorten organismen. Het RIVM ontwikkelde daarom een methode waarmee het percentage bedreigde soorten organismen kan worden berekend, uitgaande van concentraties vrij-opgeloste stoffen in (poriën)water. Hierbij wordt het effect van mengseltoxiciteit dus niet gerelateerd aan één organisme (bio-assay), maar wordt een relatie gelegd tussen mengseltoxiciteit en het effect op alle soorten organismen, die in een bepaald ecosysteem zouden moeten voorkomen. Deze methodiek staat bekend als msPAF, waarbij ms staat voor 'meer stoffen' en PAF voor 'potentieel aangetaste fractie'; $\text{PAF} \times 100 = \text{percentage bedreigde soor-}$

ten. Bij de berekening van msPAF wordt voor stoffen met hetzelfde werkingsmechanisme concentratie-additief gewerkt. Tevens zijn effecten van stoffen met een verschillend werkingsmechanisme in de berekeningen verdisconteerd.

Het valt niet te ontkennen dat de invoering van msPAF gepaard zal gaan met onzekerheden. Men stuit daarbij onder meer, evenals bij de vaststelling van MTR- en ER-waarden, op een gebrek aan betrouwbare toxiciteitsgegevens, maar dat zou geen belemmering mogen zijn voor invoering van msPAF. Het is beter msPAF met zijn beperkingen in te voeren en langzamerhand te verbeteren om het effect van mengseltoxiciteit zo goed mogelijk te benaderen dan het effect van mengseltoxiciteit te verwaarlozen. De huidige klassenindeling zou dan kunnen worden vervangen door een klassenindeling gebaseerd op msPAF-grenzen. In tegenstelling tot de huidige klassenindeling zou een klassenindeling gebaseerd op msPAF zijn gerelateerd aan ecotoxicologische risico's; hoe hoger de klasse, des te groter het risico. Ook hier geldt dat msPAF-waarden zouden moeten worden geverifieerd met behulp van resultaten van bio-assays en veldwaarnemingen. 

dr. ir. G. Kamerling
dr. G. Cornelissen
drs. N. de Rooij

De effecten van concentraties vrij-opgeloste stof kunnen worden gemeten met bio-assays.

