

Invloed van de KaderRichtlijn Water op de waterbodem



Amersfoort , 13 Juni 2006

Helmi van Ham

Niebeek Milieumanagement BV
Hogeschool Utrecht

Invloed van de KaderRichtlijn Water op de waterbodem

Rapportage

Versie: 1.0

Datum: 13 juni 2006

Student en studie

Helmi van Ham

Leonardo da Vincistraat 1

3822 EH Amersfoort

033-4562698

hvanham@niebeek.nl

1190417

Hogeschool Utrecht

Nijenoord 1

Milieukunde Duaal

Annemiek van der Meijden

Caroline Stegewerns

Bedrijf

Niebeek Milieumanagement bv

Fokkerstraat 5

3833 LD Leusden

033-4620141

Erik Gerding

egerding@niebeek.nl

Directeur



VOORWOORD

In het kader van de duale opleiding Milieukunde aan de Hogeschool Utrecht te Utrecht mocht ik afstuderen. Het afstuderen heeft plaats gevonden bij Niebeek Milieumanagement bv te Leusden. Dit is in de periode februari – juli 2006 gebeurd.

Als afstudeeronderwerp heb ik gekozen: de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW, 2000). De KRW stelt Europese normen vast voor wateren, sediment en biota in Europa. De KRW gaat ervan uit dat water geen gewoon handelswaar is, maar een erfgoed dat moet worden beschermd en verdedigd. De KRW heeft 2 doelstellingen voor oppervlakte water:

1. het bereiken van een 'goede ecologische toestand';
2. het bereiken van een 'goede chemische toestand'.

Bij de invoering van de KRW krijgt de waterbodem tot nog toe te weinig aandacht. Aangezien de waterbodem een onlosmakelijk onderdeel vormt van het watersysteem is het echter wel degelijk van belang om vast te stellen of de waterbodem geen probleem vormt voor het behalen van de ecologische en chemische doelstellingen van de KRW in 2015.

Met het voorliggende rapport probeer ik meer duidelijkheid te scheppen over de invloed van de waterbodems op de waterkwaliteit en welke maatregelen genomen kunnen worden om de doelstellingen van de KRW te halen. Er is alleen naar de waterbodems gekeken en niet naar de overige compartimenten die de waterkwaliteit ook beïnvloeden. De kosten voor het uitvoeren van een maatregel zijn ook niet opgenomen.

Graag wil ik bedanken Erik Gerding dat ik de mogelijkheid heb gekregen om af te studeren bij Niebeek. Ik bedank mijn begeleiders Annemiek van der Meijden, Caroline Stegewerns van de Hogeschool Utrecht en Erik Gerding van Niebeek Milieumanagement bv. Zij hebben mij op een perfecte manier begeleid en van feedback voorzien. Natuurlijk ook mijn collega's die mij geholpen hebben om tot dit resultaat te komen. Dan wil ik graag Ria Kamps-Mulder van het RIZA bedanken voor de informatie die zij verstrekt heeft.

Amersfoort, 13 juni 2006

Helmi van Ham



INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD

SAMENVATTING	1
1. INLEIDING	2
2. WET- EN REGELGEVING	4
2.1 BELEID BEGIN JAREN 90	4
2.2 HUIDIG BELEID	4
2.2.1 Vierde nota waterhuishouding	4
2.2.2 Waterbeleid 21 ^{ste} eeuw	5
2.2.3 Nationaal Bestuursakkoord Water	6
2.2.4 Wet bodembescherming	6
2.2.5 Bouwstoffenbesluit	7
2.3 KADERRICHTLIJN WATER	8
2.3.1 Achtergrond	8
2.3.2 Mijlpalen	8
2.3.3 Doelstellingen	9
2.3.4 Kwaliteit	10
3. INVLOED WATERBODEMS OP DE WATERKWALITEIT	13
3.1 OVERZICHT PROCESSEN	13
3.2 VERTICAAL TRANSPORT UIT DE WATERBODEM DOOR KWEL	13
3.3 UITPERSING PORIEWATER DOOR CONSOLIDATIE	14
3.4 AFDEKKING DOOR SEDIMENTATIE VAN ZWEVEND STOF	14
3.5 EROSIE EN RESUSPENSIE	14
3.6 DIFFUSE NALEVERING VANUIT DE WATERBODEMS	15
3.6.1 Fosfor	15
3.6.2 Stikstof	15
3.7 ADSORPTIE	16
3.7.1 Koolstof	16
3.7.2 Octanol-water coëfficiënt	17
3.8 BIOACCUMULATIE	17
3.9 OVERZICHT INVLOED PROCESSEN	18
3.10 KNELPUNTEN ECOLOGIE	19
4. VERGELIJKING WET- EN REGELGEVING EN PROCESSEN	20
4.1 VERSCHILLEN IN WET- EN REGELGEVING	20
4.1.1 Ecologische normen	20
4.1.2 Chemische normen	20
4.2 CRUCIALE VERSCHILLEN NW4 EN KRW	22
4.3 CRUCIALE PROCESSEN	23
4.4 VERGELIJKING WETGEVING KRW EN CRUCIALE PROCESSEN	23



5.	MAATREGELEN IN DE WATERBODEM	25
5.1	MAATREGELEN OVERIGE COMPARTIMENTEN	25
5.2	MAATREGELEN PROCESSEN WATERBODEMS	25
5.2.1	Chemisch	26
5.2.2	Ecologisch	27
5.3	STROOMSCHEMA	27
6.	SURFPLAS VEENENDAAL	31
6.1	LIGGING SURFPLAS VEENENDAAL	31
6.2	HISTORISCHE GEGEVENS	31
6.3	VERGELIJKING GEHALTES SURFPLAS EN CHEMISCHE KRW-NORM	33
6.4	MOGELIJKE MAATREGELEN	33
6.4.1	Chemisch	33
6.4.2	Ecologisch	34
6.5	CONCLUSIE SURFPLAS	34
7.	CONCLUSIE EN AANBEVELING	36
7.1	CONCLUSIE	36
7.2	AANBEVELING	37
	LITERATUUR	38
	VERKLARENDE WOORDENLIJST	40

BIJLAGEN

1. NORMEN NW4
2. WATERNORMEN KRW
3. VERGELIJKING GEHALTES SURFPLAS EN NORMEN KRW EN NW4
4. ECOLOGISCHE REFERENTIE KRW M17



SAMENVATTING

Nederland wordt ook wel het afvoerputje van Europa genoemd met de Rijn, Maas en IJssel als hoofdaanvoerders. Hierdoor komen veel verontreinigingen Nederland binnen. De meeste van deze wateren worden ondieper door sedimentatie van slib en plantenresten. Door bijvoorbeeld industrieën zijn veel waterbodems matig tot sterk verontreinigd.

De Vierde Nota Waterhuishouding (NW4, 2000) is kaderstellend voor de aanpak en beoordeling van de chemische kwaliteit van de waterbodems op nationaal niveau. De hoofddoelstelling van de NW4 is het hebben en houden van een veilig en bewoonbaar land en het in stand houden en versterken van gezonde en veerkrachtige watersystemen, waarmee een duurzaam gebruik gegarandeerd blijft. Met de invoering van de KaderRichtlijn Water (KRW), december 2002, wordt Europees vastgelegd aan welke normen water, sediment en biota in Europa moeten voldoen [Richtlijn 2000/60/60/EG]. De KRW gaat ervan uit dat water geen gewoon handelswaar is, maar een erfgoed dat moet worden beschermd en verdedigd. De KRW heeft 2 doelstellingen voor oppervlakte water:

1. het bereiken van een 'goede ecologische toestand';
2. het bereiken van een 'goede chemische toestand'.

Bij de invoering van de KRW krijgt de waterbodem tot nog toe te weinig aandacht. Aangezien de waterbodem een onlosmakelijk onderdeel vormt van het watersysteem is het echter wel degelijk van belang om vast te stellen of de waterbodem geen probleem vormt voor het behalen van de ecologische en chemische doelstellingen van de KRW in 2015. Het grote verschil tussen de NW4 en de KRW is dat de NW4 een inspanningsverplichting heeft en de KRW een resultaatverplichting. Een ander verschil is dat de NW4 zich vooral richt op de chemische kwaliteit, terwijl bij de KRW de ecologische kwaliteit centraal staat. De chemische kwaliteit uit de KRW voor sediment is strenger dan het maximaal toelaatbaar risico uit de NW4.

Onderzocht is de invloed van de waterbodem op de waterkwaliteit. De processen tussen de waterbodem en het water spelen een belangrijke rol bij het bepalen welke invloed de waterbodem heeft. De processen die invloed hebben zijn afdekking door sedimentatie van zwevend stof, erosie en resuspensie, diffuse nalevering vanuit de waterbodem, adsorptie en bioaccumulatie. De processen zijn terug te vinden in de normering, met uitzondering van de nutriënten. Door het aanpakken of geheel stoppen van deze processen zal de invloed van de waterbodem verminderen. Maatregelen hiervoor zijn baggeren, afdekken of in-situ sanering. Door het aanleggen van natuurvriendelijke oevers, plas-dras bermen en/of diepere putten, het (her)meanderen of herprofilen van de watergang verbetert de ecologische kwaliteit van het water. Het uitvoeren van deze maatregelen heeft niet altijd zin. Er zal een kwaliteitsverbetering moeten optreden volgens de NW4 en van minimaal 15 van de 40 stoffen uit de KRW zal de norm gehaald moeten worden om een maatregel voor de KRW doelmatig te maken. De maatregel kan dan nog aangepast worden, zodat alle stoffen de norm halen. Voor het verbeteren van de ecologische kwaliteit zal 1 of zullen meerdere van de hierboven genoemde maatregelen uitgevoerd kunnen worden.

Niet alleen de waterbodems hebben invloed op de doelstellingen uit de KRW, ook wordt die beïnvloed door andere compartimenten. Het aanpakken van de waterbodems wil dus niet zeggen dat de KRW-doelstellingen worden gehaald. De verspreiding vanuit de waterbodem naar het grondwater is in dit onderzoek niet meegenomen. Ook de kosten voor het uitvoeren van de waterbodemmaatregelen komen in dit onderzoek niet aan de orde.

Aanbevolen wordt om de nutriënten mee te nemen in de beoordeling van de waterbodems. Deze zullen een cruciale rol spelen bij het behalen van de ecologische doelstelling van het water. Mogelijk zouden chemische normen vastgesteld kunnen worden, om zo meer duidelijkheid te scheppen voor waterbeheerders.



1. INLEIDING

Nederland is een land vol water. De meeste van deze wateren worden van nature in de loop der tijd ondieper door sedimentatie van slib en plantenresten. Deze sedimentatie kan tot problemen leiden wanneer het water te ondiep wordt voor bijvoorbeeld een goede waterhuishouding of de scheepvaart. In het verleden werd bijvoorbeeld door industrieën en riooloverstorten geloosd op oppervlaktewater. Ook de aanvoer van verontreinigingen via de grote rivieren uit het buitenland hebben de afgelopen decennia ervoor gezorgd dat veel waterbodems¹ matig tot sterk verontreinigd zijn.

Vroeger werd de opgebaggerde specie vaak op het land of in dieper water gestort. Tegenwoordig is dit niet zonder meer toegestaan en moet de baggerspecie tot een toepasbaar product worden verwerkt of gestort. De kosten hiervoor zijn vele malen hoger. Hierdoor hebben de water(bodem)beheerders het baggeren de afgelopen jaren uitgesteld. Dit leidt op korte termijn tot problemen. De Vierde Nota Waterhuishouding (NW4, 2000) is kaderstellend voor de aanpak en beoordeling van de chemische kwaliteit van de waterbodems. De hoofddoelstelling van de NW4 is het hebben en houden van een veilig en bewoonbaar land en het in stand houden en versterken van gezonde en veerkrachtige watersystemen, waarmee een duurzaam gebruik gegarandeerd blijft.

Daarnaast is op 22 december 2000 de Europese Kaderrichtlijn Water [Richtlijn 2000/60/EG] van kracht geworden. De Kaderrichtlijn Water (KRW) gaat ervan uit dat water geen gewoon handelswaar is, maar een erfgoed dat moet worden beschermd en verdedigd. De KRW heeft 2 doelstellingen voor oppervlakte water:

1. het bereiken van een 'goede ecologische toestand';
2. het bereiken van een 'goede chemische toestand'.

Bij de invoering van de KRW krijgt de waterbodem tot nog toe te weinig aandacht. Aangezien de waterbodem een onlosmakelijk onderdeel vormt van het watersysteem is het echter wel degelijk van belang om vast te stellen of de waterbodem geen probleem vormt voor het behalen van de ecologische en chemische doelstellingen van de KRW in 2015. Het is bekend dat de waterbodems in Nederland op grote schaal verontreinigd zijn en veel nutriënten kunnen bevatten. Het is ook bekend dat waterbodems risico's kunnen vormen voor mens, het ecosysteem en de verspreiding (van stoffen) naar oppervlaktewater of grondwater. Daarom is het vanzelfsprekend om bij de huidige toestand van een watersysteem ook de waterbodem te betrekken. Hierdoor kan het saneringsbeleid voor waterbodems in de toekomst bepaald worden door de KRW. Onder de KRW worden aan alle waterlichamen chemische en ecologische doelstellingen toegekend. Deze doelstellingen dienen in 2015 bereikt te zijn ('goede toestand'). De chemische doelstellingen zijn voor de zogenaamde 'prioritaire stoffen' voor alle waterlichamen gelijk. De ecologische doelstellingen zijn afhankelijk van het type water (natuurlijk, sterk veranderd en kunstmatig). Mits er goede argumenten voor zijn kan doelverlaging of fasering van het bereiken van de doelen tot 2021 of 2027 worden toegestaan.

Niebeek Milieumanagement bv heeft gevraagd te onderzoeken welke invloed de waterbodem op de waterkwaliteit heeft en of de KRW bepalende wetgeving wordt voor de aanpak van waterbodems.

Probleemstelling

Het is op dit moment nog onduidelijk of de waterbodem een zodanige invloed op de waterkwaliteit heeft dat dit een negatieve beoordeling volgens de KRW heeft. Daardoor is het ook onduidelijk of de KRW bepalende wetgeving is voor de aanpak van de waterbodems.

¹ zie verklarende woordenlijst



Doelstelling

Door het beantwoorden van de onderzoeksvragen zullen een rapportage en keuzediagram tot stand komen, die meer duidelijkheid geven over de invloed van de waterbodems op de waterkwaliteit en daarmee de vraag beantwoorden of de KRW bepalende wetgeving is voor de aanpak van de waterbodems.

Onderzoeksvragen:

- Hoe is de wetgeving voor waterbodems 'nu' en in de 'toekomst' (m.b.t. KRW) opgebouwd.
- Op welke manier wordt de water(kwaliteit) beïnvloed door de waterbodem (algemeen). Hier wordt niet gekeken op stofniveau, maar op processen die bekend zijn.
- Wat is de invloed van de waterbodems op het behalen van de KRW doelstellingen.
- Wat zouden maatregelen kunnen zijn in waterbodems en wat is het effect daarvan op de KRW.

Als laatste wordt het eindresultaat, een stroomschema, getest op een casus. In het schema zijn de kosten niet opgenomen. Deze vallen buiten de onderzoeksoopdracht. Er wordt in de opdracht gekeken naar het milieutechnisch aspect van de waterbodem en niet naar het economisch aspect.

Leeswijzer

Na deze inleiding wordt in hoofdstuk 2 de wet- en regelgeving beschreven. Onder andere de Vierde Nota waterhuishouding, Waterbeleid 21^e eeuw, Nationaal Bestuursakkoord Water, het bouwstoffenbesluit en de KaderRichtlijn Water. In hoofdstuk 3 komen de processen, vanuit de waterbodem, die de waterkwaliteit beïnvloeden aan bod. In hoofdstuk 4 worden de processen en de wet- en regelgeving vergeleken. Hieruit komt naar voren welke processen een cruciale rol spelen bij het behalen van de KRW-doelstellingen. In hoofdstuk 5 komen de maatregelen aan bod. Hierin is ook het stroomschema opgenomen. In hoofdstuk 6 is het stroomschema getest op een casus en in hoofdstuk 7 zijn de conclusie en aanbevelingen opgenomen. Bijlage behorende bij dit rapport zijn achterin opgenomen.



2. WET- EN REGELGEVING

In dit hoofdstuk wordt inzicht verkregen in de wet- en regelgeving die betrekking heeft op de waterbodem. Onder 2.1 wordt de wet- en regelgeving van het begin van de jaren 90 beschreven. In 2.2 komt de huidige wet- en regelgeving aan de orde, zoals de vierde nota waterhuishouding, het waterbeleid 21^{ste} eeuw, Nationaal Bestuursakkoord Water, het bouwstoffenbesluit en de wetbodembescherming. In hoofdstuk 2.3 wordt de kaderrichtlijn water beschreven.

2.1 Beleid begin jaren 90

Het in de 3e Nota Waterhuishouding (NW3, 1989), Beleidsstandpunt verwijdering baggerspecie (1993) en de Evaluatie Nota Water (ENW, 1996) geformuleerde beleid was er vooral op gericht om daar waar nodig, de waterbodem te saneren.

De derde nota waterhuishouding is gestart met integraal waterbeheer. Dit is een strategie die als uitgangspunt neemt dat de na te streven doelen voor het waterbeheer alleen door een integrale benadering kunnen worden bereikt.

In de NW3 en ENW zijn normen geformuleerd voor het bepalen van de kwaliteit van de waterbodem, de zogenaamde klassen (0 t/m 4). In de "Regeling vaststelling klassenindeling onderhoudsspecie" (1997) is vastgelegd hoe deze klassenindeling moet worden bepaald.

In de jaren 90 is veel onderzoek gedaan naar bagger- en verwerkingsmogelijkheden en het realiseren van stortplaatsen. Helaas bleek dat grootschalige verwerking niet eenvoudig was, voornamelijk door de hoge kosten, maar ook door de slechte kwaliteit van sommige eindproducten. Tegen het aanleggen van grote depots was veel maatschappelijke weerstand. Een voorbeeld van een depot met een grootschalige bergingscapaciteit dat uiteindelijk is aangelegd is het depot "IJsseloog" in het Ketelmeer. [1].

Het beleid van de jaren 90 was de eerste serieuze regelgeving op het gebied van waterbodems en baggeren. Dit beleid was echter niet voldoende om waterbeheerders zo ver te laten krijgen om te beginnen met baggeren en saneren van waterbodems. De kosten waren te hoog en er was geen berging voor het verontreinigd materiaal.

2.2 Huidig beleid

2.2.1 Vierde nota waterhuishouding

In mei 2000 is de 4e Nota Waterhuishouding (NW4) verschenen. De NW4 pleit voor meer samenhang tussen het beleid voor water, ruimtelijke ordening en milieu, gericht op verschillende belangen zoals veiligheid, landbouw, natuur, drinkwatervoorziening, transport, recreatie en visserij, daarbij ruimte scheppend voor gebiedsgericht maatwerk.

De hoofddoelstelling van de NW4 is het hebben en houden van een veilig en bewoonbaar land en het in stand houden en versterken van gezonde en veerkrachtige watersystemen, waarmee een duurzaam gebruik gegarandeerd blijft. Daarbij worden watersystemen hersteld, niet alleen om schoon water, maar ook om schone waterbodems.

Het beleid van de NW4 gaat uit van 2 vaste ijkpunten voor de waterkwaliteit: het maximaal toelaatbaar risico (MTR) als minimumkwaliteitsniveau en de streefwaarde (VR, verwaarloosbaar risico). Het nastreven van het MTR geldt voor de waterbeheerder als inspanningsverplichting. Normstelling voor nutriënten en andere kwaliteitsparameters vereist vanwege de van nature grote (regionale) verschillen en het grote aantal



watertypen een gebiedsgerichte aanpak. Door het beleid van de NW4 wordt verwacht dat een verdere verbetering van het functioneren van watersystemen kan worden bereikt. Het beleid voor baggerspecie is erop gericht dat de baggerspecie die in de toekomst vrijkomt bij het onderhoud van watergangen weer bruikbaar is als een waardevolle grondstof en vrij benut kan worden voor diverse toepassingen. De oplossing van de problemen ligt in eerste instantie bij de aanpak van de vervuilsbronnen om nieuwe verontreinigingen te voorkomen. Daarnaast is de sanering van ernstig vervuilde waterbodems noodzakelijk. Verwerken kan worden beperkt en storten zal tot de uitzonderingen behoren.

Normen voor waterbodems en vrijkomende baggerspecie

De streefwaarden, grenswaarden en interventiewaarden zijn algemene milieukwaliteitsnormen die voor baggerspecie op dit moment ook als klassengrenzen gehanteerd worden. De streefwaarden, grenswaarden en interventiewaarden zijn normen voor de landbodem en vastgesteld door het VROM. In bijlage 1 worden de normen opgenomen uit de NW4. [1][2]



Figuur 1 Klasse indeling baggerspecie volgens de NW4

Streefwaarde	Waarde die het kwaliteitsniveau aangeeft waarbij de functionele eigenschappen van een bepaald compartiment voor mens, plan en dier zijn veiliggesteld.
Grenswaarde	De grenswaarde vormt de grens tussen klasse 1 en klasse 2
Gehaltetoets (zout)	Productnorm die bepalend is of zoute baggerspecie in zoute wateren verspreid mag worden
Toetsingswaarde	Productnorm die bepalend is of zoete baggerspecie (onder voorwaarden) op land of in zoet oppervlaktewater verspreid mag worden
Interventiewaarde	Waarde die aangeeft bij welke concentratie sprake is van ernstige of dreigende ernstige vermindering van de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, plant of dier. Bij overschrijding van de interventiewaarde in 25 m ³ sediment spreekt men van een ernstig geval van waterbodemonverontreiniging

Bestemming gebaggerde specie

De toetsingswaarden (voor zoete bagger) en de gehaltetoets (voor zoute bagger) gelden als criterium voor het wel of niet mogen verspreiden van baggerspecie. Bij onderhoud en sanering van watergangen komt (verontreinigde) baggerspecie vrij. Deze specie zal ergens naartoe moeten. Afhankelijk van de kwaliteit van de baggerspecie zijn er een aantal mogelijkheden:

- verspreiden in oppervlaktewater of op het land;
- toepassen als bouwstof in een werk;
- scheiden/ reinigen;
- storten in depot;
- tijdelijk opslaan en/ of ontwateren.

2.2.2 Waterbeleid 21^{ste} eeuw

Waterbeleid 21^{ste} eeuw (WB21) heeft tot doel het watersysteem in kwantitatief opzicht op orde te krijgen in 2015 en daarna op orde te houden, zodat problemen met wateroverlast en watertekort zoveel mogelijk worden voorkomen (beleid met betrekking tot veiligheid en wateroverlast). De problemen mogen niet ten laste komen van andere gebieden. Er is daarom gekozen voor bestaande technische middelen. Ook is gekozen bij wateroverlast voor 'vasthouden – bergen – afvoeren' en bij watertekort voor 'vasthouden – bergen – aanvoeren'. Dit houdt in dat in een gebied de neerslag in de eerste plaats zo lang mogelijk wordt vastgehouden. Wanneer vasthouden niet langer mogelijk is, wordt water geborgen in waterbergingsgebieden. Pas wanneer deze mogelijkheid ten volle is benut, mag water worden afgevoerd (bij wateroverlast) of aangevoerd (bij watertekort).



Verschillende oorzaken van wateroverlast zijn:

- direct binnen treden van het water;
- overbelasting van het rioolsysteem;
- overbelasting van het watersysteem;
- hogere grondwaterstanden; en
- het bezwijken of overstromen van een kade.

Doordat er een achterstand in het baggeren is, zijn veel watergangen niet op diepte. Hierdoor heeft een watergang onvoldoende aan- en afvoer mogelijkheden en treedt er wateroverlast op. Het baggeren van deze watergangen is in het kader van de WB21 van belang. Voordat er gebaggerd kan worden moet de baggerspecie eerst onderzocht en getoetst worden aan de NW4. [3]

2.2.3 Nationaal Bestuursakkoord Water

Met het Waterbeleid 21^{ste} eeuw (2001) werd de eerste stap gezet in het tot stand brengen van de noodzakelijke gemeenschappelijke aanpak. Twee jaar later werden de resultaten van die samenwerking en van voortschrijdende kennis en inzicht neergelegd in het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW).

Het NBW heeft tot doel om in 2015 het watersysteem op orde te hebben en daarna op orde te houden anticiperend op veranderende omstandigheden, zoals onder andere de verwachte klimaatverandering, zeespiegelstijging, bodemdaling en toename van verhard oppervlak.

De aanpak en uitvoering van maatregelen vindt gefaseerd plaats. Uitwerking van veiligheid en het voorkomen van wateroverlast vindt waar nodig en mogelijk, ook gelet op de financiële middelen, plaats in een integrale werkwijze waarbij de aanpak van watertekorten, tegengaan van verdroging en verdere verbetering van de waterkwaliteit worden betrokken. Ook zijn er goede mogelijkheden om de uitvoering te combineren met plannen op andere beleidsterreinen - zoals de reconstructie van het landelijk gebied, de aanleg van de ecologische hoofdstructuur, winning van oppervlaktedelfstoffen, landinrichting en overige gebiedsgerichte projecten, cultuurhistorie, woningbouw en de aanleg van bedrijventerreinen en infrastructuur - en rekening te houden met vogel- en habitatrictlijnen. [4]

2.2.4 Wet bodembescherming

In 1987 is de Wet bodembescherming (Wbb) voor het eerst van kracht geworden. Er is volgens de wet sprake van bodemverontreiniging, als de concentratie van bepaalde stoffen in grond en/of grondwater hoger is dan de streefwaarden (klasse 1 of hoger). Met de Wbb kunnen waterbeheerders subsidie aanvragen voor het baggeren van zwaar verontreinigd materiaal (klasse 4 materiaal). Hierdoor probeert de overheid de sanering van zwaar verontreinigde waterbodems te stimuleren. Het bepalen of de baggerspecie zwaar verontreinigd is wordt gedaan door de humane, ecologische en verspreidingsrisico's te bepalen. Als 1 of meerdere van deze risico's aanwezig zijn, moet al het verontreinigd materiaal gebaggerd of afgedekt worden binnen 4 jaar. Mocht dit niet het geval zijn, moet toch gebaggerd worden, alleen heeft de waterbeheerder meer tijd om tot een 'schone' waterbodem te komen.

Per 1 januari 2006 is de vernieuwde Wet Bodembescherming (Wbb) in werking getreden (artikel 46 Besluit financiële bepalingen bodemsanering). De vernieuwde wet wil bodemsaneringen beter aan laten sluiten bij de maatschappelijke dynamiek. Het doel is tot een effectiever bodembeleid te komen. De grote hoeveelheid verontreinigde locaties maakt dit noodzakelijk.

Met de voortzetting van het huidige beleid duurt het nog zeker honderd jaar voordat de Nederlandse bodem 'schoon' is. De nieuwe regels moeten er voor zorgen dat de bodemverontreinigingsproblematiek in circa vijftientig jaar wordt beheerst.



Dit kan onder andere worden bereikt door:

- bodemsanering efficiënter te maken door rekening te houden met de functie van de bodem;
- bodemsanering goedkoper te maken door het stimuleren van nieuwe technieken;
- vereenvoudiging van procedures voor eenvoudige saneringsgevallen;
- het stimuleren van derden tot investeringen in de bodemsanering;
- decentrale overheden meer ruimte te geven om bij de inzet van overheidsmiddelen te kunnen aansluiten op de maatschappelijke dynamiek en lokale behoeften. [5]

2.2.5 Bouwstoffenbesluit

Het Bouwstoffenbesluit, voluit het Bouwstoffenbesluit bodem- en oppervlaktewaterenbescherming (Bsb), is sinds 1 januari 1999 van kracht. Het legt normen vast voor 130 stoffen. Voor het gebruik van steenachtige bouwstoffen stelt het besluit regels op. Deze bouwstoffen kunnen in contact komen met regen-, grond, of oppervlaktewater. Bij toepassingen van steenachtige bouwstoffen moet worden aangetoond dat de bouwstoffen voldoen aan kwaliteitseisen voor samenstelling en immissie. Het besluit moet voorkomen dat vervuilende stoffen in steenachtige bouwstoffen de bodem of het oppervlaktewater vervuilen. Hierdoor wordt eventuele uitspoeling van verontreinigingen uit bouwstoffen naar de bodem of het oppervlaktewater beperkt tot een maximum toelaatbaar niveau.

Het besluit is van toepassing bij hergebruik van baggerspecie (bijvoorbeeld verspreiden op de kant) of bij het storten van baggerspecie in diepe putten. Baggerspecie beïnvloedt hiermee de waterkwaliteit. Het besluit bevordert het hergebruik van secundaire bouwstoffen en vermindert zo de belasting van het milieu en het gebruik van primaire bouwstoffen.

VRM streeft ernaar het Bouwstoffenbesluit op 1 januari 2007 te vervangen door het Besluit bodemkwaliteit, omdat de knelpunten niet eenvoudig zijn op te lossen. Het Besluit bodemkwaliteit moet beter uit te voeren en te handhaven zijn. Zo moet de bewijslast eenvoudiger, moet het besluit beter aansluiten op de Europese Bouwproductenrichtlijn (89/106/EEG van 21 december 1988), het normstelsel worden aangepast en de regels voor primaire bouwstoffen worden vereenvoudigd. Hierdoor dalen de administratieve lasten. Het Besluit bodemkwaliteit gaat ook regels bevatten voor grond en baggerspecie.

Categorie bouwstoffen

Het Bouwstoffenbesluit kent vier categorieën bouwstoffen:

Schone grond

Aan het hergebruik van schone grond zijn geen voorwaarden verbonden. Deze bouwstoffen kunnen zonder maatregelen gebruikt worden als bouwstof;

Categorie 1

Bouwstoffen uit categorie 1 hebben een zodanige immisiewaarde dat ze zonder beschermingsmaatregelen kunnen worden toegepast. Verreweg de meeste bouwstoffen vallen in deze categorie;

Categorie 2

Bij de toepassing van categorie-2-bouwstoffen zijn isolatiemaatregelen verplicht. De noodzakelijke isolatie voor toepassing van categorie-2-bouwstoffen (en de bijzondere categorie) staan in de Richtlijn IBC-maatregelen (IBC staat voor isoleren, beheersen en controleren), een onderdeel van de uitvoeringsregeling van het Bouwstoffenbesluit;

Niet toepasbare grond

Voor niet toepasbare grond geldt dat zelfs met toepassing van isolatie nog verontreiniging van de onderliggende bodem kan optreden. Deze grond dient te worden gereinigd of gestort.

Bouwstoffen die niet in een van de categorieën vallen, mogen niet in een werk worden toegepast. Het onderscheid tussen deze soorten grond wordt bepaald door de streef- en interventiewaarden. Grond die de interventiewaarde overschrijdt, mag volgens het Bsb



niet als bouwstof worden toegepast. Het hergebruiken van baggerspecie, bijvoorbeeld door de baggerspecie te verspreiden op de kant, beïnvloedt de waterkwaliteit. De waterkwaliteit wordt door uitspoeling van de verontreiniging in het water beïnvloed. [6]

2.3 Kaderrichtlijn water

2.3.1 Achtergrond

In maart 1992 is in Helsinki een belangrijk verdrag gesloten, namelijk het Verdrag inzake de bescherming en het gebruik van grensoverschrijdende waterlopen en internationale meren. Het verdrag heeft ook betrekking op grondwater. Hierdoor moeten de deelnemende landen samenwerken op het gebied van water. De Europese Unie heeft in 1995 dit verdrag ondertekend.

De Europese Commissie accepteerde in februari 1996 een beleidsnotitie over het te voeren waterbeleid. Het EU-waterbeleid zal vooral integraal benaderd moeten worden. Hierdoor ontstond de wens om verschillende waterrichtlijnen samen te voegen in 1 overzichtelijke regeling.

Het ging onder andere om:

- de terugdringing van waterverontreiniging door gevaarlijke stoffen;
- de richtlijnen over de waterkwaliteit die nodig zijn ten behoeven van de specifieke functie die het betreffende water vervult;
- een richtlijn die zich specifiek richt op de bescherming van grondwater.

Deze wens tot samenvoeging heeft uiteindelijk geleid tot de Kaderrichtlijn Water.

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) is op 22 december 2000 gepubliceerd in het publicatieblad van de Europese Gemeenschap [Richtlijn 2000/60/60/EG]. De richtlijn is daarmee officieel van kracht geworden. Via de Implementatiewet EG-Kaderrichtlijn water is een aantal essentiële bepalingen van de KRW geïmplementeerd in Nederlandse wetgeving (juni 2005). De KRW geeft een Europees kader voor de bescherming van zoet oppervlaktewater, overgangswater, kustwater en grondwater.

Het doel van de KRW is de oppervlaktewateren en het grondwater in de EU te beschermen en te verbeteren en het duurzaam gebruik van water te bevorderen. De KRW vat de doelstellingen samen in het begrip 'een goede toestand'. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in chemie en ecologie voor oppervlaktewater en chemie en kwantiteit voor grondwater.

2.3.2 Mijlpalen

De lidstaten worden verplicht tot een uniforme werkwijze voor het bereiken van de gestelde doelen (zie 2.3.3). Voor elk stroomgebiedsdistrict¹ (zie figuur 2) moeten zij een stroomgebiedbeheersplan¹ opstellen. De eerste generatie van deze plannen moet in 2009 klaar zijn. Daarna moeten zij om de zes jaar worden herzien. De minister van Verkeer en Waterstaat is verantwoordelijk voor de Nederlandse bijdragen aan deze internationale plannen. De uitvoering is in duidelijk gemarkeerde stappen aangegeven:

2004: beschrijving stroomgebied^d

Deze beschrijving omvat onder meer een inventarisatie van de bestaande situatie, een voorlopige indeling en typering van de waterlichamen en een beschrijving van de belasting (zoals emissies) door menselijk gebruik. De rapportage is begin 2005 naar Brussel gestuurd. De rapportages vormen het uitgangspunt voor de vervolgstappen.

¹ zie verklarende woordenlijst



2006: uitvoering monitoringprogramma

Eind 2006 moeten de meetprogramma's voor het oppervlaktewater rond zijn en voldoen aan de KRW-eisen. Vanaf 2007 wordt er dan mee gewerkt. De metingen moeten een goed beeld geven van de kwaliteitstoestand in de stroomgebieden. Momenteel zijn er al conceptrichtlijnen voor de monitoring beschikbaar.

2008: concept stroomgebiedbeheersplan ter inzage

Vaststelling van het stroomgebiedbeheersplan in concept. Hierdoor is er ruime tijd voor publieke consultatie voor definitieve vaststelling (in 2009).

2009: vaststellen eerste stroomgebiedbeheersplan

De beschrijving van waterlichamen, referentietoestanden, doelen en maatregelen krijgt nu een formele status. Daarna moeten de maatregelen uitgevoerd worden.

2012: maatregelenprogramma operationeel

2015: bereiken doelen

In principe moet de goede toestand in 2015 zijn bereikt. Is dat niet haalbaar, dan moet Nederland dat vooraf aangeven. De KRW biedt de mogelijkheid om de periode voor het realiseren van de doelen met maximaal twee termijnen van zes jaar te verlengen. In 2021 en 2026 moeten er nieuwe stroomgebiedbeheersplannen verschijnen. Uiteindelijk moet schoon en ecologisch gezond water in Europa in 2027 realiteit zijn.

De KRW is geen vrijblijvende richtlijn, ze vormt een Europese verplichting, waar de waterbeheerder niet omheen kan. [7]



Figuur 2 De grenzen van de 4 Nederlandse stroomgebiedsdistricten Van Rijn, Maas, Schelde en Eems.

2.3.3 Doelstellingen

Het hoofddoel van de KRW is gebaseerd op water dat geen gewoon handelswaar is, maar een erfgoed dat moet worden beschermd en verdedigd. De KRW geeft het kader voor de bescherming van landoppervlaktewater, overgangswater, kustwater en grondwater. Dat moet ertoe leiden dat:

- aquatische ecosystemen en gebieden die rechtstreeks afhankelijk zijn van deze ecosystemen, voor verder achteruitgang worden behoed;
- verbetering van het aquatisch milieu wordt bereikt, o.a. door een forse vermindering van lozingen en emissies;
- duurzaam gebruik van water wordt bevorderd op basis van bescherming van de beschikbare waterbronnen op lange termijn;
- er wordt gezorgd voor een aanzienlijke vermindering van de verontreiniging van grondwater.

Een nevendoelstelling betreft de harmonisatie van de Europese waterwetgeving.

De KRW stelt de volgende milieudoelstellingen voor oppervlaktewater:

1. Het bereiken van een 'goede ecologische toestand' (of 'goed ecologisch potentieel'). Deze doelstelling is van toepassing op oppervlaktewaterlichamen, dat wil zeggen wateren van "aanzienlijke omvang". De oppervlaktewaterlichamen zullen moeten worden gedefinieerd.



2. Het bereiken van een 'goede chemische toestand'. Deze doelstelling is van toepassing op alle oppervlaktewateren binnen het stroomgebied en binnen de twaalf mijlszone op zee. De doelstelling heeft betrekking op de stoffen zoals vermeld op de prioritaire stoffenlijst en stoffen waarvoor eerder op grond van bestaande Europese regelgeving milieukwaliteitsnormen zijn vastgesteld of nog worden vastgesteld. [8]

2.3.4 Kwaliteit

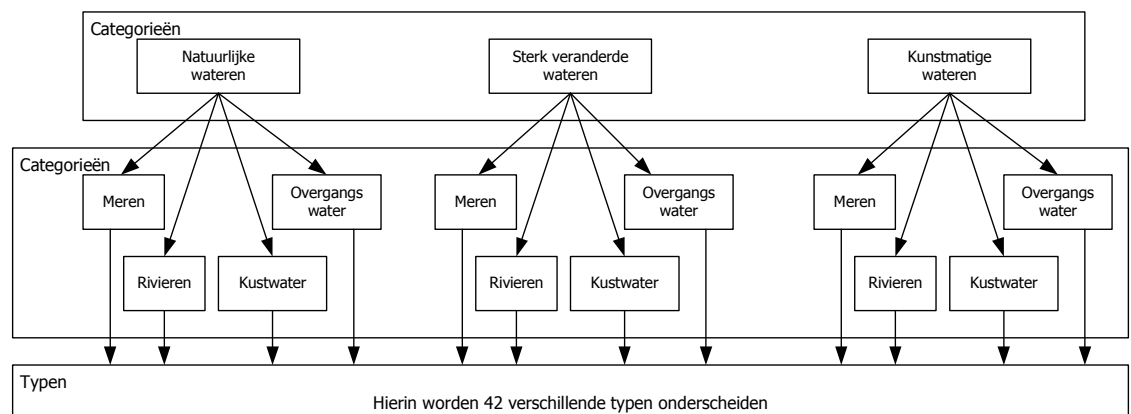
De ecologische doelen moeten door de Europese landen zelf opgesteld worden, maar de chemische doelstellingen zijn voor alle wateren in Europa hetzelfde en worden door Europa vastgelegd. De landen hoeven geen onbetaalbare of onhaalbare, maatschappelijk ontwrichtende maatregelen te nemen om deze doelen te bereiken. Als dit het geval zou zijn mogen de ecologische doelstellingen lager worden ingezet. Desondanks moeten de maatregelen die afgesproken zijn wel gehaald worden.

Ecologische kwaliteit

Voor de ecologische kwaliteit onderscheidt de KRW 'categorieën' van wateren. Er is sprake van 'natuurlijke wateren', 'sterk veranderde wateren' en 'kunstmatige wateren'. Voor de verschillende categorieën gelden verschillende normen. Daarnaast worden wateren ingedeeld in andere categorieën, een andere orde: meren, rivieren, overgangswateren of kustwateren.

Doordat in Nederland de afgelopen eeuwen flink gesleuteld is aan wateren, zijn er niet tot nauwelijks 'natuurlijke wateren'. Veel wateren zijn aangepast, of zelfs geheel opnieuw gegraven om bewoning en economische benutting mogelijk te maken. Indeling in een andere categorie mag plaatsvinden op voorwaarde dat dit op basis van onomkeerbare hydrologische of morfologische veranderingen (stuwen, deltawerken, inpoldering etc.) gebeurt. Indeling in een andere categorie mag dus NIET plaatsvinden op basis van onvoldoende waterkwaliteit.

De KRW kent niet alleen een indeling in categorieën, maar ook een indeling in 'typen'. In Nederland worden 42 watertypen onderscheiden, zoals 'langzaam stromende rivieren op zand', 'kleine ondiepe kalkrijke plassen' of 'open zee met zoetwater invloed'. De indeling in typen heeft plaatsgevonden op basis van de door de EU voorgeschreven criteria. Te verwachten valt dat de indeling is zoals in figuur 3. [9]



Figuur 3 Indeling ecologische kwaliteit [10]

Voor elk type moet een 'referentiesituatie' beschreven worden: een toestand die zou bestaan in de 'onverstoorde staat'. Afhankelijk van het type:

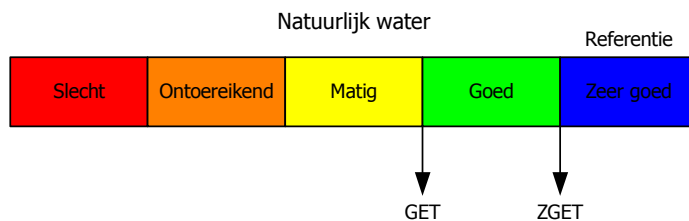
- moet voor het beschrijven van de referentiesituatie vaak ver terug in de tijd gegaan worden;
- moeten vergelijkbare wateren in het buitenland bekeken worden;
- zal 'expertkennis' uitkomst bieden.

Door de ingrepen in de wateren die de mens heeft gedaan (bv. stuwen, kanaliseren enz.) zijn de watergangen veranderd. In bijna geen enkel geval is de referentiesituatie



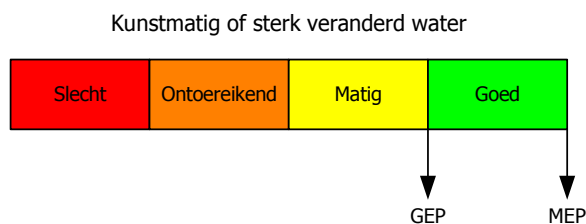
haalbaar, doordat dit een ideaal beeld is. Daarom worden lagere doelstellingen beschreven, afgeleid van de referentie.

'Natuurlijke wateren' kunnen worden ingedeeld in 5 klassen (zie figuur 4), slecht, ontoereikend, matig, goed en zeer goed. De grens tussen 'matig' en 'goed' beschrijft de ondergrens van wat in de 'goede ecologische toestand' (GET) toelaatbaar is en is daarmee de norm voor de waterbeheerder (de 'ecologische MTR'). De bovengrens is de 'zeer goede ecologische toestand' (ZGET), deze zal voor de meeste watergangen niet haalbaar zijn.



Figuur 4 Ecologische kwaliteit voor natuurlijke wateren

Voor 'niet natuurlijke wateren' (kunstmatige of sterk veranderd water) geldt een ander classificatiesysteem, omdat hier geen referentiesituaties van bestaan. Deze moeten de waterbeheerders per geval afleiden van het natuurlijke watertype dat er het meest mee overeenkomt. De hoogst haalbare toestand voor niet natuurlijke wateren is het 'maximum ecologisch potentieel' (MEP). De norm voor waterbeheerders is het 'goed ecologisch potentieel' (GEP) (zie figuur 5).



Figuur 5 Ecologische kwaliteit voor 'niet natuurlijke wateren'

Voor de beschrijving van de ecologische toestand worden maatlatten opgesteld voor 4 biologische kwaliteitselementen in waterlichamen:

- algen;
- waterplanten;
- bodemdieren;
- vissen.

Algen zijn microscopisch kleine wezentjes die zich snel voortplanten, zodat ze zeer snel reageren op veranderen in het water. De algen vormen de basis van de voedselketen. De waterplanten zijn van belang omdat ze op langere termijn reageren op locale veranderingen. De bodemdieren reageren daarentegen op minder locale veranderingen. Vissen reageren vanwege hun lange generatietijd en (soms grote) mobiliteit op traag verlopende veranderingen over een groter gebied.

Niet alleen de planten en dieren bepalen de goede ecologische toestand van een watertype, ook de inrichting van een watergang is van grote invloed op de ecologie. Kenmerken van een natuurlijke inrichting van een watergang zijn natuurvriendelijke oevers, vispassages en natuurvriendelijk beheer. [11]

Per watertype wordt door waterbeheerders vastgesteld welke plant- en diersoorten er in voor moeten komen om een gezond functionerend watersysteem te krijgen. Ze kijken daarbij naar verschillende soorten algen, planten, ongewervelde waterdiertjes en vissen. Zij stellen ook vast hoeveel van die planten en dieren er in het water moeten leven.



De definitieve normen worden in het stroomgebiedbeheersplan opgenomen. Bij de uiteindelijke beoordeling van de totale biologische kwaliteit van de wateren is het principe 'one-out-all-out' van toepassing op de 4 verschillende maatlatscores, dit wil zeggen dat de slechtste score van de 4 bepalend is.

Chemische kwaliteit

Door de Europese Unie (EU) moeten normen vastgesteld worden voor water, sediment en biota. Op dit moment zijn het Europese Parlement en de Raad het eens geworden over 33 prioritaire stoffen.

Eens in de 4 jaar zullen de stoffen getoetst worden, waarbij nieuwe stoffen op de lijst geplaatst kunnen worden. Op de vraag of er ook stoffen van de lijst afgehaald mogen worden heeft de Europese Commissie nog geen antwoord gegeven.

De Europese Commissie heeft opdracht gegeven aan het Fraunhofer Instituut om water en sediment normen vast te stellen voor de prioritaire stoffen (voor de sediment normen en stoffen zie paragraaf 4.1.1). Deze normen zijn strenger dan de MTR's (Maximaal Toelaatbaar Risico) uit de NW4 die we in Nederland kennen. Daarnaast worden per stroomgebieddistrict de overige relevante stoffen vastgesteld. Voor deze overige relevante stoffen worden normen afgeleid op een wijze die door de EU wordt voorgeschreven. In bijlage 2 zijn de normen uit de KRW opgenomen. [11][12]

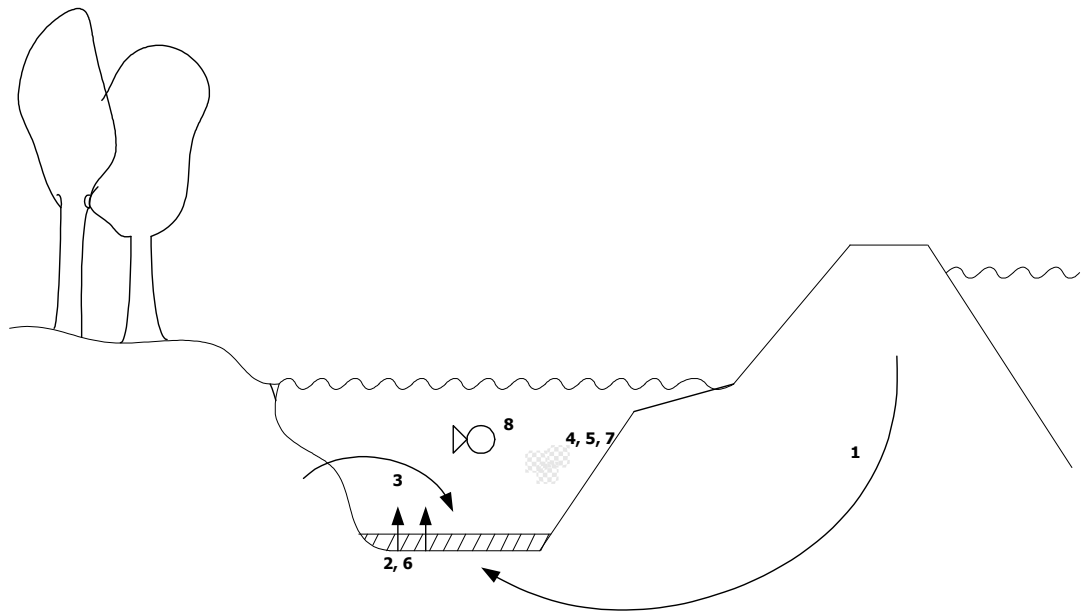


3. INVLOED WATERBODEMS OP DE WATERKWALITEIT

De natuurlijke waterkwaliteit is bepaald door de herkomst van het water. Gedurende de hydrologische kringloop wordt het water beïnvloed door de vele chemische, fysische en biologische processen. Het grondgebruik, de effecten van de directe lozingen en verontreinigingen vanuit diffuse emissiebronnen hebben grote invloed op de uiteindelijke waterkwaliteit. In dit hoofdstuk wordt alleen ingegaan op de invloed van de waterbodems op de waterkwaliteit.

3.1 Overzicht processen

In watersystemen vinden allerlei processen plaats die een rol kunnen spelen bij de verspreiding van verontreinigingen vanuit de waterbodembodem naar het oppervlaktewater.



Figuur 6 Overzicht processen

De processen zijn [13]:

1. verticaal transport uit de waterbodembodem door kwel;
2. uitpersing poriewater door consolidatie;
3. erosie onder invloed van stroming en/of golfwerking (door wind of scheepvaart);
4. resuspensie (materiaal wordt opgewerveld en sedimenteert binnen het beschouwde systeem);
5. adsorptie (opgeloste stoffen binden zich aan vast materiaal);
6. diffuse nalevering vanuit de waterbodembodem;
7. afdekking door sedimentatie van zwevend stof;
8. bioaccumulatie.

Daarnaast hebben omgevingsfactoren invloed op de processen en bepalen bijvoorbeeld hoe snel de processen verlopen.

3.2 Verticaal transport uit de waterbodembodem door kwel

Kwel ontstaat wanneer een ondergrondse waterstroom van een hoger gelegen gebied naar een lager gelegen gebied stroomt. Als dit water onder druk uit de grond komt is dit kwelwater. Door deze stroming kunnen verontreinigingen vanuit de waterbodembodem zich verspreiden naar het oppervlaktewater. In gebieden die sterk dynamisch zijn en waar een



sterke resuspensie optreedt, wordt dit proces overschaduwd door andere processen. Echter in gebieden waar geen erosie van de waterbodem optreedt, kan verspreiding van verontreinigingen naar het oppervlaktewater door kwel een aanmerkelijk aandeel van het totale verontreinigingsproces zijn. Door het RIZA (Heijdt et al. 2000) is een berekening uitgevoerd, waarbij is uitgegaan van de worst case situatie. Hieruit blijkt dat zelfs in zeer extreme kwelsituaties de beïnvloeding vanuit de waterbodem naar het oppervlaktewater uiterst gering zal zijn. [13]

3.3 Uitpersing poriewater door consolidatie

Bij het vormen van de waterbodem treedt, mede door toenemende druk, compactie van het dieper gelegen materiaal op. Dit leidt tot een in de tijd en in de diepte afnemende porositeit. Porositeit is de doorlaatbaarheid en de bindingscapaciteit van de bodem. Bij dit proces wordt het poriewater vanuit de waterbodem afgevoerd naar het grondwater of oppervlaktewater. Hierbij worden de opgeloste stoffen meegevoerd. De conclusie van het RIZA rapport 'Beoordeling van actuele risico's van verspreiding naar oppervlaktewater', juli 2000, is dat de vervuiling door het uitpersen van poriewater uiterst gering zal zijn. Dit komt doordat de compactie over een langere tijd plaats vindt. De overige processen hebben een veel grotere impact op de waterkwaliteit. [13]

3.4 Afdekking door sedimentatie van zwevend stof

Zwevend stof dat van buiten het systeem wordt aangevoerd kan in een systeem tot bezinking komen. Sedimentatie van slibdeeltjes treedt op wanneer de kritische snelheid voor sedimentatie wordt onderschreden. Als er meer sedimentatie optreedt dan erosie zal het systeem verondiepen. Als dit aanhoudt en er is sprake van een verbetering van de kwaliteit van het aangevoerde zwevende stof dan zal de verontreinigde laag in de loop van de tijd afgedekt worden met schoner materiaal. Afdekking kan dus bijdragen aan een verbetering van de waterbodemkwaliteit en daarmee de risico's voor verspreiding naar het oppervlaktewater wegnemen. Door woeling, resuspensie of erosie kunnen de verontreinigde sliblagen weer aan het oppervlak komen, waardoor deze dus wel weer een bijdrage leveren aan de verspreiding van verontreinigingen naar het oppervlaktewater. Doordat de natuurlijke afdekkingslaag niet heel dik zal zijn, zal dit effect hebben op de water- en waterbodemkwaliteit. [13]

3.5 Erosie en resuspensie

Er zijn verschillende krachten die erosie en/of resuspensie kunnen veroorzaken, zoals stroming, golven en scheepvaart. Beide processen kunnen een belangrijke rol spelen in de verspreiding van verontreinigingen vanuit de waterbodem naar het oppervlaktewater.

Erosie is het proces waarbij materiaal dat wordt omgewerveld, het systeem uit wordt getransporteerd en resuspensie is het proces waarbij het materiaal wordt opgewerveld en binnen het beschouwde systeem (locatie) weer zal sedimenteren. Erosie en resuspensie door stroming is van invloed op de waterkwaliteit. Ook de scheepvaart kan een relevante bijdrage aan de verspreiding van verontreinigingen naar oppervlaktewater leveren als in een systeem scheepvaart plaatsvindt. Hierbij spelen wel een aantal factoren een rol zoals aantal passages, (vaar)eigenschappen van de schepen en lokale variaties in de waterdiepte. Resuspensie door scheepvaart is voornamelijk van belang in langzaam stromende, smalle systemen zoals kanalen en meren. In sneller stromende systemen is resuspensie door scheepvaart waarschijnlijk onbelangrijk ten opzichte van resuspensie door stroming. Bij waterbodems die beïnvloed kunnen worden door de wind, speelt de wind een dusdanige rol. Dit heeft, ondanks de voorwaarden per watersysteem, een dusdanig effect dat de waterkwaliteit hierdoor beïnvloed wordt. [13]



3.6 Diffuse nalevering vanuit de waterbodems

Diffuse nalevering vanuit de waterbodems vindt plaats door de concentratieverschillen tussen de (toplaag van een) waterbodem en de bovenstaande waterkolom. De invloed van moleculaire diffusie zal ten opzichte van de totale belasting van oppervlaktewater niet van significante invloed zijn op de kwaliteit van het oppervlaktewater. Slechts in bijzondere situaties kan de diffuse nalevering vanuit de waterbodem (mede) bepalend zijn voor de waterkwaliteit. Dit is in watersystemen zonder enige erosie/sedimentatie en met een zeer geringe doorspoeling. Door de geringe doorspoeling is de verblijftijd in het watersysteem langer en is er dus meer tijd om een evenwicht te verkrijgen tussen water en waterbodem.

In sterk stromende systemen is de diffuse nalevering vanuit de waterbodem zeer gering. Voor deze watersystemen kan dit aspect buiten beschouwing worden gelaten. In geïsoleerde, weinig dynamische systemen met zeer sterk verontreinigde waterbodems, kan het zinvol zijn om een inschatting te maken van de bijdrage door diffusie.

Door het omwoelen van de waterbodem, bijvoorbeeld door bodemdieren, treedt ook diffuse nalevering op. Het evenwicht tussen de (toplaag van een) waterbodem en de bovenstaande waterkolom wordt verstoord. Hierdoor zal er een nieuw evenwicht ontstaan. Vooral voor nutriënten, waarvan de belangrijkste fosfor en stikstof zijn, is deze nalevering vanuit de waterbodem cruciaal voor de waterkwaliteit. Zelfs na sanering blijkt nalevering van fosfor vanuit de waterbodem nog een probleem. [13]

De nalevering van fosfor en stikstof zijn van dusdanige invloed op de waterkwaliteit dat deze apart besproken worden.

3.6.1 Fosfor

Organisch koolstof met het daarin voorkomende fosfor sedimenteert. Het komt in de bodem terecht en mineraliseert, waarbij orthofosfaat vrijkomt. Ook door algen komt orthofosfaat vrij. Dit gebeurt doordat de algen graag orthofosfaat opnemen uit het water en als de algen sterven lossen de cellen en daarmee het orthofosfaat weer op in het water. Het gedeelte van de cel dat niet direct in water oplost bevat ook nog fosfor en moet nu gerekend worden bij het dode materiaal (detritus).

Via sedimentatie komt nog een andere vorm van fosfor in de bodem terecht. Aan calcium en ijzer adsorberend fosfor vormt fijne deeltjes, die kunnen neerslaan. Wanneer de waterbodem (gedeeltelijk) van geoxideerde (met zuurstof) toestand in gereduceerde (zonder zuurstof) toestand overgaat, vermindert de adsorptiecapaciteit van de bodemlaag en komt fosfaat vrij. Wanneer de bodem zuurstofloos wordt als gevolg van bijvoorbeeld een grote algenbloei kunnen zeer grote hoeveelheden fosfaat uit de bodem vrijkomen. Fosfaat zorgt ervoor dat er teveel voedingsstoffen in het water aanwezig zijn, waardoor er te weinig zuurstof in het water aanwezig is. [14]

3.6.2 Stikstof

Door lozing of uitspoeling van stikstof kan de stikstofconcentratie toenemen in water. Ook door mineralisatie¹ van detritus kan de stikstofconcentratie toenemen. In de waterbodem vindt ook mineralisatie van detritus plaats. Het daar gevormde ammonium lost op in het water. Niet al het gevormde ammonium uit detritus komt in het water terecht. Door de omzetting van ammonium via nitraat naar stikstofgas, komt er minder ammonium in het water terecht. Stikstofgas ontsnapt via het water naar de atmosfeer. [14]

¹ zie verklarende woordenlijst



Fosfor is vooral in zoet oppervlaktewater de kritische factor, omdat het de bloei van algen en de ontwikkeling van kroos beïnvloedt. Stikstof is dat in zoute en kust wateren. Maar doordat stikstof via het water naar de atmosfeer ontsnapt, is fosfor het belangrijkste nutriënt die via de waterbodem de waterkwaliteit beïnvloed.

3.7 Adsorptie

Organische verontreinigingen zoals polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's), polychloor-bifenylen (PCB's) en chloorbenzenen binden in het algemeen goed aan organisch materiaal. Ook aan het zwevend materiaal in het water binden deze stoffen zich goed. De stoffen zijn sterk hydrofoob, wat wil zeggen dat een stof zich niet of zeer slecht met water mengt. Hierdoor is de kans dat grote hoeveelheden in het water opgelost zijn klein. Het grootste gedeelte van de aanwezige stof is gebonden.

Voor metalen geldt dat de manier waarop ze worden aangetroffen afhangt van de omstandigheden van de waterbodem. De aanwezigheid of afwezigheid van zuurstof en de pH¹ zijn de belangrijkste omstandigheden. Onder omstandigheden met zuurstof zijn metalen gebonden aan anorganisch (kleimineralen) en organisch materiaal en wordt de sterkte van de binding geregeld door de pH. Bij een lagere pH-waarden verschuift het evenwicht en zijn de meeste metalen in oplossing aanwezig. [13]

Als verontreinigingen adsorberen aan zwevend materiaal wordt de waterkwaliteit verbeterd. Maar als dit zwevend materiaal neerslaat verslechtert de waterbodemkwaliteit. Doordat het evenwicht tussen water en waterbodem kan veranderen, zal hierdoor de kwaliteit van het water en de waterbodem veranderen.

3.7.1 Koolstof

Door de hoeveelheid koolstof in het water en in de waterbodem kunnen verontreinigde stoffen aan koolstof binden. Deze kunnen neerslaan waardoor verontreinigende stoffen de waterbodem vervuilen. Door bioturbatie¹ (werveling) kunnen deze stoffen weer in het water oplossen (zie ook diffuse nalevering vanuit de waterbodem).

Anorganische koolstof komt voor in het water als kooldioxide en als bicarbonaat. Bij een hoge pH komt het ook voor als carbonaat. Organisch koolstof wordt uit kooldioxide gevormd door algen en hogere planten. Bij dit proces komt zuurstof vrij. Door de onttrekking van kooldioxide aan het water tijdens het vrijkomen van zuurstof stijgt de pH.

Organische koolstofverbindingen kunnen in opgeloste vorm (bv. humuszuren) en in vaste vorm (bv. algen, dode plantenresten) in het water voorkomen. Het vaste koolstof, wat zowel uit levend als dood materiaal kan bestaan, kan naar de bodem zakken en daar dikke lagen vormen. Mineralisatie (afbraak) van detritus vindt plaats door bacteriën. De afbraak verloopt sneller bij een hogere temperatuur. Als bij een aërobe afbraak zuurstof wordt onttrokken uit het water en de aanvulling vanuit de atmosfeer niet voldoende is, kan het water onderverzadigd raken. Dit kan vissterfte tot gevolg hebben. [14]

Dit proces is van invloed op de waterkwaliteit. Door de omstandigheden is dit proces wel per situatie/watersysteem anders. Niet alleen organische verbindingen en metalen kunnen zich aan organisch of anorganisch materiaal binden. Ook nutriënten binden zich aan dit materiaal. [13]

¹ zie verklarende woordenlijst



3.7.2 Octanol-water coëfficiënt

De octanol-water coëfficiënt is in veel studies gebruikt voor het bepalen hoe stoffen reageren in het milieu. Stoffen met een hoge octanol-water coëfficiënt zijn apolairere stoffen. Dit zijn stoffen die slecht oplossen in water. Doordat deze stoffen niet goed in water oplossen, zullen ze sneller binden aan zwevend materiaal in het water en de waterbodem. Het adsorberend vermogen van stoffen wordt weergegeven met de octanol-water coëfficiënt ($\log(K_{ow})$). In tabel 1 is voor de prioritaire stoffen uit de KRW de $\log(K_{ow})$ opgenomen. Hoe groter de $\log(K_{ow})$, hoe beter stoffen binden aan zwevend materiaal in het water en de waterbodem. De stoffen die dus een grote $\log(K_{ow})$ hebben zullen minder invloed hebben op de waterkwaliteit, maar zullen een probleem vormen bij het behalen van de chemische KRW-norm.

3.8 Bioaccumulatie

Bioaccumulatie is de toename in concentraties van schadelijke chemische stoffen in levende organismen (planten en dieren). Bioaccumulatie bestaat uit bioconcentratie en biomagnificatie. Onder biomagnificatie wordt verstaan het ophopen van stoffen in organismen door opname via het voedsel en onder bioconcentratie wordt uitsluitend verstaan het ophopen van een stof in een organisme door directe opname uit het omringende water. Dit o.a. door opname van de huid of het maagdarmkanaal. Doordat de chemische normen uit de KRW afgeleid zijn aan de hand van sediment en water organismen, speelt bioaccumulatie een rol bij het vaststellen van de chemische en ecologische kwaliteit van de wateren.

Bioaccumulatie treedt op wanneer de snelheid waarmee de stof wordt ingenomen groter is dan de snelheid waarmee de stof uit het organisme verdwijnt. Sommige stoffen worden slechts langzaam afgebroken. Ze hopen zich op in het weefsel van het organisme en kunnen via de voedselketen doorgegeven worden aan hogere organismen, die weer aan hogere concentraties worden blootgesteld. Vooral stoffen die hydrofoob¹ zijn, kunnen bioaccumuleren. Hiervoor wordt de octanol-water coëfficiënt ($\log(k_{ow})$) gehanteerd: een stof met een hoge coëfficiënt (>5) heeft in het algemeen een grote neiging om in vet te accumuleren. [13]. In tabel 1 is een overzicht opgenomen van de $\log(K_{ow})$ van de prioritaire stoffenlijst uit de KRW, voorzover deze bekend zijn.

Tabel 1 Overzicht wateroplosbaarheid per prioritaire stof [15]

Stof	$\log(K_{ow})$	Stof	$\log(K_{ow})$
Alachloor	2.27	Isoproturon	2,25
Anthraceen	4.49	Naftaleen	3,36
Antrazine	2.18	Nonylfenol	>4,00
Benzeen	2.13	Octylfenol	3,70
Decabroomdifeny ether		PAK – benzo(a)pyreen	6,35
Octabroomdifeny ether		PAK – benzo(k)fluorantheen	6,84
Pentabroomdifeny ether		Pentachloorbenzeen	5,17
C10-13 chlooralkanen	>4.39	Pentachloorfenol	5,12
Chloorfenvisfos	3.12	Simazine	2,18
Chloorpyrifos	3.81	Tetrachlooretheen	2,60
1,2-dichloorethaan	1.48	Tetrachloormethaan	2,64
Dichloormethaan	1.87	Tributyltin verbindingen	
Diethylhexylftalaat (DEHP)		Trichloorbenzenen	4,06
Diuron	2.55	Trichlooretheen	2,71
Endosulfan	3.04	Trichloorethaan	2,17/2,49
Fluorantheen	5.07	Trifluarin	5,07
Hexachloorbenzeen	5.47	Cadmium	
Hexachloorbutadien	4.78	Lood	
Hexachloorcyclohexanen (α , β , δ)	3.72	Kwik	
Lindaan	3.70	Nikkel	

¹ zie verklarende woordenlijst



Uit tabel 1 valt af te leiden welke stoffen goed aan materiaal binden en hoe deze stoffen accumuleren in organismen.

De octanol-water coëfficiënt geldt alleen voor organische stoffen, daarom zijn voor de zware metalen geen coëfficiënten ingevuld. Voor de overige stoffen ligt de $\log(K_{ow})$ tussen de 1,48 voor 1,2-dichloorethaan en de 6,84 voor Benzo(k)fluorantheen. Zeven van de 33 prioritaire stoffen liggen boven de 5. Deze stoffen hebben een grote neiging om in vet te accumuleren. Deze stoffen zullen ook adsorberen aan zwevend materiaal en de waterbodem en zullen daarmee de waterkwaliteit niet sterk beïnvloeden.

3.9 Overzicht invloed processen

De processen hebben elk een bepaalde invloed op de waterkwaliteit. Uit het rapport van het RIZA "Beoordeling van actuele risico's van verspreiding naar oppervlaktewater Achtergronddocument bij de Richtlijn Nader Onderzoek van verontreinigde waterbodems", juli 2000, is naar voren gekomen welke processen er zijn en welke processen een grote invloed hebben op de waterkwaliteit. In tabel 2 zijn de processen naar beïnvloeding ingevuld.

Tabel 2 Beïnvloeding van het proces

Verticaal transport uit de waterbodem door kwel.	--
Uitpersing poriewater door consolidatie.	-
Afdekking door sedimentatie van zwevend stof.	+
Erosie en resuspensie.	++
Diffuse nalevering vanuit de waterbodem.	++
Adsorptie.	++
Bioaccumulatie.	++

-- weinig tot geen invloed op de waterkwaliteit
 - weinig invloed op de waterkwaliteit
 + dusdanige invloed op de waterkwaliteit
 ++ meeste invloed op de waterkwaliteit

Doordat kwel en consolidatie in zeer specifieke gevallen invloed kunnen hebben op de waterkwaliteit, zijn dit niet processen die in het algemeen invloed hebben op de waterkwaliteit. Erosie en resuspensie, diffusie nalevering, adsorptie en bioaccumulatie echter komen over het algemeen in bijna alle wateren voor. Hierdoor beïnvloeden deze processen de waterkwaliteit op een dusdanige manier, dat deze processen aangepakt moeten worden. Afdekking kan een positief effect hebben op de water- en de waterbodemkwaliteit. Daardoor is de beïnvloeding, vergeleken met de rest van de processen, van de waterkwaliteit minder. In hoofdstuk 4 worden de processen vergeleken met de normering.



3.10 Knelpunten ecologie

De knelpunten voor het behalen van de ecologische doelstellingen zijn vooral fosfor en stikstof. Fosfor is vooral in zoet oppervlaktewater een kritische factor, omdat het de bloei van algen en de ontwikkeling van kroos beïnvloedt. Te veel algen veroorzaken vertroebeling, verhinderen de groei van waterplanten op de bodem en brengen het watersysteem in een ongewenste ecologische toestand. Bovendien kunnen sommige soorten algen giftig zijn en veroorzaken afgestorven algenmassa's stank. Onder een dek van kroos dringt geen licht of lucht door, daardoor is het water dood. Om een goede ecologische kwaliteit te bereiken in de zoete wateren heeft het terugbrengen van fosforconcentraties de eerste prioriteit. Stikstof vormt vooral een probleem voor de kustzone en zoute watergangen. De kustzone en zoute wateren zullen internationaal aangepakt moeten worden. [16]

Voor fosfor en stikstof zijn nog geen chemische normen vastgesteld door de Europese Unie. Doordat fosfor en stikstof bijdragen aan de euforiering van het water, zou een chemische norm bijdragen aan het verbeteren van de waterkwaliteit. Zowel fosfor als stikstof beïnvloeden de ecologische waterkwaliteit, doordat deze invloed hebben op de 4 biologische kwaliteitselementen waaruit de ecologische norm voor het water is opgebouwd.



4. VERGELIJKING WET- EN REGELGEVING EN PROCESSEN

In dit hoofdstuk zullen de overeenkomsten en verschillen tussen de KRW en de NW4 en WB21 worden beschreven. Ook zullen de processen die cruciaal zijn voor het behalen van de KRW doelstellingen besproken worden. In hoofdstuk 4.3 worden de cruciale verschillen tussen de huidige wetgeving en de KRW beschreven. In hoofdstuk 4.4 worden de cruciale processen vergeleken met de wet- en regelgeving.

4.1 Verschillen in wet- en regelgeving

De basis van het waterbeleid in Nederland wordt gevormd door de Vierde Nota Waterhuishouding (NW4). Na het verschijnen van de NW4 heeft de Commissie Waterbeheer 21^e Eeuw haar advies gegevens over hoe Nederland in de 21^e eeuw met haar waterhuishouding moet omgaan. Dit WB21-advies heeft in december 2000 geleid tot 3 kabinetsstandpunten '*Anders omgaan met Water*', '*Ruimte voor de Rivier*' en '*Derde Kustnota*'. Vanaf 2000 is de Kaderrichtlijn Water van kracht geworden.

Zowel de WB21 als de KRW kunnen gezien worden als aanvullingen op het beleid wat de NW4 al in gang had gezet. Er is besloten de uitvoering van WB21 en de KRW in elkaar te schuiven. Gelijktijdige uitvoering is doelmatig en efficiënt. Er zijn veel overeenkomsten zowel op inhoudelijke als op procedurele gronden. De raakvlakken zijn o.a. het verzamelen van informatie, de besluitvorming en de communicatie. Dit betekent bijvoorbeeld dat de al verzamelde informatie van de WB21-deelstroomgebiedsvisies voor een deel gebruikt wordt voor de Kaderrichtlijnverplichtingen. Het probleem is echter dat de WB21 al uitgewerkt en ingevuld wordt, terwijl de KRW afhankelijk is van de wetgeving die door Brussel wordt opgelegd.

Het grote verschil tussen de NW4 en de KRW is dat de NW4 een inspanningsverplichting heeft en de KRW een resultaatverplichting. Het doel in de KRW dat bepaald is moet dus gehaald worden. Een ander verschil is dat de NW4 zich vooral richt op de chemische kwaliteit van het water en de waterbodem, terwijl bij de KRW de ecologische kwaliteit centraal staat.

Daarnaast worden, doordat de KRW-doelen resultaatverplichtend zijn, meerdere compartimenten aangepakt. Een voorbeeld hiervan is dat het mestbeleid aangepakt moeten worden om de KRW-doelen te kunnen halen. Met deze doelen is meer samenhang tussen de maatregelen en de doelen en zijn de lidstaten verantwoordelijk voor het behalen van de doelen.

4.1.1 Ecologische normen

Op dit moment zijn er geen ecologische normen vastgesteld. Het grote verschil tussen de huidige regelgeving en de KRW is dus dat door de KRW wel normen voor de ecologie worden vastgesteld. De meeste normen worden door provincies en waterschappen, in overleg met het Rijk, gemeenten en andere partijen vastgesteld. Alleen voor natuurlijke wateren stelt het Rijk normen vast. De ecologische normen worden alleen geformuleerd voor wateren die onderdeel uitmaken van een waterlichamen.

4.1.2 Chemische normen

NW4

De afleiding van de normen uit de NW4 zijn opgenomen in de beleidsnotitie "Milieukwaliteitsnormen voor water, bodem en lucht", IWINS, 1997, en worden op dezelfde manier bepaald als de KRW-normen, welke uitgaan van de toxiciteitsgegevens van sediment- en waterorganismen. Het verschil met de KRW is dat de NW4 drie verschillende waarden heeft, om te bepalen hoe ernstig de vervuiling is. Dit zijn de streefwaarde, het maximaal toelaatbaar risico (MTR) en de interventiewaarde. Als een



stof het MTR overschrijdt is er sprake van een ernstige vervuiling. Maar doordat de NW4 geen resultaatverplichting heeft, is het niet direct noodzakelijk om hier wat aan te doen.

KRW

De chemische normen van de KRW gaan uit van de ecologische kwaliteit van het water. Voor de beschrijving van de ecologische toestand worden maatlatten opgesteld voor 4 biologische kwaliteitselementen in waterlichamen (zie hoofdstuk 2). Hierdoor zijn de organismen in het water en de waterbodem van belang bij het vaststellen van de chemische normen.

De normen worden vastgelegd door de Europese Commissie die opdracht heeft verleend aan het Fraunhofer Instituut (FHI) om tot deze normen te komen. Om tot de normen van sediment te komen is informatie nodig over de toxiciteitgegevens van sedimentorganismen. Deze gegevens zijn beperkt. Hierdoor is een onderzoeksbenadering toegepast. De zogenaamde 'equilibrum partitioning'. De methode gaat uit van het evenwicht tussen water en waterbodem. Aangenomen is dat zowel sediment organismen als waterorganismen een gelijke gevoeligheid vertonen ten opzichte van de prioritaire stoffen. De resultaten vormen een trigger of er onderzoek gedaan moet worden naar de toxiciteit van stoffen in organismen. Dit wordt in een later stadium bepaald. Voor het vaststellen van de normen is eerst een concentratie voorspeld waarbij geen effect wordt ondervonden (Predicted No Effect Concentration (PNEC)). De formule die gebruikt is voor het bepalen van de PNEC gaat alleen uit van opnamen uit water. Er zal echter ook opname plaats vinden via het sediment. De octanol/water ($\log(K_{ow})$) coëfficiënt is een maat voor de evenwichtsconcentratie in water en in poriewater. Het is een maat voor het bioaccumulerend vermogen van een stof. Stoffen die een $\log(K_{ow}) > 5$ hebben, accumuleren beter in organismen dan stoffen met een lagere $\log(K_{ow})$. Hierdoor wordt de norm met een factor 10 strenger. [17]

In tabel 3 staan de door het FHI afgeleide kwaliteitsnorm en de huidige Nederlandse MTR's weergegeven. De MTR komen uit de NW4. Zowel de MTR als de FHI-norm gelden voor een standaard waterbodem (25% lutum en 10% organisch stof).

Tabel 3 Afgeleide milieukwaliteitsnormen en MTR's in mg/kg dw voor zoet sediment.

Stof	Huidige MTR sediment	Voorstel FHI voor zoet sediment
Alachloor	-	-
Anthraceen	0,1	0,1776
Antrazine	0,026	0,0029
Benzeen	1	-
Decabroomdifenyl ether	-	384
Octabroomdifenyl ether	-	127
Pentabroomdifenyl ether	-	0,31
C10-13 chlooralkanen	-	0,998
Chloorfenvisfos	0,00006	-
Chloorpyrifos	0,001	0,000032
1,2-dichloorethaan	2	-
Dichloormethaan	10	-
Diethylhexylftalaat (DEHP)	-	100
Diuron	0,009	-
Endosulfan	0,001	0,0012
Fluorantheen	3	0,129
Hexachloorbenzeen	0,005	0,0169
Hexachloorbutadieen	-	0,056
Hexachloorcyclohexanen (α , β , δ)	0,29	-
Lindaan	0,23	0,0103
Isoproturon	0,005	-
Naftaleen	0,1	-
Nonylfenol	-	0,18
Octylfenol	-	0,0339
PAK – benzo(a)pyreen	3	2,497
PAK – benzo(k)fluorantheen	2	0,349
Pentachloorbenzeen	0,1	0,4

**Tabel 3** vervolg

Stof	Huidige MTR sediment	Voorstel FHI voor zoet sediment
Pentachloorfenol	0,3	0,0748
Simazine	0,0009	0,0171
Tetrachlooretheen	4	-
Tetrachloormethaan	1	-
Tributyltin verbindingen	0,01	0,00001
Trichloorbenzenen	7	0,414
Trichlooretheen	13	-
Trichloorethaan	2	-
Trifluarin	0,019	3,2
Cadmium (incl. achtergrond)	12	2,6
Lood (incl. achtergrond)	530	75
Kwik (incl. achtergrond)	10	0,56
Nikkel (incl. achtergrond)	44	36

- trigger om een FHI-norm voor sediment af te leiden niet overschreden.

Uit tabel 3 blijkt dat voor 19 stoffen zowel een KRW-norm als een MTR beschikbaar is. Voor 13 van de 19 stoffen is de KRW-norm lager dan de huidige MTR. Voor 4 van de 19 stoffen is de KRW-norm hoger dan het MTR en voor 2 stoffen liggen de normen nagenoeg gelijk. Verder zijn er aan aantal stoffen waarvoor geen MTR beschikbaar is of omgekeerd, geen KRW-norm.

Voor de nutriënten zoals fosfor en stikstof zijn (nog) geen normen afgeleid door het FHI. De hoeveelheid aan fosfor in het water zou wel een knelpunt kunnen zijn voor de goede ecologische waterkwaliteit die in de KRW staat beschreven (hoofdstuk 2). Per watergang zal gekeken moeten worden of de nutriënten voor problemen kunnen zorgen bij het behalen van de doelstellingen in 2015.

Door het RIZA is een onderzoek uitgevoerd (Beek et al. 2004) met de door het FHI afgeleide milieukwaliteitsnormen voor sediment. De voorlopige KRW-normen zijn vergeleken met de huidige MTR's. De normen zijn getoetst aan de hand van kwaliteitsgegevens zowel afkomstig uit de Rijkswateren al de regionale wateren. In totaal zijn er 132.287 meetwaarden getoetst aan zowel de KRW-norm als de MTR. Met behulp van TOWABO95 heeft de toetsing van de gegevens over de periode van 1992-1997 plaatsgevonden. Towabo is het toetsingsprogramma op het gebied van waterbodembodem binnen het kader van de NW4. Hiermee kunnen alle analyseresultaten in 1 keer getoetst worden. Het MTR wordt door 7,3% van de meetwaarde overschreden, terwijl de KRW-norm voor 20,2% wordt overschreden. PAK's en metalen zijn vooral verantwoordelijk voor de overschrijdingen.

Duidelijk is dat bij de beoordeling van de waterbodembodemkwaliteit in Nederland de normen van het FHI het percentage overschrijdingen zal toenemen. Hieruit kan worden afgeleid dat de normen voor de chemische kwaliteit strenger worden ten opzichte van de normen uit de NW4. [12]

4.2 Cruciale verschillen NW4 en KRW

In tabel 4 is het overzicht van de verschillen weergegeven.

Tabel 4 Overzicht verschillen wet- en regelgeving NW4 en KRW

Wetgeving		
Chemische normen	NW4	KRW
Ecologische normen		KRW
Inspanningsverplichting	NW4	
Resultaatsverplichting		KRW

In tabel 4 is te zien dat de KRW een aanvulling is op de NW4. Daarnaast zijn de chemische normen in de KRW strenger dan de normen uit de NW4. De ecologische normen zijn nieuw en de KRW heeft een resultaatverplichting.



4.3 Cruciale processen

In hoofdstuk 3 zijn de processen beschreven die vanuit de waterbodem invloed hebben op de waterkwaliteit. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste processen besproken.

De invloed vanuit de waterbodem op de waterkwaliteit gebeurt op de volgende manier.

- verticaal transport uit de waterbodem door kwel;
- uitpersing poriewater door consolidatie;
- erosie onder invloed van stroming en/of golfwerking (door wind of scheepvaart);
- resuspensie (materiaal wordt opgewerveld en sedimenteert binnen het beschouwde systeem);
- adsorptie (opgeloste stoffen binden zich aan vast materiaal);
- diffuse nalevering vanuit de waterbodem;
- Afdekking door sedimentatie van zwevend stof;
- Bioaccumulatie.

Deze processen verschillen per watersysteem. Uit bovenstaande opsomming zijn 6 processen te halen die de meeste invloed hebben vanuit de waterbodem op de waterkwaliteit. Deze 6 processen zijn afdekken van het verontreinigde materiaal, diffuse nalevering vanuit de waterbodem, adsorptie, erosie, resuspensie en bioaccumulatie. De overige processen hebben op specifieke gevallen invloed, waardoor deze voor het eindresultaat geen dusdanig effect hebben dat deze meegenomen zijn.

Nutriënten

Nederland gaat uit van een normstelling voor nutriënten waarin onderscheid is gemaakt per watersysteem. Omdat niet alle wateren even gevoelig zijn, hoeven de normen niet overal even streng te zijn. De gespecificeerde doelen zullen in de komende jaren worden uitgewerkt. De nutriënten vormen een bedreiging voor het behalen van de KRW-doelstellingen, doordat zelfs na het saneren van primaire bronnen de nalevering vanuit de waterbodem een probleem blijft vormen. [3]

4.4 Vergelijking wetgeving KRW en cruciale processen

In tabel 5 staat de relatie tussen de cruciale processen en de wet- en regelgeving. Inzicht hierin is noodzakelijk om zo tot een overzicht te komen welke processen of stoffen niet in de normering terug komen,

Tabel 5 Relatie wet- en regelgeving en cruciale processen

Tabel 2: Relatie Wet- en Regelgeving en draakende processen									
Wetgeving	Processen								
	A1	A2	B1	B2	C	D	E	F	
	Chemische normen	X		X		X	X	X	X
	Ecologische normen	X		X		X	X	X	X
	Nog niet opgenomen		X		X				

A1: diffuse nalevering vanuit de waterbodem organische stoffen/ metalen

A2: diffuse nalevering vanuit de waterbodem nutriënten

B1: adsorptie organische stoffen/ metalen

B2: adsorptie nutriënten

C: erosie

D: resuspensie

E: bioaccumulatie

F: afdekken

De stoffen (verontreinigingen) die vrijkomen bij diffuse nalevering vanuit de waterbodem, adsorptie, erosie en resuspensie komen terug in de normen van de chemische kwaliteit van de waterbodem en ecologische kwaliteit van het water. Via bioaccumulatie worden de stoffen doorgegeven aan sediment- en waterorganismen, waardoor de processen en daarmee de prioritair stoffen ook in de ecologische kwaliteit van het water zitten.



Het terugdringen van de emissie van nutriënten (fosfor en stikstof) is een belangrijke voorwaarde voor ecologisch herstel. Stikstof is voor de kustzone en zoute wateren de meest kritische factor; voor het zoete oppervlaktewater is dit fosfor. Het grootste gedeelte van de belasting van het hoofdwatersysteem is afkomstig uit het buitenland. Dit zal internationaal aangepakt moeten worden. Door aan het Goede Ecologische Potentieel of de Goede Ecologische Toestand te voldoen zal het huidige mestbeleid aangescherpt moeten worden. Ook zullen rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) de lozing van fosfor terug moeten dringen. Algemeen kan gezegd worden dat de punt- en diffusiebronnen aangepakt moeten worden.

Uit het bovenstaande komt naar voren dat de KRW wetgeving omvangrijker is dan de NW4 wetgeving. De doelstellingen van de KRW zijn resultaat verplichtingen, waardoor de normen daadwerkelijk gehaald moeten worden. Het probleem ligt nu nog bij de nutriënten in het water en de waterbodem. Niet alleen de waterbodem heeft invloed op de hoeveelheid nutriënten in het water, maar ook de landbouw. Dit gaat te ver om helemaal uit te werken, maar zal wel meegenomen moeten worden bij het bepalen van de doelstellingen en normen voor nutriënten.

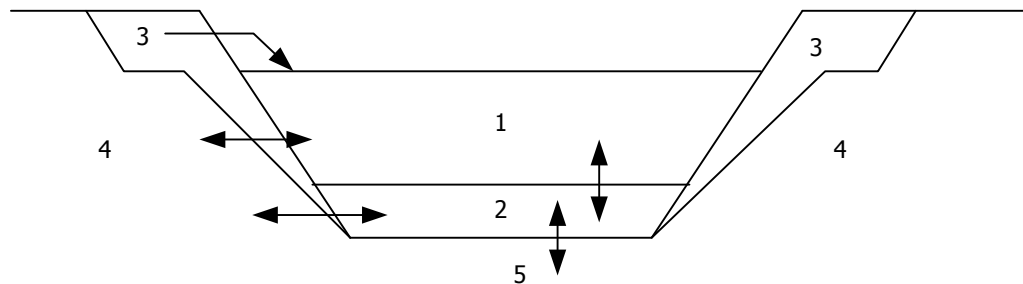


5. MAATREGELEN IN DE WATERBODEM

In dit hoofdstuk worden maatregelen beschreven die het behalen van de KRW-doelstelling bevorderen.

5.1 Maatregelen overige compartimenten

De cruciale processen vanuit de waterbodem zijn niet de enige uitwisselingen die de waterkwaliteit beïnvloeden. Er zijn ook uitwisselingen die de waterkwaliteit vanuit andere compartimenten beïnvloeden. Hierdoor wil het aanpakken van de waterbodem niet gelijk zeggen dat voldaan wordt aan de doelstellingen uit de KRW. In figuur 7 staan deze uitwisselingen weergegeven.



Figuur 7 Overzicht processen die invloed op de waterkwaliteit hebben
1: oppervlaktewater, 2: waterbodem, 3: oever, 4: landbodem, 5: grondwater

De uitwisseling van $1 \leftrightarrow 2$ is beschreven in hoofdstuk 3. De overige uitwisselingen beïnvloeden de waterkwaliteit wel, maar zijn niet beschreven en worden ook niet meegenomen in het onderzoek. Om de overige uitwisselingen aan te pakken kan gedacht worden aan het:

- aanpakken van pleziervaart en beroepsvaart;
- verscherpen van het mestbeleid;
- aanpakken van puntbronnen;
- aanpakken van diffuse bronnen (bijvoorbeeld overstorten RWZI's);
- beheren van de visstand;
- aanleggen van vispassages (o.a. vangen en uitzetten vis);
- verbetering van rioolwaterzuiveringsinstallaties;
- planten en beheren van waterplanten.

5.2 Maatregelen processen waterbodems

De processen die zowel de chemische als ecologische kwaliteit van de wateren beïnvloeden zijn:

- afdekken van het verontreinigde materiaal;
- diffuse nalevering vanuit de waterbodem;
- adsorptie;
- erosie;
- resuspensie;
- bioaccumulatie.

Door deze processen te beïnvloeden of helemaal te stoppen, is de invloed vanuit de waterbodem op de waterkwaliteit dusdanig aan te pakken, dat de processen geen rol meer spelen bij het behalen van de KRW-doelstellingen. Er zijn verschillende maatregelen te bedenken die de processen aanpakken.



5.2.1 Chemisch

Meanderen

Het verminderen van erosie en resuspensie kan bereikt worden door gekanaliseerde watergangen te hermeanderen. Hierdoor wordt de afvoersnelheid verminderd. In de bochten treedt wel erosie en resuspensie op. Het is onmogelijk om in alle wateren erosie en resuspensie volledig te stoppen. De beïnvloeding van deze processen is al een verbetering op de waterkwaliteit. Door de meandering wordt de ecologische kwaliteit ook verbeterd. In de afvoersnelheid van het water zit verschil (binnen- en buitenbocht), waardoor verschillende plant- en diersoorten zich kunnen ontwikkelen.

Baggeren

Het verminderen van adsorptie en diffuse nalevering vanuit de waterbodem kan bereikt worden door de waterbodem te baggeren. Er kan gekozen worden om de gehele laag of tot het onderhoudsprofiel¹ te baggeren. De ondergrond is bij de meeste wateren schoner dan de sliblaag, waardoor het baggeren van de hele laag de voorkeur heeft. Als tot het onderhoudsprofiel gebaggerd wordt, hoeft de chemische doelstelling niet gehaald te worden. Door het baggeren wordt de verontreiniging geheel of gedeeltelijk verwijderd, waardoor nalevering naar de waterbodem naar het water verminderd zal worden.

Door het baggeren kan de waterkwaliteit tijdelijke verslechteren. Hoe sterk de waterkwaliteit achteruit gaat na het baggeren gaat te ver om te onderzoeken en is niet opgenomen in dit onderzoek.

Afdekken

Het afdekken van het verontreinigde materiaal is vooral in wateren met een sterke resuspensie en erosie geen oplossing. Het is wel geschikt voor diepere watergangen die verondiept kunnen worden. Door het afdekken van verontreinigd materiaal worden de processen diffuse nalevering en adsorptie verminderd. Ook wordt direct voldaan aan de chemische kwaliteit van de KRW. Het gebruikte afdek materiaal moet dan wel aan de KRW-norm voldoen.

In-situ

Voor sommige watergangen is baggeren niet doelmatig of dit leidt tot een grote schade aan natuurwaarden. Het afdekken van het verontreinigd materiaal is geen mogelijkheid, doordat de functie van de watergang verloren gaat. In-situ saneringen zouden dan een uitkomst kunnen bieden. De verontreinigde bodem wordt niet uit het watersysteem verwijderd. Er worden andere maatregelen genomen om de risico's en negatieve gevolgen van de verontreiniging te beperken. Voor deze maatregelen valt te denken aan:

- bevordering van de biologische afbraak van de verontreinigende stoffen door optimalisatie van de omstandigheden;
- binding van de verontreiniging aan adsorberende stoffen, om verspreiding te voorkomen zodat de verontreinigingen geen gevaar voor het bodemleven meer vormen;
- gebruik van planten om de bodemdeeltjes beter bijeen te houden, om zo verontreinigende stoffen te binden of af te breken.

Het gebruik van in-situ saneringen wordt op dit moment zelden uitgevoerd. Waterbodems zijn vaak verontreinigd met zware metalen, welke niet biologisch afbreekbaar zijn. Voor deze wateren zijn in-situ saneringen geen oplossing. Toch zullen in-situ saneringsmogelijkheden in de toekomst uitkomst bieden voor het behouden van de ecologische kwaliteit van de wateren. [18]

¹ zie verklarende woordenlijst



Snoeien

Een maatregel voor het verminderen van de vorming van waterbodems is het snoeien van bomen en planten langs en boven de wateren. Hierdoor zullen adsorptie en diffuse nalevering vanuit de waterbodem minder invloed hebben op de waterkwaliteit. Wel zal gekeken moeten worden of deze maatregel geen ongewenst effect heeft op de ruimtelijke beleving van de watergang. Ook de zon heeft nu vrijspel op de watergang, waardoor het water opwarmt.

5.2.2 Ecologisch

Doordat de ecologische normen geen 'harde' normen zijn en deze normen niet specifiek gericht zijn op de waterbodem, zijn geen specifieke maatregelen te noemen, waardoor de ecologische kwaliteit van het water verbeterd wordt. Bij de ecologische kwaliteit wordt gekeken naar 4 biologische kwaliteitselementen, algen, waterplanten, bodemdieren en vissen. Aan de hand hiervan wordt de ecologische kwaliteit van het water beoordeeld. Om deze ecologische kwaliteit te verbeteren, gezien vanuit de waterbodems, kan gedacht worden aan het:

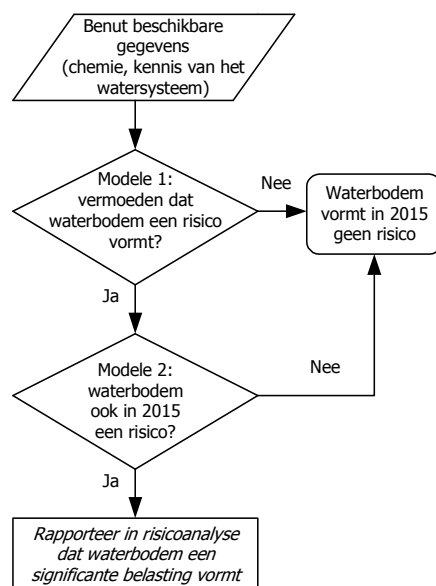
- aanleggen van natuurvriendelijke oevers;
- aanleggen van plas-dras bermen;
- herprofilen van het dwarsprofiel van de oever en de watergang (natuurlijker maken);
- verminderen van de afvoersnelheid (meanderen van beken);
- aanleg van diepere putten in watergangen (paaiplassen voor vissen).

Door de 'ecologische' verbeteringen in een watersysteem toe te passen zijn er meer soorten aanwezig (planten en diersoorten) en verbetert de ecologische kwaliteit van het water.

Tussen de chemische en ecologische maatregelen zit overlap. Het meanderen van een beek is zowel chemisch als ecologisch een maatregel die voor verbetering zorgt.

5.3 Stroomschema

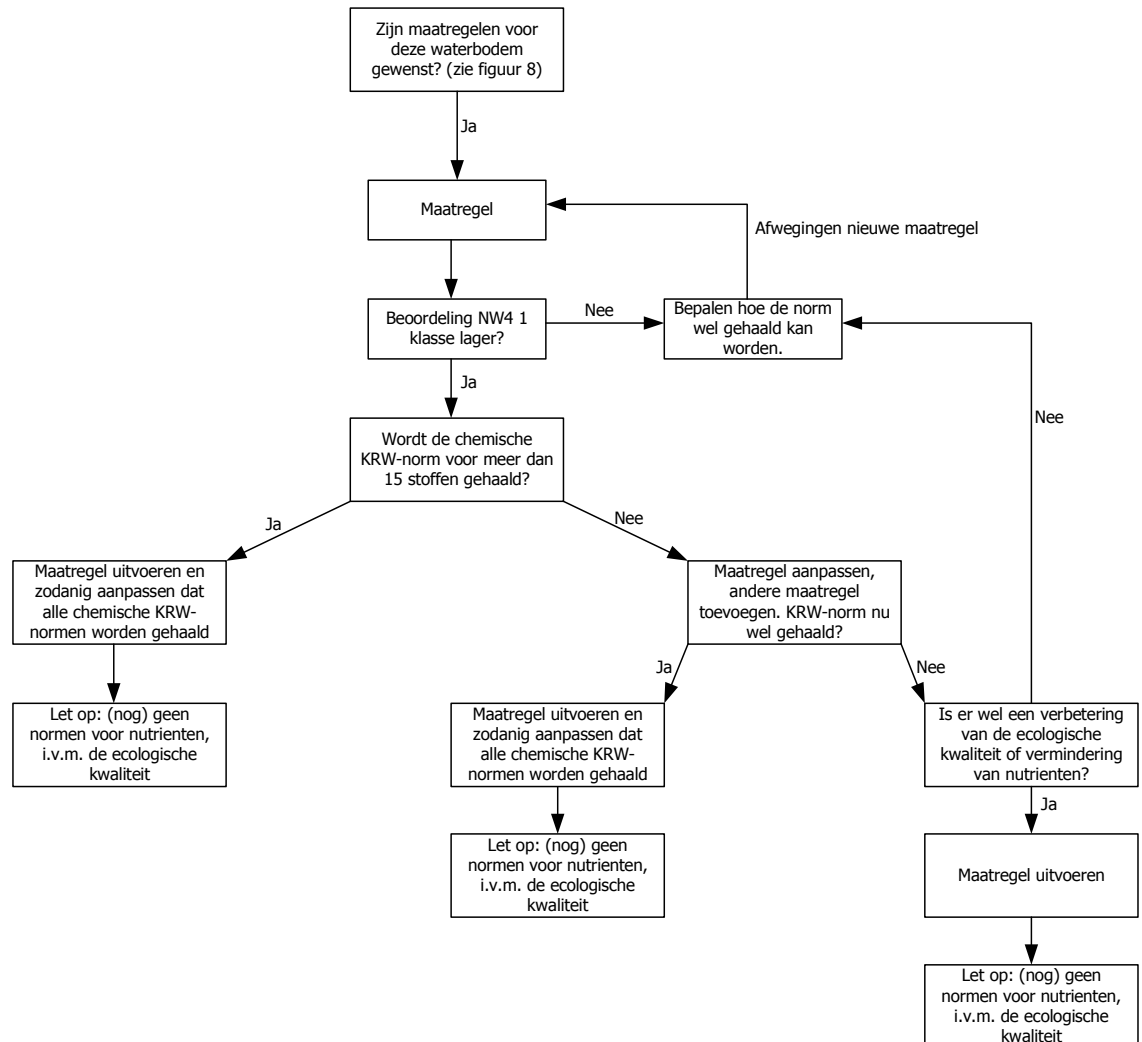
Met behulp van de hierboven beschreven hoofdstukken is tot het volgende stroomschema gekomen. Het stroomschema is ervoor bedoeld om tot een maatregel te komen waardoor de sediment doelstellingen uit de KRW behaald worden. Door RIZA is onderzoek uitgevoerd of een waterbodem risico vormt voor het bereiken van de goede toestand volgens de KRW. [20]. Uit dit rapport is figuur 8 opgenomen om aan te geven welke stappen ondernomen moeten worden om te bepalen of de waterbodem een risico vormt.



Figuur 8 Overzicht belangrijkste onderdelen Quickscan uit onderzoek RIZA [20]



Uitgaande van een situatie waarin de waterbodem een negatief effect heeft op de kwaliteit van het water, kan nagegaan worden welke maatregelen genomen kunnen worden. Dit kan door het schema van figuur 9 te doorlopen voor elke maatregel die in aanmerking komt in de gegeven situatie.



Figuur 9 Bepalen maatregelen voor waterbodems

Doordat de chemische KRW-norm voor de meeste stoffen lager ligt dan het MTR, zal alleen het aanpakken van klasse 3/4 locaties niet voldoende zijn om de chemische KRW-norm te behalen. Door ook de klasse 2 locaties aan te pakken, zal resultaat verbeteren. Ook nu kan het nog zo zijn, dat de norm niet gehaald wordt. Dit komt doordat de normen voor lood en lindaan lager liggen dan de landelijke streefwaarde uit de NW4.

Toelichting schema

Er wordt met behulp van de gekozen maatregel gekeken of de chemische doelstellingen uit de KRW bereikt worden. Als de kwaliteit in de toplaag van de waterbodem volgens de NW4 verbetert, is dit al een verbetering voor de waterbodempkwaliteit en daarmee ook voor de waterkwaliteit. Er is gekozen voor de NW4, omdat de waterbeheerders nu nog van de NW4 uitgaan en omdat de KRW-normen nog niet definitief zijn. Eind 2006 zullen deze normen definitief worden gemaakt. In het schema wordt verder gewerkt met de voorlopige normen die vastgesteld zijn door de Europese Unie. Hiervan zullen minimaal 15 van de 40 stoffen aan de chemische KRW-norm moeten voldoen. Als dit het geval is zal de maatregel uitgevoerd worden. Er zal wel gekeken moeten worden hoe de maatregel zo aangepast kan worden dat alle normen gehaald worden.



Als blijkt dat minder dan 15 van de 40 stoffen aan de chemische KRW-norm voldoen is het verstandig de maatregel aan te passen, zodat de norm wel wordt gehaald. Mocht de norm nu wel gehaald worden, dan wordt de aangepaste of uitgebreide maatregel uitgevoerd. Mocht dit niet helpen dan wordt gekeken of er een verbetering van de ecologische kwaliteit wordt waargenomen. Hierdoor kan alsnog besloten worden om de maatregel uit te voeren.

Mocht een maatregel uitgevoerd worden, dan kunnen de nutriënten (voornamelijk fosfor en stikstof) nog voor problemen zorgen. Voor de nutriënten heeft de Europese Commissie (nog) geen chemische normen bepaald, terwijl de nutriënten de ecologische kwaliteit wel degelijk beïnvloeden. Door het afdekken van de verontreiniging of baggeren van de totale hoeveelheid vormen de nutriënten geen probleem voor het behalen van de ecologische doelstellingen.

Verbetering maatregelen

Voor het verbeteren van het resultaat, kunnen de maatregelen verbeterd worden. Er zijn 4 verbeteringen mogelijk:

1. verbeteren van
 - afdekken
 - in-situ sanering
 - baggeren
2. andere maatregel, bijvoorbeeld
 - afdekken
 - in-situ sanering
 - baggeren
3. combinatie van
 - afdekken
 - in-situ sanering
 - baggeren
4. maatregelen niet gebonden aan de waterbodem.

Door het verscherpen/verbeteren van de maatregel, zal de maatregel kosten effectiever worden en het resultaat verbeteren.

1. Verbeteren

Het aanpassen van de maatregel zodat het resultaat volgens de NW4 verbetert. De maatregel afdekken kan niet verbeterd worden. Wel kan de laagdikte aangepast worden. Door een dikkere afdeklaag aan te brengen, is de kans dat de verontreiniging door deze laag heen dringt kleiner.

Bij in-situ saneringen kan de saneringstechniek aangepast worden. Door bijvoorbeeld het verbeteren van de omstandigheden waarin micro-organisme leven, zal de verontreiniging beter afbreken.

Baggeren kan op 2 manieren. De gehele laag baggeren of een gedeelte van de laag baggeren. Als besloten is om een gedeelte van de laag te baggeren en de normen worden niet gehaald, kan besloten worden om de gehele laag te baggeren. De ondergrond is meestal schoner dan de sliblaag, waardoor de normen gehaald kunnen worden.

2. Andere maatregel

Er kan een andere maatregel gekozen worden. Bijvoorbeeld: er is gekozen voor de maatregel afdekken. Deze maatregel heeft niet het gewenste resultaat, waardoor besloten wordt om een hele andere maatregel toe te passen. Nu kan nog gekozen worden uit in-situ sanering of baggeren.



3. Combinaties

Een combinatie van maatregel 1, 2 of 3 kan uitkomst bieden. Het combineren van baggeren en afdekken is vooral bij diepere plassen een oplossing. Een gedeelte in-situ saneren en een gedeelte baggeren of afdekken zou ook een oplossing kunnen zijn. Zo kunnen kosten beperkt worden en wordt het beste resultaat gehaald.

4. Maatregelen niet gebonden aan de waterbodem

Door het kiezen van een maatregel die niet direct de waterbodem aanpakt, kan de ecologische kwaliteit verbeteren. Er kan gedacht worden, voor bijvoorbeeld het terug dringen van nutriënten, aan het aanscherpen van het mestbeleid. Hiermee wordt de waterbodem niet direct aangepakt, maar wordt de nutriënten verontreiniging in de waterbodem wel verminderd. Om de chemische kwaliteit van de waterbodem te verbeteren zal de waterbodem wel aangepakt moeten worden.

Daarnaast zullen kosten een belangrijke rol spelen bij het wel of niet uitvoeren van een maatregel. De kosten zijn niet opgenomen in het schema. Deze vallen buiten de opdracht van het afstuderen.

De KRW stelt ook normen op voor het grondwater. Vanuit de waterbodem kunnen verontreinigingen verspreiden naar het grondwater. In dit onderzoek is de mogelijke verspreiding vanuit de waterbodem naar het grondwater niet meegenomen. Dit gaat buiten het onderzoek om, maar waterbeheerders zullen met de gekozen maatregel, rekening moeten houden met de verspreiding naar het grondwater.



6. SURFPLAS VEENENDAAL

In dit hoofdstuk wordt het stroomschema getest op een recreatievijver in Veenendaal.

6.1 Ligging Surfplas Veenendaal

De Surfplas betreft een grote vijver met een maximale lengte van ongeveer 350 meter en een maximale breedte van 165 meter. Het oppervlak bedraagt circa 4 hectare. De surfplas ligt in het zuid/oosten van Veenendaal en wordt als recreatieplas gebruikt in de zomer. In figuur 10 is de ligging van de surfplas aangegeven.



Figuur 10 Ligging van de Surfplas te Veenendaal

6.2 Historische gegevens

Onderzoek 1980

De Surfplas is een voormalige zandwinput. In 1980 is, in verband met voorgenomen baggerwerkzaamheden, door Tauw het Valleikanaal tussen de Grebbesluis en de Groeneveldselaan bemonsterd en onderzocht. De conclusie uit dit onderzoek is dat de baggerspecie zonder bezwaar in de zandwinput aan de Groeneveldselaan kan worden gestort (in de Surfplas).

Het college van Burgemeester en Wethouders van de gemeente Veenendaal besloot echter de baggerspecie uit het Valleikanaal niet toe te laten in de Surfplas. Opvolgend is er in 1985 een uitgebreide bemonstering in hetzelfde kanaalgedeelte uitgevoerd.

Onderzoek 1985

In 1984 is het traject van het Valleikanaal opnieuw bemonsterd door Tauw, projectnummer 51040.74. Er zijn 15 slibmonsters genomen. Uit de slibmonsters zijn 3 mengmonsters samengesteld, welke geanalyseerd zijn op zware metalen (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, As) en EOX. Uit de analyseresultaten is gebleken dat alleen cadmium een probleem zou kunnen opleveren. In tabel 6 zijn daarom alleen de gehalten van cadmium opgenomen.

Tabel 6 Onderzoeksresultaten 1985

Locatie	Gehalte Cadmium (mg/kg ds)
A: ter hoogte van de Groeneveldselaan	3
B: ter hoogte van de Zuidelijke Meentsteeg	6
C: ter hoogte van de Zijdvang	7



Als conclusie wordt gegeven dat de uitloogbaarheid van cadmium uit het slibmengmonster ter hoogte van de Zijdvang vrijwel nihil is.

Op basis van deze resultaten is besloten het slib uit het Valleikanaal te storten in de Surfplas te Veenendaal.

Hoeveelheid

In de brief van het hoofd afdeling Natte waterstaat en recreatie (Provinciale waterstaat Utrecht, 9 oktober 1985) is af te leiden dat door het college van Burgemeester en Wethouders toestemming was verleend om 45.000 m³ baggerspecie in de Surfplas te bergen. Doordat de capaciteit van de vijver 85.000 m³ bedroeg, is besloten er nog eens 35.000 m³ te bergen. Er is ca. 80.000 m³ baggerspecie in de Surfplas geborgen.

Onderzoek 2001

In oktober 2001 heeft Arcadis in opdracht van waterschap Vallei & Eem en de gemeente Veenendaal een waterbodemonderzoek uitgevoerd naar de kwaliteit van de wateren binnen de bebouwde kom van de gemeente Veenendaal. Dit is uitgevoerd voor het opstellen van het baggerplan¹. Uit dit onderzoek zijn de Surfplas 8 raaien geplaatst en per raai zijn 3 steekmonsters genomen. Hieruit is 1 mengmonster samengesteld. In tabel 7 zijn de resultaten uit het baggerplan opgenomen.

Tabel 7 Onderzoeksresultaten 2001 uit het baggerplan

Locatie	Gem. waterdiepte (cm)	Gem. slibdikte (cm)	Kwaliteit (NW4)	Op basis van	Kwaliteit (Bsb)	Hoeveelheid (m ³)
Surfplas	319	39	4	Zink	NT	7.300-24.600

Onderzoek 2005

Doordat uit het onderzoek van 2001 blijkt dat de waterbodembodem beoordeeld wordt als klasse 4 en het meer dan 25 m³ bedraagt, is dit een ernstig geval van bodemverontreiniging volgens de Wet bodembescherming. Hierdoor zou de Surfplas gebaggerd moeten worden.

Door Niebeek is de Surfplas opnieuw bemonsterd met behulp van een zuigerboor (tot 6 meter diepte) en een Van Veenhapper. De Surfplas is opgedeeld in 6 vakken en per vak zijn 10 boringen geplaatst. Per vak is 1 mengmonster samengesteld en deze is geanalyseerd op een aanvullend pakket dat bestaat uit de parameters:

Droge stof, gloeirest, fractie <2, 16 en 63, arceen, cadmium, chroom, fosfaat, ijzer, koper, kwik, nikkel, lood, zink, PAK 10, OCB, PCB en minerale olie.

Tabel 8 geeft per bemonsteringsvak een overzicht van de toetsingsresultaten, waarbij getoetst is aan de NW4 en indicatief aan het Bsb.

Tabel 8 Toetsingsresultaten 2005

Vak	Kwaliteit NW4	Klassenbepalende Parameters	Kwaliteit Bsb	Klassenbepalende Parameters
1	3	DDT	1/2	Zink
2	4	Zink	NT	Zink
3	3	DDT	1	PCB, DDT, min. olie
4	3	DDT	1	PCB, DDT, min. olie
5	2	DDT, PCB-28	1	PCB, DDT, Dieldrin, min. olie
6	3	DDT	1/2	Zink

Verwacht wordt dat de hoeveelheid uit vak 2 meer dan 25 m³ klasse 4 materiaal bedraagt. Hierdoor betreft dit een ernstig geval van bodemverontreiniging.

Op verzoek van de opdrachtgever zijn tevens fosfaat en ijzer als extra parameters geanalyseerd. In tabel 9 staan de gehalten van fosfaat en ijzer.

¹ zie verklarende woordenlijst

**Tabel 9** Gehalten ijzer en fosfaat

Vak	Gehalte fosfaat (mgP/kg ds)	Gehalte ijzer (mg/kg ds)
1	420	3700
2	700	6200
3	270	5300
4	160	3500
5	340	6000
6	350	7500

6.3 Vergelijking gehalten Surfplas en chemische KRW-norm

In bijlage 3 zijn de gehalten vergeleken met de chemische KRW-norm en voor de overige stoffen met de MTR van de NW4. In tabel 10 is een overzicht opgenomen met de stoffen die de KRW-norm overschrijden.

Tabel 10 Stoffen die de KRW of MTR norm overschrijden

Vak	Kwaliteit NW4	Overschrijding KRW-norm
1	3	Fluorantheen, Endrin, DDD, DDE, α -endosulfan, PCB's
2	4	Zink, Fluorantheen, DDD, DDE, α -endosulfan, PCB's
3	3	Fluorantheen, DDD, DDE, α -endosulfan, PCB's
4	3	Fluorantheen, DDD, DDE, α -endosulfan, PCB's
5	2	Fluorantheen, DDD, DDE, α -endosulfan, PCB's
6	3	Fluorantheen, DDD, DDE, α -endosulfan, PCB's

Hieruit blijkt dat in de Surfplas de Fluorantheen, DDD, DDE, α -endosulfan, PCB's over het algemeen en zink en endrin incidenteel voor problemen zorgen. De gehele waterbodem zal aangepakt moeten worden om de KRW-normen te halen.

In tabel 11 zijn de NW4 normen opgenomen van fosfaat en stikstof.

Tabel 11 Gemeten gehalte en normen NW4 fosfaat en stikstof

Stof	NW4 norm	Gestand. gehalte vak 2 (mg/kg ds)	Gestand. Gehalte vak 5 (mg/kg ds)
Totaal-fosfaat (mgP/l)	0.15 (z)	700	340
Totaal-stikstof (mgN/l)	2.2 (z)	6200	6000

Doordat (nog) geen normen voor fosfor en stikstof zijn vastgesteld, is uitgegaan van de NW4 norm (MTR). Uit tabel 11 blijkt dat zowel het fosfor als het stikstof gehalte het MTR overschrijden. Hierdoor zouden de ecologische normen van de Surfplas niet gehaald worden, waardoor in ecologisch opzicht de waterbodem aangepakt moet worden.

6.4 Mogelijke maatregelen

In dit hoofdstuk wordt het schema uit hoofdstuk 5.3 doorlopen. De maatregelen die mogelijk zijn voor het behalen van de KRW-doelstellingen voor de Surfplas zijn baggeren, in-situ saneren en afdekken.

6.4.1 Chemisch

Baggeren

Het doorlopen van het schema uit hoofdstuk 5.3 laat zien dat baggeren een goede maatregel zou zijn. De beoordeling volgens de NW4 gaat 1 klasse omlaag als *a*/ het materiaal gebaggerd wordt. Daardoor zal de KRW-norm ook voor meer dan 15 stoffen gehaald worden.

Doordat in het schema de kosten niet zijn meegenomen, wordt deze maatregel goed beoordeeld. Het baggeren van 80.000 m³ klasse 3/4 materiaal brengt zoveel kosten met



zich mee, dat deze maatregel niet haalbaar is. Baggeren is daardoor in dit geval geen effectieve maatregel.

Een nieuwe maatregel wordt in het schema ingevuld.

In-situ sanering

In-situ saneringen gebeuren vaak met bacteriën. Doordat de Surfplas verontreinigd is met DDT, PCB en zink en dit geen biologisch afbreekbare stoffen zijn, is in-situ saneren van de surfplas geen goede oplossing. De KRW-norm zal met deze oplossing niet gehaald worden.

Ook in dit geval zal een nieuwe maatregel in het schema ingevuld worden.

Afdekken

Het afdekken van verontreinigd materiaal gebeurt door een laag van ca. 1 meter aan te brengen. Door het afdekken van het materiaal verbetert de kwaliteit volgens de NW4. De KRW-norm zal voor meer dan 15 stoffen gehaald worden. Het uitvoeren van deze maatregel is een goede oplossing om de chemische doelstellingen volgens de KRW te halen. Doordat de Surfplas een recreatieplas is, zal de diepte die de plas nu heeft behouden moeten worden. Een meter of ander halve meter verondiepen is geen probleem. Met deze diepte kunnen surfers nog steeds surfen.

Doordat de Surfplas tot ca. 2 meter uit de kant een diepte heeft van ca. 70 cm, zal afdekken hier niet mogelijk zijn. Om de kwaliteit van de waterbodem te beoordelen zal een nieuw waterbodemonderzoek aan de kant uitgevoerd moeten worden. Ook zal gekeken moeten worden naar de verspreiding via het grondwater. Dit is niet opgenomen in dit onderzoek, maar zal wel voor problemen kunnen zorgen.

Door het afdekken van het materiaal zal fosfor, die in de waterbodem aanwezig is, geen probleem meer vormen voor de ecologische kwaliteit van het water.

6.4.2 Ecologisch

Voor het bepalen van de ecologische kwaliteit zal eerst nagegaan moeten worden in welk type de Surfplas valt. In bijlage 4 zijn de globale referenties opgenomen t.b.v. de KRW van 42 natuurlijke typen. De Surfplas is ca 7 m diep en heeft een oppervlakte van 0.4 km². De plas was een zandwininput en is niet lijnvormig. Hieruit valt af te leiden dat de Surfplas als referentie 'Diepe zwakgebufferde meren (M17)' heeft.

Voor de verbetering van de ecologische kwaliteit zouden natuurvriendelijke oevers of plas-dras bermen aangelegd kunnen worden. Door deze verbeteringen zullen meer soorten aanwezig zijn. De Surfplas is een recreatie plas en wordt in de zomer als surfplas gebruikt. Bij het aanleggen van natuurvriendelijke oevers of plas-dras bermen moet wel rekening worden gehouden met deze recreatie mogelijkheid.

6.5 Conclusie Surfplas

De surfplas te Veenendaal was een zandwininput waar, nadat deze niet meer in gebruik was, deze verondiept is met materiaal uit het Valleikanaal. Dit materiaal is meerdere malen bemonsterd en na voren is gekomen dat dit materiaal beoordeeld wordt volgens de NW4 als matig tot zwaar verontreinigd materiaal (klasse 2 tot 4). In het kader van de NW4 zou het klasse 4 materiaal gebaggerd moeten worden, maar doordat de kosten van zo'n baggerwerk ontzetten hoog zijn en het baggeren geen meerwaarde heeft, zal afdekken de beste oplossing zijn om aan de KRW-norm te voldoen.

Voor het behalen van de ecologische normen zal fosfor terug gedrongen moeten worden. Dit wordt mede gedaan door het afdekken van het materiaal. Ter verbetering van de



ecologische kwaliteit zouden op een aantal plaatsen natuurvriendelijke oevers of plas-dras bermen aangelegd kunnen worden, ondanks dat de Surfplas een recreatie plas is.

Omdat in dit onderzoek niet is gekeken naar de invloed van de waterbodem op de grondwaternormen uit de KRW, zal dit onderzoek nog moeten worden uitgevoerd. Daarnaast zal de waterbodem aan de kanten van de Surfplas onderzocht moeten worden op verontreinigingen. Mochten deze vervuild zijn, kan alsnog besloten worden om deze delen te baggeren. Het afdekken is hier niet mogelijk, omdat het aan de kanten te ondiep wordt. Dit heeft invloed op de ecologische kwaliteit.



7. CONCLUSIE EN AANBEVELING

Nederland wordt ook wel het afvoerputje van Europa genoemd met de Rijn, Maas en IJssel als hoofdaanvoerders. Hierdoor komen veel verontreinigingen Nederland binnen. Met de invoering van de KaderRichtlijn Water (KRW), december 2002, wordt Europees vastgelegd aan welke normen de wateren in Europa moeten voldoen [Richtlijn 2000/60/EG]. Doordat wateren sediment vervoeren en met dit sediment ook weer verontreinigingen is de vraag welke invloed sediment heeft op de waterkwaliteit, welke moet voldoen aan de normen uit de KRW.

Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is meer duidelijkheid scheppen over de invloed van de waterbodems op de waterkwaliteit en of de KRW bepalende wetgeving is voor de aanpak van de waterbodems.

7.1 Conclusie

De water- en waterbodem kwaliteit worden op dit moment bepaald door de Vierde Nota Waterhuishouding (NW4), het Waterbeleid 21^e eeuw (WB21), het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) en het Wet Bodembescherming (Wbb). Het verwerken van waterbodems wordt bepaald door het Bouwstoffenbesluit (Bsb). Met de invoering van de KRW zullen de normen in de NW4 verscherpen. Het grote verschil tussen de NW4 en de KRW is dat de NW4 een inspanningsverplichting heeft en de KRW een resultaatverplichting waaraan waterbeheerders in 2015 moeten voldoen. Waterbeheerders kunnen uitstel aanvragen van twee keer 6 jaar. Uiteindelijk moeten de doelstellingen in 2027 gehaald zijn.

Door na te gaan of waterbodems invloed hebben op de waterkwaliteit, kan besloten worden om de waterbodem aan te pakken om daarmee een betere waterkwaliteit te krijgen. Hiervoor is uitgegaan van de processen die spelen tussen de waterbodem en het water. Deze processen kunnen zowel een negatieve als positieve invloed hebben. De processen die de waterkwaliteit beïnvloeden zijn:

- afdekken van het verontreinigde materiaal;
- diffuse nalevering vanuit de waterbodem;
- adsorptie;
- erosie;
- resuspensie;
- bioaccumulatie.

Door deze processen te beïnvloeden of helemaal te stoppen, kan de invloed vanuit de waterbodem aangepakt worden, zodat deze geen rol meer spelen bij het behalen van de KRW-doelstellingen. De aanpak kan op 3 verschillende manieren: baggeren, afdekken of in-situ sanering. Hierdoor verbetert zowel de chemische kwaliteit van de waterbodem en de chemische en ecologische kwaliteit van het water.

Om de ecologische kwaliteit van het water verder te verbeteren kan gedacht worden aan het aanleggen van natuurvriendelijke oevers of plas-dras bermen, het herprofiëren van het dwarsprofiel van de oever en de watergang (natuurlijker maken), het verminderen van de afvoersnelheid (meanderen van beken) en het aanleg van diepere putten in watergangen. Door deze 'ecologische' verbeteringen in een watersysteem toe te passen zijn er meer soorten aanwezig (planten en diersoorten) en verbetert de ecologische kwaliteit van het water.

Of een waterbodem een probleem vormt voor het behalen van de doelstellingen uit de KRW, is door het RIZA een schema ontwikkeld [20]. Door het doorlopen van dit schema kan bepaald worden of de waterbodem aangepakt moet worden of niet.



Voor het bepalen welke maatregel het beste resultaat levert is een schema ontwikkeld. Door het doorlopen van dit schema kan bepaald worden welke maatregel het beste past bij het water en wordt gekeken of het überhaupt zin heeft om de gekozen maatregel uit te voeren. Het schema, zoals aangetoond in de casus, werkt naar behoren. Het is aan te raden de kosten mee te nemen. Deze zijn niet opgenomen in het schema.

Doordat de waterbodem niet het enige compartiment is dat invloed heeft op de waterkwaliteit, wil het aanpakken van de waterbodem niet gelijk zeggen dat voldaan wordt aan de KRW-doelstellingen van het water.

Of de KRW bepalende wetgeving wordt voor de waterbodems zal in 2006 duidelijk worden. Dan worden de normen uit de KRW definitief. In 2009 worden de stroomgebiedbeheersplannen gerapporteerd aan Brussel, waarmee het pakket voorgenoemen maatregelen omschreven is.

7.2 Aanbeveling

Aanbevolen wordt om de nutriënten mee te nemen in de beoordeling van de waterbodems. Deze zullen een cruciale rol spelen bij het behalen van de ecologische doelstelling van het water. Mogelijk zouden chemische normen vastgesteld kunnen worden, om zo meer duidelijkheid te scheppen voor waterbeheerders. Onder andere door het verscherpen van het mestbeleid zouden fosfor en stikstof terug gedrongen kunnen worden.

In het schema zijn de overige compartimenten die ook invloed hebben op de waterkwaliteit niet meegenomen. Het is wel van belang dat ook naar deze compartimenten gekeken wordt. Ook de kosten zijn niet meegenomen. Hiervan hangt voor de uitvoering van een bepaalde maatregel veel vanaf. Als de kosten niet opwegen tegen het resultaat, zal de gekozen maatregel niet uitgevoerd worden.



LITERATUUR

- [1] Mensink, B. (publicatiedatum: 04-05-2001). *Waterbodembeleid in Nederland*. <http://www.waterbodem.nl/artikel.php?id=4> Geraadpleegd: 18 februari 2006.
- [2] Ministerie van Verkeer & Waterstaat, *Vierde Nota Waterhuishouding*, december 1998.
- [3] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat Generaal Water, 2005a. *Decembernota KRW/WB21 Beleidsbrief 2005*.
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat Generaal Water, 2005b. *Decembernota 2005: Toelichting*
- [4] Nationaal Bestuursakkoord Water. (juli 2003). *Nationaal Bestuursakkoord Water*
- [5] *Vernieuwde wet bodembescherming (Wbb)*.
<http://www.senternovem.nl/Bodemplus/bodemsanering/Wbb/index.asp>
Geraadpleegd: 18 februari 2006
- [6] Ministerie van Volkhuysvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM), *Dossier Bouwstoffenbesluit, vraag en antwoord*. <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=9599>
Geraadpleegd: 21 februari 2006
- [7] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat Generaal Rijkswaterstaat, RIZA (november 2005). *Nieuwsbrief Emissies, Kaderrichtlijn Water en vergunningverlening en handhaving*
- [8] 'Handboek Kaderrichtlijn Water' Website. www.kaderrichtlijnwater.nl
Geraadpleegd 21 februari 2006
- [9] Wal, Bas van der. (2004). *De Kaderrichtlijn Water; aanleiding tot een ommekeer in het waterbeheer?* In: R. van Dalen, *Neerslag*, ISSN 1382-2586, (<http://www.neerslag-magazine.nl/artikel.asp?key=309>).
- [10] *Globale referenties ten behoeve van de Kaderrichtlijn Water voor 42 natuurlijke typen* (oktober 2004)
- [11] Stronkhorst, J. & Tonkes, M. & Besten, P. den. *Waterbodems in de Kaderrichtlijn Water [themanummer bagger]*. In: Bodem 15(2005)2 p.53-55.
- [12] Beek, M. & Heuvel, H. van de & Kate, E. ten. (juni 2004). *Toetsing van milieukwaliteitsnormen voor sediment in het kader van de KRW, afgeleide waarden van het fraunhofer Instituut*. RIZA werkdocument: 2004.119X
- [13] Heijdt, L.M. van der & Sloot, J.S. & Steenkamp B.P.C. & Elswijk, M. van. (juli 2000). *Beoordeling van actuele risico's van verspreiding naar oppervlaktewater, Achtergronddocument bij de Richtlijn Nader Onderzoek van verontreinigde waterbodems*. RIZA werkdocument: 2000.100X
- [14] Meijden, A.M. van der. (Juli 2004). *Water*. Hogeschool van Utrecht, Afdeling Bouwnijverheid, Opleiding Milieukunde.
- [15] Alphenaar, A. & Otten A. & Pijls c. & Spuij F. & Wit H. de. *In situ bodemsanering*. Deventer, Tauw Milieu bv. ISBN 90-76098-02-6, NUGI 841



- [16] Ligtoet, W. & Beugelink, G. & Berg, R. van den & Braat, I. & Cleij, P. & Gaalen, F. van & Grinsven, H. van & Janse, J. & Kragt, F. & Lammers, W. & Kuijpers-Linde, M. & Liere, L. van & Veen, M. van & Willems, J. & Witmer, M. & Wortelboer, R. & Zeijts, H. van. (februari 2006). *Welke ruimte biedt de Kaderrichtlijn Water? Een quick scan*. Bilthoven, Milieu en natuurplanbureau (MNP). ISBN-10: 90-6960-137-0, ISBN-13: 978-90-6960-137-3, NUR 9404, MNP-rapportnummer: 500072001
- [17] Lepper, P. (4 september 2002). *Towards the Derivation of Quality Standards for Priority Substances in the Context of the Water Framework Directive*. Final Report of the Study. Contract No. B4-3040/2000/30637/MAR/E1. Fraunhofer-Institute Molecular Biology and Applied Ecology
- [18] *In-situ sanering waterbodem*'Website.
http://www.mep.tno.nl/water/Oppervlaktewater/oppervlaktewater_waterbodem_in_situ_sanering.html
Geraadpleegd 25 april 2006
- [19] Elling, R. & Andeweg, B. & Jong, J. de & Swankhuisen, C. (2004). *Rapportagetechniek*. 3^e druk Groningen: Wolters-Noordhoff. ISBN 90 01 29138 4, NUR 810.
- [20] Tonkes, M. (april 2004). *Quickscan waterbodems, Handreiking voor een snelle beoordeling of waterbodems een risico vormen voor het bereiken van de goede toestand conform Kaderrichtlijn water (Artikel 5 risico-analyse)*. RIZA



VERKLARENDE WOORDENLIJST

Baggerplan	een rapport waar de planning is opgenomen binnen het stedelijke gebied van een gemeente om de wateren te baggeren.
Bioturbatie	Het omwoelen van de bodem door wormen, insecten, kreeftachtige en andere dieren die opzoek zijn naar voedseldeeltjes.
Detritus	dood materiaal.
Hydrofoob	een stof die niet of zeer slecht met water mengt.
Mineralisatie	de afbraak van organische stoffen tot anorganische stoffen door bodemorganismen.
Onderhoudsprofiel	het minimum te halen profiel binnen een watergang, omwille van nautische en/of waterhuishoudkundige redenen.
pH	de pH is een uitdrukking voor de zuurgraad van een waterige oplossing. De pH van een waterige oplossing ligt bij kamertemperatuur rond de 7. Zure oplossingen hebben een pH lager dan 7, basische oplossingen hebben een pH hoger dan 7.
Stroomgebiedbeheersplan	plan als bedoeld in artikel 13 van de kaderrichtlijn water, dat betrekking heeft op het op Nederlands grondgebied gelegen deel van een stroomgebieddistrict.
Stroomgebied	een gebied vanwaar al het over het oppervlak lopende water via een reeks stromen, rivieren en eventueel meren door één riviermond, estuarium of delta in zee stroomt.
Stroomgebieddistrict	het gebied van land en zee, gevormd door een of meer aan elkaar grenzende stroomgebieden met de bijbehorende grond- en kustwateren.
Waterbodems	onder waterbodems wordt alle bodem die zich onder het wateroppervlak bevindt verstaan.



BIJLAGE 1

WATER EN SEDIMENTNORMEN NW4



Tabel 1 Minimumkwaliteit (MTR) en Streefwaarden voor water, sediment en grondwater

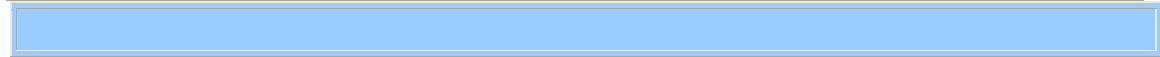
IJkpunten voor stoffen in watersystemen (MTR: korte termijn, Streefwaarde: lange termijn)

De getalswaarden voor de totale concentratie in water gelden voor een zwevend-stofconcentratie van 30 mg/l. De getalswaarden voor sediment gelden voor de standaard van 10% organische stof en 25% lutum. Voor standaard zwevend stof (20% organische stof en 40% lutum) liggen de getalswaarden voor metalen een factor 1,5 hoger en voor organische verbindingen een factor 2 hoger dan voor sediment. De streefwaarde en MTR voor metalen zijn inclusief de landelijke achtergrondconcentratie. De achtergrondconcentraties voor metalen in grondwater gelden voor het diepe grondwater (>10 m), voor de Noordzee gelden ze voor het midden.

METALEN	OPPERVLAKTEWATER (opgelost)			OPPERVLAKTEWATER (totaal)		SEDIMENT (droge stof)		GRONDWATER (opgelost)
	achtergrond concentratie Noordzee ug/l	landelijke streefwaarde ug/l	MTR ug/l	landelijke streefwaarde ug/l	MTR ug/l	landelijke streefwaarde mg/kg d.s.	MTR- sed mg/kg d.s.	landelijke streefwaarde ug/l
cadmium	0.03	0.08	0.4	0.4	2	0.8	12#	0.06
anorganisch kwik	0.003	0.01	0.2	0.07	1.2	0.3	10#	0.01
methyl-kwik	-	0.01	0.02	0.06	0.1	0.3	1.4	0.01
koper	0.3	0.5	1.5	1.1	3.8	36	73	1.3
nikkel	-	3.3	5.1	4.1	6.3	35	44	2.1
lood	0.02	0.3	11	5.3	220	85	530 #	1.7
zink	0.4	2.9	9,4	12	40	140	620	24
chromium	-	0.3	8.7	2.4	84	100	380 #	2.5
arsen	-	1	25	1.3	32	29	55 #	7.2
antimoon	-	0.4	6.5	0.4	7.2	3	15 #	0.15
barium	-	75	220	78	230	160	300	200
beryllium	-	0.02	0.2	0.02	0.2	1.1	1.2	0.05
cobalt	-	0.2	2.8	0.2	3.1	9	19	0.7
molybdeen	-	4.3	290	4.4	300	3	200 #	3.6
seleen	-	0.09	5.3	0.09	5.4	0.7	2.9	0.07
thallium	-	0.04	1.6	0.06	1.7	1	2.6	2
tin	-	0.2	18	2.2	220	-	-	2.2
vanadium	-	0.9	4.3	0.9	5.1	42	56	1.2
boor @	-	6.5	650	-	-	-	-	6.5
tellurium @	-	-	-	-	-	-	-	-
titanium @	-	-	-	-	-	-	-	-
uranium @	-	0.01	1	-	-	-	-	0.01



zilver @	-	0.0008	0.8	-	-	-	5.5	0.0008
zoute wateren	-	0.01	1.2	-	-	-	-	-



ORGANISCHE VERBINDINGEN	MTR opgelost	OPPERVLAKTEWATER		SEDIMENT		GRONDWATER (opgelost)
		streefwaarde totaal	MTR totaal	streefwaarde droge stof	MTR-sed droge stof	landelijke streefwaarde
PAK	<u>ug/l</u>	<u>ug/l</u>	<u>ug/l</u>	<u>mg/kg d.s.</u>	<u>mg/kg d.s.</u>	<u>ug/l</u>
naftaleen	1.2	0.01	1.2	0.001*	0.1*	0.01
anthraceen	0.07	0.0008	0.08	0.001*	0.1*	0.0007
fenantreen	0.3	0.003	0.3	0.005*	0.5*	0.003
fluorantheen	0.3	0.005	0.5	0.03*	3*	0.003
benz(a)anthraceen	0.01	0.0003	0.03	0.003*	0.4*	0.0001
chryseen	0.3	0.009	0.9	0.1*	11*	0.003
benzo(k)fluorantheen	0.04	0.002	0.2	0.02 *	2*	0.0004
benzo(a)pyreen	0.05	0.002	0.2	0.003 *	3*	0.0005
benzo(ghi)peryleen	0.03	0.005	0.5	0.08 *	8*	0.0003
indenopyreen	0.04	0.004	0.4	0.06 *	6*	0.0004
<u>vluchtige halogeen koolwaterstoffen</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ng/l</u>
pentachloorbenzeen	300	3	300	1	100	3
hexachloorbenzeen	9	0.09	9	0.05	5	0.09
<u>chloorfenolen</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ng/l</u>
pentachloorfenol	4000	40	4000	2	300	40
<u>organochloorverbindingen</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ng/l</u>
aldrin	0.9	0.01	1	0.06	6	0.009
dieldrin	12	0.4	39	0.5	450	0.1
endrin	4	0.04	4	0.04	4	0.04
DDT	0.4	0.009	0.9	0.09	9	0.004
DDD	0.4	0.005	0.5	0.02	2	0.004
DDE	0.4	0.004	0.4	0.01	1	0.004
a-endosulfan	20	0.2	20	0.01	1	0.2
a-HCH	3300	33	3300	3	290	33
b-HCH	800	9	860	9	920	8
j-HCH (lindaan)	910	9	920	0.05	230	9
heptachloor	0.5	0.005	0.5	0.7	68	0.005
heptachloorepoxide	0.5	0.005	0.5	0.0002	0.02	0.005
chloordaan	2	0.02	2	0.03	3	0.002



<u>organofosforverbindingen</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ng/l</u>
azinfos-ethyl	11	0.1	11	0.005	0.5	0.1
azinfos-methyl	12	0.1	12	0.009	0.9	0.1
chloorfenvinfos	2	0.02	2	0.0006	0.06	0.02
chloorpyrifos	3	0.03	3	0.01	1	0.03
cumafos	0.7	0.007	0.7	0.0006	0.06	0.007
demeton	140	1	140	-	-	1
diazinon	37	0.4	37	0.01	1	0.4
dichloorvos	0.7	0.007	0.7	0.00003	0.003	0.007
dimethoat	23000	230	23000	0.8	78	230
disulfoton	82	0.8	82	0.03	6	0.8
ethoprosfos	63	0.6	63	0.003	0.3	0.6
fenitrothion	9	0.09	9	0.007	0.7	0.09
fenthion	3	0.03	3	0.004	0.4	0.03
foxim	82(!)	0,8(!)	82(!)	0,08(!)	8(!)	0.8(!)
heptenofos	20	0.2	20	0.003	0.3	0.2
malathion	13	0.1	13	0.009	0.9	0.1
mevinfos	2	0.02	2	0.0006	0.06	0.02
oxydemeton-methyl	35(!)	0,4(!)	35(!)	0,0003(!)	0,03(!)	0.4(!)
parathion(-ethyl)	2	0.02	2	0.001	0.1	0.02
parathion-methyl	11	0.1	11	0.01	1	0.1
pyrazofos	40	0.4	40	0.02	2	0.4
tolclofos-methyl	790(!)	8(!)	790(!)	1(!)	130(!)	8(!)
triazofos	32	0.3	32	0.007	0.7	0.3
trichloorfon	1	0.01	1	0.00002	0.002	0.01
<u>organische tin- en silicium verbindingen</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ng/l</u>
tetrabutyltin-verbindingen	1600(!)	16(!)	1600(!)	0,8(!)	78(!)	16(!)
zoute wateren:	17(!)	0,2(!)	17(!)	0,008(!)	0,8(!)	-
tributyltin-verbindingen	14	0.1	14	0.02	10	0.1
zoute wateren:	1	0.01	1	0.007	0.7	-
trifenyln-verbindingen	5	0.05	5	0.003	6	0.05
zoute wateren:	0.8	0.009	0.9	0.01	1	-
silicium-verbindingen	0.4	0.005	0.5	0.02	2	0.004
<u>zuren (fenolherbiciden & chloorfenoxycarbonzuur-herbiciden)</u>	<u>ug/l</u>	<u>ug/l</u>	<u>ug/l</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ug/l</u>
bentazon	64(!)	0,6(!)	64(!)	1(!)	130(!)	0.6(!)
2,4-D	10	0.1	10	0.3	27	0.1
dichloorprop	40	0.4	40	32	3200	0.4
dinoseb	0.03	0.0003	0.03	0.003	0.3	0.0003



dinoterb	0.03	0.0003	0.03	0.1	11	0.0003
DNOC	21	0.2	21	0.7	280	0.2
MCPA	2	0.02	2	0.05	5	0.02
mecoprop	4	0.04	4	0.02	2	0.04
2,4,5-T	9(!)	0,09(!)	9(!)	0,5(!)	50(!)	0.09(!)
<u>carbamaten & dithio-carbamaten</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ng/l</u>
aldicarb	98	1	98	0.001	0.1	1
benomyl	150	2	150	0.006	0.6	2
carbaryl	230	2	230	0.03	3	2
carbendazim	110	1	110	0.03	3	1
carbofuran	910	9	910	0.02	2	9
maneb	als ETU	-	als ETU	-	-	-
metam-Natrium	35(!)	0,4(!)	35(!)	0,006(!)	0,6(!)	0.4(!)
methomyl	80	0.8	80	0.001	0.1	0.8
oxamyl	1800	18	1800	0.01	1	18
pirimicarb	90	0.9	90	0.02	2	0.9
propoxur	10	0.1	10	0.0001	0.01	0.1
thiram	32	0.3	32	0.008	0.8	0.3
tri-allaat	1900	19	1900	0.2	160	19
zineb	als ETU	-	als ETU	-	-	-
<u>"triazinen, pyridazinen & triazolen"</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ng/l</u>
anilazin	85	0.9	85	0.02	2	0.9
atrazin	2900	29	2900	0.2 (!)	26	29
chloridazon	73000	730	73000	3	350	730
cyanazin	190	2	190	0.01 (!)	2	2
desmetryn	34000(!)	340(!)	34000(!)	4(!)	370(!)	340(!)
metamitron	10000	100	10000	1	95	100
simazin	140(!)	1(!)	140(!)	0.009(!)	0,9(!)	1(!)
<u>synthetische pyrethroiden</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ng/l</u>
bifenthrin	1	0.01	1	0.05	5	0.01
cypermethrin	0.09	0.001	0.1	0.004	0.4	0.0009
deltamethrin	0.3	0.004	0.4	0.01	1	0.003
permethrin	0.2	0.003	0.3	0.009	0.9	0.002
<u>aniliden & dinitro-anilinen</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ng/l</u>
metazachloor	34000(!)	340(!)	34000(!)	3	260	340(!)
metolachloor	200	2	200	0.03	3	2
propachloor	1300	13	1300	0.06	6	13
quintozeen	2900	31	3100	-	-	29



trifluralin	37(!)	0,4(!)	38(!)	0,1(!)	19(!)	0.4(!)
<u>fenylureum-herbiciden (aromatische chloor- aminen)</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ng/l</u>
diuron	430	4	430	0.08(!)	9	4
isoproturon	320	3	320	0.05	5	3
linuron	250	3	250	0.09	9	3
metabenzthiazuron	1800	18	1800	0.7	67	18
metobromuron	10000	100	10000	1	110	100
<u>carboximiden</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>mg/kg d.s.</u>	<u>mg/kg d.s.</u>	<u>ng/l</u>
captafol	28(!)	0,3(!)	28(!)	0,03(!)	3(!)	0.3(!)
captan	110	1	110	0.01	1	1
overige stoffen (getalswaarden uit ENW)	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>ng/l</u>	<u>mg/kg d.s.</u>	<u>mg/kg d.s.</u>	<u>ng/l</u>
NTA	-	-	200	-	-	0.2
minerale olie	-	-	-	50	1000	50
<u>PCB's</u>	<u>ug/l</u>	<u>ug/l</u>	<u>ug/l</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ug/kg d.s.</u>	<u>ug/l</u>
PCB-28	-	-	-	1	4	-
PCB-52	-	-	-	1	4	-
PCB-101	-	-	-	4	4	-
PCB-118	-	-	-	4	4	-
PCB-138	-	-	-	4	4	-
PCB-153	-	-	-	4	4	-
PCB-180	-	-	-	4	4	-
<u>screeningsparameters</u>	<u>ug/l</u>	<u>ug/l</u>	<u>ug/l</u>	<u>mg/kg d.s.</u>	<u>mg/kg d.s.</u>	<u>ug/l</u>
EOX	-	-	-	0.3	-	-
VOX	-	-	5	-	-	-
ETU	-	-	0.005	-	-	-
cholinesterase remming	-	-	0.5	-	-	-

NUTRIENTEN & EUTROFIERINGSPARAMETERS	OPPERVLAKTEWATER			Sediment		Grondwater	
	achtergrond concentratie Noordzee	landelijke streefwaarde	MTR	landelijke streefwaarde	MTR - sed	landelijke streefwaarde	MTR
tot-fosfaat (mg P/l)	0,02 (w)	0,05 (z)	0,15 (z)	-	-	0.4/3(z/kv)	-
tot-stikstof (mg N/l)	0,15 (w)	1 (z)	2,2 (z)	-	-	-	-
nitraat (mg N/l)	-	-	-	-	-	5.6	11.3
ammoniak (mg N/l)	-	-	0.02	-	-	-	-
ammoniumverbindingen	-	-	-	-	-	2.0/10 (z/kv)	-



chlorofyl-a (ug/l)	-	-	100 (z)	-	-	-	-
<u>ZOUTEN</u>							
chloride (mg Cl/l)	-	-	200	-	-	100**	-
fluoride (mg F/l)	-	-	1.5	500 (mg/kg)***	-	0.5 **	-
bromide (mg Br/l)	-	-	8	20 (mg/kg)	-	0.3 **	-
sulfaat (mg SO4/l)	-	-	100	-	-	150 **	-
tot-sulfiden (ug S/l)	-	-	-	2 (mg/kg)	-	10	-

RADIOACTIEVE STOFFEN	OPPERVLAKTEWATER			ZWEVENDE STOF		
	achtergrond concentratie Noordzee	landelijke streefwaarde	MTR	achtergrond concentratie Noordzee	streefwaarde	MTR
(1Bq = 27 pCi)	<u>mBq/l</u>	<u>mBq/l</u>	<u>mBq/l</u>	<u>Bq/kg</u>	<u>Bq/kg</u>	<u>Bq/kg</u>
totale a-activiteit (j)	500	100	-	-	-	-
rest b-activiteit (j)	300	200	-	-	-	-
tritium-activiteit (j)	10000	10000	-	-	-	-
radium-226	5	5	-	-	-	-
strontium-90	15	10	-	-	-	-
cesium-137	20	-	-	-	40	-
lood-210	-	-	-	100	100	-
polonium-210	-	-	-	100	100	-
cobalt-58	-	-	-	10	10	-
cobalt-60	-	-	-	10	10	-
jodium-131	-	-	-	-	20	-
overige j-stralers	-	-	-	< 2	2	-
<u>ALGEMENE PARAMETERS</u>	achtergrond concentratie Noordzee	landelijke streefwaarde	MTR	achtergrond concentratie Noordzee	streefwaarde	MTR
kleur, geur, schuim, vast afval, troebelheid		niet zichtbaar of ruikbaar verontreinigd				
temperatuur (C)	-	-	25			
zuurstof (mg/l)	-	-	5			
zuurgraad (pH)	-	-	6.5 - 9			
doorzicht (z,meter)	-	-	0.4			
<u>BACTERIOLOGISCHE PARAMETERS</u>						
thermotolerante coli's (80 perc. , MPN/ml)	-	-	20			



enterovirussen / fagen	-	-	afwezig in 10 l			
------------------------	---	---	--------------------	--	--	--

Legenda

: getalswaarde = interventiewaarde

! : extra onzekerheidsfactor 10 i.v.m. weinig data (EPA/1000)

- geen getalswaarde vastgesteld

* geen bodemtypecorrectie voor zandige sedimenten (org.stof < 10 %)

** : herbeoordeling toelatingsdossier door CTB in 97/98

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

@ de afleiding van deze MTR's wijkt af van de standaardprocedure voor metalen, omdat onvoldoende data beschikbaar zijn voor het vaststellen van een landelijke achtergrond- concentratie, maar zijn voorlopig opgenomen n.a.v. een zaak bij het Europese Hof over de uitvoering van de Richtlijn 76/464/EEG. Bij deze milieukwaliteitsnormen dient de lokale achtergrondconcentratie te worden opgeteld.

w : wintergemiddelde waarden

z : zomergemiddelde waarde voor eutrofiëringsgevoelige, stagnante wateren

z/kv eerstgenoemde waarde geldt voor zandgebieden, de tweede waarde geldt voor klei- en veengebieden



BIJLAGE 2

WATERNORMEN KRW



BIJLAGE 3

VERGELIJKING GEHALTES SURFPLAS EN NORMEN



Stof	Norm KRW en NW4*	Gestand. Gehalte vak 1^	Gestand. Gehalte vak 2^	Gestand. Gehalte vak 3^	Gestand. Gehalte vak 4^	Gestand. Gehalte vak 5^	Gestand. Gehalte vak 6^
Cadmium	2.6	0,729	1,503	0,600	0,660	0.610	1,798
Anorganisch kwik	0.56	0,102	0,301	0,108	0,113	0.135	0,385
Koper	73	39,430	32,442	12,346	10,895	14.210	30,751
Nikkel	36	17,500	24,781	22,143	16,800	21.000	22,985
Lood	75	21/092	39,372	18,722	19,986	18.799	45,298
Zink	620	351.980	741,340	184,472	226,960	140.654	602,776
Chroom	380	28,409	40,070	26,936	27,273	40.000	45,775
arceen	55	7,270	8,550	6,234	6,777	6.266	10,160
Naftaleen	0.1	<0.020	<0.020	0.020	<0.020	<0.020	0.020
Antraceen	0.1776	0.050	0.120	0.050	0.080	<0.020	0.110
Fenantreen	0.5	0.180	0.320	0.180	0.160	0.060	0.370
Fluorantheen	0.129	0.370	0.620	0.400	0.370	0.150	0.800
Benzo(a)anthraceen	0.4	0.190	0.330	0.220	0.220	0.090	0.400
Chryseen	11	0.200	0.380	0.280	0.200	0.100	0.470
Benzo(k)fluorantheen	0.349	0.120	0.190	0.150	0.120	0.070	0.230
Benzo(a)pyreen	2.497	0.170	0.280	0.210	0.200	0.090	0.360
Benzo(ghi)perylene	8	0.130	0.200	0.170	0.140	0.080	0.250
Indenopyreen	6	0.130	0.200	0.170	0.140	0.070	0.250
Pentachloorbenzeen	0.4	0,001540	0,002179	0,002315	0,003584	0,002646	0,002096
Hexachloorbenzeen	0.0169	0,001554	0,002179	0,002315	0,003584	0,002646	0,002096
Aldrin	0.006	0,005	0,002179	0,002315	0,003584	0,002646	0,002646
Dieldrin	0.450	0,005	0,002179	0,002315	0,003584	0,008730	0,002646
Endrin	0.004	0,005	0,002179	0,002315	0,003584	0,002646	0,002646
DDT	0.009	<0.0025	0.0120	<0.001	<0.004	<0.001	<0.001
DDD	0.002	0.0140	0.1133	0.0440	0.0250	0.0098	0.0450
DDE	0.001	0.0034	0.0077	0.0111	0.0065	0.0018	0.0131
α-endosulfan	0.0012	0,005	0,002179	0,002315	0,003584	0,002646	0,002646
α-HCH	0.290	0,005	0,002179	0,002315	0,003584	0,002646	0,002646
β-HCH	0.920	0,005	0,002179	0,002315	0,003584	0,002646	0,002646
γ-HCH (lindaan)	0.0103	0,005	0,002179	0,002315	0,003584	0,002646	0,002646
Heptachloor	0.068	0,005	0,002179	0,002315	0,005376	0,002646	0,002646
Heptachloor-epoxide	0.00002	-	-	-	-	-	-
chloordaan	0.003	0,010	0,004357	0,004630	0,007168	0,005291	0,004193
PCB-28	0.004	0,011	0,009150	0,009491	0,011828	0,005291	0,006709
PCB-52	0.004	0,0075	0,006100	0,006019	0,006452	0,002646	0,005660
PCB-101	0.004	0,0070	0,004793	0,005324	0,005735	0,002646	0,006709
PCB-118	0.004	0,0070	0,002832	0,002315	0,005018	0,002646	0,002096
PCB-138	0.004	0,0065	0,005447	0,003935	0,005018	0,002646	0,002096
PCB153	0.004	0,0120	0,008061	0,005556	0,007527	0,002646	0,006080
PCB-180	0.004	0,0065	0,004575	0,004167	0,004659	0,002646	0,003564
Minerale olie	1000	800	740,741	810,185	824,373	317.460	817,610

* Maximaal toelaatbaar risico (mg/kg d.s.)

^ mg/kg d.s. (standaard bodem)



Stof	Norm KRW en NW4*	Gestand. Gehalte vak 1 ^	Gestand. Gehalte vak 2 ^	Gestand. Gehalte vak 3 ^	Gestand. Gehalte vak 4 ^	Gestand. Gehalte vak 5 ^	Gestand. Gehalte vak 6 ^
Antrazine	0.0029						
Decabroomdi- fenyl ether	384						
Octabroomdi- fenyl ether	127						
Pentabroomdi- fenyl ether	0.31						
C10-13 chlooralkanen	0.998						
Chloorpyrifos	0.000032						
Diethylhexy (DEHP)	100						
Hexachloor- butadieen	0.056						
Nonylfenol	0.18						
Octylfenol	0.0339						
Pentachloor- fenol	0.0748						
Simazine	0.0171						
Tributyltin verbindingen	0.00001						
Trichloor- benzenen	0.414						
Trifluarin	3.2						



BIJLAGE 4

ECOLOGISCHE REFERENTIE KRW M17



7. Diepe zwakgebufferde meren (M17)

Typologie

De abiotische karakteristieken van het type M17 zijn weergegeven in tabel 8.1a. De samenhang met typen uit het Handboek Natuurdoeltypen (Bal *et al.*, 2001) is vermeld in bijlage 1.

Tabel 8.1a. Karakterisering van het type volgens Elbersen *et al.* (2003):

KRW descriptor	eenheid	range
Saliniteit	gCl/l	0-0,3
Vorm	-	niet-lijnvormig
Geologie >50%		kiezel
Diepte	m	>3
Oppervlak	km ²	<0,5
Rivierinvloed	-	geen
Buffercapaciteit	meq/l	0,1-1

Geografie

Diepe, zwak gebufferde meren komen voor op de hogere zandgronden. In Nederland komt dit type als natuurlijk water weinig voor, maar is wel aanwezig als gegraven plassen en diepe wingaten die door de hydrologische situatie zwak gebufferd water bevatten.

Hydrologie

Het betreft stilstaand water dat min of meer geïsoleerd is gelegen en daardoor zeer zwak- tot zwak gebufferd water bevat. Zwak gebufferde wateren maken veelal deel uit van lokale grondwatersystemen. De peilfluctuaties zijn over het algemeen groot (meer dan 60 cm) en er kan gedeeltelijke droogval optreden indien er sprake is van flauwe taluds.

Structuren

Diepe, zwak gebufferde meren zijn vlakvormig. De bodem bestaat veelal uit zand, soms uit veen. Zie ook M16.

Chemie

Dit type bevat voedselarm licht zuur tot circumneutraal water. Zie ook M16. Heinis *et al.* (2004) geven indicatieve waarden van enkele waterkwaliteitsvariabelen. Op basis van de koppeling met de natuurdoeltypen kan het type verder als volgt worden gekarakteriseerd:

Waterregime:	open water	droogvallend	zeer nat	nat	matig nat	vochtig	matig droog	droog
Zuurgraad:	zuur		matig zuur	zwak zuur	neutraal		basisch	
Voedselrijkdom:	oligotroof		mesotroof	zwak eutroof	matig eutroof		eutroof	

Biologie

Vooraf in grotere meren binnen dit type is de aan de wind geëxponeerde zijde begroeid met pioniervegetaties. Verzuringgevoelige soorten van de oeverkruidklasse zijn beeldbepalend. Daarbinnen zijn vegetaties met waterlobelia en biesvarens karakteristiek voor zeer zwak gebufferde situaties. In de diepe delen worden weinig tot geen macrofyten aangetroffen. In de zeer zwak gebufferde wateren worden soorten aangetroffen die fysiologisch zijn aangepast aan een zwak zuur tot zuur milieu, waarin koolstof, stikstof en fosfaat in beperkte mate aanwezig zijn. Dit zijn soorten met een isoëtide groeivorm en een goed ontwikkeld wortelstelsel voor de opname van voedingsstoffen uit de bodem. In iets meer gebufferd water komen verschillende andere



vegetaties van de oeverkruidklasse voor. Deze meren kunnen op luwe plekken verlanden, waarbij soms enige hoogveenontwikkeling plaats kan vinden. Zie ook M16.

Fytoplankton en Fytobenthos

De biomassa en soortenrijkdom van het fytoplankton worden sterk bepaald door de gemiddelde diepte van het meer. In alle gevallen kan men in de oeverzone en tussen de watervegetatie van de ondiepere delen sialgalen aantreffen uit het *Euastrum oblongum* - *Micrasterias thomasi* gezelschap. Naast de naamgevende soorten bijvoorbeeld *Closterium lunula*, *Desmidium swartzii*, *Micrasterias americana*, *Pleurotaenium ehrenbergii* en *Staurostrum brebissonii*. Onder de epifytische kiezelalgen komen mesotrafente soorten voor uit de geslachten *Fragilaria* (o.a. *F. capucina* var. *gracilis*, *F. exigua*, *F. nanana*, *F. tenera*) en *Gomphonema* (*G. hebridense*, *G. gracile*), naast soorten uit de geslachten *Brachysira*, *Eunotia* en *Pinnularia*. Veel voorkomende benthische groenalgen in de oeverzone zijn vertegenwoordigers van de geslachten *Mougeotia* en *Zygnema*.

Macrofyten

Diepe, zwak gebufferde meren worden gekarakteriseerd door een voedselarme waterlaag boven een voedselarm tot mesotroof sediment. Omdat het centrale, relatief diepere vengedeelte water blijft behouden, komen hier fonteinkruid- en waterranonkelvegetaties voor die behoren tot de associatie van ongelijkbladig fonteinkruid (*Echinodoro-Potametum graminei*) en de associatie van teer vederkruid (*Callitricho-Myriophylletum alterniflori*). De amfibische zone wordt gekenmerkt door vegetaties uit de *Oeverkruidklasse* die ook onder wat eutrofere situaties kunnen gedijen, zoals de associatie van naaldwaterbies (*Littorello-Eleocharitetum acicularis*). Onder zeer zwak gebufferde en voedselarmere omstandigheden worden de associaties van Biesvaren en Waterlobelia en van Veelstengelige waterbies aangetroffen.

Macrofauna

Door het bestaan van een omslagpunt bij een pH van 5 à 6, is de macrofaunagemeenschap van de zuurdere meren van dit type (pH <5,5) vergelijkbaar met die van de ondiepe, zure meren. Kenmerkend zijn wantsen, waterkevers en vedermuggen. In de licht zure tot circumneutrale wateren (pH >5,5) kunnen wel slakken, bloedzuigers en kreeftachtigen worden aangetroffen. De macrofauna van deze wateren is in het algemeen soortenrijker dan die van de zuurdere. In de oeverzone kunnen soorten van droogvallende milieus worden aangetroffen, maar ook soorten van zuurstoifrijke omstandigheden (golfslag).

Vis

Wateren met een pH < circa 5 zijn ongeschikt voor de meeste vissen, voor de wateren met een pH > 5 geldt hetzelfde als voor M16. De referentievisstand van deze oligotrofe wateren is baars-blankvoorn.



M17 Diepe, zwak gebufferde meren

Diepe, zwak gebufferde meren komen vooral op zandgronden voor waar voedselarmer water omhoog kwelt. Ook deze meren hebben een brede oeverzone met water- en oeverplanten waarin libellen een mogelijkheid vinden uit te vliegen (links midden). In de golfslagzone op het kaal gespoelde zand groeit plaatselijk ondergedoken moerasscherm (rechts midden). Foto's P.F.M. Verdonschot.