

DI: 96977



Rijksinstituut voor Integraal
Zoetwaterbeheer en
Afvalwaterbehandeling (RIZA)

Eindrapport

mei 2000

EINDRAPPORT

*Verbeter ruimte waterkwaliteit door gebiedsgericht
beleid bouwmetalen*

**Gebiedsgerichte aanpak van
koper, lood en zink**

C 22724

DHV Water BV

Laan 1914, nr. 35

Postbus 484

3800 AL Amersfoort

Tel.: (033) 468 22 00

Fax: (033) 468 23 01



Eindrapport

EINDRAPPORT

*Verbeterruimte waterkwaliteit door gebiedsgericht
beleid bouwmetalen*

Gebiedsgerichte aanpak van koper, lood en zink

dossier R8414-01-001
datum 26 mei 2000
registratienummer WBH000577
versie 7



© DHV Water BV

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden veelelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. drukwerk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV Water BV, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitssysteem van DHV Water BV is gecertificeerd volgens NEN ISO 9001.

INHOUD**BLAD**

1	ALGEMEEN	3
2	DOELSTELLING EN UITGANGSPUNTEN	5
3	REDENEERLIJN GEBIEDSGERICHT BELEID BOUWMETALEN	6
3.1	Algemeen	6
3.2	Quick scan en wenselijkheid van verder onderzoek	7
3.3	Waterkwaliteit in termen van immissiebeelden	11
3.4	Beleidsaandachtspunten	24
3.5	Bepalen gebiedseigen ruimte voor verbetering	25
3.6	Beleidsmatige keuze en benutten verbeterruimte	26
4	ILLUSTRATIES VERBETERRUIMTE	28
4.1	Algemeen	28
4.2	Case Korteraarse Polder	28
4.3	Case Amsterdam	37
4.4	Case Boekelerbeek	41
5	VERBETERRUIMTE VOOR GEBIEDSGERICHT BELEID	48
5.1	Waar is verbeterruimte aanwezig?	48
5.2	Hoe verbeteringen te realiseren	49
6	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	51
7	COLOFON	57

1 ALGEMEEN

Aanleiding

Hoewel de milieukwaliteit de laatste jaren is verbeterd, blijkt dat op veel plaatsen in Nederland niet aan de huidige waterkwaliteitsdoelstellingen voor koper, lood en zink wordt voldaan.

In de lijn van het rijksbeleid zullen in de toekomst regionale en lokale overheden geconfronteerd worden met het formuleren van gebiedsgericht beleid om de waterkwaliteit in de regio's te verbeteren. Regionale en lokale overheden kunnen met hun beleid en bijbehorende instrumenten de toepassing van bepaalde bouwmaterialen sturen, indien deze bouwmaterialen bijdragen aan de normoverschrijding in het oppervlaktewater. Bij regionale en lokale overheden bestaat momenteel echter onduidelijkheid over wat kan, wat mag, wat moet en wat het oplevert.

Probleemstelling

Actuele ontwikkelingen in het stedelijk waterbeheer hebben invloed op de verspreiding van stoffen afkomstig van de bouw. Hierbij valt te denken aan: afkoppelen van verhard oppervlak, waarbij het hemelwater niet in de riolering geleid wordt, maar via infiltratie of lozing weer aan het watersysteem wordt toegevoegd. Dergelijke ontwikkelingen leveren lokaal de nodige discussie op. Verder zijn effecten van verbeteringsprojecten voor bijvoorbeeld stadswateren sterk afhankelijk van het lokale (emissie)beleid, maar ook van de kwaliteit van inlaatwater, vaak van regionale herkomst. Daarnaast blijkt dat in vele gebieden een afweging tussen een brongerichte en effectgerichte benadering moet worden gemaakt als het gaat om het verbeteren van de waterkwaliteit.

Water is een onderdeel geworden van de woon-, werk- en leefomgeving en dus worden steeds hogere (kwaliteits)eisen gesteld aan dat water. De ambitie om het water schoon te houden en het geheel natuurlijk in te richten sluit hierbij aan. Daarbij is ook sprake van een hogere ecologische ambitie, die mede beïnvloed wordt door het optreden van piekbelastingen. De verwachting is dat lokale emissiebronnen hierin een sleutelrol vervullen. Niettemin is er op lokaal niveau niet altijd goed inzicht in de relatie tussen voorgenomen maatregelen en de te verwachten effecten op lokale en regionale schaal.

Het RIZA neemt met dit onderzoek het initiatief om invulling te geven aan gebiedsgericht beleid voor de bron bouwmetalen, in het bijzonder koper, lood en zink. In dit onderzoek worden de effecten op de waterkwaliteit van maatregelen ter voorkoming of beperking van emissies van bouwmetalen uitgewerkt. Op deze wijze wordt inzicht gekregen in het beïnvloedbare deel van de waterkwaliteit door gebiedsgericht beleid, de "verbeterruimte" genoemd. Op basis van dit onderzoek en een onderzoek naar het in te zetten instrumentarium wordt door het RIZA gestreefd naar een handreiking van de opties voor regionaal beleid door lokale en regionale overheden.

Beleidskader in relatie tot Emissiebeleid NW4

Gegeven het Emissiebeleid zoals beschreven in NW4 en het handboek Wvo-vergunningverlening, geldt dat aan het primaire inspanningsbeginsel van de emissieaanpak invulling wordt gegeven door het toepassen van BUT/BBT(=best uitvoerbare/beschikbare techniek). Dit geldt voor zowel industriële als diffuse bronnen. Het ondanks het toepassen van

BUT/BBT niet bereiken van de voor het ontvangend oppervlaktewater geldende milieukwaliteitsnormen kan aanleiding geven tot het eisen van verdergaande maatregelen. Hierbij is het maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR) het kwaliteitsniveau dat op de korte termijn minimaal moet worden gehaald. Er is sprake van een inspanningsverplichting voor de waterkwaliteitsbeheerder (overigens blijft het realiseren van de streefwaarden de doelstelling voor de lange termijn). De mate van overschrijding van het MTR vormt een belangrijk toetsinstrument voor het brongericht beleid (en prioritering) van bronnen.

In dit rapport is getracht invulling te geven aan een gebiedsgericht toetsinstrument voor de aanpak van koper, lood en zink. Hierbij is een immissie-benadering gevolgd, waarbij het dus van belang is te realiseren dat dit instrument behulpzaam kan zijn voor het brongericht beleid (en prioritering) van bronnen, en dat in algemene zin het primaire inspanningsbeginsel zoals beschreven in bijvoorbeeld NW4 voorop blijft staan [NW4, 1999; CIW, 1999].

Opzet

DHV is gevraagd onderzoek te doen naar de te verwachten verbeteringen van de waterkwaliteit bij het uitvoeren van maatregelen in het kader van o.a. Duurzaam Bouwen voor de stoffen koper, lood en zink. Het onderzoek is begeleid door een projectgroep bestaande uit de volgende leden:

- Fred Wagemaker (RIZA, voorzitter);
- Ruud Teunissen (RIZA);
- Els van de Vorm-Gouman (Milieudienst Amsterdam);
- Titia Kalker (Provincie Utrecht);
- Gert-Jan Zwolsman (RIZA);
- Meine van Veen (RIZA);
- Leo Breedveld (RIZA);
- Joke Botterweg (RIZA);
- Fred Benoist (DHV);
- Jasper Fiselier (DHV);
- Ilja de Wolf (DHV).

2 DOELSTELLING EN UITGANGSPUNTEN

Doelstelling

Met dit project wordt beoogd "inzicht te geven in de potentieel te realiseren kwaliteitsverbetering in lokale, regionale en/of landelijke watersystemen op basis van regionaal emissiebeleid ter beperking van de zware metaalemissies afkomstig uit de bouw. Het oogmerk daarbij is om vanuit een analyse voor "typische" watersystemen de rol en legitimiteit voor gebiedsgericht emissiebeleid voor zware metalen scherper te krijgen. Daarnaast is inzicht gewenst in de wederzijdse afhankelijkheid tussen emissiemaatregelen en andere waterhuishoudkundige en/of inrichtingsmaatregelen in het stedelijk waterbeheer."

Het werken aan deze doelstelling vraagt om uitwerking van de volgende sporen:

- het inzichtelijk maken van welke verbetering van de waterkwaliteit bereikt kan worden met gebiedsgericht beleid gericht op het beperken van de emissies van bouwmetalen koper, zink en lood;
- het aangeven van mogelijk te nemen maatregelen en hun (mogelijk) effect op de waterkwaliteit;
- het aanreiken van een systematiek hoe deze verbeterruimte en het effect van (combinaties van) mogelijke maatregelen door de doelgroep zelf bepaald kunnen worden.

De eerste twee subdoelen vinden hun uitwerking in de vorm van enkele illustratieve case-studies. Het derde subdoel heeft geleid tot het opstellen van een redeneerlijn/leidraad voor het bepalen van de verbeterruimte.

Uitgangspunten

Het project is niet gericht op het nader analyseren van diffuse bronnen en hun emissie-routes. Het gaat veeleer om een vertaalslag van bestaande gegevens naar een format dat de voornoemde verbeterruimte inzichtelijk maakt, alsook het effect van afzonderlijke maatregelen. Hierbij is gestreefd naar een breed toepasbare methodiek, waarmee ook niet-specialisten zich op basis van beperkt beschikbare gegevens een beeld kunnen vormen van de waterkwaliteits situatie en de mogelijkheden c.q. bepalingen voor gebiedseigen maatregelen gericht op verbetering van de waterkwaliteit.

Centraal staan hierbij de volgende begrippen:

- *emissie*; de afgifte van stof vanaf een bron naar een van de milieucompartimenten water, bodem en lucht;
- *immissiestroom*; dat deel van de emissie dat met een specifieke waterstroom, zoals een riooloverstort, als belasting in het watersysteem belandt;
- *immissie*; het deel van de emissie dat in het oppervlaktewater en waterbodem belandt;
- *immissiebeeld*; de immissie gedurende het jaar;
- *verbeterruimte*; de waterkwaliteitsverbetering die bereikt kan worden met gebiedsgerichte maatregelen.

3 REDENEERLIJN GEBIEDSGERICHT BELEID BOUWMETALEN

3.1 Algemeen

Zoeken en benutten van mogelijkheden voor verbeteren van regionale waterkwaliteit

Onderstaand wordt een pragmatische aanpak geschetst voor het bepalen van de verbeterruimte die aanwezig is door het nemen van gebiedsgerichte maatregelen ter verbetering van de waterkwaliteit. De aanpak is ter illustratie allereerst toegespitst op de emissies van de bouwmetalen koper, lood en zink. De ontwikkelde aanpak is evenwel breder toepasbaar voor andere stoffen en bronnen en pragmatisch in de zin dat ook met weinig gegevens en in veel situaties kan worden gekomen tot een (globale) beoordeling van de waterkwaliteitssituatie en de potenties deze met gebiedsgerichte maatregelen te verbeteren.

De aanpak bestaat uit een redeneerlijn ondersteund door een spreadsheet. De redeneerlijn geeft aan welke stappen dienen te worden doorlopen om achtereenvolgens een beeld te schetsen van:

- de belangrijkste emissies en daaruit resulterende waterkwaliteitssituatie ten aanzien van koper, lood en zink;
- de mogelijke verandering van de waterkwaliteit als gevolg van demografische en socio-economische ontwikkelingen en als gevolg van de verwachte doorwerking van voorgenomen nationale generieke beleid (aangeduid als autonome ontwikkeling);
- de mogelijke verbetering van de waterkwaliteit als gevolg van het nemen van gebiedsgerichte aanvullende maatregelen.

Deze pragmatische aanpak bestaat in hoofdzaak uit het combineren van (landelijke) emissiefactoren met gebiedsspecifieke emissieverklarende factoren en (geo)hydrologische kenmerken. Deze pragmatische aanpak is voldoende voor een globale analyse en karakterisatie van de waterhuishouding in termen van volumestromen en waterkwaliteit en van de mogelijkheden en effecten van maatregelen.

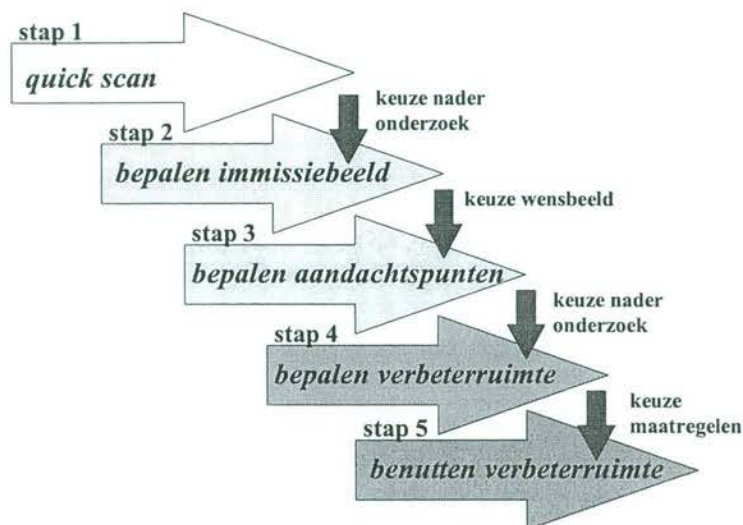
Het meten en opstellen van stofbalansen voor diffuse bronnen blijkt telkens weer complex en arbeidsintensief. Er is veelal sprake van verschillende bronnen met een eigen temporele dynamiek en ruimtelijke verscheidenheid. Het moment waarop en het punt waar gemeten wordt zijn daarbij cruciaal. Ook op basis van intensieve meetcampagnes blijkt het niet altijd mogelijk om sluitende stofbalansen op te stellen.

De door ons voorgestelde aanpak maakt het mogelijk om zowel in temporele als in ruimtelijke zin een analyse te stellen. Deze analyse is weliswaar globaal maar geeft, omdat daarin ook de variatie in ruimte en tijd zijn meegenomen, wel een bruikbaar beeld en basis voor nadere analyse.

Redeneerlijn voor prioriteitstelling en beleidsbepaling

De redeneerlijn voor het bepalen van de verbeterruimte voor gebiedsgericht beleid is gericht op de bouwmetalen koper, lood en zink. In deze redeneerlijn worden 5 stappen gezet die ieder leiden tot een keuze. De stappen zelf zijn weer verdeeld in deelstappen, die de overwegingen voor de te maken keuzes in beeld brengen. De 5 stappen zijn:

1. bepalen noodzaak verder onderzoek aan de hand van een quick scan
2. bepalen waterkwaliteitssituatie in termen van immissiebeelden;
3. bepalen beleidsaandachtspunten en noodzaak verder onderzoek naar maatregelen
4. bepalen mogelijke maatregelen en mogelijkheden voor waterkwaliteitsverbetering
5. inbreng in een integrale afweging



figuur 3.1 Stappen van de redeneerlijn

Deze stappen worden verder onderscheiden in deelstappen, die hieronder zijn toegelicht. Deze stappen worden ondersteund door een spreadsheet waarmee berekeningen kunnen worden gemaakt en de effecten kunnen worden geïllustreerd. Met het spreadsheet kan worden beschikt over een groot aantal default instellingen, zodat ook bij het ontbreken van meetgegevens een globaal beeld kan worden verkregen op basis van landelijke kentallen. Per stap kunnen ook eigen, locatiespecifieke waarden, voorzover beschikbaar, eenvoudig worden ingevoerd.

De redeneerlijn is wat betreft de te nemen stappen geïllustreerd aan de hand van de case Korteraarse Polder in het gebied Nieuwkoop. Twee andere cases, Watergraafmeer en Boekelerbeek worden kort geïllustreerd aan de hand van het immissiebeeld voor de huidige situatie en autonome ontwikkeling. Ook wordt het effect van het nemen van een pakket van maatregelen hierbij in beeld gebracht. Tussentussenstappen zoals het afregelen van het model op de specifieke regionale situatie (best fit) en het onderzoek naar afzonderlijke en combinatie van maatregelen zijn daarbij niet verder geïllustreerd.

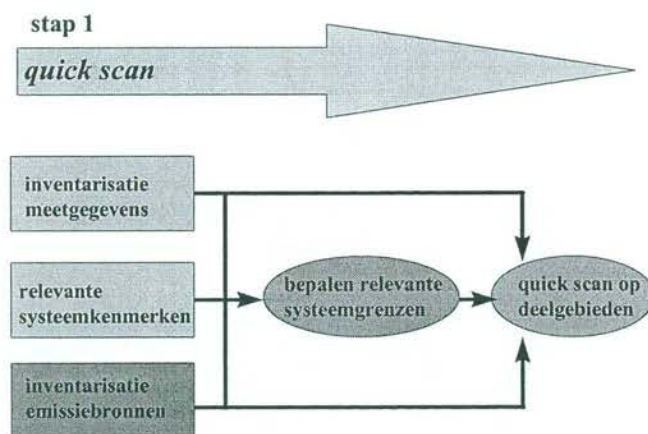
3.2 Quick scan en wenselijkheid van verder onderzoek

De redeneerlijn begint in feite met het constateren van een (potentieel) beleidsmatig aandachtspunt. Dit kan een daadwerkelijk knelpunt zijn op grond van gemeten overschrijdingen van normwaarden. Het kan bij afwezigheid van meetwaarden ook gaan om een vermoeden van een knelpunt. Het kan ook gaan om het onderkennen van duidelijke kansen voor waterkwaliteitsverbetering, die nopen tot verder onderzoek. Een quick scan op basis van gebieds- en watersysteemkenmerken kan aangeven of er reëel sprake is van een knelpunt of een kans.

De hiervoor relevante gebieds- en watersysteemkenmerken zijn afgeleid uit de casestudies die navolgend zijn beschreven. Op basis van deze quick scan wordt bepaald of nader onderzoek gewenst is.

De quick scan omvat de volgende stappen:

- inventarisatie meetgegevens (wanneer beschikbaar);
- inventarisatie (ligging) belangrijkste (potentiële) emissiebronnen;
- inventarisatie belangrijkste watersysteemkenmerken;
- bepalen relevante hydrologische eenheden;
- analyse per deelgebied;
- bepalen nader te onderzoeken (deel)gebieden



figuur 3.2 Eerste stap in de redeneerlijn; quick scan

Inventarisatie meetgegevens

Relevant zijn meetgegevens van oppervlaktewater en waterbodembodem. Metingen aan koper, lood en zink zijn doorgaans beschikbaar in de vorm van periodieke metingen op monsterpunten die in hoofdwatgangen zijn gelegen. Een overschrijding van de norm van koper, lood en zink kan in zulk een geval op een lokaal knelpunt wijzen. Dit behoeft echter niet het geval te zijn als deze hoofdwatgang ook water van elders ontvangt en/of gedurende een groot deel van het jaar onder invloed staat van inlaatwater van elders.

Het niet overschrijden van een norm voor koper, lood en zink geeft nog geen garantie dat geen normen in het gebied worden overschreden. Op elders in het gebied gelegen plaatsen kan bij aanwezigheid van relatief veel emissiebronnen toch sprake zijn van een (lokaal) waterkwaliteitsprobleem. Door de menging met andere schonere waterstromen uit het gebied kan dit knelpunt niet duidelijk naar voren komen bij het gangbaar meten op bijvoorbeeld een hoofdwatgang. Voor een goede interpretatie van de meetgegevens is een ruimtelijke analyse op kaart noodzakelijk.

Inventarisatie aanwezigheid emissiebronnen

Relevant voor de emissie van koper, lood en zink is met name de aanwezigheid van bebouwing, riooloverstorten, (rijks)wegen en spoorwegen en scheepvaart. Van belang is daarbij niet alleen de omvang, het aantal kilometers en oppervlak, maar vooral ook de plaats van emissiebronnen binnen het stroomgebied. Emissiebronnen kunnen daarom het beste op een topografische ondergrond worden aangeduid voorzover deze al niet op kaart staan aangegeven.

Inventarisatie belangrijkste watersysteemkenmerken

Van groot belang is te weten hoe het water in zomer en winter stroomt door het gebied en of er sprake is van kwel/wegzijging. Dit is bekend bij de waterschappen en kan eveneens op een topografische ondergrond worden aangegeven. Een beeld van de stromingsrichting geeft inzicht in de wijze van verspreiding naar het oppervlaktewater.

Relevant voor de quick scan zijn ook o.a. het inlaatregime, wordt bijvoorbeeld continue water doorgevoerd of niet. Tijdens inlaat zijn andere ('bovenstrooms' gelegen) bronnen van invloed op de gemeten waterkwaliteit dan tijdens de uitslag van water. Zelfs een geringe hoeveelheid inlaatwater kan een meetwaarde direct achter het inlaatpunt volledig bepalen. Ook de hoeveelheid kwel en inzijging kan daarbij van belang zijn. In geval van veel wegzijging reikt de invloed van het inlaatwater verder de polder in.

Ruimtelijke en temporele analyse en bepalen relevante systeemgrenzen

Met het op kaart aanduiden van de belangrijkste emissiebronnen en waterstromen en de beschikbare meetgegevens is een basis gelegd voor een ruimtelijke analyse. Deze ruimtelijke analyse is gericht op:

- het in context plaatsen van beschikbare meetgegevens, zodat duidelijk wordt in hoeverre de meetwaarden indicatief zijn voor het stroomgebied, een deelgebied of juist afhankelijk zijn van externe bronnen vanwege de invloed van inlaatwater; uiteindelijk wordt gezien of meetwaarden in verband kunnen worden gebracht met gebiedseigen emissiebronnen;
- het onderscheiden van relevante deelgebieden; een reden om deelgebieden te onderscheiden kan zijn een verschillende invloed van externe en interne emissiebronnen.

Bij het onderscheid naar deelgebieden dienen zoveel mogelijk hydrologische eenheden te volgen, omdat daarmee tevens de invloedsfeer van emissiebronnen goed kan worden aangegeven. Dit kan zijn het stroomgebied van een beek of een polder. Van belang daarbij is dat het omgrensde gebied in relatie kan worden gebracht met de gemeten waterkwaliteit en van gemeten waterbalansposten. Binnen dit gebied kan verder worden ingezoomd op gebieden waarin we meer zijn geïnteresseerd. Dit kan bijvoorbeeld het stedelijk gebied binnen een grotendeels landelijke polder zijn (zie ook case Korteraarse Polder).

Kennis van de wijze waarop het water stroomt is van groot belang voor het interpreteren van de beschikbare meetgegevens en ook relevant voor een onderscheid in deelgebieden. Hierbij dient aandacht te worden geschonken aan de zomer- en wintersituatie in verband met het (grote) verschil tussen een uitlaat- en inlaatsituatie.

Quick scan

Na het doorlopen van de vorige stappen zijn alle relevante gegevens in hun context gezet. De volgende stap omvat de interpretatie van deze gegevens in de vorm van een quick scan. In deze quick scan worden 2 invalshoeken gevolgd (zie tabel 3.1.):

- op basis van beschikbare meetgegevens;

- op basis van watersysteemkenmerken en de aanwezigheid van specifieke emissiebronnen, waarvan bekend is dat ze doorgaans tot zodanige belastingen leiden dat daardoor de MTR waarden worden overschreden.

Op basis meetgegevens

Representatieve meetwaarden geven het duidelijkst aan of er sprake is van een beleidsaandachtspunt. De vraag spitst zich hierbij toe op de representativiteit van de gegevens. Meetwaarden voor koper, lood en zink zijn meestal enkel beschikbaar voor hoofdmeetpunten op boezemwateren en grotere beken, vaarten en kanalen. De gemeten waarden zijn daarbij meestal het resultaat van meerdere bovenstrooms gelegen emissiebronnen. In grote delen van laag Nederland wordt water ingelaten vanuit Rijn en Maas, waardoor de directe bijdrage van regionale en/of lokale bronnen maar moeilijk in beeld is te brengen. Waterinlaat is een watersysteemkenmerk waarmee bij de interpretatie van gegevens ter dege rekening moet worden gehouden.

Zo wordt in het geval van de case Korteraarse Polder vlak voor het gemaal in de polder gemeten. In perioden dat water wordt uitgeslagen is sprake van een representatief meetpunt. Dit is echter niet het geval in perioden met waterinlaat. Direct na het gemaal is er dan namelijk sprake van boezemwater.

Of tijdens een meting sprake is van waterinlaat kan vaak worden afgelezen uit de concentratie aan chloride of sulfaat. Het gebiedseigen water heeft vaak andere (gebiedsspecifieke) chloride en sulfaatconcentraties (o.a. ten gevolge van kwel) dan het inlaatwater.

Op basis van de aanwezigheid van relevante bronnen en watersysteemkenmerken

Een aantal bronnen genereert emissiestromen met concentraties die vaak boven de MTR-waarden zijn gelegen (zie ook tabel 2.1). Voorbeelden hiervan zijn overstortingen uit gemengde rioolstelsels (koper, lood en zink o.a. afkomstig van wegverkeer en bouwmaterialen), regenwaterlozingen van gescheiden stelsels (zink en lood), effluentlozingen (koper, lood en zink), afstroming van provinciale en rijkswegen (zink, koper en lood) en spoorwegen (o.a. koper afkomstig van bovenleidingen) en ongezuiverde lozingen van huishoudens (o.a. koper afkomstig uit waterleiding) en agrarische bedrijven (koper) die niet op het riool zijn aangesloten. In veel gebieden vormt het inlaatwater ook een belangrijke emissiebron (vooral koper en zink). In recreatiegebieden vormt ook de recreatievaart een belangrijke emissiebron voor koper (o.a. afkomstig uit anti-fouling).

Nabij een van de voornoemde bronnen wordt meestal de norm overschreden voor het oppervlaktewater en de waterbodem. Dit is vooral het geval als wordt geloosd op kleinere wateren met weinig doorstroming. Een effluentlozing die volledig voldoet aan de lozingseisen maar, die loost op klein water zal veelal leiden tot overschrijding van de MTR-normen. Wil men overall aan de MTR-norm voldoen dan zal ook het effluent aan de MTR-norm moeten voldoen.

Tabel 3-1 Vuistregels voor een quick scan op knelpunten en kansen ten aanzien van koper, lood en zink

Op basis van meetwaarden oppervlaktewater en waterbodem

- de norm wordt op een gebiedseigen meetpunt overschreden;
- er is geen sprake van het overschrijden van een gebiedseigen meetpunt;
- er is geen gebiedseigen of regionaal meetpunt voorhanden.

Constatering op basis van emissiepatroon en waterhuishouding

- er is sprake van hydrologisch geïsoleerd gelegen stedelijk gebied;
- er is sprake van hydrologisch geïsoleerd gelegen kassen;
- er is sprake van verkeersaders (rijkswegen, spoorwegen) in landelijk gebied;
- er is sprake van riooloverstorten en effluentlozingen op kleine locale en regionale wateren;
- er is sprake van intensieve (recreatie/beroeps) scheepvaart

Bepalen nader te onderzoeken gebieden en stoffen

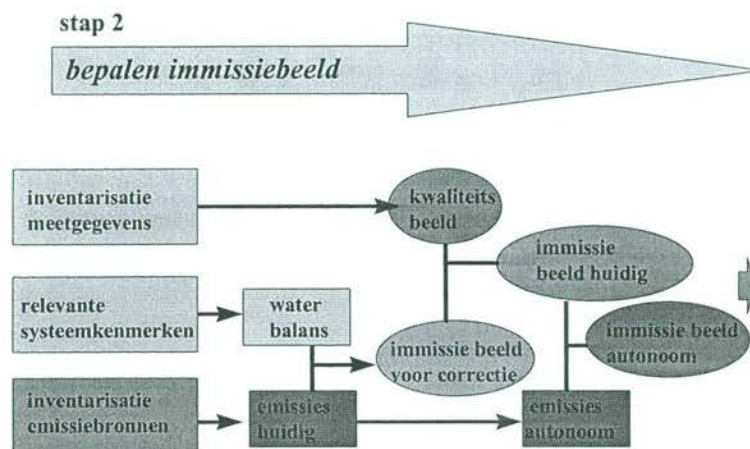
Op basis van de quick scan kan worden bepaald of een of enkele onderscheiden deelgebieden in aanmerking komen voor nader onderzoek ten aanzien van een of meer stoffen. Er dient te worden opgemerkt dat het inzoomen op deelgebieden vraagt om goede lokale kennis omtrent de waterhuishouding. Hiervoor moeten dus (ervarings)kennis en gegevens beschikbaar zijn.

3.3 Waterkwaliteit in termen van immissiebeelden

Het resultaat van deze stap is het opstellen van immissiebeelden. Een immissiebeeld is een diagram dat de verhoudingsgewijze bijdrage van verschillende emissie(stromen) in de belasting van het oppervlaktewater en de waterbodem aangeeft. Het samengestelde immissiediagram geeft inzicht in variatie in bijdragen en resulterende waterkwaliteit in de tijd. Door immissiediagrammen op te stellen voor verschillende relevante deelgebieden kan ook een ruimtelijk beeld worden verkregen. Het immissiebeeld kan worden opgesteld voor de huidige situatie en in de situatie van een autonome ontwikkeling op langere termijn. Het laatste is nuttig omdat de bijdrage van verschillende emissiebronnen en ook de waterkwaliteit zich als gevolg demografische ontwikkelingen en de doorwerking van generiek beleid sterk kan wijzigen. Op termijn kan daarom sprake zijn van andere knelpunten en kansen dan op korte termijn.

Voor het opstellen van het immissiebeeld worden de volgende stappen doorlopen:

- bepalen van de jaarlijkse bijdrage van emissies op basis van een (bij voorkeur regionale) inventarisatie van emissieverklarende variabelen en emissiefactoren;
- bepalen van de waterbalans;
- het samenstellen van het immissiebeeld;
- het maken van een best fit op grond van beschikbare meetwaarden;
- het definiëren van de autonome ontwikkeling;
- het prognostiseren van het immissiebeeld voor de langere termijn.



figuur 3.3 Tweede stap in de redeneerlijn: bepalen emissiebeeld

Emissies

Het emissiebeeld wordt bepaald door achtereenvolgens de volgende factoren te bepalen:

- emissieverklarende variabelen;
- emissiefactoren;
- emissiepaden.

Een emissieverklarende variabele is een maat voor de aanwezigheid van een bepaalde emissiebron. Voorbeelden zijn kilometers dakgoot, inwoneraantallen, oppervlak landbouwgebied e.d. Tabel 3-2 geeft aan welke bronnen in welke noemers en tellers dienen te worden aangegeven. Er is hierbij gebruik gemaakt van recente literatuur en inzichten waarnaar dan ook wordt verwezen voor verder achtergronden. (o.a. PROMISE, CIW Diffuse Bronnen Handreiking, Strategie Communaal Afvalwater).

Tabel 3-2 Gehanteerde emissiefactoren

EMISSIONFACTOREN						
nr.	omschrijving	eenheid	corr. factor	Koper	Lood	Zink
1	gemiddelde waterkwaliteit	g/m3		0,02	0,022	0,116
2	MTR norm totaal	g/m3		0,0038	0,22	0,04
3	MTR norm opgelost	g/m3		0,0015	0,011	0,094
4	gemiddelde waterbodempkwaliteit	mg/kg		53,21	209,80	472,19
5	depositie op oppervlaktewater	g/ha water/j		32,5	47	154
6	depositie op kassen	g/ha. kas/j		16,25	23,5	77
7	lozingen vanuit niet gerioleerde woningen	g/inw/j		8,8	5,3	22,6
8	lozingen vanuit overstorten van gemengd stelsel	g/inw gem stel/j		0,25	0,15	0,64
9	emissie vanuit RWZI	g/j		948	450	2160
10	afspoeling van verhard oppervlak binnen de bebouwde kom	g/ha verh oppervl/j		9	38	90
11	afspoeling van verharde wegen in het buitengebied	g/km weg/j		5,9	14,8	29,7
12	meemesten sloten met kunstmest, grasland	g/ha/j		0,219	0,15	1,75
13	meemesten sloten met kunstmest, aardappelen	g/ha/j		0,306	0,21	2,46
14	meemesten sloten met kunstmest, suikerbieten	g/ha/j		0,164	0,112	1,32
15	meemesten sloten met kunstmest, overige akkerbouw	g/ha/j		0,109	0,112	1,32
16	meemesten sloten met dierlijke mest, grasland	g/ha/j		0,845	0,125	2,4
17	meemesten sloten met dierlijke mest, aardappelen	g/ha/j		0,187	0,028	0,53
18	meemesten sloten met dierlijke mest, suikerbieten	g/ha/j		0,187	0,028	0,53
19	lozingen van ongerioleerde melkveebedrijven	g/std. bedrijf/j		9,6	6,9	64,6
20	uitspoeling uit landbouwgronden	g/ha/j		2-75	1,5-4	30-88
21	uitloging uit CCA oeverbeschoeiing	g/m2/j		0,0036		
22	belasting niet gerioleerde woningen en woonboten	inw/woning	3,9			
23	depositie jachthapel op landbouwgronden	g/ha/j	0		100	
24	depositie jachthapel op oppervlaktewater	g/ha/j	0		100	
25	verlies aan visdood	g/visdag/j	0		2,25	
26	kwaliteit ingelaten water	g/m3		0,00275	0,0032	0,0373
27	percentage CCA beschoeiing		12,5%			
28	percentage beschoeiing oppervlak 2,5 m2/m		75,0%	1,875		
29	percentage beschoeiing oppervlak 0,3 m2/m		25,0%			
30	correctiefactor CCA beschoeiing	m2 CCA/m'	0,24375			
31	correctiefactor overstorten (% van rwa over de drempel)	eel RWA over dremp	10,0%			

Tabel 3-2 geeft per emissieverklarende variabele een landelijke emissiefactor. Dit is de op grond van landelijke gegevens bepaalde (gemiddelde) emissie door een bron. Aan de in deze tabel opgenomen emissiefactoren liggen o.a. ten grondslag de snelheid waarmee zinken dakgoten, loden dakslabben en koperen leidingen corroderen. Op grond van recent onderzoek is gebleken dat de emissiefactor voor zink veel lager ligt dan tot dusver is aangenomen. In het spreadsheet is daarmee rekening gehouden. Een reden waarom de emissie in de oorspronkelijke aan de cases ten grondslag liggende documenten af kan wijken van de hier gepresenteerde. Soms kan men beschikken over meetgegevens op grond waarvan men een locatiespecifieke emissiefactor kan vaststellen (zie o.a. case Boekelerbeek). Een locatiespecifieke emissiefactor kan daarbij in zowel positieve als negatieve zin afwijken van het landelijke gemiddelde.

Of corrosie en afgifte van bouwmetalen ook daadwerkelijk het oppervlaktewater en de waterbodem bereikt, is afhankelijk van het emissiepad.

Er zijn twee emissiepaden:

- direct al dan niet afstromend via (verhard) oppervlak;
- riolering (en zuivering).

Emissies via het directe emissiepad zullen, nauwelijks tot geen emissiereductie, kennen, waardoor (bijna de) gehele emissie in oppervlaktewater komt. Bij afstroming via (verharde) oppervlakken speelt plasvorming, infiltratie en verdamping een rol in de emissiereductie, maar in geval van emissie van scheepslakken is sprake van een directe en ook volledige emissie naar het oppervlaktewater.

Emissies via de riolering en de zuivering, zijn gerelateerd aan de regenwater- of de droogweerafvoer.

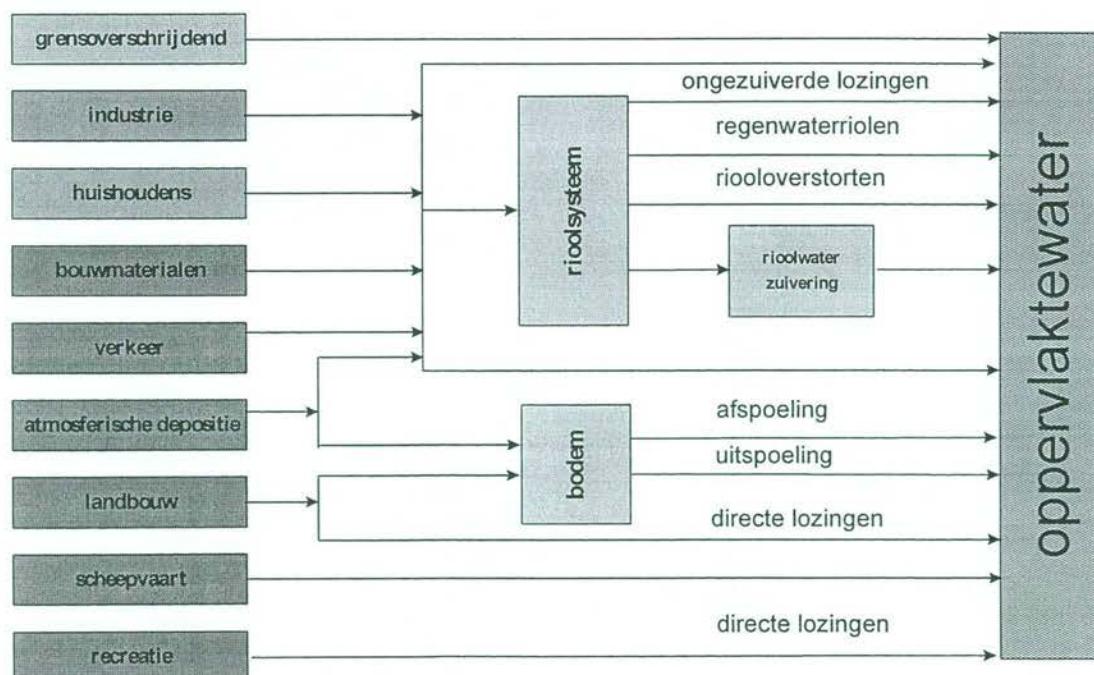
De mate en plaats waarin emissies het oppervlaktewater bereiken hangt bovendien af van het type riolering. Het is daarvan van belang dat kan worden aangegeven of er sprake is van een gemengd dan wel van een gescheiden rioleringsstelsel.

De kenmerken van de emissie en het type riolering bepalen de mate waarin de emissies het oppervlaktewater bereiken.

Regenwatergerelateerde bronnen zullen via een gescheiden riool geheel in het oppervlaktewater terecht komen. Via een verbeterd gescheiden of gemengd stelsel zal een (klein) deel van de emissie via de nooduitlaten in het oppervlaktewater komen en het overgrote deel in de zuivering terechtkomen. Een communale zuivering (rwzi) verwijdert vaak meer dan de helft van het in het afval- en rioolwater aanwezige koper, lood en zink. Het zuiveringsrendement kan daarbij van plaats tot plaats en in de tijd verschillen. Het is daarom belangrijk dat voor het zuiveringsrendement zoveel mogelijk een locatiespecifieke waarde wordt gebruikt.

Emissies van loden dakslabben en zinken dakgoten zijn regenwaterafvoer (RWA) gerelateerd, immers de emissies vindt via afstromend regenwater plaats. Het emissiepad kan via verhard oppervlak, riolering en ook zuivering lopen. Langs dit pad kan koper, lood en zink worden vastgelegd, geïnfiltreerd en gezuiverd, zodat uiteindelijk slechts een deel van de emissie het oppervlaktewater bereikt.

Droogweerafvoer (DWA) gerelateerde emissie komen, onafhankelijk van het stelsel, in de zuivering terecht, waaruit de emissie, na reductie door de zuivering, in het oppervlaktewater terecht komt. Alleen een klein deel (1%) van de DWA komt bij gemengde rioolstelsels via overstortingen in het oppervlaktewater terecht.



figuur 3.4 Algemeen schema van emissieroutes (Promise).

Waterbalans

De waterbalans wordt bepaald aan de hand van de volgende factoren:

- watersysteemkenmerken (o.a. vrij afwaterend of peilbeheerst, ligging ten opzichte van de boezem en doorvoerend water);
- het bodemtype en de omvang van het grondgebruik (o.a. landbouwgrond en verhard oppervlak);
- het optreden van kwel en wegzijging;
- het type rioleringsstelsel en de omvang van afgekoppeld oppervlak;
- het inlaatregiem (is er sprake van peilgestuurde inlaat of wordt ook ingelaten ten behoeve van doorspoelen);
- het ingelaten en uitgeslagen watervolume;
- het percentage wateroppervlak alsmede de waterdiepte.

De waterbalans is uitermate kritisch voor het bepalen van het immissiebeeld. Hiervoor dienen dan ook absoluut gebiedseigen gegevens te worden gebruikt. Voor zover beschikbaar dient gewerkt te worden aan de hand van gemeten waterbalansen termen voor uitgeslagen en ingelaten hoeveelheden water en voor kwel en inzijging. Ook het percentage wateroppervlak en de waterdiepte werken sterk door en dienen zo goed mogelijk te worden ingeschat (ervaringskennis door gebiedsexperts).

Immissiebeeld

Met het spreadsheet kunnen de emissies en de waterbalans worden gecombineerd tot een immissiebeeld. In het spreadsheet worden daarbij de volgende handelingen verricht:

- de waterbalans wordt omgezet tot een balans op dagbasis, waardoor neerslagafhankelijke, inlaatafhankelijke en andere stromen inzichtelijk worden gemaakt;
- de emissies op jaarbasis worden gekoppeld aan volumestromen, zoals continue effluentlozingen en neerslagafhankelijke afvoer van verhard oppervlak;
- door deze volumestromen samen te brengen ontstaat een immissiebeeld, ofwel de doorwerking van verschillende emissiestromen in het oppervlaktewater

Tabel 3-3 Onderscheiden emissiestromen**Stationaire emissiestromen:**

- kwel (ingeval van riviergebonden kwel moet rekening worden gehouden met een peilafhankelijke intensiteit);
- effluentdebiet dwa;
- wegen en spoorwegen (belasting gaat grotendeels door de lucht).

Neerslagafhankelijke emissiestromen

- neerslag op verhard oppervlak en kassen komt voor het grootste deel direct tot afstroming met uitzondering van een interceptie/verdampingswaarde;
- riooloverstorten en regenwaterlozingen, boven een bepaalde omvang van de 24 uren neerslag.

Peilafhankelijke emissiestromen

- inlaat van water;
- kwel (ingeval van riviergebonden kwel).

Voor de omzetting tot een waterbalans op dagbasis wordt gebruik gemaakt van een representatief hydrologisch jaar (1990). Dit jaar is zo gekozen dat droge en natte perioden in winter en zomer aanwezig zijn binnen een wat betreft neerslag en verdamping gemiddeld jaar. Andere natte, droge maar ook gemiddelde jaren geven natuurlijk heel andere beelden. Het immissiebeeld is vooral bedoeld om een beeld te geven van de voor een bepaalde situatie kenmerkende variatie in de bijdrage van verschillende bronnen en daaruit resulterende concentraties aan koper, lood en zink in het oppervlaktewater.

De jaarlijkse emissie wordt rekenkundig verdeeld over het jaarlijkse volume waarmee deze emissie het oppervlaktewater bereikt. Er wordt dus gewerkt aan de hand van een jaarlijkse gemiddelde concentratie aan koper, lood en zink per type emissiestroom. Voor sommige emissiestromen kan het handig blijken om van een andere verdeling gedurende het jaar uit te gaan. Dit is in het kader van deze studie niet gedaan.

Vervolgens worden alle emissiestromen rekenkundig in een watersysteem ingebracht van een bekend volume. Het in dit systeem aanwezige water wordt gemengd en/of ververst door nieuw binnenstromend water. In systemen met veel doorstroming, zoals beken, zijn de gevolgen van een piekbelasting, zoals een riooloverstorting, daarom maar beperkte tijd van belang.

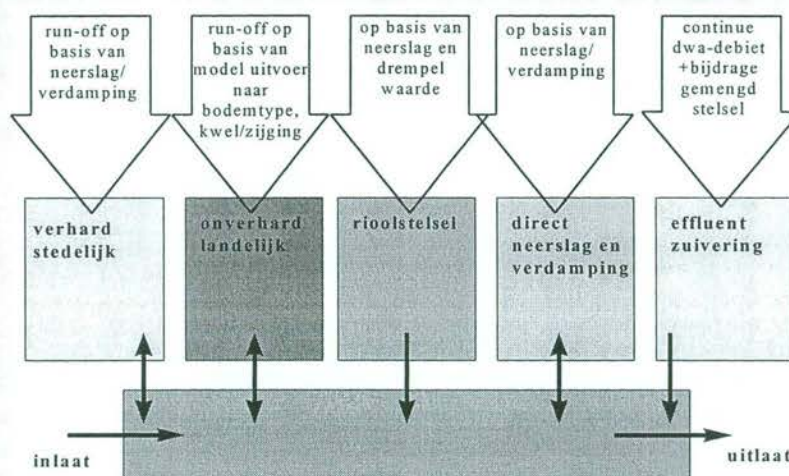
Best fit

Om te komen tot het voornoemde immissiebeeld is gewerkt met een aantal aannames. Zo is ondermeer geen rekening gehouden met processen binnen het watersysteem die van invloed zijn op de concentratie aan koper, lood en zink. We denken daarbij in de eerste plaats aan bezinking en resuspensie van aan slib gebonden metalen, en op de tweede plaats aan adsorptie/desorptie van deze metalen aan de waterbodem. In de praktijk blijkt de invloed van deze processen vaak aanzienlijk maar ook erg moeilijk te kwantificeren.

Box: "Nadere toelichting op hydrologisch model"

Per type oppervlak wordt het volume aan water gekoppeld aan de bijbehorende emissies. Zo wordt voor verhard oppervlak de emissie van wegmeubilair samengenomen met depositie. Op deze wijze ontstaat een emissiestroom met een constante concentratie stof maar een variabel volume.

De verschillende emissiestromen worden in een bak samengebracht, waarbij modelmatig wordt verondersteld dat er elke dag volledige menging optreedt. Er ontstaat op deze wijze een nieuwe concentratie. Deze concentratie wordt in het immissiediagram weergegeven waarbij het aandeel van de verschillende emissiebronnen in deze concentratie is aangegeven op basis van hun aandeel in de belasting.



De gehanteerde hydrologische inbedding van de emissie bestaat uit de volgende onderdelen: afvoerfiles per type oppervlak afhankelijk van kwel/zijging; deze worden samengebracht in een waterlichaam waaruit vervolgens peilafhankelijke water wordt in of uitgelaten.

Naast de expliciet niet in beschouwing genomen processen kan er ook sprake zijn geweest van foute aannames en foutief ingeschatte emissievariabelen, - factoren en watersysteemkenmerken. Emissievariabelen kunnen doorgaans goed worden ingeschat en ook de emissiefactoren zijn binnen een redelijke marge toch betrouwbaar. Van de watersysteemkenmerken kan het percentage oppervlaktewater en de waterdiepte op grond van bij waterschappen aanwezige gegeven doorgaans redelijk worden ingeschat. Een inschatting van de hoeveelheid water die tot afstroming komt van verschillende typen oppervlak en ook de omvang van kwel en inzijging is vaak moeilijker te bepalen. Dit is ook de reden dat met een dynamisch model voor verschillende grondsoorten en typen oppervlak de afvoerdynamiek is uitgerekend en in het spreadsheet als simulatie uitvoer beschikbaar is gemaakt.

In een best fit wordt het berekende immissiebeeld vergeleken met het gemeten waterkwaliteitsbeeld. Meestal kan worden beschikt over periodiek verkregen meetgegevens. Deze gegevens zijn vooral geschikt voor het bepalen van de gemiddelde situatie, aangezien metingen van extremen tijdens neerslagsituaties veelal ontbreken. Het berekende gemiddelde dient overeen te komen met het gemeten gemiddelde. Ligt het gemeten gemiddelde lager of hoger dan het berekende gemiddelde dan kan een best fit worden verkregen door uit te gaan

van een correctieterm. Deze correctieterm compenseert het feit dat alleen een verdunningsberekening is uitgevoerd. Het effect van processen als sedimentatie, resuspensie, adsorptie, desorptie, complexvorming etcetera is in de modelbenadering buiten beschouwing gelaten.

Bij een correctieterm groter dan één (het berekende gemiddelde is lager dan het gemeten gemiddelde) duidt dit mogelijkwerijs op een onderschatting van de in rekening gebrachte externe bronnen. Ook kan een interne bron (waterbodem) die een bijdrage levert via bijvoorbeeld resuspensie ten onrechte zijn verwaarloosd.

Een correctieterm kleiner dan 1 (het berekende gemiddelde is hoger dan het gemeten gemiddelde) kan wijzen op een proces als sedimentatie, maar evengoed op een overschatting van de bijdragende bronnen. Voor een gedegen analyse van de oorzaak van afwijking van de berekende en gemeten concentraties is over het algemeen onvoldoende materiaal ter beschikking. Een beschouwing over verblijftijden in relatie tot een inschatting van processnelheden zoals sedimentatiesnelheden, kan hier enig inzicht verschaffen.

Naast een best fit op het gemiddelde kan ook worden gekeken naar pieken en dalen. Doorgaans zijn hiervoor echter onvoldoende meetgegevens beschikbaar. De kans dat een routinematige bemonstering in het kader van de reguliere meetinspanningen juist plaatsvindt tijdens een piekgebeurtenis is immers klein. Beschikt men wel over piekgegevens dan is een best fit hierop mogelijk. Is de gemeten waarde hoger dan de berekende waarde dan kan het zijn dat het volume van het ontvangende water te groot is ingeschat of de emissie van de neerslagafhankelijke emissiestromen is onderschat. Zo laat de case Boekelerbeek zien dat de concentratie en vuilvracht bij riooloverstortingen sterk kan variëren en daarbij mede afhankelijk is van het aantal droge dagen voorafgaand aan de overstorting.

Definiëren autonome ontwikkeling

Onder autonome ontwikkelingen worden alle ontwikkelingen verstaan die buiten de directe invloedssfeer van het waterbeleid in Nederland plaatsvinden. Als kenmerk van autonome ontwikkeling geldt dat het waterbeleid in feite weinig invloed heeft op deze ontwikkeling. Met andere woorden: deze ontwikkeling zal zich autonoom voltrekken, los van de gekozen richting voor het waterbeleid. Er is sprake van autonome ontwikkelingen enerzijds als gevolg van economische- en demografische ontwikkelingen en anderzijds als gevolg van technologische ontwikkelingen. Daarnaast is er sprake van extern beleid dat ook van invloed kan zijn op voor waterbeleid relevante ontwikkelingen.

Voor een groot aantal bronnen is nationaal beleid geformuleerd. Dit zal ertoe leiden dat een groot aantal emissies de komende jaren verder zal afnemen. Dit zal o.a. leiden tot een afname in de depositie van een aantal stoffen, het terugdringen van ongezuiverde lozingen, een verbetering van de kwaliteit van Rijn en Maas, het verbieden van scheepslakken, die zware metalen bevatten e.d. Naast landelijk beleid moet ook rekening worden gehouden met lokaal voorgenomen beleid en ontwikkelingen, waaronder stadsuitbreidingen e.d.

Een autonome ontwikkeling dient daarom locatie-specifiek te worden beredeneerd en opgebouwd. In veel gebieden, zoals in de case Korteraarse Polder, zijn daarbij de verwachtingen omtrent de kwaliteitsverbetering van het inlaatwater doorslaggevend.

Het definiëren van de autonome ontwikkeling vraagt om een inventarisatie en uitgangspunten ten aanzien van emissieverklarende variabelen, emissiefactoren en watersysteemkenmerken. In Tabel 3-4 wordt een eerste aanzet gegeven tot een mogelijke checklist bij het opstellen of definiëren van de autonome ontwikkeling. Zowel de emissieverklarende variabelen als de emissiefactoren en systeemkenmerken kunnen in de autonome ontwikkeling veranderen. In de aanzet tot een checklist komen beide naar voren.

Hieronder wordt verder ingegaan op de landelijke en gebiedsgerichte ontwikkelingen.

Landelijke ontwikkelingen en hun doorwerking

Emissies zijn gekoppeld aan activiteiten en voorraadgrootheden, zoals bijvoorbeeld industriële productie of het aantal woningen. Er wordt voor de toekomst verwacht dat er een autonome toename optreedt van industriële activiteiten en het aantal woningen. Dit impliceert dat bij gelijkblijvende emissiefactoren, dit zal leiden tot een hogere emissie.

Het Centraal Planbureau heeft voor de ontwikkeling van emissies naar/in de toekomst ontwikkelingsscenario's ontwikkeld. Deze macro-economische beschouwingen voor de Nederlandse economie zijn gebaseerd op verschillende ontwikkelingsbeelden voor de wereld-economie [CPB, 1996]. Binnen deze analyse is gebruik gemaakt van het European Coordination-scenario dat door het CPB is uitgewerkt en door het RIVM in het kader van de Milieuverkenning-4 is bewerkt naar fysieke groeireeksen voor een groot aantal activiteiten [RIVM, 1997]. Dit vormt binnen de drie scenario's die door het CPB zijn uitgewerkt een relatief 'midden' scenario qua verwachte ontwikkelingen. Binnen het EC-scenario zijn groeicijfers beschikbaar van de ontwikkeling van de productiewaarde voor verschillende doelgroepen en emissie bepalende factoren. Deze monetaire cijfers zijn vertaald naar fysieke groeicijfers. Hierbij is rekening gehouden met het proces van dematerialisatie. Dit is een technologische ontwikkeling gericht op het verbeteren van de grondstoffefficiëntie door verbetering van procesrendementen en hergebruik van materialen. Daardoor zijn de fysieke groeicijfers vaak aanzienlijk lager dan de ontwikkelingscijfers voor de productiewaarde.

In het navolgende worden de autonome ontwikkelingen beschouwd waardoor de, op grond van de groeireeksen van het CPB, te verwachten toe- of afname van emissies vanuit een bepaalde doelgroep of sector zich afwijkend zal ontwikkelen. Met andere woorden er is gezocht naar ontwikkelingen waardoor de emissies per hoeveelheid product, verwerkte grondstof of emissieverklarende variabele, zoals die nu bekend zijn, veranderen. Met nadruk dient erop gewezen te worden dat de gegeven indicaties voor de toe- of afname van emissies globale voorspellingen zijn. Er wordt voorbij gegaan aan mogelijke snelle ontwikkelingen die bepaalde innovaties snel vooruit kunnen brengen.

Ontwikkelingen op het gebied van milieu, natuur, drinkwater en verkeer en vervoer zijn onderdeel van de landelijke autonome ontwikkeling. Hieronder worden enkele waterrelevante onderdelen van de landelijke autonome ontwikkeling beschreven.

Integrale gebiedsgerichte benadering

Er komt een steeds meer gebiedsgerichte en integrale benadering van allerlei aspecten op het gebied van natuur, milieu, volkshuisvesting, waterbeheer en infrastructuur. Gebiedsgericht beleid kan ten aanzien van emissies zowel positieve als negatieve gevolgen hebben.

De potentiële omvang van gebiedsgericht beleid gericht op lozingen van communaal afvalwater kan worden ingeschat op circa 3 miljoen v.e., indien wordt uitgegaan van de extra eisen ten aanzien van rwzi's lozend op kleine (en gevoelige) ontvangende regionale wateren. Echter ook negatieve uitwerkingen van gebiedsgericht beleid zijn mogelijk. Ondanks dat het beleid nadrukkelijk uitgaat van MTR als een minimumkwaliteit, worden soms wel suggesties geopperd om voor bepaalde wateren ruimere kwaliteitsdoelstellingen te hanteren.

Drinkwaterbesparing

Dit geldt bijvoorbeeld voor de afname van het watergebruik door bedrijven ter besparing van in het bijzonder grondwaterverbruik. Beperking van het waterverbruik c.q. het lozen van afvalwater leidt naar verwachting doorgaans ook tot een vermindering van de emissies, omdat: het toepassen van een zuiveringstechniek meestal leidt tot een bepaalde eindconcentratie (meer dan tot een bepaald rendement); hoe geconcentreerder de aan de behandeling onderworpen afvalwaterstroom zal zijn, hoe hoger dus het zuiveringsrendement zal zijn; het langdurig aanbieden van dun water kan mogelijk zelfs leiden tot "uitloging" van het zuiveringsslib dat tijdens de behandeling op de rwzi geproduceerd wordt; bij geconcentreerder water is daar minder sprake van;

Certificering en bedrijfsinterne milieuzorg

Er bestaat een steeds toenemende belangstelling voor de Bedrijfsinterne Milieuzorg (BIM) en Bedrijfs Milieu Plannen (BMP). Hierdoor besteden bedrijven steeds meer aandacht aan optimale procesomstandigheden, waarbij een minimaal grond- en hulpstoffenverbruik wordt nagestreefd en/of het vrijkomen van afvalstoffen c.q. afvalwater wordt beheerst en verminderd. Procesvoering is steeds meer onderwerp van certificering waardoor emissies kunnen worden gereduceerd. Uitbreiding van productie gaat vaak volgens nieuwere en minder emitterende processen. Met andere woorden er is sprake van een ont koppeling van de groei en de emissietoename bovenop het proces van dematerialisatie.

Innovaties

Redelijkerwijs zijn in de toekomst innovaties en verbeteringen te verwachten, waardoor onmogelijk geachte technieken mogelijk worden. Als voorbeeld kan membraantechnologie worden genoemd.

Specifieke ontwikkelingen

Voor deze studie relevante branche specifieke ontwikkelingen zijn:

- De Nederlandse papierindustrie verwacht in de toekomst een verhoogde inzet van oud papier als vezelbron voor de papierproductie, hetgeen zal leiden tot een toename van het zware metaalgehalte in het zuiveringsslib en de emissie van zware metalen op het oppervlaktewater.
- In de grafische industrie leidt de voortgang van de digitalisering van de branche tot een vermindering van de emissies van zware metalen. Het gaat hier vooral om nikkel-emissies. Daarnaast wordt een toename verwacht van het gebruik van watergedragen verven.
- Door de tandartsenbranche wordt op dit moment enigszins teruggekomen op het gebruik van composiet-vullingen, vanwege het feit dat deze minder lang mee zouden gaan dan amalgaam-vullingen. Dit betekent in de praktijk dat composietvullingen slechts beperkt toepasbaar zijn. Waarschijnlijk zal het gebruik van composiet zich in tien jaar tijd stabiliseren, waarbij nog een emissiereductie kan worden verwacht van circa 50%.

- Op dit moment vindt overleg met de verfranchise plaats, gericht op de (verdere) terugdringing van de gehalten (zeswaardig) chroom en lood.
- Momenteel worden nazorgplannen opgesteld die er voor moeten zorgen dat de bestaande stortplaatsen versneld worden afgedekt. Binnen 10 jaar zullen naar verwachting nog slechts 1 à 2 stortplaatsen per provincie over zijn.
- Er is een trend naar het gebruik van zogenaamd tweede kwaliteit water waarneembaar, die verschillende gevolgen heeft.
- Een vermindering van het verbruik van water van hoge kwaliteit;
- Verhoogde aanleg van waterleidingen; voor zover deze leidingen van kunststof zijn, gaat dit niet gepaard met verhoogde emissies vanuit de leidingen;
- Een toename van het verbruik van minder gezuiverd water (aanvoervracht via het ruwe water wijzigt).
- Het gebruik van water-gedragen verfstoffen zal een zekere verhoging van de emissies met zich meebrengen, doordat verfspullen onder de kraan zullen worden afgespoeld. Vanaf circa 1991 is er een toename van watergedragen verven in de particuliere markt van circa 6 à 7% per jaar tot 27% in 1996. Voorlopig zet deze trend zich door. Een grove schatting van de maximale implementatiegraad van watergedragen verven in de particuliere sector is circa 75%.
- Het afkoppelen van verhard oppervlak als oplossing voor realisatie van de basisinspanning riolering staat erg in de belangstelling. Hier wordt een snelle ontwikkeling verwacht. Dit zal een vermindering van de aanvoer van zware metalen naar rwzi's tot gevolg zal hebben. Vermindering van de hoeveelheid afgevoerd water zal tot gevolg hebben dat de verwijdering van zware metalen iets zal toenemen. Aan de andere kant zal een aanzienlijk deel van het afgekoppelde water niet kunnen worden geïnfiltreerd en direct op het oppervlaktewater worden geloosd, hetgeen weer zal leiden tot een stijging van de emissie aan zware metalen.
- De verontreiniging van het communaal afvalwater is voornamelijk afkomstig uit woningen en kleine bedrijven. De groei van het aantal woningen door toename van de bevolking en door *gezinsverdunning* leidt tot de verwachting dat de emissies naar verhouding (met de bevolkingsgroei) nog wat sneller zullen toenemen.
- Naar verwachting zullen alle loden buitenleidingen (naar de huizen toe) rond 2002 vervangen zijn. De vervanging binnenshuis gaat uitermate traag. De vervanging van leidingen binnenshuis zal naar verwachting minder dan 5% per jaar zijn.
- Met het strenger worden van de lozingsnormen voor stikstof wordt in vele gevallen overgestapt van een laagbelast actiefslibstelsysteem met slibgisting naar een ultra-laagbelast actiefslibstelsysteem zonder slibgisting. Deze overstap houdt een stijging van de slibproductie in. Als gevolg van de sterk stijgende kosten van de verwerking van zuiveringsslib is er aan de andere kant een streven waarneembaar naar het minimaliseren van de productie van zuiveringsslib. Als zowel de kwaliteit als de kwantiteit van het op rwzi's geproduceerd zuiveringsslib verandert, mag worden aangenomen dat de concentraties zware metalen en PAK's in het slib eveneens zullen veranderen. De binding van zware metalen aan het slib kan gezien worden als een evenwichtsreactie, die wordt bepaald door de beschikbaarheid van geschikt oppervlak in of aan het slib. Het streven naar vermindering van de slibproductie zal leiden tot hogere gehalten zware metalen in het effluent. Ook het streven naar verdere mineralisatie van het slib zal leiden tot geringer beschikbaar oppervlak, en dus lagere gehalten zware metalen in het slib

- De corrosie van aan de atmosfeer blootgesteld zink wordt onder meer in belangrijke mate bepaald door het SO₂ gehalte in de depositie. Dit is in de afgelopen jaren sterk afgenomen en zal naar verwachting nog verder reduceren [RIVM, 1997]. Gebaseerd op een relatie van Hollander [Janus et. al, 1995] is een afname in rekening gebracht op grond van de te verwachten reductie in de SO₂-depositie.

Gebiedseigen ontwikkelingen

Te denken valt bijvoorbeeld aan uitbreidingen stedelijk gebied, voornemens tot alloceren van lozingspunten of verbeteren van zuiveringen, extra randvoorzieningen bij rioolstelsels e.d. Het is aan te bevelen ook deze ontwikkelingen in beeld te brengen. De consequenties van deze ontwikkelingen dienen te worden aangegeven in een wijziging van bijvoorbeeld de emissieverklarende factoren (o.a. oppervlak stedelijk gebied), emissiefactoren en watersysteemkenmerken.

Tabel 3-4 Aanzet tot checklist van mee te nemen variabelen bij het definiëren van de autonome ontwikkeling

	Emissieverklarende variabelen	Emissiefactoren	Watersysteemkenmerken
Landelijk	<ul style="list-style-type: none"> • afname zure regen 	<ul style="list-style-type: none"> • beperking lood/zink/koper houdende verven • afname corrosie zink • afname depositie 	<ul style="list-style-type: none"> •
Gebiedseigen ontwikkelingen	<ul style="list-style-type: none"> • stadsuitbreiding; wegaanleg • afkoppelen verhard oppervlak • randvoorzieningen 	<ul style="list-style-type: none"> • inzet zoab en intensiteit weggebruik • effluentpolishing ontharding drinkwater • kwaliteit inlaatwater 	<ul style="list-style-type: none"> • volume water • verplaatsing inlaat- en lozingspunten; vasthouden gebiedseigen water (dynamisch peilbeheer) • wijzigingen peil die doorwerken op kwel en inzijging

Immissiebeeld voor de langere termijn

Door het invoeren van de autonome ontwikkelingen wordt een prognose van het immissiebeeld voor de langere termijn gemaakt. Dit kan wezenlijk verschillen van het immissiebeeld van de huidige situatie.

Om voorstaande stappen te ondersteunen kan in het begeleidend spreadsheet een viertal instellingen worden aangegeven voor respectievelijk de huidige situatie, de autonome ontwikkeling en twee op de autonome ontwikkeling gesuperponeerde maatregelenpakketten.

Herverontreinigingsrisico waterbodem

In aanvulling op de voornoemde procedure om te komen tot een immissiebeeld voor de waterkwaliteit wordt ook een indicatie afgegeven voor het herverontreinigingsrisico van de waterbodem.

Bij het bepalen van het effect van diffuse bronnen op de omgevingskwaliteit is de waterbodem een belangrijk aspect. Juist in de nabijheid van diffuse lozingspunten worden over het algemeen

de effecten van deze lozingen vooral aangetoond door normoverschrijdende waterbodemgehalten, terwijl de waterkwaliteit van het bovenstaande water (o.a. als gevolg van verdunning) minder duidelijke invloed ondervindt

Op basis van de concentratieberekeningen die in het spreadsheet zijn opgenomen, is een directe uitspraak over de te verwachten waterbodemkwaliteit niet mogelijk. Er is in de cases geen sprake van een eenduidig verband tussen de waterkwaliteit en de waterbodemkwaliteit. Dit is vooral een gevolg van het feit dat de waterbodemkwaliteit een weerspiegeling geeft van een lang verleden (waarin waarschijnlijk inmiddels 'opgedroogde' bronnen een rol speelden) terwijl de waterkwaliteit de van dag tot dag fluctuerende actuele toestand vertegenwoordigt.

Om toch te voorzien in een indicatie is een verkenning gemaakt van het herverontreinigingsrisico van de waterbodem in het ontvangend watersysteem. Hierbij wordt gekeken naar de verwachte samenstelling van de zwevende stof die in het ontvangend watersysteem tot bezinking komt. Hierbij gaan we uit van een pragmatische benadering op basis waarvan alleen kwalitatieve uitspraken kunnen worden gedaan.

Deze benadering gaat uit van de volgende veronderstellingen.

1. Voor de berekening van het herverontreinigingsrisico wordt per case uitgegaan van een vaste zwevende stof concentratie (default 30 mg/l);
2. De samenstelling van de zwevende stof wordt verondersteld gelijk te zijn aan die van de zogenaamde standaardwaterbodem (25% lutum en 10% organische stof) zodat de berekende metaalconcentraties aan zwevende stof zonder tussenkomst van een correctiefactor kunnen worden getoetst aan de MTR-normen;
3. De verdeling van totaal concentraties zware metalen over particuliere fractie en opgeloste fractie gaat standaard uit van de verdelingscoëfficiënten (Kd-waarden) die voor koper, lood en zink zijn vastgesteld in het kader van de normstelling zware metalen (rapport Integrale Normstelling Stoffen, 1997; $Kd_{Cu} = 50$ l/g; $Kd_{Pb} = 640$ l/g; $Kd_{Zn} = 110$ l/g); Als het betreffende water sterk onder invloed staat van Rijnwater wordt aangeraden als alternatief de Kd-waarden voor de Rijn te gebruiken (mediaan 1992-1998; $Kd_{Cu} = 28$ l/g; $Kd_{Pb} = 343$ l/g; $Kd_{Zn} = 126$ l/g). Indien locatiespecifieke verdelingscoëfficiënten bekend zijn kunnen deze worden gebruikt.
4. Er bestaat een herverontreinigingsrisico als de totaalconcentratie (berekend), verdeeld over particuliere fractie en opgeloste fractie, een overschrijding van de MTR voor waterbodem (mg/kg) laat zien.

Als, door het nemen van maatregelen, of als gevolg van autonome ontwikkelingen, de zwevende stof concentraties wijzigen, kan hiermee in het spreadsheet rekening worden gehouden. Het komt er dan op neer om een inschatting van de toekomstige zwevende stof concentratie behorend bij dit scenario in te vullen. Gevolgen van een eventuele wijziging in de samenstelling van het zwevende stof kunnen niet worden meegenomen (dit zou neerkomen op een veranderende Kd-waarde).

Ter illustratie volgt hier een fictief getallenvoorbeeld.

Stel de totaalconcentratie van koper is 4 µg/l. De zwevende stofconcentratie is (standaard) 30 mg/l. De fractie van de concentratie die gebonden is aan zwevende stof is:

$$f(ads) = Kd \times ZST / (1 + Kd \times ZST) = 50 \times 0,030 / (1 + 50 \times 0,030) = 0,6$$

Het metaalgehalte in het zwevende stof wordt bepaald door de geadsorbeerde concentratie in de waterfase (op volume basis) te delen door het zwevende stof gehalte.

$$C(\text{zwevende stof}) = f(\text{ads}) \times C(\text{totaal, water}) / ZST = 0,6 \times 4 / 0,030 = 80 \text{ mg/kg d.s.}$$

Deze concentratie kan direct worden getoetst aan bijvoorbeeld het MTR of de streefwaarde (zie Tabel 3-5).

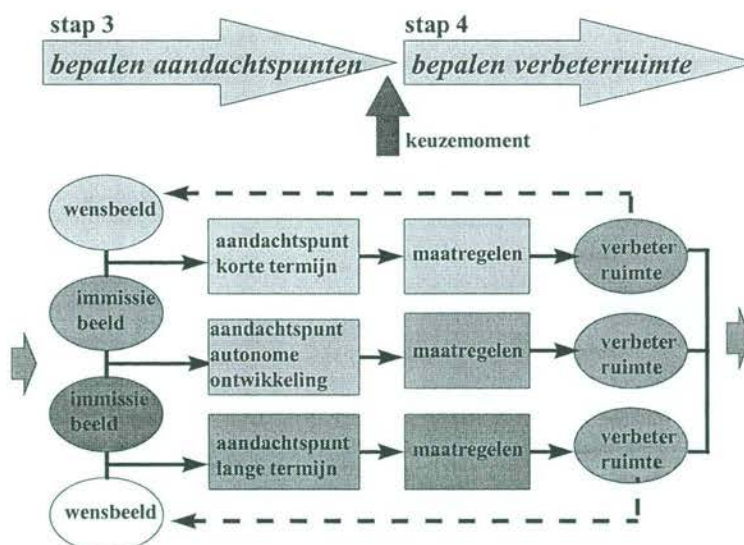
Tabel 3-5: Verdelingscoëfficiënten en toetscriteria voor de bepaling van het herverontreinigingsrisico van de waterbodem op basis van berekening van de concentraties in de waterfase.

	d or lg	d in lg	treefwaarde g kg d s	water ode g kg d s
koper				
lood				
zink				

3.4 Beleidsaandachtspunten

Het is nu zaak aandachtspunten op te sporen. Dit geschiedt door de waterkwaliteitssituatie te vergelijken met de wenselijke situatie. De volgende deelstappen kunnen hierbij worden onderscheiden:

- opstellen van wensbeelden voor korte en lange termijn;
- vergelijken van wensbeelden met de immissiebeelden;
- definiëren van aandachtspunten en lijnen voor verder onderzoek.



figuur 3.6 Derde en vierde stap van de redeneerlijn: bepalen aandachtspunten en verbeterruimte

In de meeste gevallen vormt het halen van landelijke waterkwaliteitsnormen een belangrijk onderdeel van het wensbeeld. Er kan daarbij gestreefd worden naar de MTR maar ook naar lagere waarden zoals streefwaarden, bijvoorbeeld in kwetsbare gebieden met een bijzondere status.

De normstelling gaat uit van een 90 percentiel waarde. Bij sterk fluctuerende en neerslagafhankelijke lozingen kan het wenselijk zijn ook doelstellingen te formuleren ten aanzien van maximaal acceptabele pieken. Een basis hiervoor is de 24-uurs LC50 waarde van vis, watervlooien (*Daphnia*) en algen.

Naast de normstelling voor het oppervlaktewater kan ook de waterbodembodemkwaliteit onderdeel uitmaken van het wensbeeld. Verwijderen en opslag van vervuilde bagger is erg duur. Met oog hierop kan een reductie in emissies wenselijk zijn die zich kan terugverdienen via lagere kosten bij het verwijderen en opslaan van de onderhoudsspecie.

Vergelijken van immissiebeelden en wensbeelden

Door de immissiebeelden te vergelijken met de wensbeelden kunnen aandachtspunten worden opgespoord. Er is sprake van een aandachtspunt als de berekende concentratie aan koper, lood en zink voor de korte dan wel lange termijn aanzienlijk hoger ligt dan de wenselijke concentratie. Dit kan het geval zijn voor gemiddelde situatie of enkel bij het optreden van pieken.

Op grond van het immissiebeeld kan ook een indruk worden verkregen welke emissiestromen vooral verantwoordelijk zijn voor de overschrijding. Het is ook mogelijk dat het immissiebeeld zich ongunstig wijzigt als gevolg van gebiedseigen ontwikkelingen. Dit kan het geval zijn als bijvoorbeeld het verharde oppervlak toeneemt of er vooral verhard oppervlak wordt afgekoppeld. Het beperken van de inlaat van gebiedsvreemd water kan, als dit van betere kwaliteit is als het gebiedseigen water, ook leiden tot een negatiever immissiebeeld. Door de immissiebeelden van de huidige situatie en de autonome ontwikkelingen te vergelijken kunnen deze beleidsaandachtspunten worden opgespoord.

Formuleren aandachtspunten

Op grond van de vergelijking kunnen zich de volgende situaties voordoen:

- er is geen sprake van een aandachtspunt; er is nu en ook op lange termijn geen sprake van het overschrijden van een huidige of toekomstige norm;
- er is sprake van een korte termijn aandachtspunt; er wordt een norm overschreden maar als gevolg van autonome ontwikkeling zal op lange termijn geen norm meer worden overschreden;
- er is sprake van een aandachtspunt op langere termijn; in de huidige situatie wordt geen norm overschreden maar als gevolg van autonome ontwikkelingen wordt dit wel verwacht;
- er is sprake van een aandachtspunt op korte termijn en op lange termijn; een of meerdere normen worden nu en ook op langere termijn overschreden.

Op grond van de immissiebeelden en overig verzamelde informatie kan per aandachtspunt ook direct worden aangegeven wat de oorzaken zijn voor het overschrijden.

3.5 Bepalen gebiedseigen ruimte voor verbetering

Het bepalen van de gebiedseigen ruimte voor het verbeteren van de waterkwaliteit is wenselijk zodra sprake is van een aandachtspunt. Met *verbeterruimte* wordt concreet bedoeld de mate waarin het met gebiedsgerichte maatregelen mogelijk is om een positieve verandering in het

waterkwaliteitsbeeld te bewerkingen. Het uiteindelijke doel is daarbij natuurlijk het verwirkelijken van het wensbeeld.

De verbeterruimte wordt bepaald aan de hand van de effecten van mogelijke maatregelen. Wat betreft de aard van deze maatregelen kan onderscheid worden gemaakt naar maatregelen die gericht zijn op:

- *emissiebronnen*, zoals de meeste duurzaam bouwen maatregelen;
- *emissiepaden*, zoals vergroten zuiveringsefficiëntie van zuiveringen;
- *watersystemen*, zoals beperken/vergroten inlaat.

De effecten van deze maatregelen op het immissiebeeld kunnen afzonderlijk of in combinatie worden onderzocht. Op deze wijze wordt duidelijk of het wensbeeld kan worden gehaald en met welke (combinatie van) maatregelen.

De volgende deelstappen kunnen daarbij worden onderscheiden:

- het bepalen van de effecten van individuele maatregelen;
- het bepalen van de effecten van combinatie van maatregelen;
- het bepalen of de verbeterruimte voldoende is voor het bereiken van het wensbeeld.

Het mogelijk effect van individuele maatregelen kan vaak al direct uit het immissiebeeld worden afgeleid. Voordat de effecten kunnen worden bepaald moet men de maatregelen eerst nader definiëren. Zo kan men bijvoorbeeld niet zonder meer stellen dat de zuiveringsefficiëntie van een RWZI naar 100% kan worden gebracht, er geen water meer hoeft te worden ingelaten, of dat alle koperen en loden leidingen op korte termijn zullen zijn vervangen. Het kan echter nuttig zijn om te bezien of een 100% reductie van een emissiebron voldoende verbeterruimte oplevert. Als dat in het geheel niet het geval is, is nader onderzoek naar andere maatregelen gericht op andere emissiebronnen nodig.

3.6 Beleidsmatige keuze en benutten verbeterruimte

Voornoemde redeneerlijn en spreadsheet zijn vooraleerst een hulpmiddel bij het identificeren van de belangrijkste bronnen en van mogelijke maatregelen voor verbetering van de waterkwaliteit. Het geeft enkel aan wat opties voor effect sorteren. De keuze van opties wordt niet verder ondersteund. Het is evenwel niet zo dat altijd de meest effectieve maatregelen het eerst in aanmerking komen voor realisatie. Op welke wijze men de beschikbare gebiedsgerichte verbeterruimte wil invullen hangt af van meerdere aspecten.

Zo kan er een voorkeur zijn voor maatregelen met het grootste milieurendement op economische motieven en voor een brongerichte aanpak om principiële redenen.

Er kan ook een voorkeur bestaan voor een combinatie van maatregelen waarbij de zekerheid en beheersbaarheid van een oplossing voorop staat. Koppeling van maatregelen aan lopende initiatieven kan ook een argument zijn voor pragmatische keuzen.

In dit beleidsmatig proces is het belangrijk de mogelijke motieven in beeld te brengen. De meeste brongerichte maatregelen zijn stofspecifiek en zijn minder eenvoudig via bijvoorbeeld vergunningen afdwingbaar. Het realiseren van brongerichte maatregelen vraagt daarom veel tijd. Het vergroten van het zuiveringsrendement leidt tot een reductie in de belasting van een heel palet aan stoffen, die ook op korte termijn kan worden bewerkstelligd. Er is echter geen sprake van een structurele duurzame oplossing en de beheersinspanning en daarmee

samenhangende kosten en risico's blijven hoog. Kortom, dit is een kwestie van uitbalanceren en zoeken naar een juiste mix. Dat is per regio maatwerk.

De redeneerlijn + spreadsheet biedt daartoe een instrument om snel een kwalitatieve indicatie van de effecten van de maatregelen en ontwikkelingen te verkrijgen. Andere argumenten dienen daarna in het beleidsmatig afwegingproces te worden afgewogen.

4 ILLUSTRATIES VERBETERRUIMTE

4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden aan de hand van de redeneerlijn drie cases beschreven. Deze cases liggen verdeeld over Nederland en representeren voor Nederland kenmerkende watersystemen. Zo is de Korteraarse Polder (Nieuwkoop) een overwegend landelijk gebied in laag Nederland gekenmerkt door polders en inlaat. De case Watergraafsmeer (Amsterdam) geeft vooral een illustratie van een stedelijk gebied in laag Nederland. De case Boekelerbeek geeft een voorbeeld van hoog Nederland en betreft een laaglandbeek.

Bij de uitwerking van de cases is nagenoeg alleen gebruik gemaakt van de info die in betreffende rapportages ter beschikking stond. Voor sommige situaties leidt dit tot een beeld dat wellicht gedateerd is vanwege inmiddels gewijzigde inzichten. Het gaat hier echter vooral om de illustratie van de mogelijke verbeterruimte, waarbij we in dit rapport een aantal accenten aanstippen. Op deze wijze is telkens de "huidige situatie" in beeld gebracht.

Voor het in beeld brengen van de effecten van scenario's als autonome ontwikkelingen en eventueel daarop aanvullende maatregelpakketten, is per case een tweetrapsbenadering gekozen. Allereerst is voor elk scenario nagegaan welke veranderingen moeten worden verwacht in de emissieverklarende variabelen (bv. toename verhard oppervlak, verschuiving van gemengd naar gescheiden riolering, etc.). Hiermee worden veranderingen in kwantiteit (dus ook in de waterbalans) beïnvloed.

Daarnaast is apart aangegeven met welk percentage de emissiefactoren voor de betreffende case zullen worden gereduceerd als gevolg van de uitwerking van deze scenario's. Deze reducties zijn vooralsnog teruggebracht tot een drietal reductieknoppen in het spreadsheet. Het betreft:

- de reductie van de emissiefactor voor verhard oppervlak als gevolg van toepassing alternatieve bouwmaterialen,
- reductie van emissiefactor voor effluent van de rwzi als gevolg van mogelijke verbeteringsmaatregelen.
- reductie van de concentraties van het inlaatwater als gevolg van landelijk generiek beleid.

Met deze reductiepercentages worden de veranderingen van de kwaliteit van het afstromende water beïnvloed. Voor het bepalen van deze reductiepercentages is per case een inschatting gemaakt op basis van expert judgement.

De wijze waarop het herverontreinigingsrisico voor de waterbodem in beeld kan worden gebracht is geïllustreerd in de case Korteraarse Polder en de case Boekeler Beek.

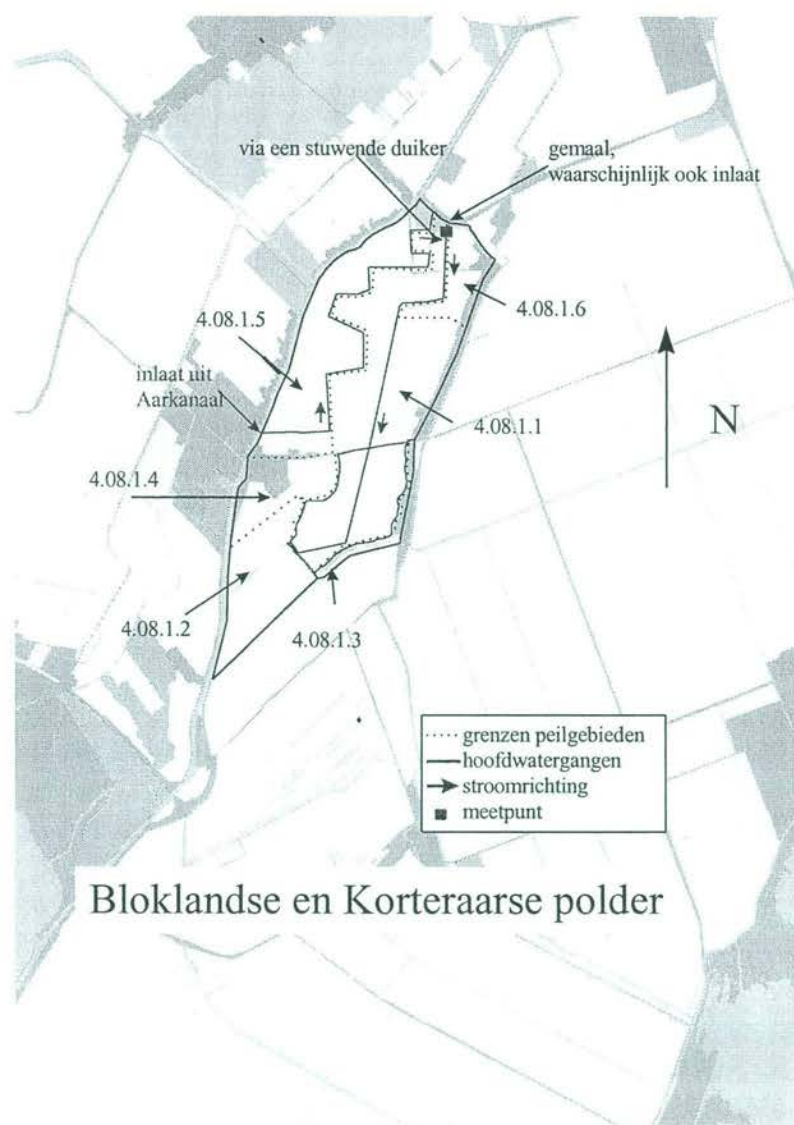
4.2 Case Korteraarse Polder

Quick scan

Voor het gebied Nieuwkoop is het Actieplan Nieuwkoop opgesteld dat is gericht op de inventarisatie en aanpak van (diffuse) bronnen van waterverontreiniging (oktober 1995). Het Actieplan omvat meerdere polders. Op grond van een relatief hoog aandeel aan stedelijk gebied

is gekozen voor het deelgebied De Korteraarse Polder. Deze polder met een totaal oppervlak van 334 ha, herbergt 17 ha water, 172 ha grasland, 54 ha akkers, 57 ha bebouwing en 28 ha kassen naast enkele hectares boomkweek en bos. Het gebied is overwegend landelijk van karakter met maar weinig bebouwing. Op grond van de aanwezigheid van het stedelijk gebied is nog een deelgebied onderscheiden (zie figuur 4.1).


Op basis van de waterhuishouding kunnen 6 peilvakken worden onderscheiden. Er wordt op drie plaatsen water ingelaten vanuit de boezem en met behulp van 1 gemaal water uitgeslagen.



figuur 4.1 Overzichtskartaal Korteraarse polder

In de zomermaanden wordt het inlaatwater via het stelsel van hoofdwatgangen verder verdeeld. Het water dat wordt ingelaten vanuit het Aarkanaal loopt langs de stedelijke kern, maar er niet doorheen. Dit betekent dat een deel van de bebouwing in de polder in hydrologisch opzicht in een bovenstroomse positie is gelegen.

Tabel 4-1 Belangrijkste emissieverklarende variabelen voor Korteraarse Polder in verschillende scenario's

EMISSIONSVERKLARENDE VARIABLEN		EVV_scenario's				
		1	2	3	4	
Huidige Situatie		Huidige Situatie	Huidige Situatie	Autonome ontwikkeling	Maatregel-pakket 1	Maatregel-pakket 2
omschrijving	eenheid	waarde	waarde	waarde	waarde	waarde
oppervlak totaal	ha	334,1	334,1	334,1	334,1	334,1
oppervlak water	ha water	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
oppervlak grasland	ha gras	172,4	172,4	172,4	172,4	172,4
oppervlak akkers	ha akker	54,2	54,2	54,2	54,2	54,2
oppervlak bebouwing	ha verh.	57,0	57,0	57,0	57,0	57,0
oppervlak kassen	ha kas	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5
oppervlak boomkweek	ha boomkw.	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
oppervlak bos	ha	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
niet-gerioleerde woningen en woonboten	woningen	81,5	81,5	8	8	0
aantal eenheden per woning en woonboot	inw	3	3	3	3	3
aantal inwoners aangesloten op gescheiden stelsel	inw	318	318	318	318	318
verhard oppervlak gekoppeld aan regenwaterriool	ha	19	19	19	19	19
verhard oppervlak gekoppeld aan gemengd riool	ha	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0
lengte van verharde wegen	km weg	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
niet gerioleerde melkveebedrijven per polder	bedrijven	7	7	7	7	7
lengte oeverbeschoeiing	m	1800	1800	1800	1800	1800
ingelaten water vanuit de boezem	m3	1.947.700	1947700	1947700	1300000	1300000
inlaat naar vraag?	0=nee 1=ja	0	0	1	1	1
visdagen	dagen	180	180	180	180	180
aantal rwzi's	aantal	1	1	1	1	1
oppervlak onverhard landelijk	ha	231,6	231,6	231,6	231,6	231,6
oppervlak verhard (bebouwing + kassen)	ha	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5
bergingscapaciteit bodem	mm/m	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0
gemiddelde waterdiepte	m	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
watervolume	m3	170000,0	170000,0	170000,0	170000,0	170000,0
aantal inwoners aangesloten op gemengd stelsel	inw	636,0	636,0	636,0	636,0	636,0

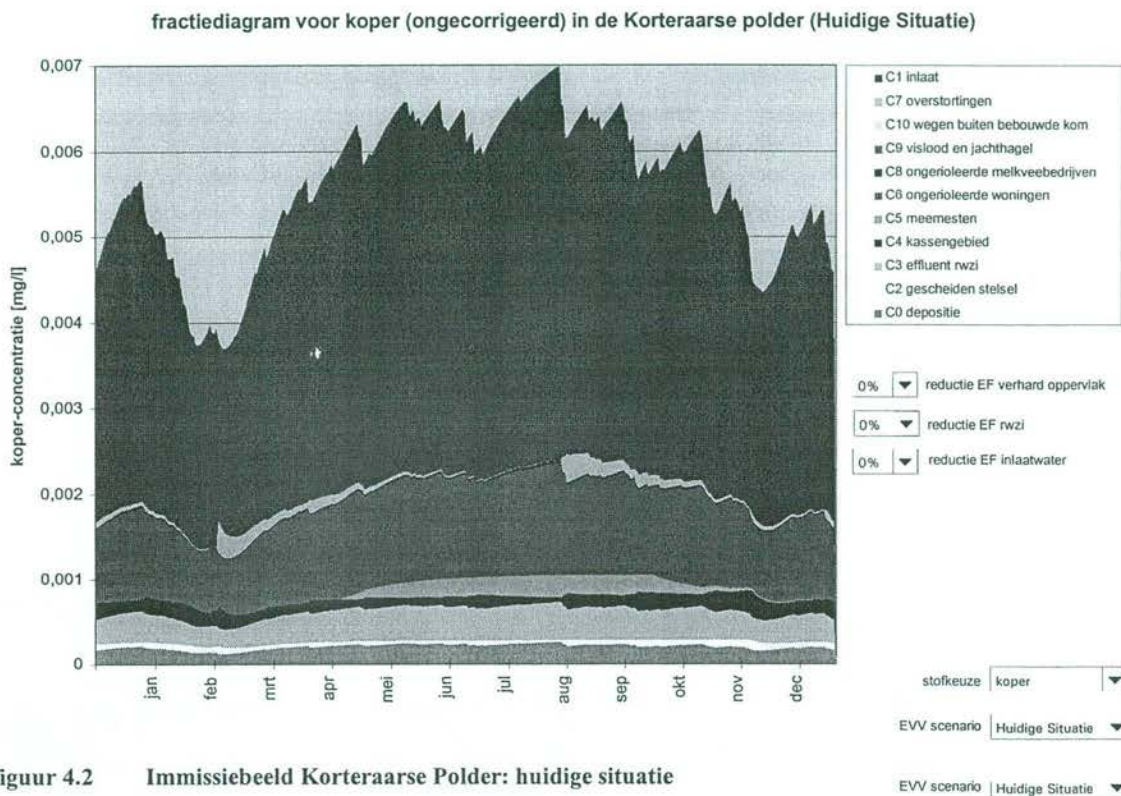
De hoeveelheid ingelaten water op jaarbasis is bekend, maar niet de waterdiepte van het polder en boezemwater. In het gebied wordt continue water ingelaten voor doorspoeling en voor peilbeheer. Er is namelijk sprake van een grote wegzijging.

Als gemiddelde waterkwaliteit wordt een waarde aangegeven van 9,7 ug/l koper, 5,2 ug/l lood en 30 ug/l zink. Deze meetwaarden zijn echter maar beperkt representatief voor de Korteraarse Polder en in het geheel niet representatief voor het beschouwde deelgebied. Er is daarom voor gekozen in de procedure de immissiebeelden niet te corrigeren voor de meetwaarden.

In het spreadsheet is voor het rwzi-effluent de gemeten vracht opgenomen onder emissiefactoren (is in dit spreadsheet dus niet berekend). Het getal 1 dat bij aantal rwzi's in de tabel emissieverklarende variabelen is genoemd is daarom alleen een rekentechnische eenheid zonder fysieke betekenis.

Als gemiddeld kwaliteit van de waterbodem wordt opgegeven 53 ug/kg.ds.koper, 209 ug/kg ds. lood en 472 ug/kg.ds zink. Van deze stoffen is koper de enige die de grenswaarde overschrijdt. De navolgende beschrijving beperkt zich daarom tot koper.

Op grond van de quick scan is een deelgebied onderscheiden met als kenmerken 60% bebouwd. In de modelinvoer is dit vertaald naar een afname in het oppervlak aan akker en grasland. Aangezien dit gebied buiten de doorvoeroute van het inlaatwater is gelegen is uitgegaan van een uitsluitend peilafhankelijke inlaat. Het oppervlak aan overige emissieverklarende factoren blijft verhoudingsgewijs gelijk. Bovendien is geen sprake van effluentlozing.



figuur 4.2 Immissiebeeld Korteraarse Polder: huidige situatie

Waterkwaliteitssituatie en immissiebeeld

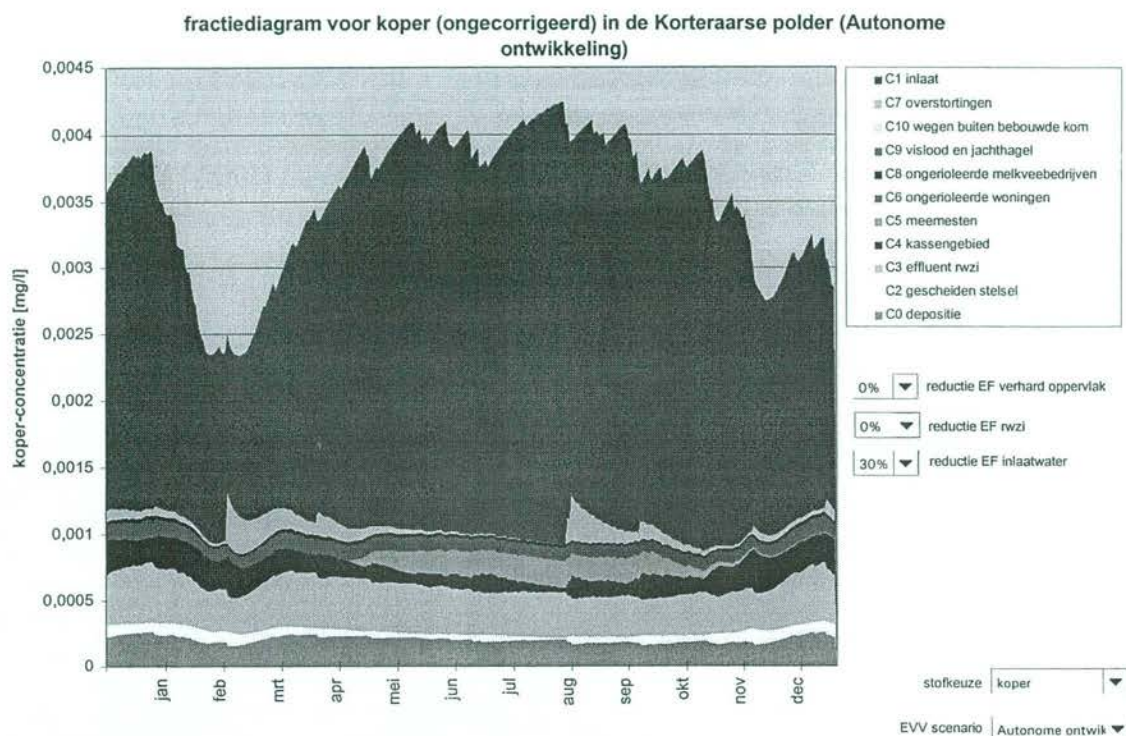
In de case Korteraarse Polder is een groot aantal bronnen onderscheiden (zie Tabel 4-1). Voor het inschatten van de emissies wordt teruggegrepen op destijds geldende landelijke emissiefactoren.

De berekende waarden blijken lager dan het gemeten gemiddelde. Hiervoor is niet gecorrigeerd omdat representatieve meetgegevens ontbreken.

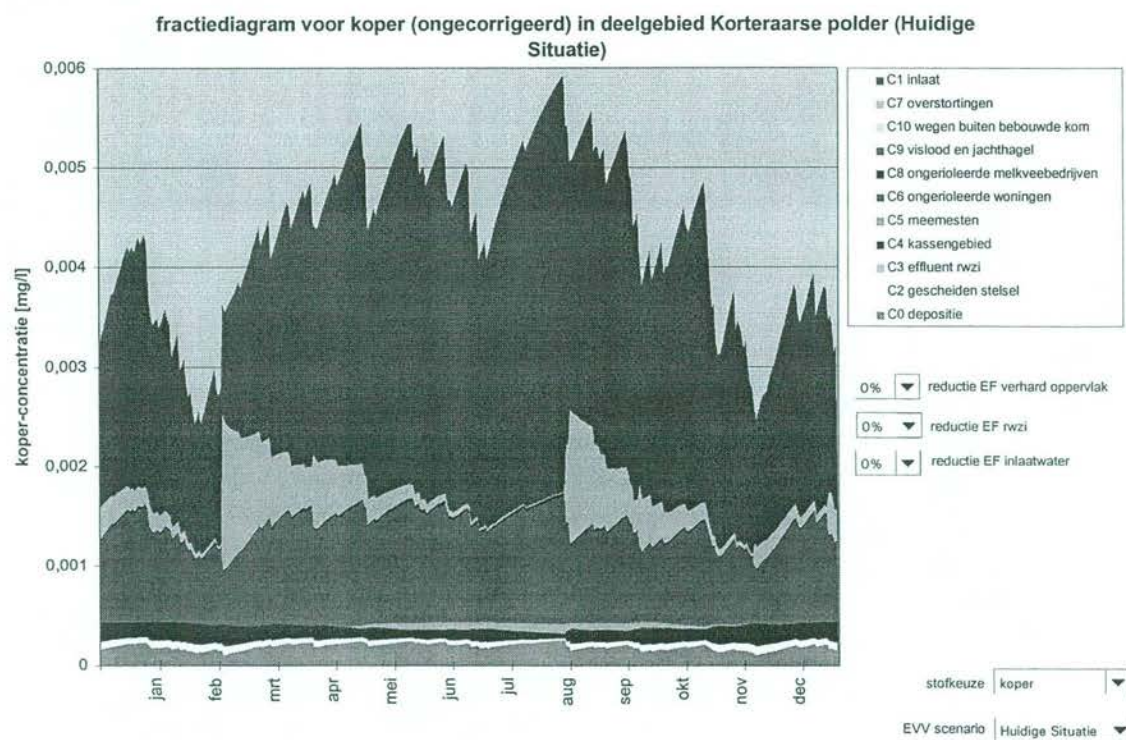
Het immissiebeeld duidt op een zeer dominante invloed van het inlaatwater (figuur 4.2). Deze dominantie wordt zowel bepaald door het volume dat wordt ingelaten alsook door de concentratie die gemiddeld net boven de MTR is gelegen. Mogelijk dat enkel in hydrologisch geïsoleerde gebieden de invloed van de andere bronnen groter is (zie ook bespreking deelgebied).

In de autonome ontwikkeling wordt uitgegaan van een aanzienlijke reductie in het gehalte aan koper in het inlaatwater (ca 30%) en het grotendeels terugdringen van de ongezuiverde lozingen (figuur 4.3).

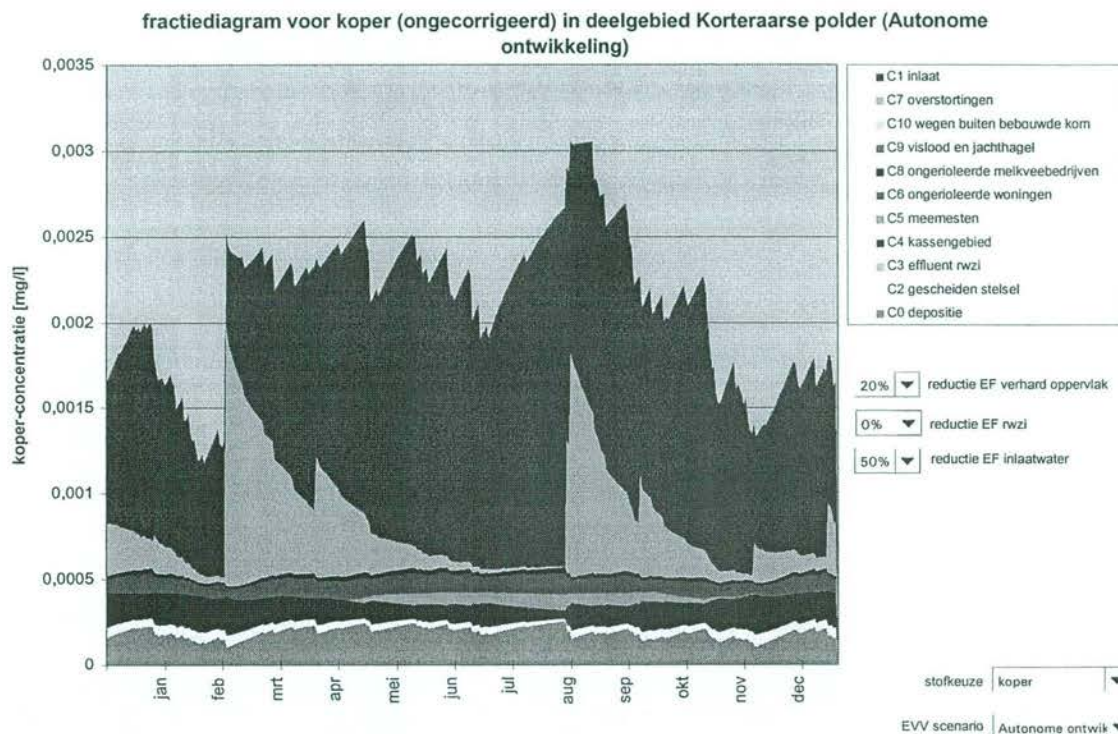
Het deelgebied laat in de huidige situatie verhoudingsgewijs dezelfde concentraties aan koper zien (figuur 4.4). De opbouw en de bijdrage van de verschillende bronnen aan het immissiebeeld is echter anders. De rol van inlaatwater is kleiner maar blijft groot vanwege de grote inlaatbehoefte van verhard oppervlak. Als gevolg van de sterke inzijging onder het verharde oppervlak wordt ook in de bebouwde gebieden water aangevoerd. Effluent is afwezig en de rol van ongerioleerde woningen en overstorten is verhoudingsgewijs groter.



figuur 4.3 Immissiebeeld Korteraarse Polder: autonome ontwikkeling



figuur 4.4 Immissiebeeld deelgebied Korteraarse Polder: huidige situatie



figuur 4.5 Immissiebeeld deelgebied Korteraarse Polder: autonome ontwikkeling

De reductie in de concentratie van koper in inlaatwater in de autonome ontwikkeling van het deelgebied werkt minder sterk door in een verlaging van de koperconcentratie dan bij de gehele polder het geval was (figuur 4.5). Het aansluiten van lokale bronnen op de riolering, zoals ongerioleerde woningen en ook een reductie in overstorten als gevolg van de realisatie van de basisinspanning geeft wel een aanzienlijke verbetering te zien. Op lange termijn is er daardoor geen sprake meer van een overschrijding van de MTR voor koper.

Beleidsaandachtspunten

Het immissiebeeld voor de gehele polder in de huidige situatie geeft een vrijwel constante overschrijding van de wenselijke norm te zien (figuur 4.2). De riooloverstorten leiden vrijwel niet tot pieken in dit beeld voor de polder als geheel. Het immissiebeeld autonome ontwikkeling voor de gehele polder geeft een verbetering van de waterkwaliteit te zien (figuur 4.3). De MTR-norm voor koper wordt bij 30% reductie in de kwaliteit van het inlaatwater (tot 0.045 mg/l) echter nog steeds overschreden. Dit komt door de dominante invloed van het inlaatwater.

In het deelgebied is in de autonome ontwikkeling op grond van de MTR geen sprake meer van een aandachtspunt. Daarnaast leidt een verdere reductie in de bijdrage van verhard oppervlak ook niet meer tot een verdere verbetering in de koperconcentratie.

Dit neemt niet weg dat in het deelgebied wel sprake kan zijn van een beleidsaandachtspunt ten aanzien van zink, zoals ook de case Watergraafsmeer laat zien.

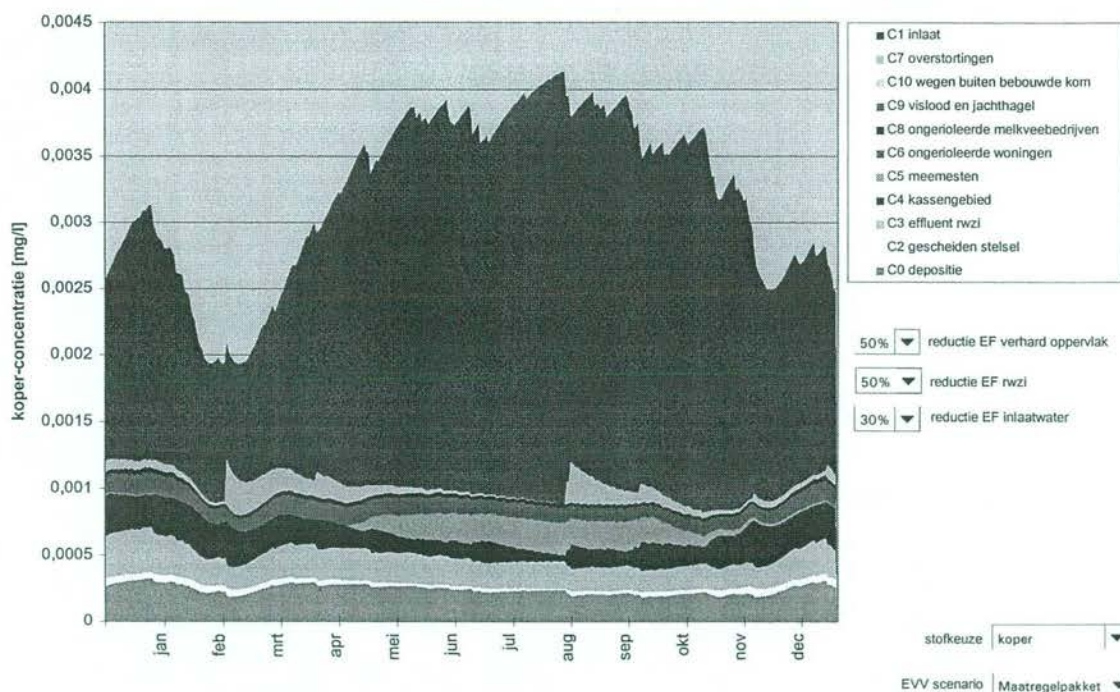
Bepalen verbeterruimte

Er is vervolgens gekeken welke (verbeter)ruimte voor waterkwaliteitsverbetering beschikbaar is voor de gehele polder. Daarbij is in eerste instantie gekeken naar effecten van beperken van de waterinlaat. Het geheel stoppen van inlaat is geen optie vanwege de inzijging in het gebied. De waterinlaat is daarom teruggebracht tot een uitsluitend peilafhankelijke inlaat. Met andere woorden er wordt niet meer water ingelaten dan voor peilbeheer noodzakelijk. Vanwege de grote inzijging vraagt een peilafhankelijke inlaat nog altijd om 1,3 miljoen m³ waterinlaat per jaar.

Het resulterende immissiebeeld laat geen verbetering van de waterkwaliteit zien. In tegendeel de koperconcentratie neemt toe. Het inlaatwater heeft b.v. bij 50% reductie een concentratie onder de MTR-norm en een vermindering van de inlaat leidt daarom tot een stijging van de koperconcentratie.

Een verbetering van de waterkwaliteit moet vooral gezocht worden in een gecombineerde aanpak van lokale bronnen op die plaatsen waar sprake is van door lokale bronnen bepaalde problemen. Uit het immissiebeeld blijkt dat de riooloverstorten maar beperkt en tijdelijk bijdragen. Slechts een gecombineerde reductie van de bijdrage van verschillende bronnen kan tot een verdere verbetering leiden.

fractiediagram voor koper (ongecorrigeerd) in de Korteraarse polder (Maatregelpakket 1)



figuur 4.6 Immissiebeeld Korteraarse Polder bij maatregelenpakket 1

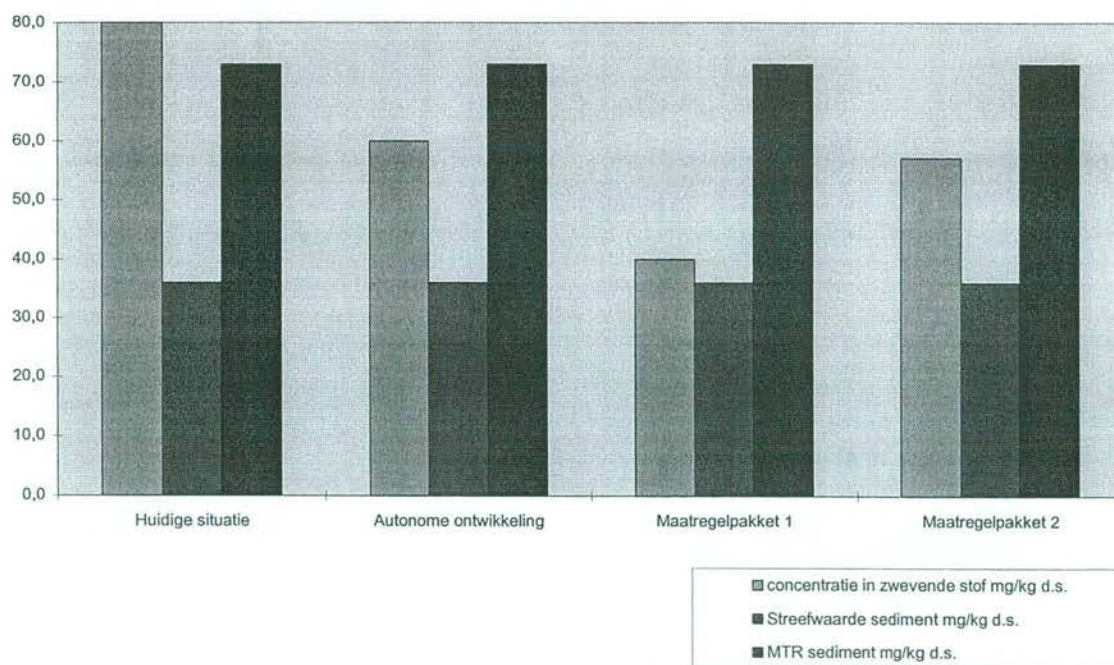
Herverontreinigingsrisico waterbodembodem

Voor de case Korteraarse polder zijn de berekende jaargemiddelde koperconcentraties in het oppervlaktewater behorend bij vier scenario's omgewerkt naar zwevende stofconcentraties. Hierbij is van de volgende veronderstellingen uitgegaan:

- Het zwevende stofgehalte zal als gevolg van de autonome ontwikkelingen niet wijzigen.
- Als gevolg van te nemen maatregelen kan het zwevende stofgehalte echter gehalveerd worden (maatregelpakket 2).

De berekende concentraties zijn vervolgens vergeleken met de normen die voor sediment gelden. Hierbij is zowel naar streefwaarden als naar MTR waarden gekeken. Uit de resultaten van deze exercitie blijkt in de huidige situatie nog steeds een herverontreinigingsrisico aanwezig te zijn. Als gevolg van autonome ontwikkelingen zal de belasting met koper echter zover dalen dat de herverontreiniging van de waterbodem zodanig zal afnemen dat niet hoeft te worden gevreesd voor overschrijding van de MTR-norm (voor zover het nieuw te vormen sediment betreft). Voor het scenario "Maatregelpakket 1" ziet het ernaar uit dat nieuw te vormen sediment nagenoeg zal voldoen aan de streefwaarde. Bij "Maatregelpakket 2", waar naast het effect op de totaalconcentratie koper een halvering van het zwevende stofgehalte in rekening is gebracht, wordt volgens deze berekeningen de streefwaarde niet gehaald.

Herverontreinigingsrisico Waterbodem in case Korteraarse polder voor koper



Afbeelding 4-1 Herverontreinigingsrisico voor de waterbodem in de case Korteraarse Polder

Benutten verbeterruimte

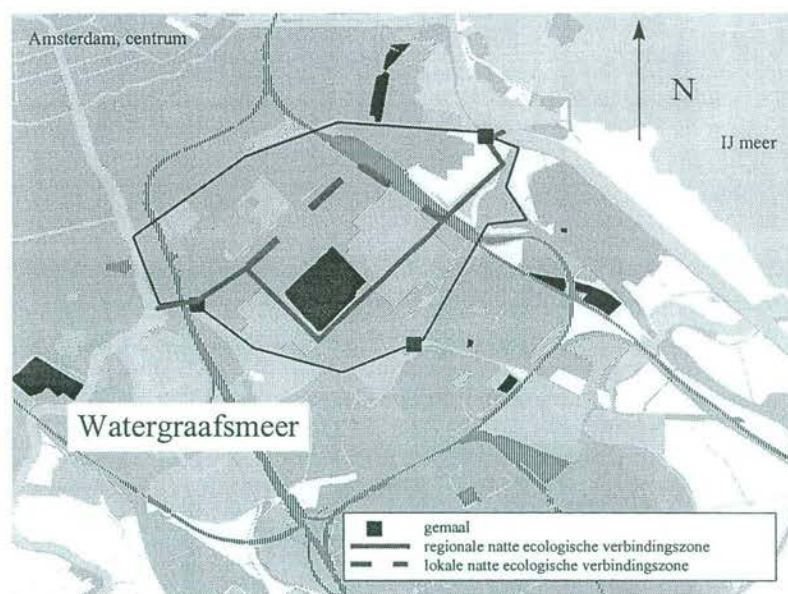
Het Actieplan Nieuwkoop heeft in aanvulling tot de autonome ontwikkelingen niet tot specifieke maatregelen voor de Korteraarse Polder geleid. De aandacht ging primair uit naar het Nieuwkoopse Plassen gebied en met nadruk op het probleem van eutrofiëring. Gezien de beschikbare gegevens en de verwachtingen omtrent de autonome ontwikkeling komt onze analyse op eenzelfde hoofdstrategie uit. Daarnaast wijst onze analyse erop dat er aanvullend brongericht beleid nodig zal zijn wil men tot de gewenste verbetering van de waterkwaliteit komen. Het onderschrijden van de MTR-waarde lijkt in dat geval op termijn haalbaar.

4.3 Case Amsterdam

Quick Scan

Door de dienst DWR is uitvoerig onderzoek gedaan naar de waterkwaliteit van de stadswateren. Hierbij zijn ook de zware metalen in beschouwing genomen. Achterliggende vragen bij het onderzoek hadden vooral betrekking op de vraag of voor de riolering aanvullende randvoorzieningen gewenst zijn.

De case richt zich op de Watergraafsmeer. Dit is een jaren 30 wijk die in een diepere polder is gelegen. Als gevolg van kwel wordt er vrijwel geen water ingelaten. De polder wordt doorsneden door een ecologische verbindingszone. Onderstaande figuur 4.7 geeft een overzicht van de polder Watergraafsmeer.



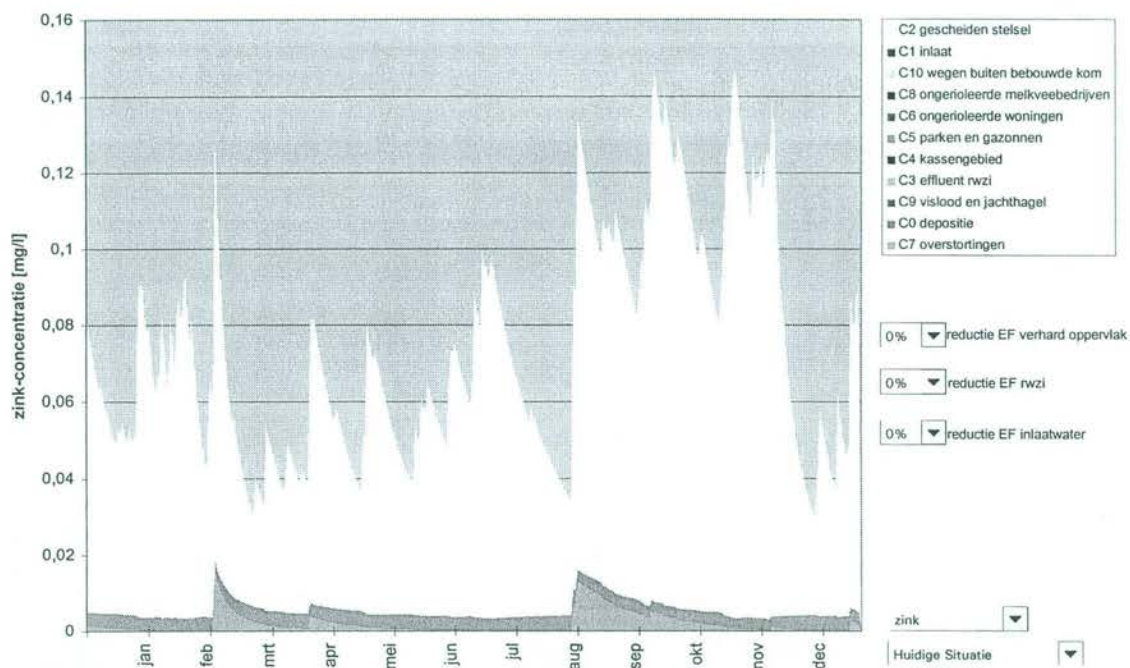
figuur 4.7 Overzichtkaart polder Watergraafsmeer in Amsterdam

De beschikbare waterkwaliteitsmetingen wijzen vooral op een overschrijding van de zinkconcentratie. De analyse richt zich daarom op zink.

Waterkwaliteitsbeeld en immissiebeeld

De belangrijkste bronnen voor zink zijn de afspoeling van verhard oppervlak (afkomstig van daken, wegen), depositie, maar vooral ook via de regenwateruitlaten vanuit het gescheiden stelsel (zie figuur 4.8).

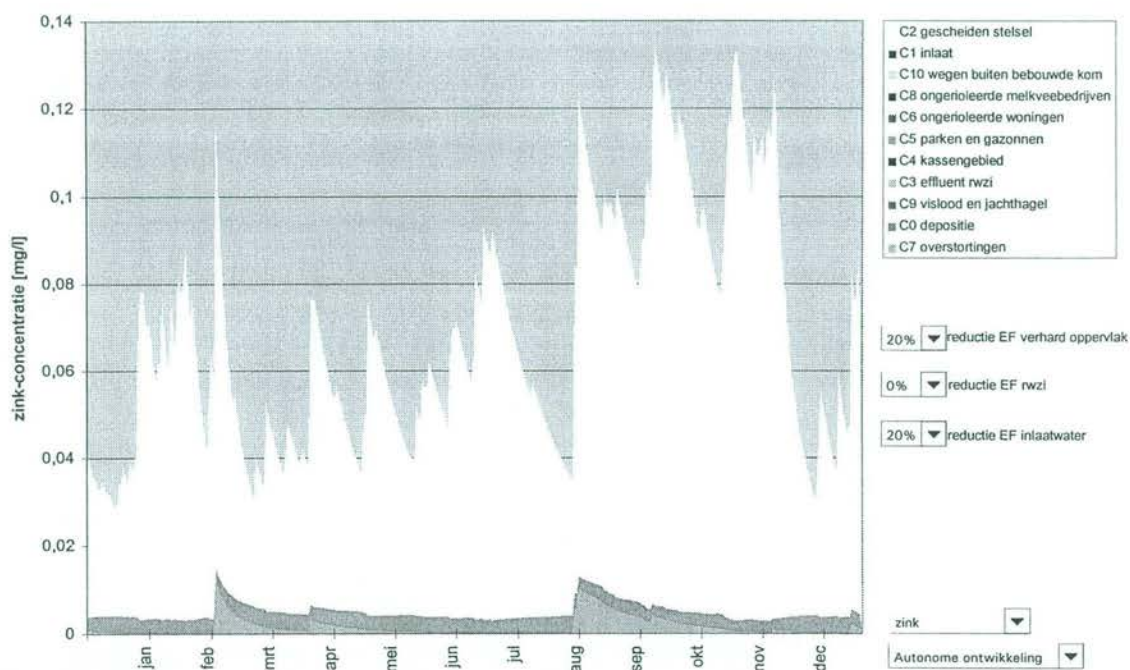
fractiediagram voor zink (gecorrigeerd) in A'dam-Watergraafsmeer (Huidige Situatie)



figuur 4.8 Immissiebeeld Watergraafsmeer: huidige situatie

Het immissiebeeld gaf in eerste instantie gemiddeld te hoge gehalten weer. Deze zijn gecorrigeerd met een correctiefactor. Hierbij moet worden opgemerkt dat er geen gegevens beschikbaar zijn voor het inschatten van de run-off van het niet verharde oppervlak aan plantsoenen en parken binnen de polder. Naar verwachting is de concentratie aan zink in deze run-off lager dan in emissiestromen afkomstig van verhard oppervlak. De bijdrage vanuit het onverharde oppervlak leidt daarom naar verwachting ook tot een daling in de berekende immissiebeeld voor zink.

fractiediagram voor zink (gecorrigeerd) in A'dam-Watergraafsmeer (Autonome ontwikkeling)



figuur 4.9 Immissiebeeld Watergraafsmeer: autonome ontwikkeling

De autonome ontwikkeling voor het gebied is niet scherp te definiëren. Te verwachten valt een reductie in de depositie en de bijdrage van het wegverkeer aan de afspoeling van verhard oppervlak. Er is voor de middellange termijn uitgegaan van een reductie van ca 20%. Naar verwachting neemt ook de concentratie aan zink in het inlaatwater met 20% af. Daarnaast wordt op dit moment het terrein van het vroegere Ajax-stadion verder volgebouwd. Er is uitgegaan van een aanzienlijke toename in aantal inwoners met 5.000. Daarbij is er van uitgegaan dat de nieuw gebouwde gebieden (ca 20 ha) eveneens worden voorzien van een gescheiden rioolstelsel. We zien dat als gevolg van deze ontwikkelingen het immissiebeeld weinig lager komt te liggen (figuur 4.8). De afname in bijdrage van verhard oppervlak wordt grotendeels teniet gedaan door een uitbreiding van het verharde oppervlak.

Beleidsaandachtspunten

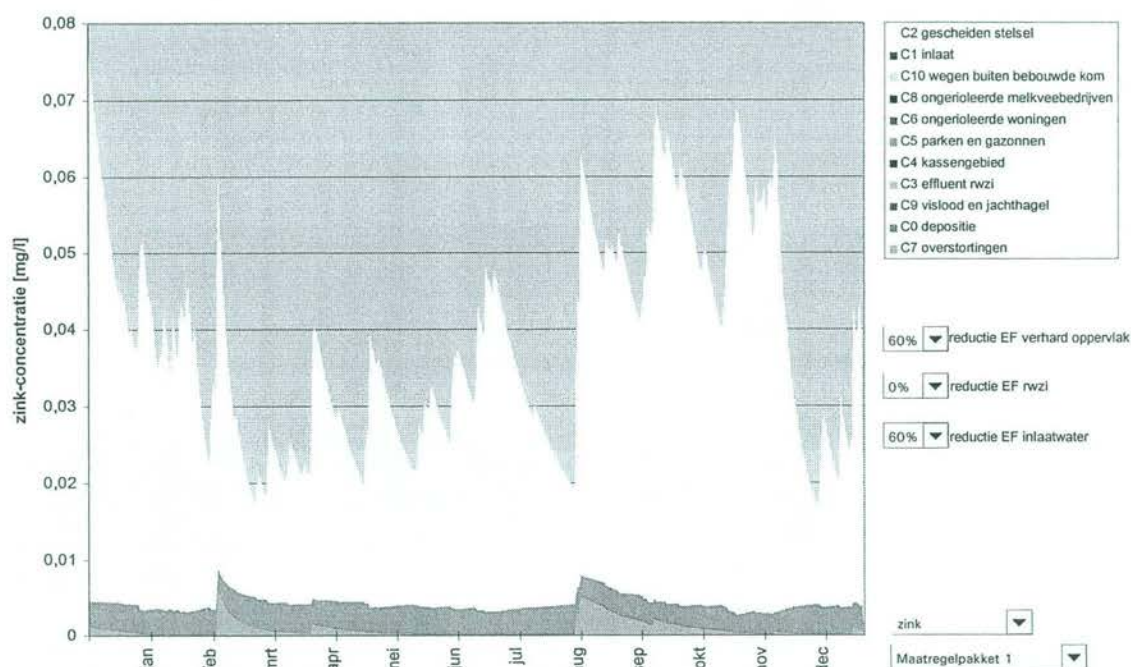
In de huidige situatie en ook in de voorziene autonome ontwikkelingen wordt de norm voor zink ruim overschreden. Deze overschrijding is vooral het gevolg van de emissiestroom afstroming van verhard oppervlak, die voor een groot deel via regenwaterlozingen in het oppervlaktewater terecht komt.

Bepalen verbeterruimte

Het onderzoek naar mogelijke maatregelen richt zich daarom primair op de emissie via verhard oppervlak. Hiervoor zijn wegverkeer (voor ca 1/6), dakbedekking (voor ca 2/3) en depositie (voor ca 1/6) verantwoordelijk. Depositie en wegverkeer zijn staan vooral onder invloed van de autonome ontwikkeling als gevolg van landelijk beleid en kunnen beperkt gebiedsgericht worden aangepakt. De mogelijkheden voor het creëren van autoluwe straten zijn beperkt. Ook

is afkoppelen in combinatie met infiltreren maar beperkt mogelijk in deze polder. De toepassing van bouwmetalen kan wel met een stimuleringsbeleid verder worden teruggebracht. Op termijn kan daarom de bron dakbedekking sterk worden teruggebracht. We gaan uit van een afname in de emissie van het verharde oppervlak van 60% op korte termijn. Op langere termijn is een verdere afname mogelijk. Dit zal tevens doorwerken in een verdere reductie van de zinkconcentratie in het inlaatwater van naar verwachting 60%. Dit is maatregelpakket 1.

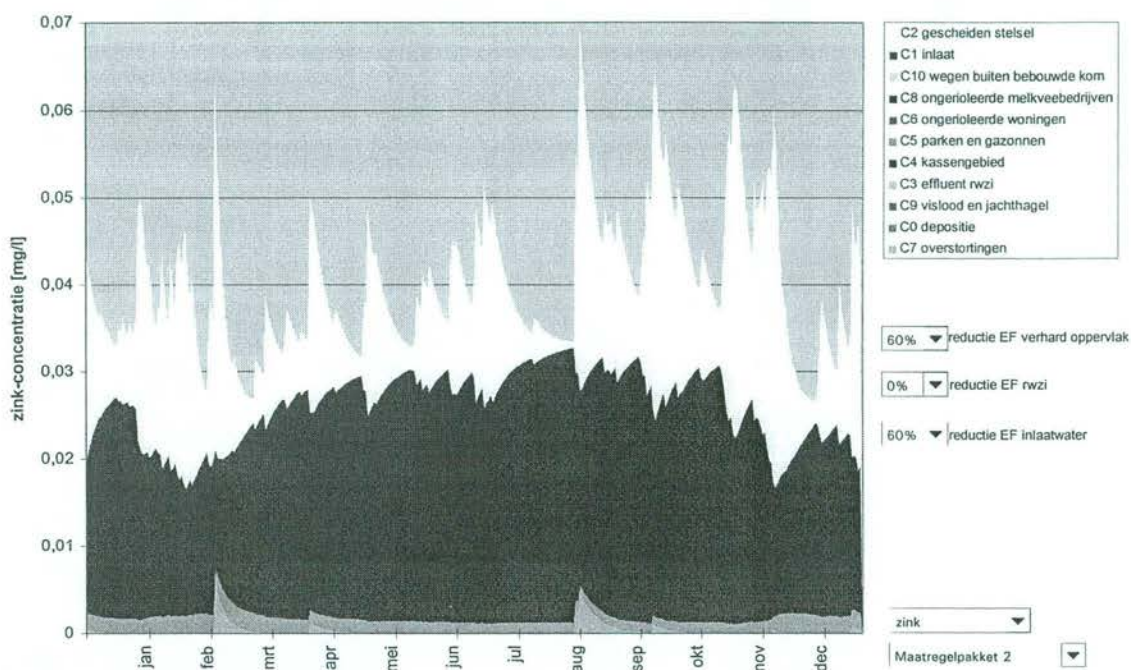
fractiediagram voor zink (gecorrigeerd) in A'dam-Watergraafsmeer (Maatregelpakket 1)



figuur 4.10 Immissiebeeld Watergraafsmeer: maatregelenpakket 1

Vervolgens is gezien of door middel van doorspoelen de MTR- voor zink kan worden bereikt. Dit lijkt in theorie mogelijk bij een inlaat van in de orde 5 miljoen m³. Dit is maatregelenpakket 2. De inlaat kan echter niet het optreden van kortdurende pieken voorkomen. Mede gezien de onzekerheden, de kosten en daarmee gemoeide beheersinspanning heeft doorspoelen geen voorkeur.

fractiediagram voor zink (gecorrigeerd) in A'dam-Watergraafsmeer (Maatregelpakket 2)



figuur 4.11 Immissiebeeld Watergraafsmeer maatregelenpakket 2

Benutten verbeterruimte

Uit het voorgaande blijkt dat een brongerichte aanpak alleen op korte termijn niet zal leiden tot een onderschrijding van de MTR waarde voor zink. Met het extra inlaten van schoner water is dat wel mogelijk. Echter zonder verregaande brongerichte maatregelen in de regio zou de zinkconcentratie in het inlaatwater onvoldoende dalen om doorspoeling mogelijk te maken. Bovendien hoeft minder te worden doorgespoeld naarmate het brongerichte beleid binnen de Watergraafsmeer succesvoller is geweest.

Dit alles wijst erop dat hoe dan ook de oplossing gezocht dient te worden in een brongerichte aanpak. Bij een reductie van meer dan 90% in de bijdrage van het verharde oppervlak wordt de MTR haalbaar. Een dergelijke reductie is op langere termijn waarschijnlijk met een consequent brongericht beleid haalbaar.

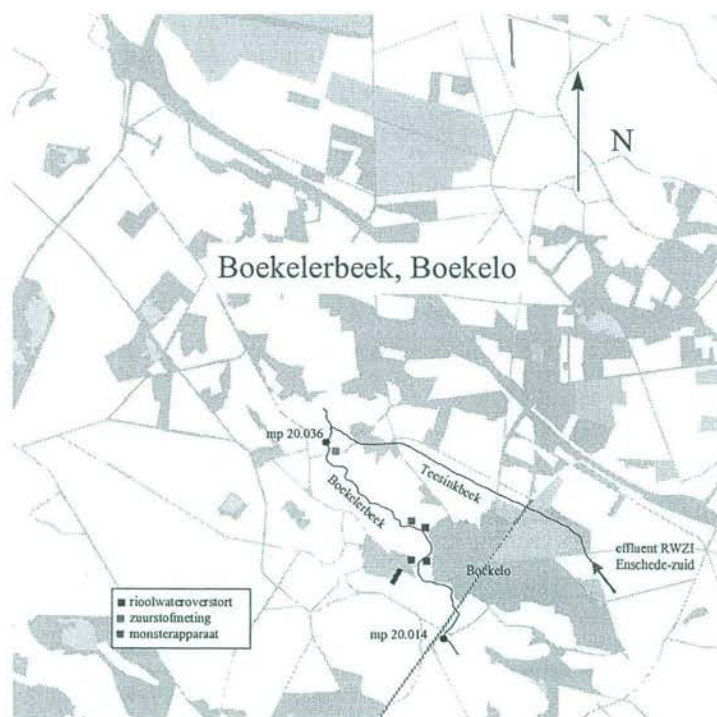
4.4 Case Boekelerbeek

Quick Scan

De Boekelerbeek is een in het oostelijk dekzandgebied gelegen laaglandbeek. Deze beek stroomt door een bebouwde kern alvorens samen te komen met de Teesinkbeek. In droge jaren stond de Boekelerbeek vrijwel droog. De laatste jaren wordt bovenstrooms vanuit de Teesinkbeek een debiet ingelaten, zodat de Boekelerbeek niet meer droogvalt.

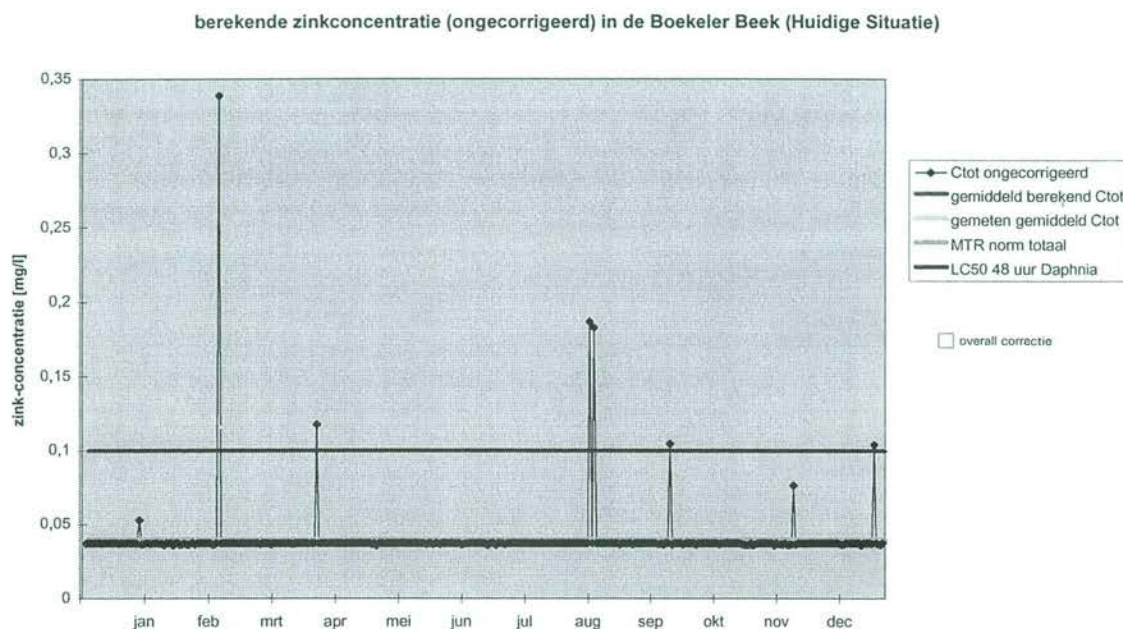
Bij het passeren van de kern van Boekelo passeert de beek een drietal rioolwateroverstorten. Boekelo beschikt over een gemengd stelsel. Er zijn 850 woningen met 2700 inwoners hierop

aangesloten. Per saldo loost de overstort van 830 woningen op de Boekeler Beek. De omvang van het verharde oppervlak bedraagt 14,47 ha. In onderstaande is een overzichtskaart gegeven van Boekelo en de Boekelerbeek.



figuur 4.12 Overzichtskaart Boekelo en Boekelerbeek

Door het Waterschap Regge en Dinkel is in 1995/1996 onderzoek uitgevoerd naar de invloed van de riooloverstorten op de waterkwaliteit van de beek. De aandacht ging daarbij vooral uit naar de zuurstofhuishouding maar ook zware metalen zijn in het overstortende water en in de waterbodem bemonsterd en geanalyseerd.



figuur 4.13 Immissiebeeld Boekelerbeek: huidige situatie

Waterkwaliteit en immissiebeeld

Voor deze case ontbreken gegevens voor het debiet. Het debiet is daarom ingeschat op grond van enkele kenmerken van het stroomgebied. Voor koper, lood en zink zijn geen routinematige metingen in het oppervlaktewater beschikbaar, maar wel projectmatige. Met andere woorden de invloed van overstorten wordt routinematig niet in beeld gebracht.

In de huidige situatie overschrijdt lood de norm niet en koper incidenteel. Zink overschrijdt regelmatig de norm. Ook waterbodemmonsters wijzen op beperkte overschrijdingen van zink. De beschikbare metingen geven aan dat vrijwel altijd buiten momenten met overstorten wordt gemeten.

In het kader van een onderzoek door het waterschap Regge en Dinkel is projectmatig gemeten bovenstrooms van de rioolwateroverstorten (zie Tabel 4-2 en Tabel 4-3). In Tabel 4-3 is ook aangegeven welke 24 uren waarde benedenstrooms theoretisch kan worden verwacht als gevolg van een bovenstroomse overstort, uitgaande van volledige menging.

Voor het bepalen van het immissiebeeld is het spreadsheet zo ingesteld met debiet en drempelwaarden dat het aantal pieken en ook de hoogte van de pieken overeenkomen met de meetwaarden. Hierbij is verondersteld dat de gemiddelde duur van overstorten ca 60 minuten is en dat een overstort wordt gemengd met een hoeveelheid beekwater die gedurende deze tijd langs stroomt. Dit volume is dus afhankelijk van de stroomsnelheid. De stroomsnelheid is voor de huidige situatie op 0,1 m per seconde gesteld.

Het spreadsheet werkt op dagbasis. De overstorten duren echter ca één uur, pieken van een uur kunnen op deze wijze niet in de uitvoer worden aangegeven. De emissiewaarde van de overstort is daarom vermenigvuldigd met een factor 24 om deze kortdurende pieken te kunnen simuleren. Dit houdt in dat de verwachte piek niet 1 uur maar 24 uur duurt en daarom in het

imissiebeeld herkenbaar wordt. De vermenigvuldiging is niet van invloed op de hoogte van de piek, aangezien die niet wordt bepaald door de duur maar door de mate waarin de riooloverstort wordt gemengd met het langstromende water in de beek.

Tabel 4-2 Gemeten bovenstrooms van de overstorten

<i>Datum</i>	<i>koper</i> (<i>ug/l</i>)	<i>lood</i> (<i>ug/l</i>)	<i>zink</i> (<i>ug/l</i>)
13-08-96	1	0,86	<5
30-08-96	3,9	1,5	25
08-11-96	3,4	4,3	41
02-12-96	2,7	6	46
grenswaarde	3	25	30

Tabel 4-3 Gemeten benedenstrooms van de overstorten tijdens overstorten

<i>Datum</i>	<i>koper</i>	<i>lood</i>	<i>zink</i>
23-07-96	190	230	670
10-08-96	32	40	170
12-08-96	32	25	140
29-08-96	39	13	185
30-08-96	9	3	59
07-11-96	13	23	110
30-11-96	7	29	32
grenswaarde	3	25	30
overschrijdingsfactor	2 tot 60	0 tot 10	0 tot 22
gemiddelde bij opmenging gedurende 24 uur	3 tot 19	0 tot 23	0 tot 67

Ook uit het immissiebeeld blijkt de invloed van de korte verblijftijden. De invloed van neerslagafhankelijke emissiestromen, zoals overstorten, is in de Boekelerbeek maar kort voelbaar in de waterfase. De stroomsnelheden zijn aanzienlijk, zodat koper, lood en zink niet tot nauwelijks (moeilijk) ophopen in de waterbodem.

Beleidsaandachtspunten

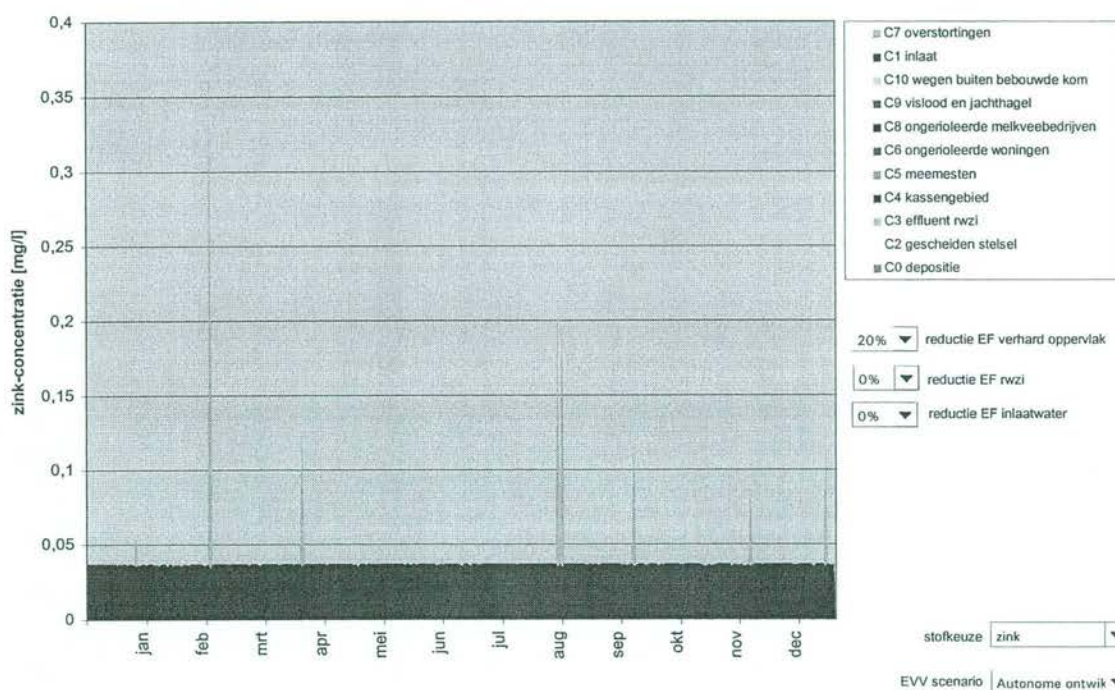
Het onderzoek naar de invloed van de overstorten en ook het immissiebeeld geven aan dat MTR-waarden voor kortere tijd ruim worden overschreden. De MTR is evenwel gedefinieerd als een 90% waarde. Als niet toevallig ten tijde van een overstort wordt gemeten is er geen sprake van een overschrijding van de MTR als gemeten 90% waarde.

Dit neemt niet weg dat deze tijdelijke overschrijdingen plaatselijk ecologisch relevant kunnen zijn, omdat kritische concentraties worden overschreden. Tabel 4-4 geeft een aantal van deze kritische concentraties waar normaal gesproken niet op wordt getoetst. Wat betreft de Boekelerbeek is er sprake van een hoge ecologische ambitie. Een toetsing op ecologisch relevante concentraties lijkt daarom nuttig. Daarnaast zullen de overstorten van invloed zijn op plaatsen benedenstrooms waar slib alsnog tot bezinking kan komen.

Tabel 4-4 Ecologisch kritische concentraties

	vis <24 uurs LD50	Daphnia Magna < 24 uurs LC50 - < 48 uurs LC50	algen < 24 uurs LC50
koper	25 µg?	55 µg/l - 9,4 µg/l	
lood		517 µg/l - 450 µg/l	
zink		6713 µg/l - 100 µg/l	178 µg/l

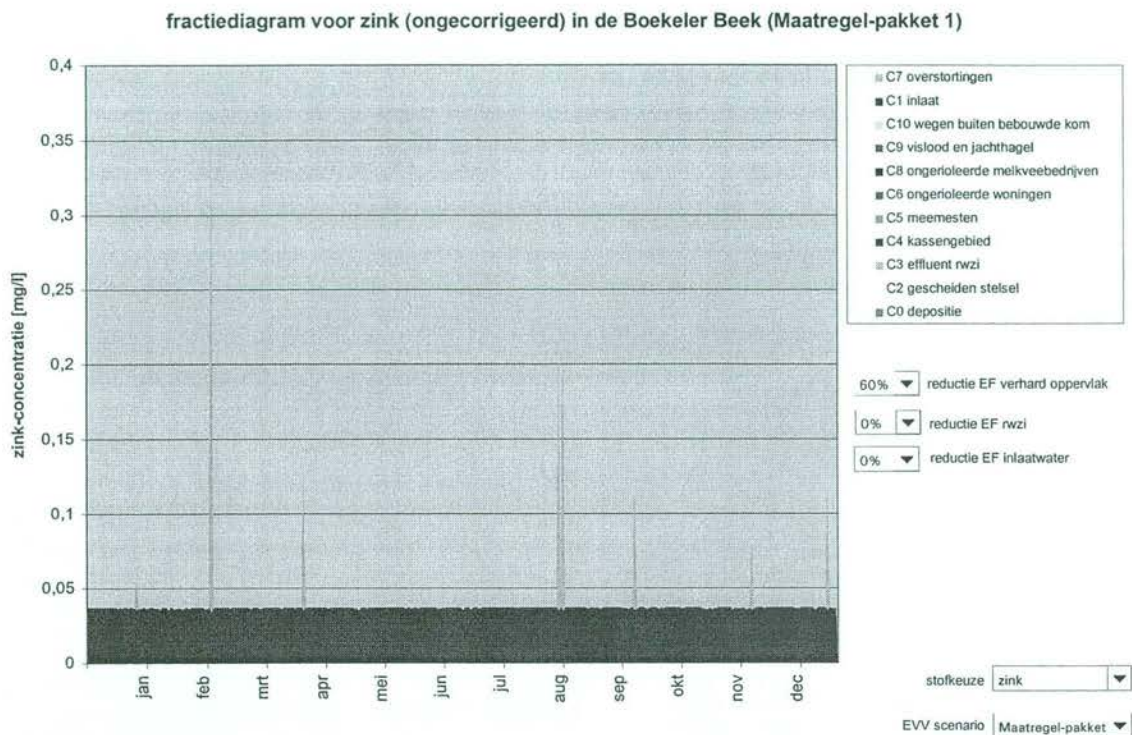
fractiediagram voor zink (ongecorrigeerd) in de Boekeler Beek (Autonome ontwikkeling)



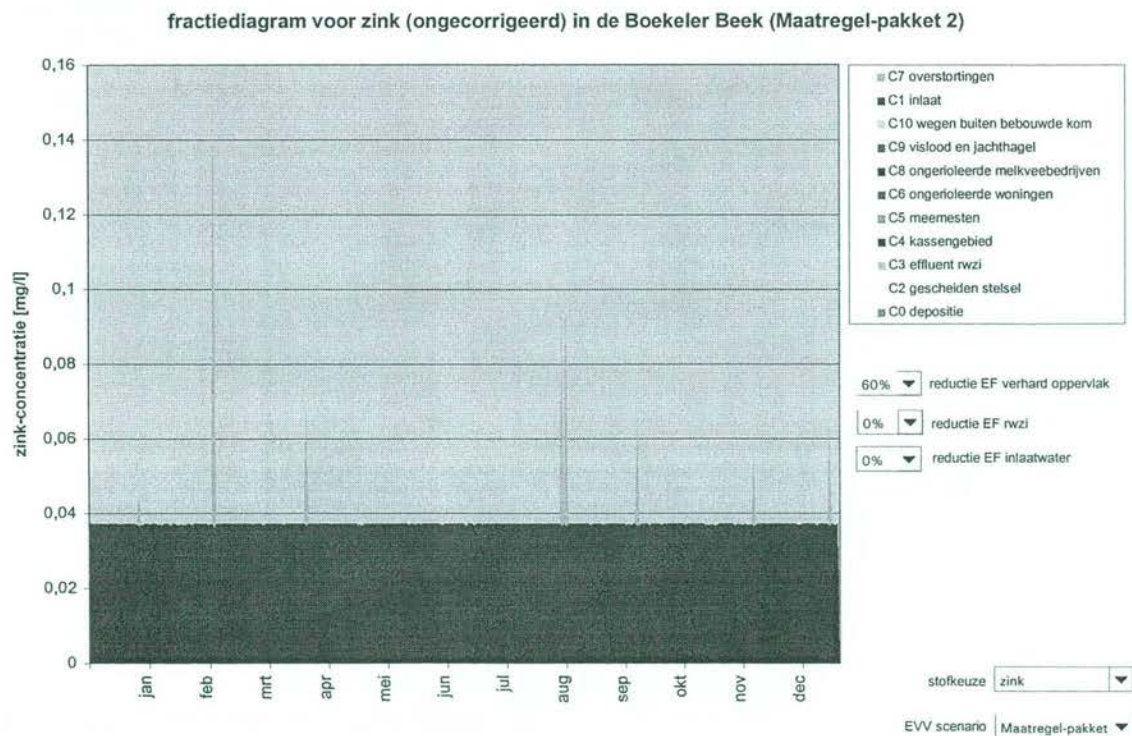
figuur 4.14 Immissiebeeld Boekelerbeek: autonome ontwikkeling

Bepalen verbeterruimte

De periodieke overschrijdingen in het immissiebeeld zijn te wijten aan riooloverstorten uit een gemengd stelsel. Het is vooral het zink afkomstig van daken, wegmeubiliair en wegverkeer dat via het verhard oppervlak tot afstroming komt. Met gebiedsgerichte maatregelen kan een deel van deze bronnen na verloop van tijd worden teruggebracht. Het aandeel verkeer kan brongericht niet evenredig worden teruggebracht. Een andere mogelijkheid is het aanbrengen van randvoorzieningen zodat riooloverstorten minder vaak optreden. In maatregelenpakket 1 is bezien wat de effecten zijn bij een reductie van de afspoeling via het verhard oppervlak van in totaal 60%. Dit geeft maar een zeer geringe reductie van de pieken. Het vergroten van het beekdebiet met een factor 3 in aanvulling op maatregelenpakket 1 leidt tot een aanzienlijke reductie van de piek (maatregelenpakket 2).



figuur 4.15 Immissiebeeld Boekelerbeek: maatregelenpakket 1



figuur 4.16 Immissiebeeld Boekelerbeek: maatregelenpakket 2

Benutten verbeterruimte

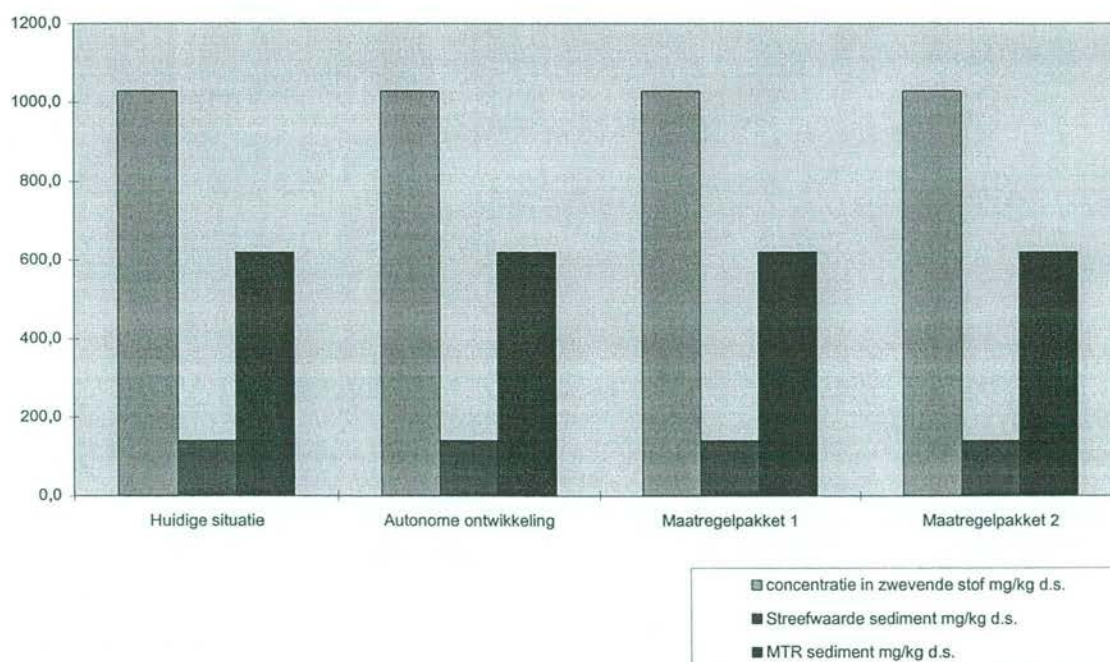
In de case Boekelerbeek hangen beleidsaandachtspunten vooral samen met het optreden van kortdurende pieken in de concentraties van zink, en waarschijnlijk ook van koper en lood. Deze pieken duren ter plaatse van de overstort vaak niet langer dan 1 uur. De hier optredende pieken zijn nog niet bij benadering in de buurt van de 24 uren LC50 waarden voor zink, zodat niet verwacht wordt dat de blootstelling aan deze zinkconcentraties tot ecologische effecten zullen leiden.

Daarnaast moet worden aangenomen dat de belasting vanuit de overstorten mogelijk tot knelpunten leidt benedenstrooms waar het grootste deel van deze belasting kan bezinken. Dit blijkt ook uit de analyse van het herverontreinigingsrisico. De gemiddelde concentratie zoals berekend in de huidige situatie wijzigt niet onder invloed van de diverse onderzochte scenario's. De resulterende concentratie in zwevende stof ligt ver boven de MTR-waarde voor sediment.

Herverontreinigingsrisico Waterbodembodem in case Boekeler Beek voor zink

zink		Huidige situatie
gemiddelde concentratie oppervlaktewater	ug/l	39
zwevende stofconcentratie	mg/l	30
fractie opgelost	%	20,9
fractie particulier	%	79,1
concentratie particulier	ug/l	30,8
concentratie in zwevende stof	mg/kg d.s.	1028,0
Streefwaarde sediment	mg/kg d.s.	140
MTR sediment	mg/kg d.s.	620

Herverontreinigingsrisico Waterbodembodem in case Boekeler Beek voor zink



5 VERBETERRUIMTE VOOR GEBIEDSGERICHT BELEID

5.1 Waar is verbeterruimte aanwezig?

Op grond van de cases kunnen ook meer algemene uitspraken worden gedaan ten aanzien van de beschikbare verbeterruimte met gebiedsgerichte maatregelen. De cases hebben laten zien dat:

- in gebieden met veel inlaat is de kwaliteit van het inlaatwater zeer bepalend is; overschrijdt het inlaatwater MTR-waarden en wordt meer dan 2 maanden per jaar ingelaten dan wordt meestal de MTR-waarde eveneens overschreden;
- riooloverstorten en regenwaterlozingen van verhard oppervlak, afhankelijk van de waterdiepte tot hoge pieken in de concentratie aan koper, lood en zink kunnen leiden; de duur van zo'n piek is korter naarmate er meer doorstroming is, zoals in posities op hoofdwatgangen en in de winterperiode; de pieken hebben dan weinig invloed op de 90 percentiel waarde maar kunnen in combinatie met BZV lozingen wel van invloed zijn op het ecologisch functioneren en op de waterbodemkwaliteit;
- in hydrologisch meer geïsoleerde delen kunnen deze pieken langer voortduren, waarmee ze ook ecologisch relevanter worden.

Over het algemeen zijn de mogelijkheden voor gebiedsgericht beleid het grootst in hydrologisch geïsoleerde systemen. Dit zijn overigens ook de situaties waarin bij aanwezigheid van emissiebronnen gebiedsgericht beleid het meest noodzakelijk en wenselijk zal zijn. In situaties met veel waterinlaat, doorgaans zijn dit polders met sterke inzijging of polders waar met het oog op het waterkwaliteitsbeheer (vooral chloride) wordt doorgespoeld, zijn de effecten van regionale maatregelen beperkt. In polders waarin doorgaans meer dan 2-4 maal het aanwezige watervolume per jaar wordt ingelaten zijn in deze optiek inlaat-bepaald. In de praktijk komt dit neer op een inlaat van meer dan 2 mm/dag. Dit geldt voor grote delen (zeker in de zomer) van laag Nederland. In hydrologische systemen met minder inlaat zijn wel mogelijkheden voor gebiedsgericht beleid, waarbij de effectiviteit van maatregelen toeneemt naarmate de inlaat minder wordt.

De case Boekelerbeek laat zien dat ook kortdurende pieken van belang kunnen zijn ook al worden ze routinematig niet gemeten en dat voor het op waarde schatten van emissiebeperkende maatregelen ook naar nuttige effecten benedenstrooms moet worden gekeken.

De case Korteraarse Polder laat zien dat inzoomen nuttig en wenselijk kan zijn en dat de invloed van emissiebronnen en ook inlaatwater een duidelijke ruimtelijke variatie kennen.

De case Watergraafsmereer laat tenslotte zien dat vooral in stedelijke gebieden met weinig in- en uitlaat van water, regenwaterlozingen vooral in de zomer over langere perioden de waterkwaliteit bepalen. In deze situaties leiden gebiedsgerichte maatregelen gericht op bouwmetalen tot duidelijke verbeteringen van de waterkwaliteit.

Mogelijke gebiedsgerichte maatregelen

Metalen als zink, lood en koper zijn in de bouw al jaren onderwerp van discussie. In het kader van dit project wordt als illustratie gekeken naar inzet van gebiedseigen maatregelen bij het verbeteren van de waterkwaliteit. Dit is een benadering vanuit één milieuaspect, namelijk water

en dan is ook nog gekeken naar een beperkt aantal stoffen. Met een meer integrale blik zijn meer argumenten en/of nuances aan te geven ter ondersteuning van een brongericht beleid. In Tabel 5-1 is een overzicht gegeven van brongerichte maatregelen per bouwmetaal

Tabel 5-1 Mogelijke brongerichte maatregelen bouwmetalen (o.a. afkomstig uit Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen)

	Zink	Lood	Koper
<i>toepassing in de bouw</i>	dakgoten, gevelbekleding	waterkering: 1. opgaand werk (spouwmuur) 2. aansluiting muur/dak	waterleiding/(gevelbekleding)
<i>sector</i>	woningbouw	woningbouw/ utiliteitsbouw	woningbouw/(utiliteitsbouw)
<i>alternatieve systemen</i>	1. staal 2. PVC 3. polyester 4. hout + EPDM-folie 5. aluminium 6. ander ontwerp	1. EPDM 2. PiB	1. vernet polyetheen of gecrosslinked polyetheen (PE-X) 2. PE-X met inwendig verwerkt aluminium (Al/PE-X) 3. polypropreen random copolymeer (PP-R) 4. nagechloreerd polyvinylchloride (PVC-C) 5. koperen buis met lichte legering (in ontwikkeling)
<i>kosten</i>	1. pm 2. lager ($\pm 50\%$) 3. lager ($\pm 25\%$) 4. hoger ($\pm 50\%$) 5. lager ($\pm 25\%$) 6. 6.pm	1. gelijk 2. gelijk	1. iets hoger ($\pm 15\%$) 2. vergelijkbaar 3. iets lager ($\pm 10\%$) 4. hoger ($\pm 35\%$) 5. nog niet bekend (mogelijk hoger?)

Integrale afweging

In het kader van het emissiebeleid voor water worden maatregelen in het algemeen integraal afgewogen. Bij maatregelen die zijn gericht op bescherming van het watersysteem, moet afwenteling op de andere milieucompartimenten (bodem en lucht) worden voorkomen. Hierbij worden ook aspecten als energiegebruik en afvalpreventie betrokken. Bij de afweging van maatregelen gericht op de reductie van emissies naar water wordt dus gekeken naar het rendement op de lange termijn, de effecten op andere milieucompartimenten dan water, inclusief een duurzaam gebruik van grondstoffen [NW4, 1999; CIW, 1999].

5.2 Hoe verbeteringen te realiseren

Los van de vraag of het ene dan wel het andere materiaal de voorkeur geniet in een integrale afweging, kan wel worden opgemerkt dat de kosten van brongerichte maatregelen sterk afhangen van de snelheid waarmee ze worden ingevoerd. De kosten van alternatieven zijn

veelal vergelijkbaar. Als er sprake is van geleidelijke vervanging zodra de levensduur van bijvoorbeeld zinken dakgoten, loodslabben en koperen leidingen is overschreden dan behoeven brongerichte maatregelen niet tot extra kosten te leiden.

6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In dit rapport is een redeneerlijn opgesteld ten behoeve van gebiedsgericht emissiebeleid en geïllustreerd aan de hand van enkele cases. Met redeneerlijn wordt bedoeld een gestructureerd aflopen van een aantal stappen in analyse en daarmee samenhangende keuzes. De leidraad is ontstaan door uit meerdere cases gehaalde nuttige en nodige stappen in analyse samen te nemen. In de beoordeling wordt daarbij rekening gehouden met het al dan niet representatief zijn van meetgegevens, ruimtelijke en temporele variatie in emissiestromen en waterkwaliteit en het vergelijken van mogelijke maatregelen met een autonome ontwikkeling.

Nut redeneerlijn

Het nut van de redeneerlijn en bijbehorend spreadsheet bestaat uit:

- een systematische en ondersteunende analyse van de waterkwaliteitssituatie waarbij rekening wordt gehouden met variatie in ruimte en tijd, waaruit gebiedsspecifieke knelpunten en kansen volgen.
- een analyse van de belastingsbronnen op het oppervlaktewater gekoppeld aan de variatie in in tijd en ruimte waaruit de relevante gebiedsspecifieke aandachtspunten volgen.
- een analyse van de wijze waarop emissiestromen en waterhuishouding op elkaar inspelen, waardoor het mogelijk is ook in situaties zonder meetgegevens een indicatie te krijgen van de kans op overschrijding van MTR-waarden voor koper, lood en zink; ook wordt een indruk verkregen van de inspanningen die nodig zijn om bijvoorbeeld de streefwaarden te halen;
- het systematisch kunnen afschatten van de effecten van ontwikkelingen en (gebieds)specifieke maatregelen waarmee een goede basis gegenereerd wordt voor de uiteindelijk beleidsmatige keuzeprocessen.

Basisinformatie hierbij is cruciaal. Hiervoor is gebiedsinfo, gebiedskennis algemene info (handreiking diffuse bronnen e.d.) te hanteren en biedt mogelijkheden voor scenario's

Bevindingen uit de cases

Met behulp van de cases is een indruk verkregen van de verbeterruimte die eventueel met gebiedseigen maatregelen kan worden ingevuld. Het blijkt niet goed mogelijk om aan de hand van een beperkt aantal cases de verbeterruimte voor gebiedsgericht beleid in Nederland goed in beeld te brengen. Soms is duidelijk baat bij een aanvullend gebiedsgerichte aanpak, maar soms ook niet en lijkt het veel meer in de rede om interactie op algemeen generiek beleid te ontwikkelen. De keuzes van de cases was pragmatisch en werd beperkt door de beschikbaarheid van gegevens, wat ten koste is gegaan van het representatieve en illustratieve karakter. De cases laten zien dat:

- er vooral op lokaal niveau maar zeer weinig feitelijke gegevens bekend zijn over de waterkwaliteit en waterhuishouding; dit betekent dat het onderkennen van problemen en oplossingen sterk afhankelijk is van de interpretatie van gegevens en dat men doorgaans niet beschikt over de gegevens die nodig zijn voor het calibreren van waterkwaliteitsmodellen; met de in de leidraad aangegeven wijze van analyse met behulp van een spreadsheet komt men minstens even ver;
- het juist de combinatie van waterhuishouding en emissiebronnen is die bepalend is voor de resulterende waterkwaliteit; de verbeterruimte voor gebiedsgericht beleid wordt daarom

- o.m. sterk bepaald door waterinlaat, kwel en inzijging, maar ook door het volume van het ontvangende water;
- in de autonome ontwikkeling soms al met een brongerichte benadering veel wordt bereikt, door de aanpak van ongezuiverde lozingen, het terugdringen van riooloverstorten en regenwaterlozingen en een vermindering van het gebruik van de metalen koper, lood en zink als bouwmaterialen;
- er vooral lokaal sprake is van resterende overschrijdingen die met gebiedsgerichte maatregelen zouden kunnen worden aangepakt.

Rekening houden met variatie in ruimte en tijd

Naar verwachting worden de meeste overschrijdingen van de MTR-waarde voor koper, lood en zink veroorzaakt door bekende bronnen. Een quick scan op de aanwezigheid van deze bronnen in combinatie met enkele watersysteemkenmerken geeft al een redelijk doeltreffend zicht op de potentiële overschrijding van MTR-waarden. Ook op plaatsen zonder meetwaarden kan op basis van een beperkt aantal kenmerken een verwachting worden uitgesproken ten aanzien van de water- en waterbodemkwaliteit. Beschikt men over gegevens over de waterhuishouding dan kan men ook zicht krijgen op de mate van overschrijding.

Doorgaans is het meetnet voor koper, lood en zink wijdmazig en onvoldoende voor het in beeld brengen van locale overschrijdingen die ook vooral door locale bronnen worden overschreden. Alhoewel lokaal van karakter, kunnen deze overschrijdingen toch zeer relevant blijken uit milieuhygiënisch of ecologisch oogpunt.

De invloed van de emissiestromen van koper, lood en zink varieert sterk van moment tot moment en van plaats tot plaats. Periodieke metingen op een beperkt aantal meestal in de hoofdwatgangen gelegen meetpunten geven maar beperkt zicht op mogelijke overschrijdingen van MTR-waarden en de daarvoor verantwoordelijke bronnen.

De invloed van neerslagafhankelijke emissiestromen, zoals riooloverstorten en regenwaterlozingen kan aan de hand van periodieke metingen moeilijk in beeld worden gebracht. Toch kunnen deze incidentele lozingen vooral op kleiner water tot hoge pieken in de concentratie van koper, lood en zink leiden. Deze kortdurende hoge pieken kunnen ecologisch relevant zijn als daarbij bijvoorbeeld 24 uren LC-50 waarden van aquatische organismen worden overschreden. Lagere pieken kunnen bij veel aquatische organismen leiden tot vluchtgedrag. Treedt dit regelmatig op en/of is rekolonisatie moeilijk dan kan dat leiden tot de afwezigheid van deze soorten, ook wel aangeduid als ecologisch erosie. Met het spreadsheet kunnen ook deze kortdurende pieken in beeld worden gebracht.

Interactie emissiestromen en waterhuishouding vormt de basis

De waterkwaliteit is de resultante van emissies en waterstromen. Beide zijn sterk afhankelijk van het weer. Het zijn daarom vooral neerslag en verdamping die, naast kwel en inzijging en het volume van het ontvangend water, de gemeten concentraties aan koper, lood en zink bepalen. De meeste waterkwaliteitsmetingen worden daarom vooral bepaald door het weer en maken het herkennen van trends en variaties in bronnen moeilijk. Het combineren van emissiestromen, waterhuishoudkundige dynamiek en beschikbare meetgegevens maakt een betere analyse mogelijk van oorzaken en oplossingen van waterkwaliteitsproblemen.

Redeneerlijn en beleidsmatige afweging

Het nut van een redeneerlijn/leidraad zoals geschetst bestaat vooral uit het gestructureerd ordenen van relevante informatie ten behoeve van een complete beoordeling en het achtereenvolgens doorlopen van relevante keuzes.

Het doorlopen van de redeneerlijn leidt uiteindelijk tot het in beeld brengen van effectieve maatregelen voor regionale en lokale waterkwaliteitsproblemen.

De keuze voor het nemen van maatregelen dient daarbij in een bredere context van integraal milieubeleid te worden geplaatst. De beschreven redeneerlijn geeft daarbij invulling aan het op de waterkwaliteit gerichte onderdeel en genereert daarbij extra argumenten ten behoeve van een brongericht beleid. Op plaatsen met gebiedseigen verbeterruimte moet daarbij veelal een afweging worden gemaakt tussen brongerichte en effectgerichte maatregelen. Brongerichte maatregelen bestaan vooral uit het verminderen van het gebruik van bouwmetalen koper, lood en zink. Effectgerichte maatregelen bestaan o.a. uit het verder terugdringen van riooloverstorten, het vergroten van het zuiveringsrendement en het doorspoelen met inlaatwater. Beide strategieën hebben plussen en minnen. Brongerichte maatregelen vragen tijd maar leiden tot een structurele oplossing. Effectgerichte maatregelen zijn makkelijk door te voeren maar duurder en leiden tot blijvend hoge onderhouds- en beheerskosten. De keuze tussen maatregelen kan daarom niet louter op basis van milieurendement worden gemaakt. Criteria zoals beheersbaarheid, duurzaamheid en termijn tot effect spelen daarbij eveneens een rol.

Ruimte voor gebiedsgerichte verbeteringen

In grote delen van laag Nederland wordt de waterkwaliteit vooral bepaald door de kwaliteit van het inlaatwater. Op deze plaatsen is de verbeterruimte voor gebiedsgerichte maatregelen gering. Daarbij moet wel worden bedacht dat de invloed van inlaatwater ruimtelijk zeer verschillend kan zijn. Zij wordt vooral gevoeld op het hoofdwatgangenstelsel, waarvoor doorgaans de meetgegevens beschikbaar zijn. In de hydrologische (uit)hoeken van polders en stedelijk concentratiegebied is de invloed van inlaatwater beperkter en overheersen lokale emissiebronnen. In hoeverre er sprake is van een hydrologische hoek wordt daarbij mede bepaald door kwel en wegzijging. De case Korteraarse Polder laat tot diep in de polder een sterke invloed van inlaatwater zien als gevolg van een sterke inzijging. In polders met vrijwel geen kwel of inzijging wordt de invloed van lokale bronnen lokaal het sterkst gevoeld, zoals ook de case Watergraafsmeer laat zien.

In grote delen van hoog Nederland wordt de waterkwaliteit sterk bepaald door stroomsnelheid en debiet van beken. Daar waar in de zomer de beekafvoer grotendeels bestaat uit effluent zal een brongerichte aanpak van de bouwmetalen koper, lood en zink ook sterk doorwerken in een verbetering van de effluentkwaliteit en dientengevolge in de waterkwaliteit van de beek. De effecten van lozingen via rioolstelsels bestaan vooral uit zeer kortdurende pieken. Toch blijken deze pieken ecologisch relevant en hebben zij invloed op de belasting van het watersysteem benedenstrooms. De effecten van het terugdringen van deze bronnen laten zich echter niet aflezen aan MTR-waarden.

Ten aanzien van het herverontreinigingsrisico van de waterbodem leiden emissiereducties als gevolg van autonome ontwikkelingen en eventuele aanvullende gebiedsgerichte maatregelen niet altijd tot een zodanige vermindering van de belasting van de waterbodem dat de MTR voor sediment op termijn haalbaar wordt. Een en ander is mede afhankelijk van de vraag of naast de

reductie van zware metalen emissie ook wijzigingen in de zwevende stof gehalten in het oppervlaktewater mogen worden verwacht.

Aanbevelingen

Aanbevelingen hebben betrekking op redeneerlijn/spreadsheet en op de cases. Wat betreft de redeneerlijn/spreadsheet wordt het volgende voorgesteld:

- toetsen met eindgebruikers;
- aansluiten bij integrale afwegingen;
- verdere uitbreiding met andere stoffen;
- werken aan een meer generiek karakter;
- verdere onderbouwing van onderdelen;
- verdere toelichting bij het spreadsheet.

Verder toetsen met/aan eindgebruikers

De eerste stap naar het doen van verdere aanbevelingen is het verder toetsen aan de wensen en eisen van de eindgebruikers. Voorop staat een leidraad die door grotere groepen kan worden gebruikt in veel verschillende situaties. Mogelijk dat mensen bij waterschappen (en bij gemeenten) kan worden gevraagd cases in te dienen waarbij zij betrokken zijn. Op deze wijze wordt getoetst aan meer praktijksituaties, grotere gebruikersgroepen en wordt ook de verbeterruimte meer in beeld gebracht. Hierbij kunnen meteen ook meer stoffen in beschouwing worden genomen.

Van groot belang achten wij het in deze stap de gebruikersvriendelijkheid voor niet-modeldeskundigen te toetsen.

Bron versus effectgerichte benaderingen

In principe wordt uitgegaan van een primaat bij een brongerichte benadering. In de praktijk moet echter vaak een afweging worden gemaakt tussen een bron- en een effectgerichte benadering teneinde de MTR voor een bepaalde termijn te kunnen halen. Cruciaal hierbij zijn aannames met betrekking tot de effectiviteit van het brongerichte beleid welke vooral afhangen van de investeringsbereidheid in bestaand stedelijk gebied. Mogelijk dat in de redeneerlijn en ook in het spreadsheet dit soort praktijkkeuzes standaard kan worden uitgewerkt.

Verdere uitbreiding met andere stoffen

De leidraad is opgezet voor de metalen koper, lood en zink. De gehanteerde redeneerlijn is echter ook bruikbaar voor veel andere stoffen. Een uitbreiding vergt voor enkele stoffen aanpassingen in het spreadsheet. Zo dient bij stikstof en fosfaat bijvoorbeeld rekening te worden gehouden met kwel en zullen in het geval van bestrijdingsmiddelen verschillende typen landbouw moeten worden onderscheiden. Bij landbouwkundige uitspoeling van P en N moet daarbij waarschijnlijk rekening worden gehouden met bodemsoort en grondwaterklasse. Het spreadsheet voorziet reeds in een term die rekening houdt met verdwynprocessen (afbraak/vervluchtiging). Voor zware metalen is vooralsnog uitgegaan van conservatieve stof benadering.

Werken aan een generiek spreadsheet

De cases tot dusver blijken ieder toch maatwerk te behoeven bij de invoer van gegevens en/of het meenemen van verschillende hydrologische uitgangssituaties. Er kan worden gestreefd naar een meer generiek spreadsheet dat in principe alle mogelijke situaties aankan. Op dit moment is

voor een beperkt aantal combinaties van bodemtype en kwel/inzijing de afvoer (run-off) beschikbaar. Uiteindelijk dienen in het spreadsheet run-off files beschikbaar te zijn voor alle relevante combinaties van bodemsoorten en kwel-inzijingssituatie.

Verdere onderbouwing

Het blijkt moeilijk om zicht te krijgen op de doorwerking naar de waterbodem. Dit is te betreuren aangezien het herverontreinigingsrisico mede vanwege de hoge saneringskosten van bagger wel erg beleidsrelevant is. Er is nu om pragmatische redenen gekozen voor een indicatie van het herverontreinigingsrisico op basis van een standaard absorptiepercentage, zwevend stofgehalte en verhouding tussen verschillende organische en anorganische fracties. Mogelijk dat op basis van meetgegevens een betere relatie tussen het immissiebeeld en het herverontreinigingsrisico kan worden gelegd.


Heel kritisch blijkt de waterbalans. Op dit moment wordt een bekend veronderstelde waterbalans ingevoerd en omgerekend tot daggemiddelden voor een standaard jaar. Mogelijk dat standaard een betere onderbouwing voor de waterbalans kan worden gevonden door in een tussenstap op chloride te toetsen. Mogelijk kan daarbij niet een standaard hydrologisch jaar maar een jaar met meetgegevens ter toetsing worden genomen. Het is evenwel niet de bedoeling dat het spreadsheet uitgroeit in een waterkwaliteitsmodel. Het is echter wel aan te bevelen om nader te onderzoeken met welke mate van nauwkeurigheid de overschrijding van MTR-waarden kan worden aangegeven.

Handleiding en toelichting

Het spreadsheet dient uiteindelijk te worden gecomplementeerd met een handleiding. In deze handleiding kan dieper worden ingegaan op:

- het interpreteren van meetgegevens;
- het opstellen van waterbalansen, daar waar waterbalansen ontbreken;
- het invoeren van deelgebieden;
- het invoeren van maatregelen;
- het interpreteren van berekeningsresultaten.

7 COLOFON

Opdrachtgever	: RIZA	
Project	: Koper, lood en zink in de emissie	
Dossier	: R8414-01-001	
Omvang rapport	: 57 pagina's	
Auteurs	: drs. J.L. Fiselier, ir. A.P. Benoist, ir. I. de Wolf,	
Bijdrage	: ing. F.H. Wagemaker (RIZA), drs. M.Langeveld, drs. E. Benner,	
Projectleider	: drs. J.L.Fiselier	
Projectmanager	: drs. J.L. Fiselier	
Datum	: 26 mei 2000	
Naam/Paraaf		(ir. W.W.J. Oomen)

