

Herverontreiniging Tungelroyse beek

Effecten op mens, dier en plant
&
invloed transport verontreinigde deeltjes



Trefwoorden: Herverontreiniging, waterbodembodem, effecten

Opdrachtgever: Waterschap Peel en Maasvallei
Gabriël Zwart (senior medewerker onderzoek)

Externe begeleider: Bertus Welzen, Hogeschool van Hall-Larensten

Auteurs: Tim Lomans
Maikel van Steensel

Status: Definitief
Leeropdracht van Hogeschool van Hall-Larenstein

Datum: 08-06-2011

Herverontreiniging Tungelroyse beek

Effecten op mens, dier en plant
&
invloed transport verontreinigde deeltjes

Trefwoorden: Herverontreiniging, waterbodembodem, effecten

Opdrachtgever: Waterschap Peel en Maasvallei
Gabriël Zwart (senior medewerker onderzoek)

Externe begeleider: Bertus Welzen, Hogeschool van Hall-Larensten

Auteurs: Tim Lomans
Maikel van Steensel

Status: Definitief

Datum: Leeropdracht van Hogeschool van Hall-Larenstein
08-06-2011

Voorwoord

Voor u ligt de afstudeeropdracht van Tim Lomans en Maikel van Steensel uitgevoerd in opdracht van Waterschap Peel en Maasvallei en ter afronding van de studie Land- en Watermanagement aan de Hogeschool Van Hall Larenstein. Wij willen waterschap Peel en Maasvallei bedanken voor het beschikbaar stellen van de opdracht en de schat aan informatie. In het bijzonder willen wij Gabriël Zwart bedanken voor de kritische en goede begeleiding. Ook willen wij Bertus Welzen bedanken voor de begeleiding namens Hogeschool Van Hall-Larenstein.

Samenvatting

Het oppervlaktewater en de waterbodem van de Tungalroyse beek in Limburg zijn verontreinigd met cadmium, zink en mangaan. Doel van deze afstudeerscriptie is inzicht verkrijgen in eventuele gevolgen van deze verontreiniging voor mens, plant en dier. Tevens wordt gekeken naar welke gevolgen dit kunnen zijn. Als tweede wordt een inschatting gemaakt hoe snel de reeds gesaneerde delen van de Tungalroyse beek weer ernstig verontreinigd zijn als gevolg van de huidige aanvoer van de metalen. Kortom, wanneer wordt de gebiedskwaliteit niet gehaald. Aan de hand van dit onderzoek blijkt dat er geen nadelige effecten zijn voor mensen die recreëren in de Tungalroyse beek. Een tweede methode bevestigt dit en uit de analyse met deze methode blijkt tevens dat er geen gevaar is voor de mensen die vis, afkomstig zijn uit de Tungalroyse beek, consumeren. Voor vee, vooral pluimvee en jongvee, dat drinkt uit de beek kunnen nadelige effecten niet worden uitgesloten. De kans dat er nadelige effecten zijn voor volwassen vee is zeer klein. In vlees van vee gedrenkt met beekwater, kan de concentratie cadmium te hoog zijn om het vlees te gebruiken voor consumptie. Het water uit de beek kan zonder risico's, voor zowel de plant als de consument van de plant, gebruikt worden als sproeiwater voor planten. Organismen die in het oppervlaktewater leven ondervinden wel nadelige effecten. Dit is onderzocht door middel van de Potentieel Aangetaste Fractie (de PAF) curve. De PAF (in %) geeft een indicatie welke concentratie van een stof een onacceptabele bedreiging voor de leefgemeenschap vormt en is gebaseerd op toxicologisch onderzoek aan individuele soorten onder laboratoriumcondities. Als meer dan 20% van de waterorganismen bedreigd wordt, spreekt men van een onacceptabel percentage van de soorten die bedreigd zijn. Omdat er geen PAF curve voor mangaan beschikbaar was, is er een PAF curve voor mangaan opgesteld. Dit is gedaan aan de hand van toxiciteitsgegevens van 16 soorten die representatief zijn voor het leven in de Tungalroyse beek. Uit de PAF curves van de cadmium, zink en mangaan blijkt dat vooral de concentraties mangaan in het oppervlaktewater in de Kruispeel te hoog zijn. Benedenstrooms van de Kruispeel veroorzaken de gemeten metaalconcentraties in het oppervlaktewater geen onacceptabele bedreiging voor de leefgemeenschap. Naast toxische effecten is het aannemelijk dat de aanslag die ontstaat in het water als gevolg van de hoge mangaanconcentraties een schadelijk fysisch/mechanisch effect heeft op planten en dieren. Met het model SEDIAS is gekeken naar de effecten van verontreinigingen in de waterbodem. Volgens dit model hebben de zink- en cadmiumconcentraties in de waterbodem geen onacceptabel nadelig effect op waterbodemonismen. Mangaan, kan wegens het ontbreken van gegevens, niet worden berekend met SEDIAS. Maar, zelfs bij een ruime schatting van de ontbrekende gegevens, geeft het model aan dat er geen nadelige effecten zijn bij de huidige concentraties mangaan, cadmium en zink in de bovenste bodemlaag. De combinatie van de concentraties van de stoffen in de waterbodem van de Kruispeel liggen net onder de grens van onacceptabele schade. Gezien de voortdurende belasting met metalen (vooral mangaan) is het waarschijnlijk dat de kwaliteit van de waterbodem in de Kruispeel snel onaanvaardbaar slecht wordt. Gezien de ecologische effecten van mangaan in water en bodem, kunnen we stellen dat de lozingsnorm voor mangaan van 5 mg/l, zoals opgenomen in de vergunning van Nyrstar, te hoog is. Om uit te komen op concentraties die geen onaanvaardbare ecologische schade aanrichten zou een lozingsnorm van 0.6 mg/l (opgelost) beter passen. Het onderzoek naar de herverontreiniging van de Tungalroyse beek is gebaseerd op verschillende waarnemingen. De afnemende concentraties van de metalen met de diepte wijst op recente verontreiniging vanuit het oppervlaktewater. De sterkste vervuiling van de waterbodem is aanwezig in de toplaag van de Kruispeel. Sediment dat voor dit onderzoek is opgevangen in slibvallen heeft in alle gevallen hogere concentratie metalen dan de waterbodem zelf. Dit duidt erop dat de sterk verontreinigde zwevende deeltjes niet beklijven op de bodem maar weer opgenomen worden en verder worden getransporteerd naar delen benedenstrooms. De inschatting is dat de gesaneerde delen in de Kruispeel binnen afzienbare tijd niet meer voldoen aan de gebiedskwaliteit. Er zullen dan maatregelen getroffen moeten worden. De inschatting is daarnaast dat de gesaneerde delen benedenstrooms van de Kruispeel, op de zandvang in de Kruispeel na, niet snel weer ernstig verontreinigd zullen zijn. Omdat deze inschatting onzeker is wordt monitoring van de waterbodem aangeraden.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	6
1.1	Aanleiding	6
1.2	Doelstelling	6
1.3	Hoofdvraag en deelvragen	6
1.4	Beschrijving opdracht	7
1.5	Verantwoording	8
1.6	Leeswijzer	8
2	Gebiedsanalyse	9
2.1	Historische situatie Tungelroyse beek	9
2.1.1	Historische verontreiniging	9
2.2	Huidige situatie Tungelroyse beek	9
	Huidige verontreiniging	10
2.3	Nyrstar	10
3	Beleidsanalyse	11
3.1	KRW	11
3.2	Natura 2000	11
3.3	Waterwet	12
4	Inventariseren en analyseren meetgegevens	13
4.1	Oppervlaktewater	13
4.1.1	Cadmium	13
4.1.2	Mangaan	15
4.1.3	Zink	16
4.2	Resultaten slibvallen onderzoek	17
4.2.1	Gegevens analyse van 2009-2010	17
4.2.2	Gegevens slibanalyse 2011	19
4.3	Analyseresultaten waterbodemmonsters januari 2010	22
4.4	Debieten	23
4.4.1	Debieten 2009-2010	24
4.4.2	Debieten 2011	24
4.5	Onderhoudsdata	25
5	Risico's en effecten voor mensen	26
5.1	GGD formule	26
5.1.1	Kruispeel	26
5.1.2	Leudal	27
5.1.3	Worst-case-scenario	27
5.2	Sedisoiil	28
6	Risico's en effecten voor planten	29
7	Risico's en effecten voor dieren	31
7.1	Effecten op dieren die niet in het oppervlaktewater leven	31
7.2	Effecten dieren die in oppervlaktewater leven	32
7.3	Effecten waterorganismen in waterbodem	34
7.4	Nuances	36
7.4.1	Beschermende werking	36
7.4.2	Hardheid	36
7.4.3	Biobeschikbaarheid	36
8	Effecten	37
8.1	Cadmium	37
8.2	Mangaan	37
8.3	Zink	38
9	Conclusies en aanbevelingen	39

1 Inleiding

De Tungelroyse beek is een sterk veranderd waterlichaam en in die hoedanigheid aangemerkt voor de kaderrichtlijn water (KRW). Het is bekend dat er in het oppervlakte water en in de waterbodem verhoogde concentraties cadmium, zink en mangaan voorkomen.

1.1 Aanleiding

De waterbodem is in 2000 gesaneerd en in 2004 zijn er waterbodemmonsters genomen. Hieruit is gebleken dat de waterbodem wederom verontreinigd is met cadmium en zink. In 2006 attendeerde de Slibgroep Tungelroyse beek (IVN Weert) Waterschap Peel en Maasvallei op een zwarte aanslag die aanwezig is op planten in en op de oevers van de Tungelroyse beek. Nader onderzoek, uitgevoerd door Bioclear/Deltares, wijst uit dat de aanslag wordt veroorzaakt door hoge concentraties mangaan in het oppervlaktewater. Mangaan wordt ook in hoge concentraties aangetroffen in de waterbodem.

1.2 Doelstelling

De doelstelling is tweeledig.

1. Het in beeld brengen van de concentraties mangaan, cadmium en zink op verschillende locaties en tijdens verschillende periodes in de Tungelroyse beek en inschatten welke effecten deze hebben op (recreërende) mens, dier en plant.
2. Inzicht verkrijgen in het proces van de herverontreiniging van de waterbodem in de Tungelroyse beek. Vastgesteld dient te worden hoe snel herverontreiniging van de waterbodem opnieuw optreedt in de Tungelroyse beek. En op basis van de opgedane kennis inschatten wanneer saneren weer noodzakelijk is.

1.3 Hoofdvraag en deelvragen

De doelstelling is tweeledig dit leidt tot formulering van de volgende hoofdvragen:

1. Wat zijn de concentraties mangaan, cadmium en zink op verschillende locaties en tijdens verschillende periodes in de Tungelroyse beek en welke effecten hebben de aangetroffen concentraties cadmium, zink en mangaan op (recreërende) mens, dier en plant?
2. Welke invloed heeft transport van verontreinigde deeltjes in de herverontreiniging van de Kruispeel en na welke tijd heeft deze herverontreiniging van cadmium, zink en mangaan de interventiewaarden bereikt?

Bovenstaande hoofdvragen zijn onderverdeeld in een aantal deelvragen. Deze zijn opgesteld aan de hand van drie categorieën. Deelvragen die van toepassing zijn op beide hoofdvragen en de hoofdvragen afzonderlijk. De deelvragen luiden als volgt:

Deelvragen die van belang zijn voor beide hoofdvragen:

- Welke normen worden er gehanteerd voor de waterbodem- en oppervlaktewaterkwaliteit?
- Wat zijn de normen voor mangaan, cadmium en zink in oppervlaktewater en waterbodem?
- Wat zijn de concentraties mangaan, cadmium en zink in oppervlaktewater en waterbodem in de Tungelroyse beek?
- Op welke meetlocatie(s) zijn de concentraties zink, cadmium en mangaan hoger dan de normen?

- In welke periode(s) zijn de concentraties zink, cadmium en mangaan hoger dan de normen en is dit te verklaren?

Deelvragen specifiek voor de eerste hoofdvraag:

- Waaruit bestaat de zwarte aanslag gevonden op riet, macrofauna en de meetpunten (potten)?

- Welke effecten heeft de zwarte aanslag, die mangaan vormt, op flora en fauna?

- Zijn de onderstaande hypothesen van Jeroen van Mil plausibel?

A: De waterplanten worden bedekt met een laagje waardoor ze vooral in de zomer geen fotosynthese kunnen hebben en de planten sterven

B: De waterdieren die afhankelijk zijn van een groot oppervlak om adem te halen en/of te eten, door de aantasting van de dieren is dit niet meer mogelijk.

- Hebben de aangetroffen concentraties cadmium, zink en mangaan, in oppervlaktewater en waterbodem nadelige effecten op mens, plant en dier?

Deelvragen behorend bij tweede hoofdvraag:

- Hoeveel slib wordt er afgezet in de slibvallen (per twee weken en twee maanden)?

- Welke concentratie cadmium, zink en mangaan bevatten de afzonderlijke lagen aanwezig in de slibvallen (per 2 weken en 2 maanden)?

- Welke concentraties cadmium, zink en mangaan bevatten de afzonderlijke sedimentlagen van de waterbodemmonsters?

- In welke sedimentla(a)g(en) treffen we de hoogste concentraties cadmium, zink en mangaan aan en waarom?

- In welke periode wordt het sterkst verontreinigde sediment afgezet?

- Is er een verband te ontdekken tussen de concentratie cadmium, zink en mangaan in het afgezette sediment (in de slibvallen) en het debiet?

- Is er een verband te ontdekken tussen de concentratie cadmium, zink en mangaan in het afgezette sediment (in de slibvallen) en stroomsnelheden?

- Wat is een goede manier om de waterbodemkwaliteit te beoordelen?

- Wanneer dient de waterbodem opnieuw gesaneerd te worden als de verontreiniging zich in dit tempo voortzet, uitgaande van huidige saneringsnormen?

- Is het afgezette sediment stroomopwaarts van, en in de zandvang sterker verontreinigd dan het sediment stroomafwaarts van de zandvang?

- Draagt de zandvang bij aan het verminderen van de concentraties cadmium, zink en mangaan in het sediment stroomafwaarts?

1.4 Beschrijving opdracht

De opdracht bestaat uit twee verschillende onderdelen, die een grote samenhang met elkaar vormen. Als eerste wordt onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van zware metalen (cadmium, zink en mangaan) in de Tungelroyse beek en de invloed van deze metalen op mens, dier en plant. Er is in beeld gebracht welke concentraties op verschillende plekken en

momenten aanwezig zijn en wat het ingeschatte effect van deze concentraties is. Dit is gedaan aan de hand van modellen in combinatie met literatuuronderzoek.

Na dit onderzoek is dieper ingegaan op de effecten van de zwarte aanslag die aanwezig is op planten en dieren in de Tungelroyse beek.

Het onderzoek naar de herverontreiniging van de Tungelroyse beek in de Kruispeel bestaat uit verschillende onderdelen. Naast een literatuurstudie zijn een aantal opstellingen met slibvallen geplaatst in de Tungelroyse beek. Het sediment dat neergeslagen is in de slibvallen is geanalyseerd door Intertek. Vervolgens zijn de concentraties cadmium, zink en mangaan in de slibvallen vergeleken met waterbodemmonsters, debieten en onderhoudsdata. Dit is gedaan om inzicht te verkrijgen in de herverontreiniging van de waterbodem van de Tungelroyse beek in de Kruispeel. De exacte werkwijze van de bovenstaande methodes zijn toegelicht in het Plan van Aanpak. Dit deel van het Plan van Aanpak is te vinden in bijlage 11.

1.5 Verantwoording

Er is in dit rapport afgeweken van de volgorde van de hoofd- en deelvragen. De reden hiervan is dat gedurende het onderzoek bleek dat de referentiewaarden niet de juiste norm voor dit onderzoek bleek te zijn. De concentraties cadmium, zink en mangaan in de waterbodem ter hoogte van de Kruispeel zijn ver boven de interventiewaarden, maar vormen geen onacceptabel risico voor waterorganismen. De nieuwe norm wordt gesteld aan de hand van de opgestelde PAF curve. De wijziging in volgorde heeft er aan bijgedragen dat het een geheel wordt en het begrijpelijk is voor de lezer. De wijziging houdt in dat als eerste hoofdvraag 1, deel één is beantwoord. Vervolgens is hoofdvraag 2 beantwoord en als laatste is deel 2 van hoofdvraag 1 beantwoord.

Tevens bleek gedurende het onderzoek dat enkele vragen niet te beantwoorden zijn. Het gaat om de vragen:

- Welke concentratie cadmium, zink en mangaan bevatten de afzonderlijke lagen aanwezig in de slibvallen (per 2 weken en 2 maanden)?
- Welke concentraties cadmium, zink en mangaan bevatten de afzonderlijke sedimentlagen van de waterbodemmonsters?

De afzonderlijke lagen bleken niet te analyseren aangezien er te weinig materiaal in de potjes opgevangen werd.

1.6 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de gebiedsanalyse. De historische en huidige situatie komen kort aan bod gevolgd door informatie over de zinkfabriek. Hoofdstuk 3 beschrijft de beleidsanalyse. De beleidsstukken die van toepassing zijn op dit project zijn hier kort beschreven. In hoofdstuk 4 zijn de resultaten van het slibvallen onderzoek weergegeven. Hoofdstuk 5 beschrijft de risico's en effecten voor de mens. Hoofdstuk 6 gaat in op de risico's en effecten voor planten en hoofdstuk 7 beschrijft de risico's en effecten voor dieren. In hoofdstuk 8 is vervolgens beschreven welke effecten cadmium, zink en mangaan kunnen hebben. Tot slot worden in hoofdstuk 9 de conclusies en aanbevelingen beschreven.

2 Gebiedsanalyse

Dit hoofdstuk beschrijft de historische en huidige situatie van de Tungelroyse beek en voor de Kruispeel specifiek. Daarnaast wordt kort ingegaan op de verontreiniging die in het verleden heeft plaatsgevonden en de huidige verontreiniging die van belang is voor dit project.

2.1 *Historische situatie Tungelroyse beek*

De historische situatie is de situatie voor grootschalige menselijke ingrepen. Belangrijke kenmerken zijn de uitgestrekte woeste gronden, een zeer beperkte verstedelijking, de extensieve landbouw en het kleinschalige landschap. Dit is de situatie zoals weergegeven door kaarten uit de periode 1600 -1850. In bijlage 1 vindt u de historische kaart omstreeks 1600.

De beek ontspringt (volgens de kaart van 1600) in België en stroomt ter hoogte van Neer uit in de Maas. Volgens de kaart van 1850 lijkt de beek te ontspringen ter hoogte van de Tungelerwallen. Stroomopwaarts was het gebied grotendeels onontgonnen en stroomde het water af via natuurlijke laagtes en moerassen en kleine gegraven waterlopen (Rahlplatz & Droessen 2003).

Kruispeel

De Kruispeel is van oorsprong een natuurlijke laagte in een dekzandgebied. Het was een groot ven in een heidelandschap waar veenvorming plaatsvond. Dit veengebied is later ontgonnen. De Kruispeel maakte onderdeel uit van de Peelvenen. Op de historische kaart van 1850 is te zien dat de huidige bovenloop van de Tungelroyse beek nog niet in de Kruispeel aanwezig was. Er liepen meerdere stroompjes uit het natte veengebied. Deze kwamen pas samen in de buurt van Stramproy -Tungelroy (ter hoogte van de Tungelerwallen) en vormden daar een meanderende beek.

2.1.1 *Historische verontreiniging*

Behalve de 'gebruikelijke' verontreiniging ten gevolge van overstorten en diffuse verontreiniging, voornamelijk vanuit de landbouw, is er een ernstige vervuiling van de waterbodem en ook een groot deel van de rest van het stroomgebied, ontstaan door lozingen en verspreiding via de lucht vanuit de zinkertsverwerkende industrie in Budel (het huidige Nyrstar) tot in de jaren 1970.

2.2 *Huidige situatie Tungelroyse beek*

In de 20ste eeuw hebben zich ingrijpende veranderingen voorgedaan in het stroomgebied van de Tungelroyse beek. De belangrijkste wijzigingen voor het functioneren van de Tungelroyse beek en het beekdal zijn intensivering van grondgebruik, verdroging en vervuiling.

In de huidige situatie ontspringt de Tungelroyse beek vlak over de grens (Hamonterbeek) om vervolgens via de Ringselvennen bij Budel-Dorplein in zuidoostelijke richting te stromen. De beek loopt via een duiker onder de Zuid-Willemsvaart door en loopt dan over een afstand van 36 kilometer, naar de Maas. De beekloop in het oorspronggebied is grotendeels gegraven en heeft een kunstmatige oorsprong.

Kruispeel

De Tungelroyse beek speelt een belangrijke rol in het landschap van de Kruispeel. De Kruispeel bestaat uit een ven omgeven door vochtige heide, droog en nat Eiken-Berkenbos en Berken- en Elzenbroekbos. In de Kruispeel liggen twee vennen langs de Tungelroyse beek aan de oost en westkant. In de Kruispeel is de beek ingericht volgens het tweefasenprofiel. Bij lage waterstanden heeft de beek een slingerende tot meanderende loop. Bij piekafvoeren kan de hele breedte van de beek worden gebruikt en heeft de beek een rechte loop. De iets hogere delen inunderen dan, waardoor het tweefasenprofiel het karakter heeft van een minibeekdal (Rahlplatz & Droessen 2003).



Figuur 2.1.1 Gebiedsoverzicht

Huidige verontreiniging

De Tengelroyse beek heeft nog steeds te lijden onder lozingen die de kwaliteit van het oppervlaktewater en de waterbodem aantasten. Zo loost Nyrstar effluent met verontreinigingen op de beek. Voor dit project is alleen gekeken naar de concentratie mangaan die dit effluent bevat. Daarnaast heeft de historische verontreiniging nog steeds invloed op de Tengelroyse beek.

2.3 Nyrstar

Nyrstar is een metallurgisch-chemisch productiebedrijf, de enige zinkproducent in Nederland, met ca. 450 medewerkers dat jaarlijks ca. 260.000 ton zink van zeer hoge kwaliteit produceert.

In het voorjaar van 1892 stichtten de heren Lucien Dor, Emile Dor en Francois Sepulchre uit het Luikerland de Kempensche Zinkfabriek.

Tot 1970 werd in de fabriek de thermische productie bedreven. Bij deze productie werden grote hoeveelheden metalen in de lucht gestoten. Deze kwamen onder andere via neerslag weer in een groot gebied rond de fabriek op de bodem terecht (depositie) en vervuilden de bodem en het grondwater. Daarnaast werden zinkassen (resten van het productieproces) in de wijde omgeving ingezet voor onder ander wegverhardingen en verhoging en verharding van terrein. Samen heeft dit geleid tot grootschalige verontreiniging van de bodem, het grondwater en de waterbodems in de Kempen.

De overgang naar elektrolytische productie was een belangrijk keerpunt ten goede want bij deze methode worden geen metalen via de schoorsteen uitgestoten. Wel is er nog uitstoot in het effluent, maar de fabriek heeft een reinigingsproces dat de meeste zink en cadmium er uit haalt. (Krikken & Verhagen 2010)

3 Beleidsanalyse

Dit hoofdstuk gaat in op de huidige beleidsstukken die van toepassing zijn op het traject van de Tungelroyse beek in de Kruispeel en wat deze betekenen voor het project.

3.1 KRW

De biologische, chemische en waterkwantiteitsmonitoring voor de KRW in het waterlichaam van de Tungelroyse beek worden beoordeeld op de referentiewaarden van het watertype Langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand (R5). Men dient er rekening mee te houden dat deze waarden dienen als “kapstok”. In bijlage 2 staat een volledige omschrijving van de referentiewaarden toebehorend aan watertype R5.

In 2009 zijn voor de toetsing van de KRW alleen meetpunten gebruikt die in het R5-deel van het waterlichaam Tungelroysebeek liggen: vanaf de instroom van de Roggelsebeek tot en met de instroom van de Raam en de Raam zelf. Daarnaast zijn nog enkele andere relevante metingen toegevoegd die bemonsterd zijn in het kader van reguliere monitoring.

Uit dit meetrapport is gebleken dat de doelstellingen voor het waterlichaam Tungelroyse beek voor vis, macrofauna en een aantal chemische parameters nog niet worden gehaald. Voor de Kruispeel geldt dat al deze parameters niet worden gehaald.

Omdat de Tungelroyse beek door het beheersgebied van Waterschap Peel en Maasvallei (WPM) en Waterschap de Dommel (WDD) loopt is onderlinge afstemming noodzakelijk. WPM heeft in overleg met WDD een vrije rol gekregen om de problematiek rond de verontreinigingen in de Kruispeel te beoordelen.

Voor de minimumkwaliteit van het oppervlaktewater gelden voor cadmium Europese normen. Deze milieukwaliteitsnorm is afhankelijk van de hardheid van het betreffende water. Het oppervlaktewater van de Tungelroyse beek valt in hardheidsklasse 5. De hardheid kan enigszins variëren waardoor het water ook in hardheidsklasse 4 valt (Steketee et al., 2011). Hiervoor gelden onderstaande normen:

- JG-MKN (klasse 4/5): 0,25/0,15 µg/l
- MAC-MKN (klasse 4/5): 1,5/0,9 µg/l

(Richtlijn prioritaire stoffen 2008)

Voor zink zijn landelijke normen vastgesteld in de Regeling monitoring kaderrichtlijn water. Hierin zijn voor zink onderstaande normen vastgesteld:

- JG-MKN: 7,8µg/l
- MAC-MKN: 15,6µg/l

Voor mangaan is geen minimumkwaliteitsnorm vastgesteld.

In de KRW zijn geen normen voor sediment opgenomen deze zijn vastgesteld in de Circulaire sanering waterbodems (2008). De interventiewaarde van cadmium is vastgesteld op 14 mg/kg droge stof en de interventiewaarde van zink op 2000 mg/kg.

3.2 Natura 2000

De Kruispeel is onderdeel van het Natura 2000 gebied Weerter- en Budelerbergen en Ringselven. Hiervoor zijn een aantal soorten en habitattypen aangewezen. De ecologische en chemische toestand van het oppervlaktewater in de Tungelroyse beek zijn met name van belang voor de Kleine modderkruiper (vissoort) gezien deze hier direct van afhankelijk is. (www.synbiosys.alterra.nl)

3.3 Waterwet

De waterwet heeft directe gevolgen op dit project. In plaats van saneren na een normoverschrijding, moeten er nu maatregelen genomen worden bij het niet behalen van de gewenste gebiedskwaliteit. Waterschap Peel en Maasvallei saneerden voorheen alleen in combinatie met beekherstelprojecten. De belangrijkste verschillen tussen de wet bodembescherming en de waterwet zijn te vinden in figuur 3.1.1.

Het moment van ingrijpen is een stuk moeilijker te bepalen, tevens is er op dit moment (februari 2011) een toetsingskader in ontwikkeling om te kunnen vaststellen of er een ingreep in de waterbodem nodig is. Er wordt daarom voor gekozen om de (verouderde) interventiewaarden te gebruiken als norm. Vervolgens wordt bepaald of de interventiewaarden nadelige effecten hebben op de gebiedskwaliteit, hierbij worden vooral de (nadelige) effecten op macrofauna bepaald.

De interventiewaarde is een waarde die aangeeft bij welke concentratie er sprake is van ernstige of dreigende ernstige vermindering van de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, dier of plant. Bij overschrijding van de interventiewaarde in 25m³ sediment spreekt men van een ernstig geval van waterbodemonverontreiniging.

De interventiewaarde voor cadmium is 14 mg/kg droge stof en voor zink is dit 2000 mg/kg droge stof (bron: Circulaire sanering waterbodems 2008). Zink en mangaan worden niet erkend als prioritaire stof. Zink heeft wel een vastgestelde norm voor onder andere oppervlaktewater, waterbodem en zwevend stof. Mangaan heeft geen interventiewaarde, maar dit wil niet zeggen dat een grote hoeveelheid mangaan in de Tungelroyse beek, zowel opgelost als neergeslagen op de waterbodem, geen nadelig effect heeft op de gebiedskwaliteit.

<i>Samenvatting verschillen tussen de Wet bodembescherming en de Waterwet</i>		
	Wet bodembescherming	Waterwet
Bevoegd gezag:	De provincie of de Minister van Verkeer en Waterstaat	De waterbeheerder (het waterschap of de Minister van Verkeer en Waterstaat)
Wanneer maatregelen:	Bij overschrijding van de interventiewaarden moet de waterbodem gesaneerd worden	Bij het niet behalen van de gewenste gebiedskwaliteit kan een ingreep in de waterbodem worden overwogen
Besluiten:	Beschikking ernst en spoedeisendheid, goedkeuring saneringsplan, goedkeuring evaluatieverslag, nazorgplan	Geen beschikking of goedkeuring vereist
Nazorg:	In bepaalde gevallen is nazorg verplicht	De waterbeheerder kan nazorg als maatregel opnemen in zijn beheerplan
Beleidskader van het Rijk:	Circulaire sanering waterbodems 2008	Handreiking beoordeling waterbodems
Erkennings-regeling:	Erkenning voor veldwerk milieukundige begeleiding van saneringen en nazorg, uitvoering.	Erkenning voor veldwerk, milieukundige begeleiding van ingrepen in de waterbodem (excl nazorg) en uitvoering van ingrepen (excl nazorg).
Kwaliteitsrichtlijnen	BRL 2000 / AS 2000 en protocol 2003 BRL 6000 en protocollen 6003 en 6004 BRL 7000 en 7003	Dezelfde richtlijnen, maar protocol 6004 is niet meer van toepassing. Up date van teksten is in voorbereiding.

Figuur 3.1.1 Verschillen Wet bodembescherming en de Waterwet (Bron: www.sikb.nl)

4 Inventariseren en analyseren meetgegevens

Als eerste worden alle gegevens geïnventariseerd en geanalyseerd. Vervolgens worden de gegevens gebruikt om te toetsen of er effecten zijn op mens, dier en plant.

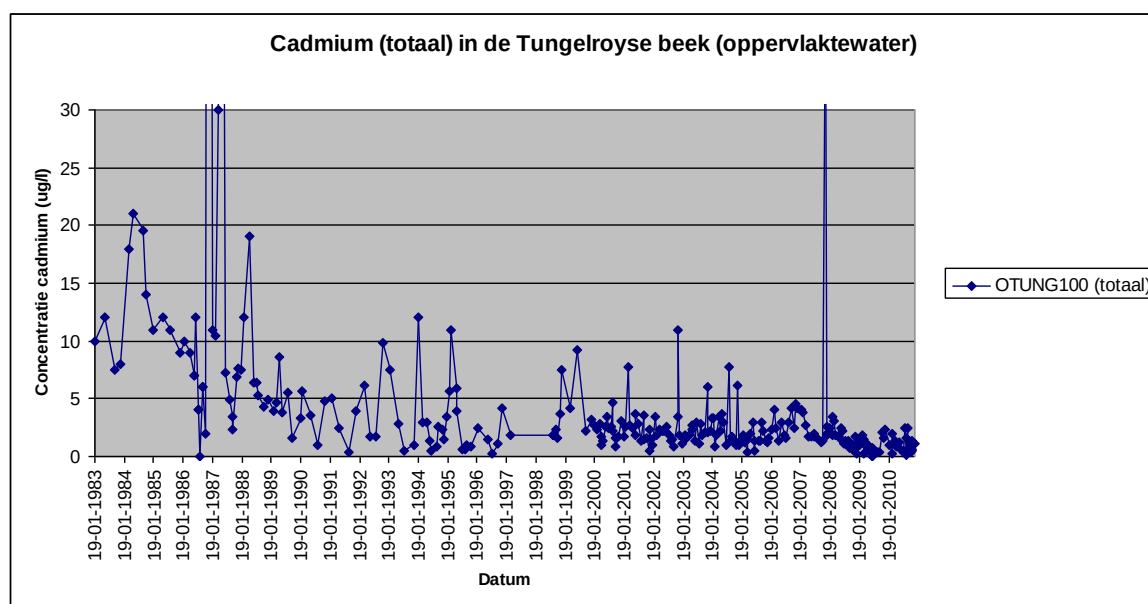
Waterschap Peel en Maasvallei maakt gebruik van een digitale database genaamd Few's. In Few's staan alle bekende meetgegevens van het beheersgebied van Waterschap Peel en Maasvallei. De monsters worden genomen, geanalyseerd en ingevoerd in de database door Intertek. De database wordt onderhouden door een werknemer van Waterschap Peel en Maasvallei.

De beschikbare gegevens zijn geïnventariseerd en vervolgens met Excel omgezet in grafieken.

4.1 Oppervlaktewater

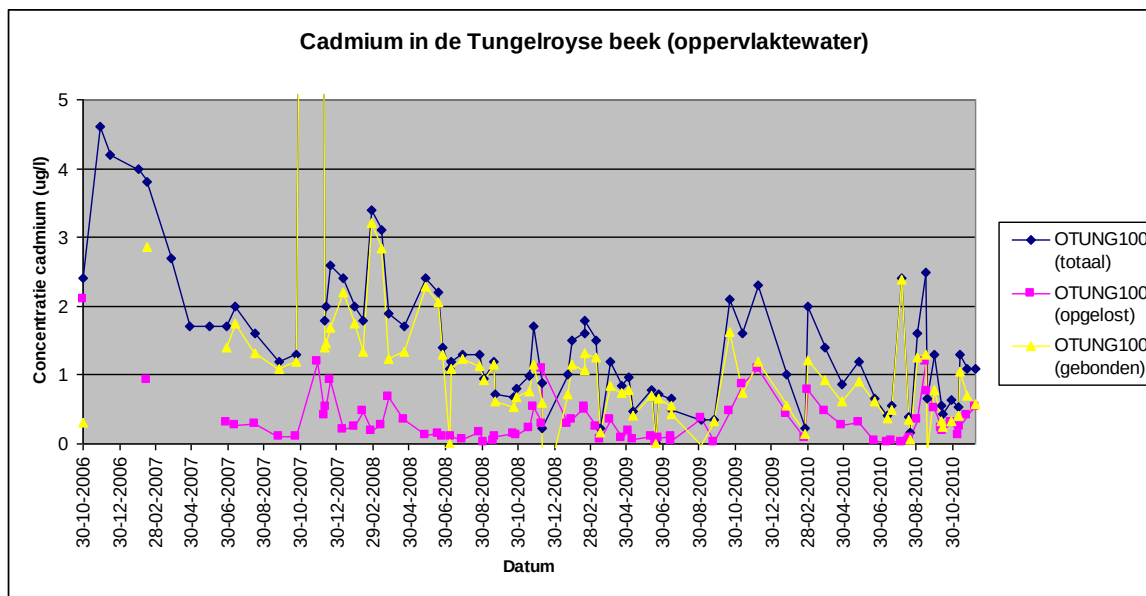
Voor het oppervlaktewater zijn gedurende verschillende jaren metingen gedaan. Cadmium en zink zijn gemeten vanaf 1983. Tijdens deze metingen is het oppervlaktewater totaal gemeten. Vanaf 2006 is ook oppervlaktewater gefilterd geanalyseerd. Bij deze methode wordt het oppervlaktewater gefilterd ($0,45\ \mu\text{m}$) en daarna worden de opgeloste concentraties cadmium, zink en mangaan bepaald. Dit betekent dat alle gehechte deeltjes niet meegenomen zijn. Mangaan is gemeten vanaf 2006. In deze paragraaf worden de beschikbare gegevens geanalyseerd.

4.1.1 Cadmium



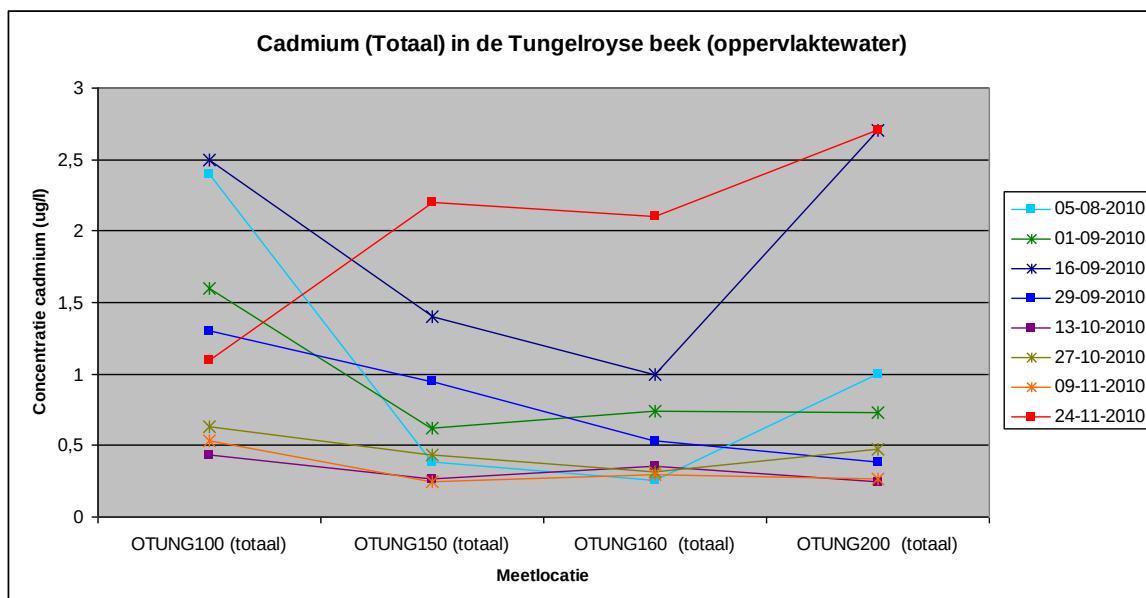
Grafiek 4.1.1 Cadmium (totaal) in de Tungelroyse beek.

In grafiek 4.1.1 staan de gemeten concentraties cadmium in de Tungelroyse beek ter hoogte van de Zuid-Willemsvaart (OTUNG100) tussen 1983 en 2010. Over deze lange periode is er een duidelijke afname te zien van de concentratie cadmium (totaal) in de Tungelroyse beek. Dit is statistisch niet onderbouwd, aangezien de betrouwbaarheid zeer laag blijkt te zijn. Ook de pieken lijken minder heftig te zijn. De extreem hoog gemeten waarden in november 2007 is te verklaren door maaierwerkzaamheden in en rond de verlegde Tungelroyse Beek, direct bovenstrooms van het meetpunt (Toon Basten, Waterschap Peel en Maasvallei). De concentraties cadmium in de beek (waterfase), ter hoogte van de Kruispeel, overschreden geregeld de Europese normen.



Grafiek 4.1.2 Cadmium (totaal, opgelost en gebonden) in de Tungelroyse beek.

In grafiek 4.1.2 is duidelijk te zien dat het overgrote deel van cadmium is gebonden (aan deeltjes groter dan $0,45 \mu\text{m}$). De concentraties cadmium lijken in de zomer lager te zijn dan in de winter. Cadmium en zink worden voor het grootste deel aangevoerd in de Tungelroyse beek via de verlegde Tungelroyse beek. De verlegde Tungelroyse beek wordt gevoed door grondwater en water van de Ringselvennen. In de zomer zal de aanvoer van water richting de verlegde Tungelroyse beek lager zijn dan in de winter. Dit is te verklaren door dat het grootste deel van zowel zink als cadmium via de verlegde Tungelroyse beek wordt aangevoerd. Naast de verlegde Tungelroyse beek wordt de Tungelroyse beek ook gevoed door de oude Tungelroyse beek. De oude Tungelroyse beek wordt gevoed door het effluent van Nyrstar en ook door de Ringselvennen. Het effluent van Nyrstar is vrij constant het gehele jaar. Als de twee beken samen komen en verder gaan in de Tungelroyse beek is in de zomer de aanvoer vanuit de verlegde Tungelroyse beek relatief gezien kleiner, waardoor de concentraties in het oppervlakte water afnemen.

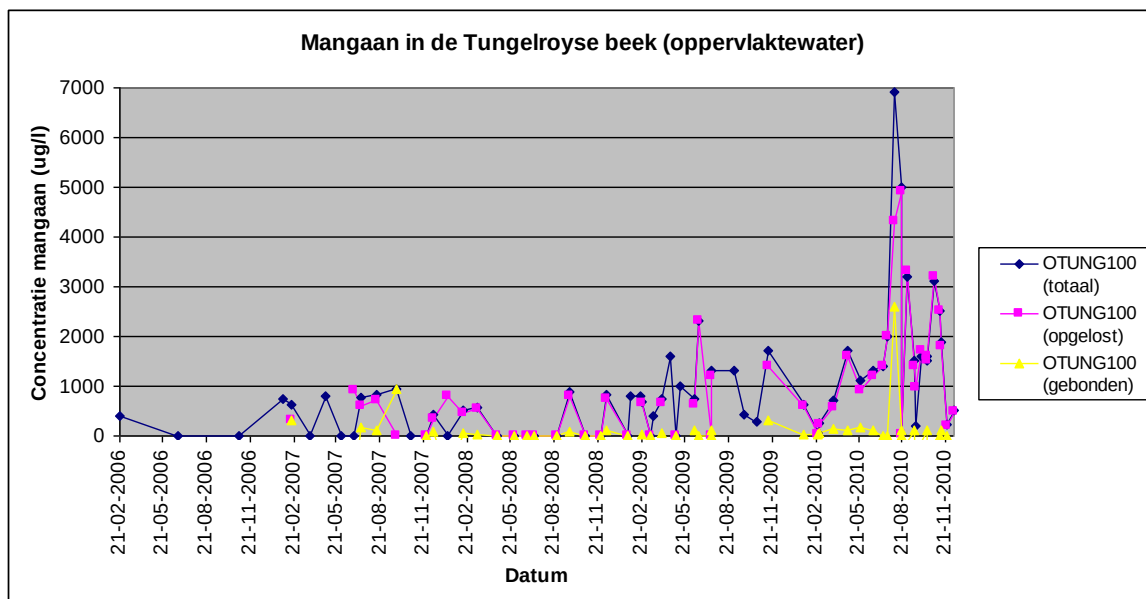


Grafiek 4.1.3 Cadmium (totaal) in de Tungelroyse beek.

Aan de hand van de huidige gegevens lijkt er op de meetpunten vanaf de Kruispeel (OTUNG100) tot aan de Golfbaan (OTUNG160) een daling te zijn van de totaalconcentratie cadmium (zie grafiek 4.1.3). De totaalconcentraties cadmium nemen over het algemeen weer

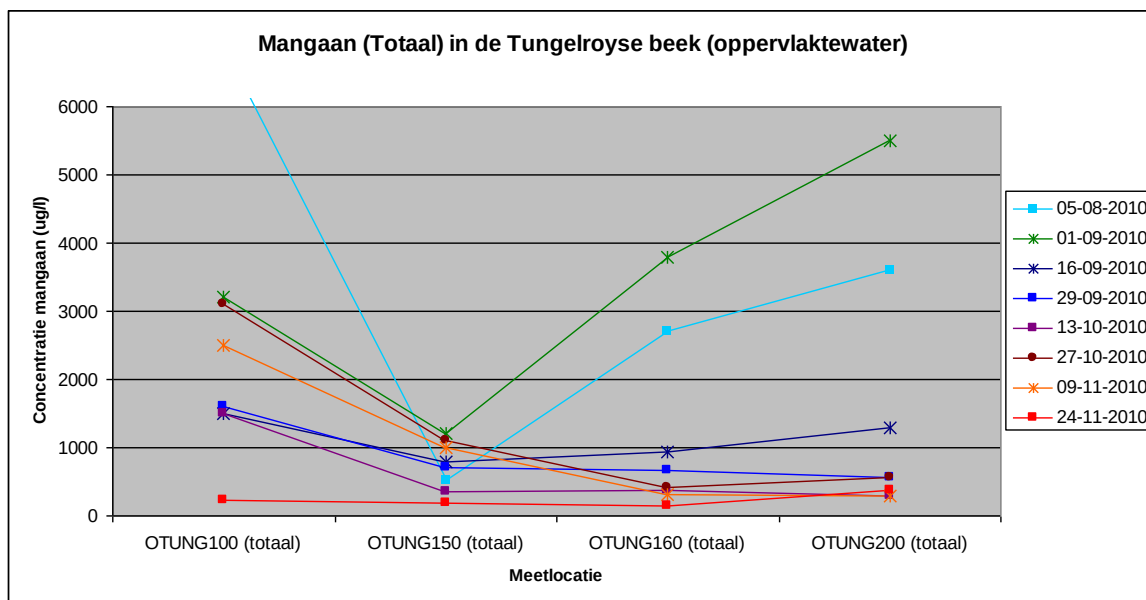
toe op de Diesterbaan (OTUNG200). Een directe verklaring is hier niet voor te geven. Mogelijk wordt cadmium weer mobiel of is er tussen de meetpunten een bron aanwezig.

4.1.2 Mangaan



Grafiek 4.1.4 Mangaan (totaal, opgelost en gebonden) in de Tungelroyse beek.

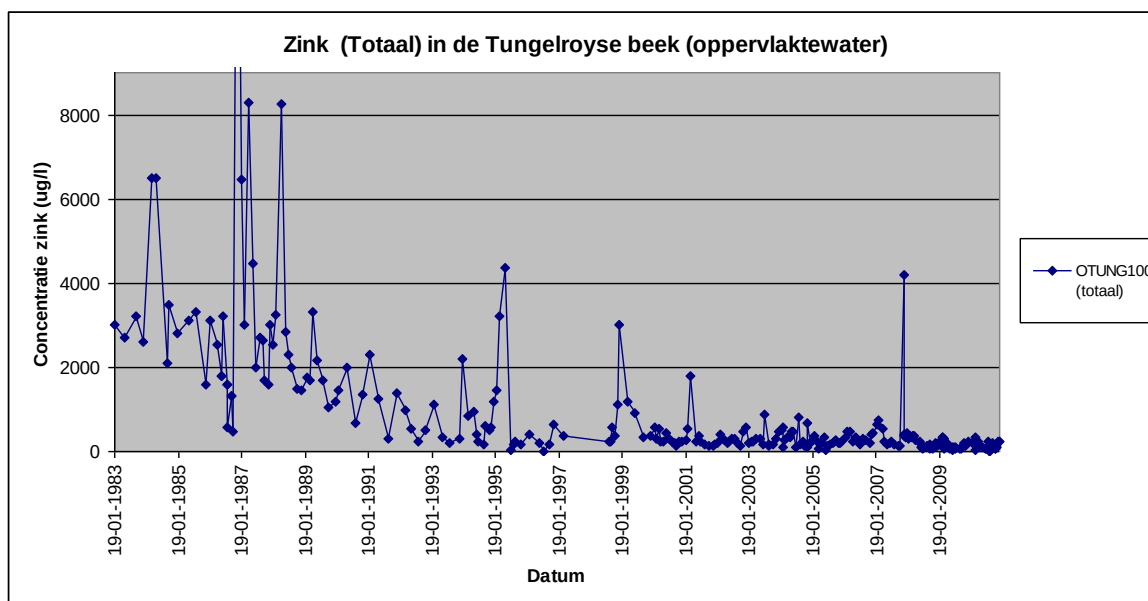
In tegenstelling tot cadmium en zink lijkt mangaan toe te nemen (grafiek 4.1.4). Dit is niet statistisch vast te stellen wegens de beperkte gegevens. Tot 2009 blijft de concentratie (totaal) onder de 1000 µg/l. Na 2009 komt de concentratie (totaal) boven de 1000 µg/l en de laatste helft zelfs met regelmaat boven de 3000 µg/l.



Grafiek 4.1.5 Mangaan (totaal) in de Tungelroyse beek.

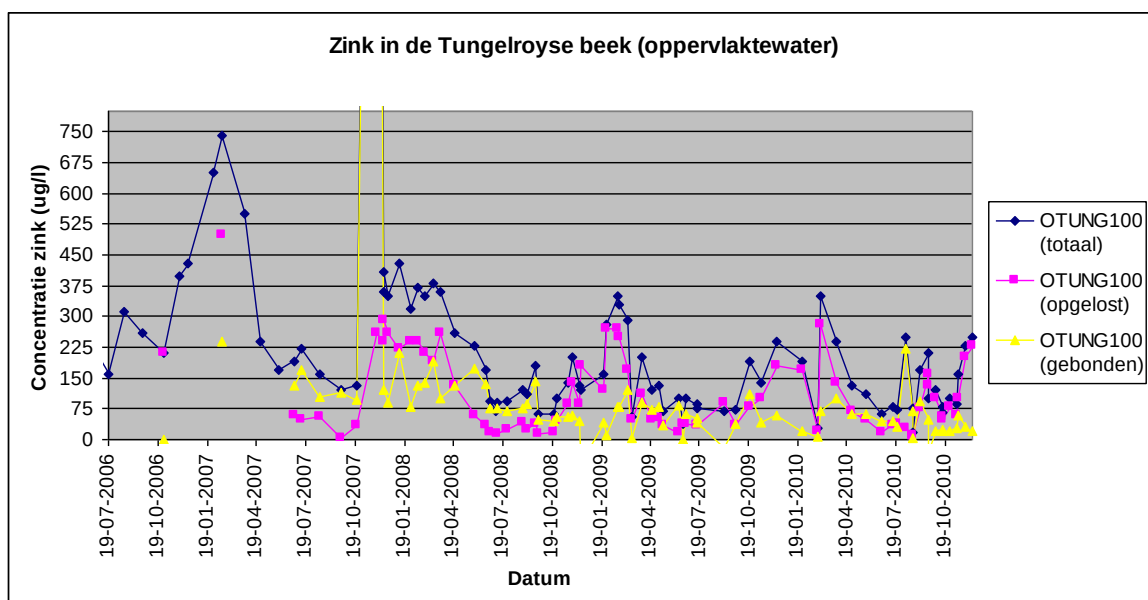
Bij mangaan nemen de concentraties af tot de Beauchamps brug, hierna neemt over het algemeen de concentratie toe (zie grafiek 4.1.5). Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat het neergeslagen mangaan in de zandvang weer mobiel wordt.

4.1.3 Zink



Grafiek 4.1.6 Zink (totaal) in de Tungelroyse beek.

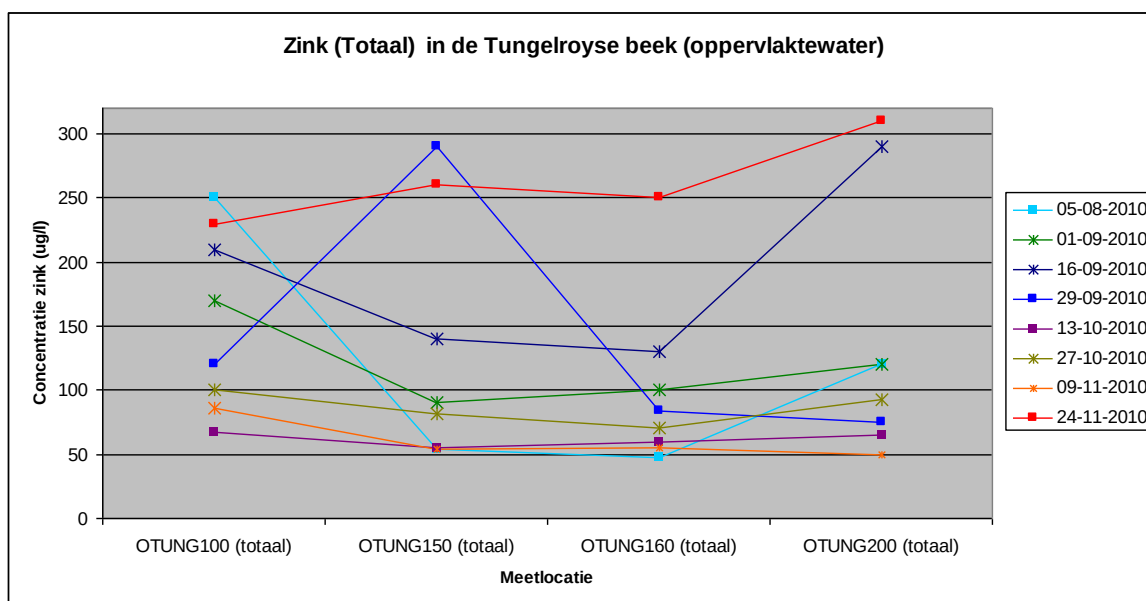
In grafiek 4.1.6 is duidelijk te zien dat de concentratie zink sinds de jaren tachtig sterk is afgenomen. De pieken vlakken af en, net zoals bij cadmium, is de piek in november 2007 te verklaren door maaiwerkzaamheden in en rond de verlegde Tungelroyse Beek, direct bovenstrooms van het meetpunt. (Toon Basten, Waterschap Peel en Maasvallei). De concentraties zink in de beek (waterfase), ter hoogte van de Kruispeel, overschrijden de vastgestelde norm.



Grafiek 4.1.7 Zink (totaal, opgelost en gebonden) in de Tungelroyse beek.

Het grootste gedeelte van zink is opgelost ($<0,45 \mu\text{m}$) (zie grafiek 4.1.7). De concentraties lijken in de zomer lager dan in de winter. Hiervoor geldt de zelfde verklaring als voor cadmium. Zink wordt voor het overgrote deel aangevoerd via de verlegde Tungelroyse beek. De aanvoer van de verlegde Tungelroyse beek is in de zomer lager dan in de winter. Naast de verlegde Tungelroyse beek wordt de Tungelroyse beek ook gevoed door de oude Tungelroyse beek. De oude Tungelroyse beek wordt gevoed door het effluent van Nyrcstar en ook door de

Ringselvennen. Het effluent van Nyrstar is vrij constant het gehele jaar. Als de twee beken samen komen en verder gaan in de Tungelroyse beek is in de zomer de aanvoer vanuit de verlegde Tungelroyse beek relatief gezien kleiner, waardoor de concentraties in het oppervlakte water afnemen.



Grafiek 4.1.8 Zink (totaal) in de Tungelroyse beek.

Bij zink is hetzelfde waarneembaar als bij cadmium (zie grafiek 4.1.8). Vaak nemen de concentraties stroomafwaarts af tot de Diesterbaan (OTUNG200). Vanaf de Diesterbaan neemt de concentratie over het algemeen weer toe. Dit betekent dat zink weer mobiel wordt of dat er nog een bron aanwezig is.

4.2 Resultaten slibvallen onderzoek

Deze paragraaf beschrijft de analyse resultaten van het slibvallen onderzoek uitgevoerd door Waterschap Peel en Maasvallei van 2009-2010 en voortgezet binnen dit project in 2011. Er zijn slibvallen geplaatst bestaande uit een pin met vier glazen potten. Deze zijn geplaatst op de bodem van de Tungelroyse beek (zie bijlage 10). Deeltjes dalen neer in de glazen potten en zijn geanalyseerd door Intertek. De gegevens weergegeven in de subparagraaf komen voort uit dit onderzoek. De geanalyseerde concentraties zijn vergeleken met de interventiewaarden vastgesteld voor waterbodems.

4.2.1 Gegevens analyse van 2009-2010

Waterschap Peel en Maasvallei heeft gedurende een jaar (7-2009 t/m 10-2010) onderzoek gedaan naar het afzetten van zink, cadmium en mangaan via verontreinigde deeltjes in de Tungelroyse beek. Onderstaand vindt u de resultaten.

Cadmium

De concentraties cadmium in de slibvallen overschrijden de interventiewaarde aanzienlijk. Deze is vastgesteld op 14 mg Cd/kg droge stof.

In de slibvallen ter hoogte van de Kruispeel is op 28 juli 2009 de hoogste waarde gemeten van 200 mg Cd/kg. Hiermee wordt de interventiewaarde overschreden met een factor 14. Een jaar later werd in de Kruispeel op 23 juni 2010 een concentratie aangetroffen die lager lag, 70 mg Cd/kg (maar nog steeds 5 maal de interventiewaarde). Op drie van de zeven monsterdata zijn de concentraties cadmium in de slibvallen ter hoogte van de golfbaan hoger dan in de Kruispeel en op 28 september 2009 zijn de concentraties gelijk (zie tabel 4.2.1). Dit is merkwaardig omdat er tussen de Kruispeel en de golfbaan een zandvang ligt. De zandvang vermindert de concentraties niet.

Cadmium concentraties slibvallen (mg/kg)			
Datum	DTUNGB02 - Kruispeel	DTUNGB05 - Golfbaan	DTUNGB08 - Diesterbaan
15-7-2009	-	140	88
28-7-2009	200	-	-
28-9-2009	120	120	69
16-11-2009	110	90	89
21-1-2010	48	38	52
24-3-2010	43	160	81
23-6-2010	70	140	63
15-10-2010	62	94	51

Tabel 4.2.1 cadmium concentraties (mg Cd/kg)

De rode getallen geven aan dat de concentraties stroomafwaarts gelijk of hoger zijn dan de concentraties stroomopwaarts

Mangaan

Voor mangaan is geen interventiewaarde vastgesteld omdat deze van nature in hoge concentraties voor kan komen en omdat er weinig bekend is over de toxiciteit van mangaan. De concentraties mangaan aangetroffen in de slibvallen over de periode van juli 2009 t/m november 2010 zijn weergegeven in tabel 4.2.2.

Mangaan concentraties slibvallen (mg/kg)			
Datum	DTUNGB02 - Kruispeel	DTUNGB05 - Golfbaan	DTUNGB08 - Diesterbaan
15-7-2009	-	32000	41000
28-7-2009	17000	-	-
28-9-2009	18000	29000	53000
16-11-2009	23000	30000	67000
21-1-2010	17000	13000	5900
24-3-2010	16000	22000	14000
23-6-2010	17000	18000	8800
15-10-2010	37000	28000	47000

Tabel 4.2.2 mangaan concentraties (mg Mn/kg)

De rode getallen geven aan dat de concentraties stroomafwaarts gelijk of hoger zijn dan de concentraties stroomopwaarts

De rode getallen geven aan dat de concentratie stroomafwaarts, in tegenstelling tot wat men zou verwachten, hoger is dan de concentratie stroomopwaarts. De hoogste concentratie is aangetroffen in het monster bij de Diesterbaan op 16 november 2009.

Natuurlijke (achtergrond) waarden van totaal mangaan in de bodem variëren van <1 tot 4000 mg Mn/kg droge stof, meest voorkomende waarde liggen rond de 300-600 mg Mn/kg droge stof. Mangaanconcentraties in rivier sediment variëren van 410 tot 6700 mg Mn/kg droge stof (Howe et al., 2005).

De concentraties in de slibvallen kunnen op basis van deze gegevens aangemerkt worden als zeer hoog.

Zink

Tabel 4.2.3 laat zien dat de zinkconcentratie in alle geanalyseerde monsters boven de interventiewaarde van 2 000mg Zn/kg zit.

Op 16 november 2010 is op de locatie golfbaan de hoogste waarde gemeten van 16 000 mg Zn/kg. De interventiewaarde wordt daarmee met een factor 8 overschreden. Op de locatie golfbaan zijn op vier van de acht data hogere concentraties aangetroffen dan in de Kruispeel.

De grootste verschillen ten opzichte van de Kruispeel zijn te zien in de maanden maart en juni een toename van respectievelijk 13 800 en 6 700mg Zn/kg. Op de locatie Diesterbaan neemt is op twee data (16-11-2010 en 21-1-2010) de concentratie in de slibval hoger ten opzichte van de golfbaan stroomopwaarts. Dit is merkwaardig omdat de zandvang zich tussen deze locaties bevindt. In theorie zouden de concentraties in de slibvallen stroomafwaarts moeten afnemen.

Zink concentraties slibvallen (mg/kg)			
Datum	DTUNGB02 - Kruispeel	DTUNGB05 - Golfbaan	DTUNGB08 - Diesterbaan
15-7-2009	-	13000	6900
28-7-2009	11000	-	-
28-9-2009	10000	11000	6100
16-11-2009	8600	7500	7700
21-1-2010	4100	3000	4500
24-3-2010	4200	16000	6700
23-6-2010	6300	13000	5800
15-10-2010	6600	9900	5100

Tabel 4.2.3 zink concentraties (mg Zn/kg)

De rode getallen geven aan dat de concentraties stroomafwaarts gelijk of hoger zijn dan de concentraties stroomopwaarts

4.2.2 Gegevens slibanalyse 2011

Voor dit project is het slibvallen onderzoek voortgezet. Belangrijkste verschillen tussen de twee onderzoeken zijn de frequentie van de bemonstering (van 2 maanden naar 2 weken) en twee extra monsterlocaties (voor zandvang, in zandvang).

Cadmium

De concentraties cadmium zijn weergegeven in tabel 4.2.4, in bijlage 8 is een grafiek opgenomen met de concentraties cadmium in de slibvallen. Voor cadmium geldt dat de concentratie in maart 2011 op de locatie golfbaan een stuk lager is dan in maart 2010 (160 mg Cd/kg). Voor cadmium geldt, evenals voor zink in de periode 2009-2010, dat de waarden het hoogst zijn bij de golfbaan en dat in de maand april de hoogste waarden zijn aangetroffen. De rood gekleurde getallen geven aan dat de concentratie stroomafwaarts hoger is als de concentratie stroomopwaarts. Dit is in tegenstelling met wat men zou verwachten.

Cadmium concentraties slibvallen 2011 (mg/kg)				
Datum	DTUNGB 02 - Kruispeel	DTUNGB 13 - Voor zandvang	DTUNGB 14 - In zandvang	DTUNGB 05/15 - Golfbaan / Nzv
14-3-2011	56	47	66	71
28-3-2011	62	57	55	-
12-4-2011	58	60	49	79
21-4-2011	62	56	49	98
21-4-2011*	69	50	60	77

Tabel 4.2.4 cadmium concentraties aangetroffen in slibvallen in 2011 (mg Cd/kg)

*monsters hebben 2 maanden gestaan de overige monsters 2 weken

De rode getallen geven aan dat de concentraties stroomafwaarts gelijk of hoger zijn dan de concentraties stroomopwaarts

Mangaan

De concentraties mangaan zijn weergegeven in 4.2.5, in bijlage 8 is een grafiek opgenomen met de concentraties mangaan in de slibvallen. Op elke data, behalve bij de monsters van 12 april 2011, zijn de concentraties in de slibvallen het hoogst in de Kruispeel. Vervolgens is er een afname te zien tot en met de locatie in de zandvang. Na de zandvang lopen de concentraties op. De hoogste toename is op 21 april waar te nemen met ruim een factor 3.

Mangaan concentraties slibvallen 2011 (mg/kg)				
Datum	DTUNGB 02 - Kruispeel	DTUNGB 13 - Voor zandvang	DTUNGB 14 - In zandvang	DTUNGB 05/15 - Golfbaan / Nzv
14-3-2011	29000	22000	18000	21000
28-3-2011	34000	21000	20000	-
12-4-2011	27000	15000	14000	30000
21-4-2011	39000	17000	8700	27000
21-4-2011*	39000	18000	15000	27000

Tabel 4.2.5 mangaan concentraties aangetroffen in slibvallen in 2011 (mg Mn/kg)

*monsters hebben 2 maanden gestaan de overige monsters 2 weken

De rode getallen geven aan dat de concentraties stroomafwaarts gelijk of hoger zijn dan de concentraties stroomopwaarts

Het gemiddelde van de slibvallen in de zandvang is 15 175 mg Mn/kg. Dit geldt tevens voor de slibvallen voor de zandvang waar het gemiddelde van de 2 wekelijkse monsters 18 750 mg Mn/kg is en de concentratie in de slibval die 2 maanden heeft gestaan 18 000 mg Mn/kg. Het lijkt erop dat de slibvallen die 2 maanden hebben gestaan een goede weergave geven van de concentratie die de weken ervoor zijn gesedimenteerd in de slibvallen.

Natuurlijke (achtergrond) waarden van totaal mangaan in de bodem variëren van <1 tot 4000 mg Mn/kg droge stof, meest voorkomende waarde liggen rond de 300-600 mg Mn/kg droge stof. Mangaanconcentraties in rivier sediment variëren van 410 tot 6700 mg Mn/kg droge stof (Howe et al., 2005).

De concentraties in de slibvallen kunnen op basis van deze gegevens aangemerkt worden als zeer hoog.

Zink

De concentraties zink zijn weergegeven in tabel 4.2.6, in bijlage 8 is een grafiek opgenomen met de concentraties zink in de slibvallen. De waarden zijn vergelijkbaar met de waarden aangetroffen in de periode 2009-2010. De locatie golfbaan vertoont de hoogste waarden. De rood weergegeven waarden geven aan dat de waarden stroomafwaarts, in tegenstelling van wat men zou verwachten, hoger zijn dan stroomopwaarts. In de maand april verschilt dit ongeveer een factor 2.

Zink concentraties slibvallen 2011 (mg/kg)				
Datum	DTUNGB 02 - Kruispeel	DTUNGB 13 - Voor zandvang	DTUNGB 14 - In zandvang	DTUNGB 05/15 - Golfbaan / Nzv
14-3-2011	6700	5700	7000	7900
28-3-2011	7600	6200	6100	-
12-4-2011	7700	6000	5400	10000
21-4-2011	9500	6200	4800	9600
21-4-2011*	8700	6000	7200	8800

Tabel 4.2.6 zink concentraties aangetroffen in slibvallen in 2011 (mg Zn/kg)

*monsters hebben 2 maanden gestaan de overige monsters 2 weken

De rode getallen geven aan dat de concentraties stroomafwaarts gelijk of hoger zijn dan de concentraties stroomopwaarts

Kwantiteitsgegevens

In tabel 4.2.7 staan de hoeveelheden slib gepresenteerd die zijn afgezet in de slibvallen. Wat opvalt is dat de hoeveelheid slib na de zandvang niet af lijkt te nemen. De gegevens van 12 april ontbreken omdat het lab deze niet heeft vastgesteld. De hoeveelheid slib ter hoogte van de golfbaan op 28 maart is niet bekend omdat iemand de opstelling heeft verwijderd.

Kwantiteitsgegevens 2011 (ml slib)				
Datum	DTUNGB 02 - Kruispeel	DTUNGB 13 - Voor zandvang	DTUNGB 14 - In zandvang	DTUNGB 05/15 - Golfbaan / Nzv
14-3-2011	40	40	25	40
28-3-2011	65	35	38	-
12-4-2011	-	-	-	-
21-4-2011	43	70	17	24
21-4-2011*	170	150	66	45

Tabel 4.2.7 hoeveelheid slib in slibvallen 2011 in ml

*monsters hebben 2 maanden gestaan de overige monsters 2 weken, de slibval ter hoogte van de golfbaan van 21-4-2011 heeft maar 1 maand gestaan

Opmerkingen

De interventiewaarden zijn geldig voor bodem en sediment. Of deze toepasbaar zijn op de inhoud van de slibvallen kan bediscussieerd worden. De concentraties in de slibvallen zijn erg hoog. Het is duidelijk dat wanneer dit materiaal in de huidige toestand neerslaat op de waterbodem dat er, volgens de oude normen (interventiewaarden), gesaneerd moet worden. De concentraties zink, cadmium en mangaan zijn in de waterbodem aanzienlijk lager dan in de slibvallen. Stroomafwaarts worden hogere concentraties aangetroffen in de zandvang en bij de Golfbaan. Dit betekent dat het materiaal niet volledig neerslaat in de Kruispeel maar wordt meegevoerd.

Gedurende het onderzoek is waargenomen dat de zwarte aanslag niet of niet duidelijk aanwezig is op de glazen potjes die twee weken gestaan hebben maar wel duidelijk waarneembaar (voelbaar) is op de potjes die twee maanden hebben gestaan.

De slibvallen in de zandvang zouden, in theorie, meer slib moeten bevatten in vergelijking met de slibvallen op andere locaties. De hoeveelheid komt veelal overeen met de overige locaties. Dit kan verklaard worden doordat de potjes maar een klein deel van de zandvang vertegenwoordigen. De zandvang is dermate lang dat het niet te voorspellen is waar het sediment nu exact neerslaat. Harde conclusies met betrekking tot de kwantiteit van het slib en de werking van de zandvang kunnen derhalve niet gedaan worden.

Tijdens het ophalen van de slibvallen zijn er diverse vissoorten waargenomen in de Tengelroyse beek traject van duiker tot en met de zandvang. Vooral de riviergrondels, brasems, voorns en karpers lieten zich goed zien. De brasems en karpers (samen ongeveer 25 stuks) hielden zich op in de zandvang en de riviergrondels (ongeveer 15 stuks) net bovenstrooms van de zandvang (het meanderende traject). Een school van ongeveer 40 voorns liet zich zien bij de duiker (waargenomen op donderdag 21 april 2011). Met name brasem en karper zijn bodemwoelers die ervoor kunnen zorgen dat resuspensie optreedt.

4.3 Analyseresultaten waterbodemonsters januari 2010

Interventiewaarden zijn vastgesteld voor een standaard bodem. Deze bodem bevat 25% lutum en 10% humus. Om de analyse resultaten van de slibvallen te vergelijken zijn deze eerst omgerekend naar standaard bodem met behulp van de onderstaande formule:

$$Y = X * (A+B*25+10) / (A+B*L+C*H)$$

Waarin:

Y= Toetsingswaarde gecorrigeerd naar standaard bodem

X= Meetwaarde uit partijkeuring of bodemonderzoek in mg/kg

L= Lutumgehalte (%), met lutumgehalte <2%, wordt uitgegaan van 2%

H= Humusgehalte (%), met humusgehalte <2%, wordt uitgegaan van 2%

A,B,C= Constante waarden voor specifieke stof (voor mangaan niet vastgesteld)

(Van de Guchte & Beek et al. 2000)

Cadmium

De analyse resultaten, omgerekend naar standaard bodem, zijn te zien in tabel 4.3.1. Deze laten zien dat de interventiewaarde voor cadmium (14 mg/kg droge stof) in de Kruispeel ruimschoots wordt overschreden op alle laagdiepten. Bij de andere twee locaties is geen sprake van overschrijding van de interventiewaarden en de concentraties in de toplaag nemen af stroomafwaarts. Bij de locatie golfbaan is te zien dat de concentraties iets toenemen in de dieper gelegen lagen zowel in vergelijking met de stroomopwaartse locatie Beauchamps brug, als in diepte van de laag op de locatie golfbaan zelf. Het verschil tussen de toplaag en de diepste laag is 1,4 mg Cd/kg droge stof en met een waarde van 4 mg Cd/kg droge stof is er geen sprake van overschrijding van de interventiewaarde. Volgens de oude normen zou er inmiddels gesaneerd moeten worden in de Kruispeel gezien het overschrijden van de interventiewaarde voorheen verplichtte tot saneren van de betreffende waterbodemonsters. In bijlage 9 is een grafiek opgenomen met de concentraties cadmium in de waterbodemonsters.

Cadmium standaard bodem (mg/kg droge stof)			
Laagdiepte	Kruispeel	Beauch.	Golfbaan
0-5	48,3	10,4	4,4
5-25	43,2	3,2	3,7
25-50	36,4	1,5	6,8

Tabel 4.3.1 cadmium concentratie waterbodemonsters omgerekend naar standaard bodem (mg/kg)

De rode getallen indiceren dat de aangetroffen concentratie stroomafwaarts hoger is dan de concentratie van het bovenstroomse monsters. De concentraties in de toplaag stroomafwaarts zijn in alle gevallen aanzienlijk lager dan in de Kruispeel. In de laag van 5-25cm en van 25-50cm bij de golfbaan is de concentratie hoger dan dezelfde laag bij de Beauchamps brug (respectievelijk 0,5mg/kg droge stof en 5,3 mg kg droge stof). Een directe verklaring kan hier niet voor gegeven worden.

Mangaan

Voor mangaan is zoals eerder vermeld geen interventiewaarde vastgesteld. Wat opvalt, is dat net als bij cadmium en zink de waarden in de Kruispeel aanzienlijk hoger zijn dan de Beauchamps brug en de golfbaan stroomafwaarts. In de middelste laag op de locatie golfbaan is een lichte verhoging te zien, 69 mg Mn/kg bij de Golfbaan t.o.v. 52 mg Mn/kg droge stof bij de Beauchamps brug, maar dit is verwaarloosbaar (zie tabel 4.3.2). In bijlage 9 is een grafiek opgenomen met de concentraties mangaan in de waterbodemonsters.

Mangaan standaard bodem (mg/kg droge stof)			
Laagdiepte	Kruispeel	Beauch.	Golfbaan
0-5	7100	560	120
5-25	1400	52	69
25-50	880	53	47

Tabel 4.3.2 mangaan concentratie waterbodemmonsters omgerekend naar standaard bodem (mg/kg)

Het rode getal geeft aan dat de aangetroffen concentratie stroomafwaarts hoger is dan de concentratie van het bovenstroomse monsters. De concentraties in de toplaag stroomafwaarts zijn in alle gevallen aanzienlijk lager dan in de Kruispeel. In de laag van 5-25cm bij de golfbaan is de concentratie 17 mg/kg droge stof hoger dan dezelfde laag bij de Beauchamps brug. Een directe verklaring kan hier niet voor gegeven worden.

Zink

De analyse resultaten in tabel 4.3.3 laten zien dat de interventiewaarden voor zink (2000 mg Zn/kg droge stof) in de Kruispeel worden overschreden op alle onderscheiden diepten. Stroomafwaarts van de Kruispeel is er geen sprake van overschrijding van de interventiewaarden en liggen de concentraties aanzienlijk lager. Bij de locatie golfbaan is te zien dat de concentraties iets toenemen in de dieper gelegen lagen zowel in vergelijking met de stroomopwaartse locatie Beauchamps brug, als in diepte van de laag op de locatie golfbaan zelf. Het verschil tussen de toplaag en de diepste laag is verwaarloosbaar (10 mg/kg droge stof). In bijlage 9 is een grafiek opgenomen met de concentraties zink in de waterbodem.

Zink standaard bodem (mg/kg droge stof)			
Laagdiepte	Kruispeel	Beauch.	Golfbaan
0-5	4821	1169	451
5-25	3152	248	316
25-50	4079	165	475

Tabel 4.3.3 zink concentratie waterbodemmonsters omgerekend naar standaard bodem (mg/kg)

De rode getallen indiceren dat de aangetroffen concentratie stroomafwaarts hoger is dan de concentratie van het bovenstroomse monsters. Dit roept vraagtekens op omdat men zou verwachten dat de concentraties minder worden door verdunning en neerslag. De concentraties stroomafwaarts in de toplaag zijn in alle gevallen aanzienlijk lager dan in de Kruispeel. In de laag van 5-25cm en 25-50cm bij de golfbaan is de concentratie hoger dan dezelfde laag bij de Beauchamps brug (respectievelijk 68mg/kg droge stof en 310mg/kg droge stof). Een directe verklaring kan hier niet voor gegeven worden.

Om meer inzicht te verkrijgen in de processen die zich kunnen afspelen omtrent de herverontreiniging in de Tungelroyse beek, is een literatuurstudie verricht. De uitkomsten van deze studie zijn verwerkt in bijlage 3.

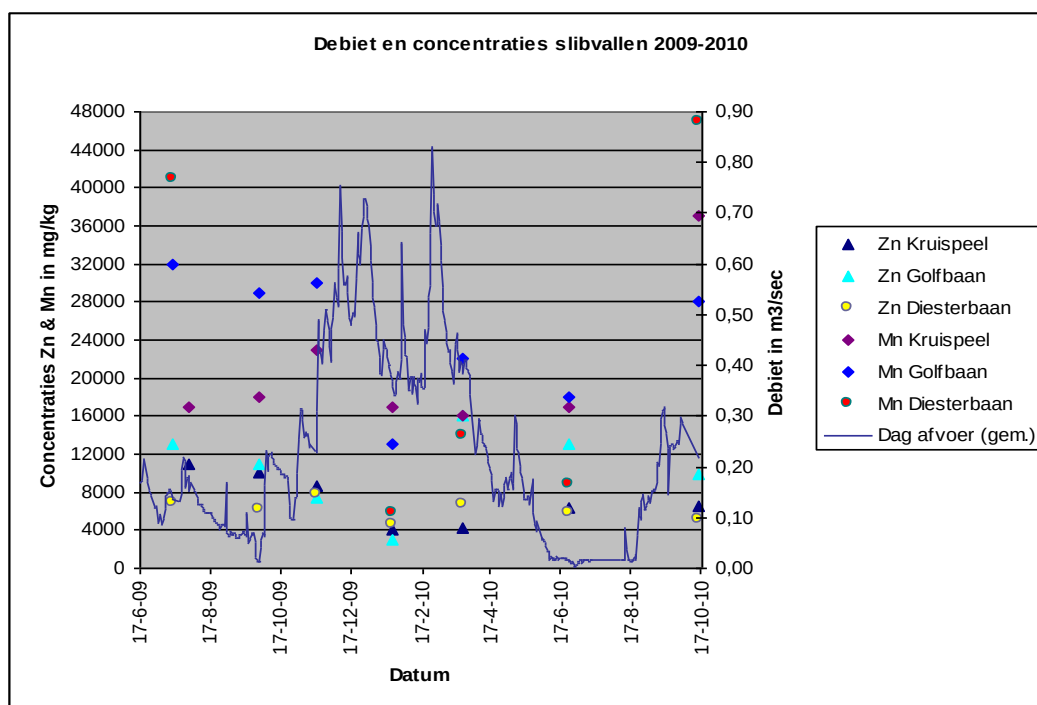
4.4 Debieten

Om te achterhalen of er een relatie zit tussen de afgezette concentraties en het debiet zijn deze met elkaar vergeleken met behulp van Excel. Cadmium is niet opgenomen in deze grafiek omdat deze zich normaliter hetzelfde gedraagt als zink. Daarnaast is het niet praktisch gezien cadmium in veel lagere concentraties voorkomt.

4.4.1 Debieten 2009-2010

De afvoer van de Tungelroyse beek wordt weergegeven in grafiek 4.4.1 op de volgende pagina. In deze grafiek zijn de waarden gebruikt gemeten door de Easy Hollandia 042 ter hoogte van de Diesterbaan. De weergegeven tijdsperiode is afgestemd op de analysedata van de slibvallen voor een goede vergelijking.

Omdat de slibvallen van de periode 7-2009 t/m 10-2010 minimaal twee maanden hebben gestaan is niet meteen op te maken of de debieten bepalend zijn voor de kwaliteit en kwantiteit van de concentraties in de slibvallen. In twee maanden fluctueert het debiet aanzienlijk waardoor geen relatie gelegd kan worden met een toe- of afnemend debiet. Er is daarom geen uitspraak te doen over een toe- of afname bij verschillende debieten.

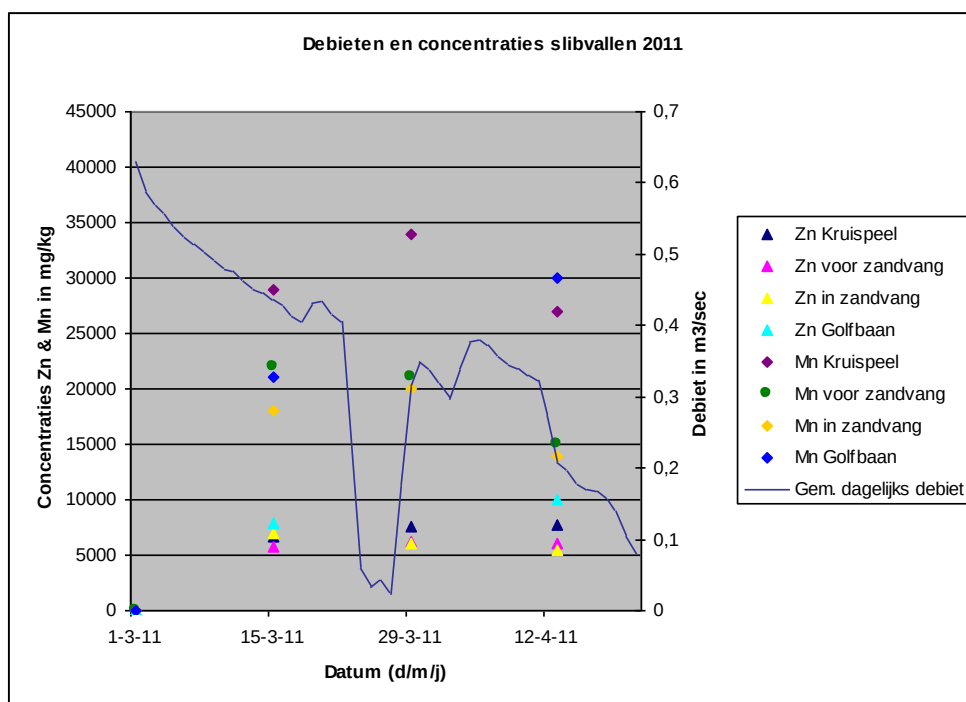


Grafiek 4.4.1 dagafvoer Tungelroyse beek in m3/sec gemeten door EasyQ Hollandia t.h.v. de Diesterbaan uitgezet met de aangetroffen concentraties zink en mangaan aangetroffen in slibvallen periode 7-2009 t/m 10-2010

4.4.2 Debieten 2011

De debieten gemeten tijdens het onderzoek in 2011 zijn, samen met de concentraties zink en mangaan aangetroffen in de slibvallen, uitgezet in grafiek 4.4.2. Ook hier geldt dat er geen duidelijke relatie gelegd kan worden tussen de concentraties in de slibvallen en het debiet van de Tungelroyse beek gedurende de monsterperiode.

De stroomsnelheden kunnen niet worden vergeleken. Dit wegens het ontbreken van voldoende gegevens.



Grafiek 4.4.2 dagafvoer Tungelroyse beek in m3/sec gemeten door EasyQ Hollandia t.h.v. de Diesterbaan uitgezet met de aangetroffen concentraties zink en mangaan aangetroffen in slibvallen gedurende de periode 3-2011 t/m 4-2011

4.5 Onderhoudsdata

In het verleden zijn er pieken gemeten in het oppervlaktewater die veroorzaakt zijn door onderhoud aan de Tungelroyse beek. Om er zeker van te zijn dat de concentraties in de slibvallen niet beïnvloed zijn door werkzaamheden zijn de concentraties, die geanalyseerd zijn in de monsters, vergeleken met de onderhoudsdata. De onderhoudsdata staan in tabel 4.5.1.

Traject	Week #	Werkzaamheden	2009	2010
Bovenstrooms duiker				
Verlegde Tungelroyse Beek	45 & 46	Bodem, talud links en rechts	2 t/m 15 nov	8 t/m 21 nov
Boshoeverheidelossing	49 & 50	Bodem, talud links en rechts	30 nov t/m 13 dec	6 t/m 19 dec
Beauchampslossing (aan Lozerweg)	49 & 50	Bodem, talud links en rechts	30 nov t/m 13 dec	6 t/m 19 dec
Vanaf duiker - Diesterbaan				
TB v.a. vennen Kruispeel	23 & 24	Bodem, werkpad links en rechts	1 t/m 14 jun	7 t/m 20 jun
TB v.a. vennen Kruispeel	39 & 40	Bodem, talud links en rechts, werkpad links en rechts	21 sept t/m 4 okt	27 sept t/m 10 okt
TB t.h.v. vennen	33 & 34	Bodem, talud links en rechts, werkpad rechts	10 t/m 23 aug	16 t/m 29 aug

Tabel 4.5.1 onderhoudsdata Tungelroyse beek in de periode 2009-2010

Tijdens een aantal periode zijn er wel onderhoudswerkzaamheden geweest maar dit heeft niet tot een verhoging gezorgd op alle monsterlocaties. Zo is er op 16 november 2009 een concentratie van 67 000 mg Mn/kg na een onderhoudsperiode bovenstrooms van de duiker. In de Kruispeel is de gemeten concentratie maar 23 000 mg Mn/kg en bij de golfbaan 30 000 mg Mn/kg. Naar verwachting zouden deze dan ook aanzienlijk hoger moeten zijn. De concentraties die in de slibvallen zijn aangetroffen in de periode 2009-2010 en in 2011 lijken niet beïnvloed te zijn door onderhoudswerkzaamheden. De waarden zijn vrij constant zonder extreme pieken.

5 Risico's en effecten voor mensen

Mensen kunnen regelmatig in aanraking komen met het oppervlaktewater en de waterbodem van de Tungalroyse beek. Middels een formule en een programma wordt getest of er gevaren zijn voor de recreërende mens in de Tungalroyse beek.

Als eerste wordt een globale test gedaan met een formule die gehanteerd wordt door de GGD van noord-Limburg. Als controle wordt een gedetailleerdere toets uit gevoerd met het programma Sedisoil. Sedisoil geeft ook uitsluitsel over of er nadelige effecten zijn bij het consumeren van vis uit de Tungalroyse beek.

5.1 GGD formule

De formule die door de GGD noord-Limburg gebruikt wordt test of er humane risico's aanwezig zijn voor recreërende mensen in de Tungalroyse beek. De formule toetst de humane risico's op een kind van 25 kilo (ongeveer 6 jaar) die 10 tot 30 keer per jaar in de beek recreëert. Tijdens elke recreatiebeurt neemt het kind een vastgestelde hoeveelheid oppervlaktewater en waterbodem tot zich. Meer informatie over deze formule is te vinden in bijlage 4.

Er is gekozen om de formule te toetsen aan drie scenario's.

- Scenario 1: Kruispeel (hoogst gemeten waarden 2008-2010 in Kruispeel)
- Scenario 2: Leudal (hoogst gemeten waarden 2008-2010 in Leudal)
- Scenario 3: Worst case scenario (hoogst gemeten waarden 2008-2010 gehele beek)

Om de formule van de GGD te testen is een Excel-model opgesteld door Tim Lomans en Maikel van Steensel.

Voor de formule van de GGD zijn zowel concentraties van het oppervlaktewater nodig, als concentraties in de waterbodem. In januari 2010 zijn er waterbodemmonsters genomen. De waterbodem is geanalyseerd in 3 lagen: 0-5 cm, 5-25 cm en 25-50 cm. Er is per laag een mengmonster gemaakt van de gestoken grond. Er is gekozen om de hoogst gemeten concentratie uit deze 3 lagen te gebruiken. Op bijna alle meetpunten heeft de eerste 5 cm de hoogste waarden. In dit geval zijn de hoogst gemeten waarden genomen en blijken er zelfs dan geen risico's te zijn.

5.1.1 Kruispeel

Als eerste is gekeken naar het projectgebied de Kruispeel. De hoogst gemeten concentraties, voor zowel waterbodem als oppervlaktewater, zijn in het Excel model ingevoerd. De uitkomsten van de berekeningen staan in tabel 5.1.1.

Stof	Oppervlaktewater (µg/kg lg/dag) (Worst case 30 dagen)	Waterbodembodem (µg/kg lg/dag) (Worst case 30 dagen)	Totaal (µg/kg lg/dag) (Worst case 30 dagen)	MTR Humaan (µg/kg lg/dag)
Cadmium (2,7/38)*	0,0004	0,04	0,04	0.5**
Zink (430/2600)*	0,07	3	3,1	500**
Mangaan (6900/7100)*	1,2	8,2	9,3	140***

Tabel 5.1.1 analyseresultaten en berekende blootstelling in de Kruispeel

* (concentratie in oppervlakte water (µg/l) / concentratie in waterbodembodem (mg/kg)

** : RIVM rapport nummer 711701 025

***: US Environmental Protection Agency – Integrated risk information system

lg : Lichaamsgewicht

In de Kruispeel zijn, volgens de formule van de GGD, geen humane risico's. De blootstelling blijft ver onder alle humane MTR's.

5.1.2 Leudal

Vervolgens is gekeken hoe de situatie verder stroomafwaarts, in het Leudal, is.

De concentratie cadmium in het oppervlaktewater zijn hoger dan de concentraties in de Kruispeel. Maar er blijkt geen gevaar te zijn voor recreërende mensen.

Ook deze concentraties zijn getoetst aan de formule van de GGD. De resultaten zijn te vinden in tabel 5.1.2

Stof	Oppervlaktewater (µg/kg lg/dag) (Worst case 30 dagen)	Waterbodembodem (µg/kg lg/dag) (Worst case 30 dagen)	Totaal (µg/kg lg/dag) (Worst case 30 dagen)	MTR Humaan (µg/kg lg/dag)
Cadmium (3,3/5,9)*	0,0005	0,007	0,007	0.5**
Zink (130/230)*	0,02	0,3	0,3	500**
Mangaan (- /320)*	Geen gegevens	0,4	0,4	140***

Tabel 5.1.2 analyseresultaten en berekende blootstelling in het Leudal

* (concentratie in oppervlakte water (µg/l) / concentratie in waterbodembodem (mg/kg)

** : RIVM rapport nummer 711701 025

***: US Environmental Protection Agency – Integrated risk information system

lg : Lichaamsgewicht

5.1.3 Worst-case-scenario

De hoogst gemeten concentraties voor oppervlaktewater en waterbodembodem op willekeurige meetpunten vormt het worstcase scenario. Dit geeft inzicht of een combinatie van factoren er voor kan zorgen dat er nadelige effecten aanwezig zijn voor recreërende mens in de Tungelroyse beek. De hoogst gemeten concentraties zink, cadmium en mangaan voor waterbodembodem zijn alle afkomstig uit de Kruispeel. Ook de hoogst gemeten concentratie oppervlaktewater voor mangaan is afkomstig uit de Kruispeel.

De hoogst gemeten concentraties van oppervlaktewater voor zink en cadmium zijn afkomstig van meetpunt ONEER900, oftewel de neerbeek ter hoogte van Hanssum.

Wat op valt is dat stroomafwaarts van het Leudal, bij meetpunt ONEER900, voor zowel cadmium als zink op 27-9-2010 extreem hoge waarden worden gemeten. Voor cadmium ruim 75 keer de mediaan (2008-2011) en voor zink ruim 20 keer de mediaan (2008-2011). Voor

mangaan wordt tijdens dit tijdstip een waarde gemeten die zowel onder de mediaan als onder het gemiddelde ligt. Hierbij moet vermeld worden dat mangaan pas sinds 5-8-2010 gemeten is en daardoor zijn er minder gegevens om de mediaan en gemiddelde te berekenen. Een mogelijke verklaring is het opwoelen van de waterbodem waardoor neergeslagen cadmium en zink vrijkomt. Dit kan gedaan worden door wadende (vlieg)vissers, werkzaamheden of zwemmende mensen en/of dieren.

Stof	Oppervlaktewater (µg/kg lg/dag) (Worst case 30 dagen)	Waterbodem (µg/kg lg/dag) (Worst case 30 dagen)	Totaal (µg/kg lg/dag) (Worst case 30 dagen)	MTR Humaan (µg/kg lg/dag)
Cadmium (33/38)*	0,005	0,04	0,05	0.5**
Zink (960/2600)*	0,16	3	3,15	500**
Mangaan (6900/7100)*	1,2	8,2	9,3	140***

Tabel 5.1.3 analyseresultaten en berekende blootstelling: Worst Case Scenario

* (concentratie in oppervlakte water (µg/l) / concentratie in waterbodem (mg/kg)

** RIVM rapport nummer 711701 025

*** US Environmental Protection Agency – Integrated risk information system

lg : Lichaamsgewicht

Ook in het worstcase scenario blijkt er geen gevaar te zijn voor de recreërende mens (tabel 5.1.3). Dit betekent dat tussen 2008 en 2010 geen nadelige effecten zijn geweest voor de recreërende mens volgens de formule van de GGD.

De formule gaat uit van een concentratie die het gehele jaar aanwezig is in de Tungelroyse beek. De concentraties die gebruikt zijn, zijn de hoogst gemeten waarden. Dit betekent dat de totale inname veel lager is dan in de tabellen staat. En dat er totaal geen gevaar is voor recreërende mensen.

5.2 Sedisoil

Naast de formule van de GGD wordt er ook gebruik gemaakt van het programma Sedisoil. Sedisoil is een rekenmodel voor de beoordeling van risico's voor de mens bij het gebruik van een verontreinigde waterbodem (meer informatie over Sedisoil is te vinden in bijlage 4).

Er is gekozen om met Sedisoil het worst case scenario tussen 2008-2010 te toetsen. Mangaan is geen prioritaire stof en kan niet worden getoetst met Sedisoil. Als eerst is het scenario 'recreatie' gekozen. Voor het scenario recreatie worden met Sedisoil geen onaanvaardbare risico's voor de mens voorspeld. Als tweede is het scenario 'recreatie in combinatie met consumptie van overige vis' (dit zijn alle vissen, behalve de aal) bekeken. Hiervoor worden met Sedisoil geen onaanvaardbare risico's voor de mens voorspeld. Als laatste is het scenario 'recreatie in combinatie met consumptie van aal' getoetst. Ook voor dit scenario blijken er geen onaanvaardbare risico's voor de mens te zijn. De uitdraaien van de drie scenario's zijn te vinden in bijlage 5)

Conclusie

Na het toetsen van de gegevens blijkt dat er geen nadelige effecten zijn geweest voor recreërende mensen in de Tungelroyse beek tussen 2008 en 2010. Zelfs niet bij het gebruik van de hoogst gemeten waarden tussen 2008 en 2010. Aan de hand van zowel de formule die opgesteld is door de GGD noord-Limburg, als door het programma Sedisoil blijken de ingenomen concentraties ver (ook bij levenslange blootstelling) onder de normen te blijven. Tussen 2008 en 2010 was het veilig om in de Tungelroyse beek te recreëren. Aangezien er een duidelijke daling in de concentraties in het oppervlaktewater is van zowel cadmium als zink, is de verwachting dat er ook in de toekomst geen gevaar zal zijn.

6 Risico's en effecten voor planten

Wanneer grondwater als sproeiwater (irrigatie) wordt gebruikt zal dit direct op de gewassen en/of in de bodem terechtkomen. Om te achterhalen of er effecten op planten zijn is gekozen om de concentraties die aangetroffen zijn in het oppervlaktewater te toetsen aan de kwaliteitscriterium van het IKC-Landbouw. Deze criteria richten zich zowel op schade aan het gewas als schade voor de humane gezondheid. Er zijn meerdere criteria, maar er is voor dit criterium gekozen, omdat deze het strengst is. Deze norm geldt ook voor de planten die vlak bij de beek staan.

Onderwaterplanten worden hierbij niet meegenomen. Wel is bekend dat de aanslag (vooral bestaande uit mangaan), die aangetroffen wordt op de onderplanten in de Tungelroyse beek, een storende factor is voor planten. De onderwaterplant wordt volledig bedekt met de zwarte aanslag (zie figuur 6.1.1). De zwarte aanslag die op waterplanten aanwezig is houdt het zonlicht tegen. Als de plant geen zonlicht meer ontvangt, stopt de fotosynthese en daarmee de energieproductie. Uiteindelijk zal de plant sterven. De heer Frans Smit van de Slibgroep heeft de waterplanten in de Tungelroyse beek geïnventariseerd en ziet sinds 2004 een daling van het aantal waterplanten. Rond dezelfde tijd is de zwarte aanslag waargenomen.



Figuur 6.1.1 zwarte aanslag op waterpest in de Kruispeel

Er is gekozen om de totaal concentraties te toetsen aan het criterium, aangezien het niet uitgesloten kan worden dat deze stoffen weer in oplossing gaan en daardoor direct beschikbaar zijn voor de plant.

Stof	Kwaliteitscriterium voor sproeiwater			
	IKC, 1995	Maximaal gemeten concentratie in oppervlaktewater 2008-2010 (totaal)	Mediaan concentratie in oppervlaktewater 2008-2010 (totaal)	Gemiddelde concentratie in oppervlaktewater 2008-2010 (totaal)
Cadmium (µg/l)	10	33	0,39	0,79
Zink (µg/l)	2000	960	66	98
Mangaan (µg/l)	2000	6900	570	901

Tabel 6.1.1 Kwaliteitscriterium voor sproeiwater

Cadmium

De hoogst gemeten waarde ligt boven het criterium, maar dit is de enige overschrijding (op één locatie) die gemeten is tussen 2008 en 2010. De overige metingen zijn allemaal onder de 10 µg Cd/l. De mediaan en het gemiddelde zijn ver onder het kwaliteitscriterium. Daarnaast is het grootste gedeelte van de cadmium gebonden en niet biobeschikbaar voor de planten. Het is niet uit te sluiten dat een deel hiervan, via processen, biobeschikbaar is, maar dan blijft er nog een groot gedeelte niet beschikbaar voor de plant.

Mangaan

Ook bij mangaan is de hoogst gemeten concentratie boven het kwaliteitscriterium, maar de mediaan en het gemiddelde blijven er ver onder.

Bij gehalten boven de 2000 µg Mn/l kan mangaan de metalen leidingen aantasten. Daarom is de norm gesteld op 2000 µg Mn/l.

Zink

De concentraties zink die gemeten zijn in de Tungelroyse beek tussen 2008 en 2011 zijn allemaal onder het kwaliteitscriterium, zelfs de hoogst gemeten waarde blijft ver onder het criterium.

Conclusie

De hoogst gemeten waarden van cadmium en mangaan komen tussen 2008 en 2010 boven het kwaliteitscriterium, maar de mediaan en het gemiddelde blijven bij alle stoffen ver onder het criterium. De concentraties zijn in de zomer, over het algemeen, lager dan in de winter. En in de winter wordt er amper tot niet gesproeid. Ook is het grootste gedeelte van cadmium gebonden en niet beschikbaar voor de planten. Beperkt sproeien in de zomer is geen probleem. Indien er in grote mate gesproeid wordt zijn de risico's zeer klein, maar niet uit te sluiten.

Aangezien Tauw uitgebreider onderzoek heeft gedaan naar de effecten op planten, is dit onderdeel beknopt gebleven.

7 Risico's en effecten voor dieren

Nadelige effecten op dieren kunnen via verschillende methoden worden berekend. De dieren worden in twee groepen verdeeld.

- Dieren die in de beek leven
- Dieren die buiten de beek leven.

De dieren die niet in het water leven gebruiken de beek vaak alleen als drinkwater. Daarom is de drinkwaternorm voor vee gebruikt om te toetsen of er nadelige effecten zijn voor dieren. Dieren, zoals watervogels, die niet in het water leven, maar wel met regelmaat in aanraking komen met het water, zijn niet beoordeeld.

De dieren die in de beek leven staan continu in aanraking met het water en moeten op een andere manier beoordeeld worden. Voor deze beoordeling wordt gebruik gemaakt van de PAF Curve.

7.1 Effecten op dieren die niet in het oppervlaktewater leven

Er zijn verschillende grenswaarden voor drinkwater voor vee. Er is gekozen de grenswaarden voor vee, opgesteld door de Gezondheidsdienst voor Dieren (GDD), te nemen. De overige normen zijn verouderd door nieuwe inzichten.

Voor vee is gekozen om de totaal concentratie cadmium, zink en mangaan in het oppervlaktewater te nemen (zie tabel 7.1.1). De reden hiervoor is dat het water gebruikt wordt als drinkwater en er daardoor ook deeltjes groter dan 0,45 µm worden opgedronken. Het kan niet worden uitgesloten dat gebonden deeltjes door processen vrij komen en daarmee beschikbaar zijn voor opname. De grenswaarde is vergeleken met de maximaal gemeten waarden, de mediaan en het gemiddelde tussen 2008 en 2010 in de Tungelroyse beek.

Stof	Grenswaarden voor vee			
	Gezondheidsdienst dieren, 2005	Maximaal gemeten concentratie in oppervlaktewater 2008-2010 (totaal)	Mediaan concentratie in oppervlaktewater 2008-2010 (totaal)	Gemiddelde concentratie in oppervlaktewater 2008-2010 (totaal)
Cadmium (µg/l)	3 [@] 50 ^{@@}	33	0,39	0,79
Zink (µg/l)	250 [#] 100 ^{##} 50 ^{###}	960	66	98
Mangaan (µg/l)	1000 [*] 2000 ^{**} 500 ^{***} 1000 ^{****}	6900	570	901

Tabel 7.1.1 normen drinkwater voor vee

Volwassen vee

Jong vee

Veulens

* Runderen en Varkens (minder geschikt)

** Runderen en Varkens (ongeschikt)

@ Norm voor slachtvee

@@ Algemene norm

*** Pluimvee (minder geschikt)

**** Pluimvee (ongeschikt)

Cadmium

De grenswaarde wordt zelfs bij de hoogst gemeten concentratie cadmium tussen 2008 en 2010 niet overschreden. Maar het is van belang om te weten welk functie het vee heeft. In het kader van de voedselveiligheid stelt de World Health Organisation de norm op 3 µg Cd/l. In dat geval is de hoogst gemeten waarde ver boven de norm, maar het gemiddelde en de mediaan blijven onder de 3 µg Cd/l.

Mangaan

Er is geen wettelijke norm voor mangaan in drinkwater voor vee. Mangaan is ook niet zozeer een probleem voor de diergezondheid, maar vooral voor de waterleidingen. Mangaangehalten vanaf 100 µg Mn/l kunnen op den duur al voor technische problemen zorgen. Mangaan slaat vooral in langere leidingen met weinig doorstroming neer. Daardoor krijgen dieren niet voldoende water of moeten ze te lang drinken voordat ze voldoende water binnenkrijgen. Bij gehalten boven de 2000 µg Mn/l kan mangaan zelfs metalen leidingen aantasten. Daarom zijn de grenswaarden van de GDD als volgt: voor runderen en varkens wordt aangehouden dat boven de 2000 µg Mn/l het water wordt afgekeurd, bij gehalten boven de 1000 µg Mn/l wordt het water als minder geschikt beschouwd. Voor pluimvee gelden lagere normen: boven de 500 µg Mn/l minder geschikt, boven de 1000 µg Mn/l afgekeurd.

De concentraties mangaan blijken alle 3 (hoogst gemeten, mediaan en gemiddelde) te hoog om het water van de Tungelroyse beek te gebruiken als drinkwater voor pluimvee. Voor runderen en varkens kan niet per definitie worden gezegd dat er geen risico's zijn. Alhoewel de mediaan en het gemiddelde onder de grenswaarden liggen, zijn er toch pieken die boven de norm "minder geschikt" uitkomen en soms zelfs boven de grenswaarden "ongeschikt".

Zink

De hoogst gemeten concentratie van 960 µg Zn/l is slechts één keer voorgekomen. Op dat moment was de concentratie ver boven de norm. Maar er wordt uitgegaan van een jaarlijkse toegestane inname. Als deze vergeleken wordt met de mediaan/gemiddelde blijken er alleen voor veulens risico's te zijn. Dit betekent niet dat er geen onaanvaardbare risico's aanwezig zijn voor ander jongvee en volwassen dieren.

Conclusie

Aan de hand van deze gegevens kan geen risico niet worden uitgesloten, als het water van de Tungelroyse beek het gehele jaar als drinkwater wordt gebruikt. Het is aan te raden om jongvee, pluimvee en vee voor consumptie niet te laten drinken uit het water van de Tungelroyse beek. Het overige vee loopt een verwaarloosbaar risico. En aangezien dat het gemiddelde en de mediaan niet boven de grenswaarden liggen en dat de concentraties cadmium en zink in de zomer lager lijken, is het verantwoord grootvee te laten drinken uit de Tungelroyse beek.

7.2 Effecten dieren die in oppervlaktewater leven

Of er effecten op waterorganismen in oppervlaktewater zijn, kan modelmatig getoetst worden met OMEGA (versie 6.1). In OMEGA kunnen effecten op waterorganismen voor een enkele stof of voor een combinatie van stoffen getoetst worden. Dit wordt bepaald aan de hand van een Potentieel Aangetaste Fractie (PAF) curve (enkele stof) of een meerdere stoffen PAF curve (msPAF). De PAF wordt uitgedrukt in het percentage waterorganismen dat bedreigd wordt. Als meer dan 20% van de waterorganismen bedreigd wordt, spreekt men van een onacceptabele grens.

Voor dit onderzoek is gekozen om zelf PAF curven op te stellen. Deze curven worden opgesteld met toxiciteitsgegevens verkregen van het RIVM, twee rapporten (Howe et al 2005; Crane 2007 et al) en de ecotox database (www.cfpub.epa.gov). De geselecteerde soorten komen allemaal voor in de Tungelroyse beek of zouden voor moeten komen in de Tungelroyse beek. Zo ontstaat er een beekspecifieke curve. Deze zijn ook opgesteld voor cadmium en zink. Er is geen gebruik gemaakt van OMEGA om de PAF te bepalen. Voor meer informatie over het opstellen van de PAF curven bekijk bijlage 4.

De PAF curve geeft een indicatie over de risico's op waterorganismen. Maar er wordt geen rekening gehouden met de bijzonderheid van verschillende soorten. Elke soort wordt als even belangrijk beschouwd. Over het algemeen zijn bijzondere soorten gevoeliger voor veranderingen als veel voorkomende soorten. Dit betekent dat de bijzondere soorten vaak eerder bedreigd zullen zijn dan veel voorkomende soorten.

In tabel 7.2.1 tot en met tabel 7.2.4 zijn de berekeningen van de msPAF te vinden. Deze berekeningen zijn gedaan met behulp van de opgestelde PAF curve. De mediaan is gebruikt om een goed beeld te krijgen van de gemiddelde concentraties tussen 2008 en 2010 in de Tungelroyse beek. Daarnaast is voor de acute effecten de hoogst gemeten concentraties gebruikt. Meer informatie over de werking van PAF en het opstellen van de PAF curve is te vinden in bijlage 4 en 6.

Kruispeel	PAF Alle organismen		PAF Alle organismen
Mediaan		Maximum	
Cadmium (0,0001 mg/kg)	2%	Cadmium (0,001 mg/kg)	1%
Zink (0,06 mg/kg)	11%	Zink (0,37 mg/kg)	8%
Mangaan (0,7 mg/kg)	23%	Mangaan (5,9 mg/kg)	28 %
msPAF	32,8%	msPAF (acuut)	34,4%

Tabel 7.2.1 msPAF in het gehele segment van de Kruispeel

Leudal	PAF Alle organismen		PAF Alle organismen
Mediaan		Maximum	
Cadmium (0.00007 mg/kg)	0%	Cadmium (0.0003 mg/kg)	0%
Zink (0.02 mg/kg)	4%	Zink (0.08 mg/kg)	3%
Mangaan	(geen gegevens)	Mangaan	(geen gegevens)
msPAF	4%	msPAF (acuut)	3%

Tabel 7.2.2 msPAF in het gehele segment van het Leudal

Neerbeek	PAF Alle organismen		PAF Alle organismen
Mediaan		Maximum	
Cadmium (0.0001 mg/kg)	2%	Cadmium (0.0003 mg/kg)	0%
Zink (0.03 mg/kg)	5%	Zink (0.06 mg/kg)	2%
Mangaan	(geen gegevens)	Mangaan	(geen gegevens)
msPAF	7%	msPAF (acuut)	2%

Tabel 7.2.3 msPAF in het gehele segment van de Neerbeek

Gehele beek	PAF Alle organismen		PAF Alle organismen
Mediaan		Maximum	
Cadmium (0.0001 mg/kg)	2%	Cadmium (0.001 mg/kg)	1%
Zink (0.04 mg/kg)	6%	Zink (0.4 mg/kg)	9%
Mangaan (0,6 mg/kg)	21%	Mangaan (5,9 mg/kg)	31%
msPAF	27,2%	msPAF (acuut)	37,8%

Tabel 7.2.4 msPAF in het gehele segment van de Tungelroyse Beek.

Uit bovenstaande tabellen is op te maken dat in de Kruispeel de grootste gevaren zitten voor de organismen die in de bodem leven. Alleen de msPAF in de Kruispeel en daarbij in de gehele beek is boven de 20%. Hierbij moet opgemerkt worden dat er geen concentraties mangaan gemeten zijn in het Leudal en de Neerbeek. De verwachting is dat mangaan stroomafwaarts weinig invloed heeft op de organismen die in het water leven aangezien de concentraties opgeloste mangaan die gemeten worden in het oppervlaktewater net na het kanaal Wessem-Nederweert zijn een stuk lager. De mediaan is 0,16 mg Mn/ l. De bijbehorende PAF is 11%. De hoogst gemeten waarden is 0,21 mg Mn/l. De bijbehorende PAF acuut is 5%. De msPAF zou bij doorberekening zowel in de Neerbeek als in het Leudal niet boven de 20% uitkomen.

Er zijn ook acute effecten aanwezig in de Kruispeel. Buiten de Kruispeel is er weinig tot geen gevaar voor de waterorganismen, toch kunnen acute effecten niet uitgesloten worden, gezien de onverwachte en soms niet te verklaren hoge waarden die gemeten worden.

Mangaan blijkt in alle gevallen de stof te zijn met de hoogste bedreiging voor waterorganismen. Volgens deze curve zou het percentage bedreigde waterorganismen pas onder de 20% komen als de concentratie 0,6 mg Mn/l (opgelost) is. Op dit moment is de lozingsvergunning voor Nyrstar afgegeven op 5 mg Mn/l.

7.3 Effecten waterorganismen in waterbodem

Waterorganismen die in of op de waterbodem leven worden blootgesteld aan andere concentraties dan organismen die in het oppervlaktewater leven. Of deze concentraties effecten hebben op de waterorganismen kan worden getoetst met het programma Sedias. Sedias is een nieuw programma en nog in ontwikkeling. Sedias berekent de msPAF voor organismen in of op de waterbodem.

Sedias maakt niet gebruik van een PAF curve. De (ms)PAF wordt in Sedias berekend met enkele formules. Hiervoor zijn constanten nodig (voor meer informatie over de berekeningen en werking van Sedias zie bijlage 4). Deze constanten ontbreken voor mangaan. Het is daarom niet mogelijk de PAF voor mangaan te berekenen.

	Interventiewaarde (mg/kg)	PAF Macrofauna	PAF Alle organismen	PAF Doorvergiftiging viseters	PAF Doorvergiftiging mosselelers
<i>Cadmium</i> (38 mg/kg)	14	0 %	0%	0,2 %	38,6 %
<i>Zink</i> (2600 mg/kg)	2000	7,1 %	7,9 %	0 %	0 %
<i>Mangaan</i> (7100 mg/kg)		-	-	-	-
msPAF		7,1 %	7,9 %	0,2 %	38,6 %

Tabel 7.3.1 msPAF bodem tussen 2008 en 2010 in de Kruispeel

De gegevens die gebruikt zijn voor de berekening van de PAF in tabel 7.3.1, zijn afkomstig van de waterbodemmonsters genomen in januari 2010. Veruit de hoogste waardes zijn gemeten in de Kruispeel. Alle gegevens zijn dan ook afkomstig van de waterbodemmonsters uit de Kruispeel.

Uit tabel 7.3.1 blijkt dat tussen 2008 en 2010, 7,1 % van de macrofauna en 7,9% van alle organismen bedreigd is. Dit is ver onder de vastgestelde norm van de 20%.

Alleen de msPAF doorvergiftiging voor mosselelers is boven de 20% en vormt een risico. Mosselen zijn niet waargenomen in de Tungelroyse beek, maar er zijn wel veel slakken gevonden. De slakken bestaan uit een vergelijkbaar weefsel en daardoor is er in de Tungelroyse beek weldegelijk risico te verwachten voor mosselelers. Deze uitspraak wordt gedaan naar aanleiding van gesprekken met Jeroen van Mill (WPM).

Voor mangaan kan er geen PAF voor de waterbodem worden berekend. Om toch een inschatting te maken in het effect dat cadmium heeft wordt een aanname gedaan. Uit de eerder opgestelde PAF curven voor de waterfase blijkt dat (tot een PAF van 50%) de toxiciteit van zink twee keer zo groot is als van mangaan. Uitgaande van deze theorie kan de PAF voor mangaan worden berekend. Alle constanten die voor deze berekening nodig zijn, zijn overgenomen van de berekeningen voor de PAF van zink (zie bijlage 4). De PAF voor mangaan komt dan op 10.3%. De msPAF voor alle organismen in de Kruispeel komt dan op 17.4%.

Naast chronische effecten zou mangaan en de aanslag die mangaan vormt ook nog acute nadelige effecten hebben. Mogelijke effecten van deze aanslag staan in bijlage 7b. Deze komen voort uit literatuurstudie en veldwaarnemingen.

Aan het begin van dit onderzoek is als norm de interventiewaarde gehanteerd. Sinds de intreding van de waterwet is deze norm niet meer geldig als saneringscriteria. Alleen wanneer men de grond opneemt moet deze getoetst worden aan de interventiewaarden. Om enig houvast te hebben is deze norm gekozen en gebruikt als referentie.

In tabel 7.3.1 is te zien dat de interventiewaarde lager zijn dan de concentraties in de waterbodem op de locatie Kruispeel. Aangezien er bij deze hogere concentraties nog geen onacceptabele risico's zijn, moet er een andere norm gehanteerd worden. De gebiedskwaliteit voldoet niet meer als de waterorganismen een onacceptabel risico ondervinden, dit is bij een msPAF van 20% of hoger. Dan ondervinden teveel waterorganismen die in en op de bodem leven nadelige effecten. Waardoor de gebiedskwaliteit, afhankelijk van de KRW doelstelling, niet behaald kan worden in dit deel van de Tungelroyse beek. Dit is het moment om te overwegen welke maatregelen genomen moeten/kunnen worden die ervoor zorgen dat de gebiedskwaliteit wel behaald wordt. In tegenstelling tot de oude interventiewaarden is er geen verplichting om de waterbodem te saneren.

De Tungelroyse beek is in 2000 gesaneerd. Toen was de msPAF voor de bodem 0%. In 10 jaar is de msPAF gestegen van 0% naar 17.4%. Aan de hand van deze gegevens kan een ruime schatting gemaakt worden wanneer de msPAF 20% is (en de gebiedskwaliteit niet meer voldoet). En daarmee de gebiedskwaliteit niet meer voldoet. Er wordt vanuit gegaan dat de concentraties in dezelfde verhouding toenemen. Hieruit blijkt dat er binnen afzienbare tijd maatregelen genomen moeten worden, omdat de gebiedskwaliteit van de Kruispeel dan niet meer voldoet.

Deze theorie is zeer beperkt en slechts een indicatie. In het hoofdstuk conclusies en aanbevelingen worden enkele aanbevelingen gedaan om een betere indicatie te krijgen van wanneer een maatregel moet worden genomen om wel aan de gebiedskwaliteit te voldoen.

Ook blijkt dat de lozingsnorm van 5 mg/l, volgens uitkomsten van dit rapport, te hoog is. Als deze aan de hand van de opgestelde PAF curve van mangaan wordt getoetst, blijkt dat minder dan 20% van waterorganismen in het oppervlakte bedreigd is, als het oppervlaktewater 0,6 mg mangaan/l bevat. Dit zou betekenen dat de huidige lozingsnorm niet meer voldoet.

Fysisch/mechanische effecten zwarte aanslag

Uit veldwaarnemingen is gebleken dat kenmerkende macrofauna soorten in aantallen zijn afgenomen in de Tungelroyse beek ter hoogte van de Kruispeel. Waarschijnlijk speelt de zwarte mangaan aanslag hier een rol. Zo zijn er enkele soorten aangetroffen met een dikke aanslag mangaan op het lichaam (o.a. een Amerikaanse zoetwaterkreeft, Libellen larve en slakken). Uit de literatuurstudie blijkt dat mangaan onder de juiste omstandigheden opgenomen wordt, en neerslaat op het kieuwweefsel van kreeften.

Het lijkt erop dat mangaan niet alleen een toxisch effect heeft op waterorganismen maar ook een fysisch/mechanisch effect waardoor deze waarschijnlijk niet meer goed kunnen functioneren.

7.4 Nuances

De effecten zijn nu modelmatig berekend. Maar er blijken enkele nuances te zijn, waardoor de effecten minder erg kunnen zijn. Omdat deze niet meegenomen worden in de modellen worden deze hier besproken.

7.4.1 Beschermende werking

De literatuurstudie wijst uit dat het beschikbaar komen van zware metalen door oxidatie achter blijft bij de snelle oxidatie van veel voorkomende ijzer- en mangaansulfiden. Dit betekent dat de ijzer en mangaan bufferend optreden bij kortdurende oxidatie van metalen bij resuspensie en het omwoelen van de bodem. Mangaan kan daardoor wellicht beschermend werken tegen de meer toxische metalen cadmium en zink. Bovendien ontstaan daarbij ijzer(hydr)oxiden die de overige metalen kunnen adsorberen. Vaak zal door bezinking de nieuwe fase weer tot de waterbodem gaan behoren en weer reduceren. Niettemin kan een herschikking hebben plaatsgevonden van metalen over hun adsorptieplaatsen en de vorm waarin zij voorkomen waardoor de fysisch-chemische beschikbaarheid is veranderd. In modelberekeningen wordt hier geen rekening mee gehouden. Dit betekent dat de aanwezigheid van mangaan er voor kan zorgen dat cadmium en zink minder toxisch zijn dan blijkt uit de PAF curve (van Steenwijk & Sneller et al. 2000).

7.4.2 Hardheid

De toxiciteit van cadmium, zink en mangaan in water hangt af van de hardheid van het water. Hoe harder het water (hoe meer CaCO_3) hoe minder toxisch cadmium, zink en mangaan zijn. De Tungelroyse beek is getypeerd als hardheidsklasse 5 ($\geq 200 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$). De hardheid kan gecorrigeerd worden, mits de juiste gegevens beschikbaar zijn. Voor dit onderzoek zijn de juiste gegevens niet gemeten en/of bekend. Indien in een eventueel vervolgonderzoek deze gegevens wel bekend zijn kan de volgende formule gebruikt worden voor het omrekenen van zacht naar hard water.

$$\text{NOEC}_{\text{H}=50} = \text{NOEC}_{\text{H}} \times (50/\text{H})^{0,7409}$$

Waarin:

$\text{NOEC}_{\text{H}=50}$ = 'No observed effect concentration' bij een hardheid van $50 \text{ mg CaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$

NOEC_{H} = 'No observed effect concentration' bij een hardheid $\text{H mg CaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$

H = Hardheid van het water uitgedrukt in $\text{mg CaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$

De hardheidscorrectie is toepasbaar voor water met een hardheid van $44\text{-}209 \text{ mg CaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ (de Koning & Vijver 2006)

7.4.3 Biobeschikbaarheid

De biologische beschikbaarheid van zink wordt vooral bepaald door de pH en het DOCgehalte (gehalte Opgelost Organisch Koolstof), de aan de pH gerelateerde alkaliniteit en de waterhardheid. Daarnaast is het organisme van belang aangezien het uiteindelijke effect van de toxische stoffen wordt bepaald door de hoeveelheid die door de organismen wordt opgenomen. Het effect van alle bovengenoemde factoren op de toxiciteit van een specifiek waterorganisme kan gekwantificeerd worden in de vorm van een zogenaamd 'Biotisch Ligand Model' (BLM). Voor zink zijn BLM's beschikbaar voor drie soorten organismen, namelijk vis (*O. mykiss*), ongewervelde organismen (*Daphnia magna*) en algen (*P. subcapitata*). De biobeschikbaarheidsfactoren liggen tussen 0,2 en 1, wat betekent dat de effectconcentraties afhankelijk van het watertype tot maximaal 5 maal hoger (minder streng) kunnen zijn. (de Nijs et al. 2008) De effectconcentraties afhankelijk van het watertype zijn maximaal 3 maal hoger (minder streng) voor cadmium. (www.ctb.agro.nl; de Koning & g. Vijver 2006)

8 Effecten

Nu is bekend of er nadelige effecten zijn op mens, plant en dier. In dit hoofdstuk wordt beschreven welke nadelige effecten dit eventueel zouden kunnen zijn.

8.1 Cadmium

Cadmium is giftig voor zowel mens als dier. Cadmium kan leiden tot longoedeem en lever- en nierbeschadigingen. Ook kan cadmium effect hebben op het centrale zenuwstelsel en de voortplanting. Bij chronische toxiciteit van cadmium kan een zinktekort, nierbeschadiging en een verstoring in de calciumbalans ontstaan. Dat laatste kan ernstige botvergroeiingen veroorzaken. (<http://www.mmk.be>)

Wanneer planten groeien in vervuilde gebieden, wordt hun normaal functioneren verstoord. Een eerste belangrijk zichtbaar fysiologisch effect is een remming van de groei. Verder kan cadmium zorgen voor een verminderde opname van mineralen, zoals nitraten, en water. Daarnaast wordt bij planten de fotosynthese verstoord. (Donckers 2007)

Meer informatie over de effecten die cadmium heeft op mens, plant en dier zijn te vinden in bijlage 7a.

8.2 Mangaan

Mensen kunnen aanzienlijke gevolgen hebben bij een langdurige inname van mangaan. Zo kan mangaan Parkinson, longembolie en bronchitis veroorzaken.

Te veel mangaan zorgt ook voor een verminderde motoriek, zwakke spieren, hoofdpijn, vergeetachtigheid en bij langdurige blootstelling zelfs impotentie.

Mangaan in de gereduceerde vorm, Mn (II), is biobeschikbaar en kan uit het milieu direct opgenomen worden door organismen. (www.lenntech.nl (b))

De aangetroffen metalen in de aanslag staat in tabel 8.2.1. De zwarte aanslag gevonden in de Tungelroyse beek (in de Kruispeel) bestaat uit een zeer hoge concentratie mangaan.

Locatie	Al	As	Ba	Ca	Cd	Co	Cu	Fe	Li	Mn	Mo	Ni	V	Zn
TB, Kruispeel	25211	61	377	11083	49	53	85	21506	23	43430	2	5	12	5609

Tabel 8.2.1 Concentratie in mg/kg droge stof

In kreeften die leven van fijne samenhangende sedimenten rijk aan mangaan, kan onder de juiste omstandigheden mangaan accumuleren (Eriksson 2000). Opgelost mangaan wordt, bij de Noorse kreeft (*Nephrops norvegicus*), hoofdzakelijk door de kieuwen opgenomen. Vooral in de periode waarin weinig zuurstof opgelost is in het water dankzij aërobe organisme. Dit resulteert in redox gemobiliseerd mangaan dat getransporteerd wordt naar en neerslaat op het kieuwweefsel van kreeften. Daarnaast kunnen kreeften aanzienlijke hoeveelheden mangaan accumuleren in en op het schild en andere delen van het lichaam. (Baden et al., 1995; Baden et al., 2003; Baden et al., 1999; Eriksson & Baden, 1998)

Symptomen van mangaan toxiciteit bij planten variëren aanzienlijk per soort en zijn o.a. marginale chlorose (verkleuring), dood weefsel, en verstoorde ontwikkeling van de bladeren. Toxische mangaan concentraties in weefsel van gewassen varieerden in kritische waarden van 100 tot 5000 mg/kg. (Howe et al 2005). De zwarte aanslag vormt ook een ondoordringbare laag voor licht op de onderwaterplanten. Dit verhindert de fotosynthese en daarmee de groei van planten.

Meer informatie over de effecten die mangaan heeft op mens, plant en dier zijn te vinden in bijlage 7b.

8.3 Zink

Mensen kunnen aanzienlijke hoeveelheden zink zonder problemen binnen krijgen. Een teveel aan zink kan diverse gezondheidsproblemen met zich mee brengen. Hoge gehalten zink kunnen buikkramp, huidirritaties, overgeven, duizeligheid, en bloedarmoede veroorzaken. Zink kan gevaarlijk zijn voor ongeboren en jonge kinderen. (www.lenntech.nl (a)).

Zink is een essentieel element voor planten en dieren, maar in hogere concentraties wordt zink giftig voor in het water levende organismen en zal het aquatisch milieu op lange termijn schadelijke effecten ondervinden.

Gevoelige planten gaan dood bij zink gehalten >100 mg/kg (eiken en esdoorn zaden), en de fotosynthese wordt beperkt in korstmossen bij concentraties >178 mg Zn/kg drooggewicht (Eisler, 1993).

Meer informatie over de effecten die zink heeft op mens, plant en dier zijn te vinden in bijlage 7c.

9 Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden de hoofd- en deelvragen beantwoord, om zo tot een conclusie te komen.

Sinds de invoering van de waterwet in 2009 zijn de normen veranderd. Het niet bereiken van de gebiedskwaliteit (KRW doelen) bepaald of men maatregelen moet gaan nemen. Dit wil niet zeggen dat er dan automatisch gesaneerd moet worden. Wanneer andere maatregelen ervoor zorgen dat de gebiedskwaliteit wel behaald kan worden, hoeft er niet gesaneerd te worden.

De concentraties cadmium in het oppervlaktewater van de beek, ter hoogte van de Kruispeel, overschrijden geregeld de Europese normen (zowel het gemiddelde als de maxima). Stroomafwaarts in de beek nemen de concentraties af. De concentraties zink in de beek (waterfase), ter hoogte van de Kruispeel, overschrijden de landelijke norm. Stroomafwaarts in de beek nemen de concentraties af. Voor mangaan zijn geen vastgestelde normen.

Voor de waterbodem zijn de interventiewaarden als uitgangspunt genomen. De toplaag van de waterbodem in de Kruispeel (gesaneerd in 2000) overschrijdt de interventiewaarden voor zowel cadmium als zink. Meer benedenstrooms, bij de Beauchampsbrug en de golfbaan (gesaneerd in 2005) zijn deze concentraties onder de interventiewaarden.

Om inzicht te verkrijgen in de verontreiniging van de waterbodem van de Tungelroyse beek in de Kruispeel zijn er in de beek slibvallen geplaatst. Vervolgens zijn deze geanalyseerd. De hoeveelheid slib in de slibvallen fluctueert in verschillende periode. Voor mangaan geldt dat in de Kruispeel de hoogste concentraties worden afgezet. Voor cadmium en zink zijn de waarden het hoogst na de zandvang. Er is geen verband ontdekt tussen de concentraties van de metalen in de slibvallen en het debiet of de stroomsnelheden. Doordat de potjes gedurende 2 weken of langer bestaan hebben en het debiet dagelijks gemeten wordt, ontstaat een vertekend beeld en kunnen hier geen conclusies uit getrokken worden. Het bleek niet mogelijk te zijn de afzonderlijke lagen te analyseren. Hiervoor was de inhoud van de monsters te gering.

Vervolgens is onderzocht of er nadelige effecten zijn op mens, plant en dier. Aan de hand van dit onderzoek blijkt dat er geen nadelige effecten zijn voor mensen die recreëren in de Tungelroyse beek. Voor vee, vooral pluimvee en jongvee, kunnen nadelige effecten niet worden uitgesloten. De kans dat er nadelige effecten zijn voor volwassen vee is zeer klein. Het water kan niet als drinkwater voor slachtvee gebruikt worden. Door het eten van het vlees van vee dat langdurig gedrenkt is met water uit de Tungelroyse beek, kunnen mensen nadelige effecten ondervinden. Het water kan gebruikt worden als sproeiwater voor planten. De kans dat er nadelige effecten zijn voor planten (of voor mensen die de planten en/of vruchten) consumeren is zeer klein.

Voor organismen die in het water leven is er wel effect. Vooral de concentratie mangaan blijkt te hoog te zijn in de Kruispeel. Het Leudal en Neerbeek blijken onder de norm te zitten. Dit is berekend aan de hand van de Meer Stoffen Potentieel Aangetaste Fractie (PAF). De msPAF wordt uitgedrukt in het percentage waterorganismen dat bedreigd wordt. Als meer dan 20% van de waterorganismen bedreigd wordt, spreekt men van een onacceptabel percentage van de soorten dat bedreigd is. In de Kruispeel is het percentage bedreigde soorten (msPAF) in het oppervlaktewater onaanvaardbaar hoog. Stroomafwaarts van de Kruispeel is het percentage bedreigde soorten laag. Over de gehele beek gezien is het percentage bedreigde soorten in het oppervlaktewater onaanvaardbaar hoog.

Een goede manier om de kwaliteit van de waterbodem te beoordelen is het model Sedias. Sedias maakt ook gebruik van de msPAF, maar gebruikt andere berekeningen. De enige beperking van Sedias, is dat mangaan niet is opgenomen en niet te berekenen in dit model.

Wel is het mogelijk om in combinatie met berekeningen van Sedias en de schatting (mangaan is half zo toxisch als zink) tot een ruime schatting te komen. Uit deze schatting blijkt dat er op dit moment geen nadelige effecten zijn op waterorganismen in de gehele beek. Onder deze strenge aanname (hoge toxiciteit) zijn de concentraties van de metalen in de waterbodem van de Kruispeel wel bijna op de grens van onacceptabele schade.

Naast de metalen in de waterbodem en in het oppervlaktewater is er ook een zwarte aanslag aanwezig op plant en dier die leven in de Tungelroyse beek. Deze aanslag bestaat voor een groot deel uit mangaan. De zwarte aanslag die mangaan vormt heeft naast toxische ook fysisch/mechanisch beperkingen. Fotosynthese bij planten wordt verhinderd doordat de zwarte aanslag geen licht doorlaat. Door energietekort zal de plant sterven. Ook dieren, vooral soorten met een groot ademhalingsoppervlak, ondervinden hinder van de aanslag. De aanslag bemoeilijkt waarschijnlijk de ademhaling.

Sanering dient pas plaats te vinden wanneer het de meest efficiënte manier is om aan de gebiedskwaliteit te kunnen voldoen. Als de gebiedskwaliteit met andere maatregelen gehaald kunnen worden is het ook goed. Uit grove schattingen blijkt dat er binnen afzienbare tijd maatregelen genomen moeten worden in de Kruispeel. Dit omdat de gebiedskwaliteit dan niet meer voldoet. Benedenstrooms van de zandvang is het niet aannemelijk dat er binnen afzienbare tijd maatregelen genomen moeten worden, omdat de concentraties metalen in de waterbodem stroomafwaarts lager zijn. Uit de slibval analyses blijkt dat het afgezette sediment in de Kruispeel de hoogste concentraties mangaan bevat. Vervolgens worden voor en in de zandvang lagere concentraties aangetroffen. De concentraties mangaan in de slibvallen na de zandvang lopen vervolgens weer op.

De concentratie mangaan in de waterbodem blijkt stroomafwaarts een stuk lager te zijn dan stroomopwaarts. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de zwevende deeltjes meegevoerd worden en niet neerslaan na de zandvang. De invloed van de verontreinigde deeltjes aan de vervuiling in de Kruispeel zijn daarom relatief klein te noemen. Stroomopwaarts van de Beauchampsbrug is de invloed groter, hier slaat meer zink en cadmium neer op de waterbodem. Stroomafwaarts van de zandvang is de invloed klein.

Aanbevelingen

- Het nemen van waterbodemmonsters op dezelfde locaties als in jan 2010 zal aangeven in hoeverre de verontreiniging in de waterbodem is toegenomen. Belangrijk hierbij is dat er onderscheid gemaakt wordt tussen dezelfde diepte (0-5cm, 5-25cm en 25-50cm). Alleen dan kunnen de monsters met elkaar vergeleken worden. Tevens kan dan een betere inschatting worden gemaakt in welke mate het materiaal dat opgevangen is in de slibvallen een rol speelt in de (her)verontreiniging. Ook kan dan beter geschat worden wanneer de gebiedskwaliteit niet meer voldoet.
- Om meer inzicht te krijgen in het transport van verontreinigde deeltjes is het interessant om slibvallen te plaatsen halverwege in de Tungelroyse beek en voor/in en na de zandvang in de Neerbeek. Er kan dan een uitspraak gedaan worden in hoeverre de concentraties in de slibvallen stroomafwaarts afwijken van de concentraties in de bovenloop.
- Om een duidelijke relatie te vinden tussen de concentraties in de slibvallen en debieten moet er frequenter gemeten worden. Het zou gunstig zijn om het aandeel zwevend stof dagelijks te laten meten in combinatie met het debiet. Op deze manier kan er een betere uitspraak gedaan worden over het transport van zwevende stof bij een toenemend of afnemend debiet. Hetzelfde geldt voor de relatie met de stroomsnelheid.
- De nuances gesteld in hoofdstuk 7 moeten nader onderzocht worden door middel van proeven en/of een literatuurstudie. Vervolgens kunnen de vastgestelde nuances toegepast worden op de uitkomsten van dit onderzoek.

Bronnen

Literatuur

1. Baden, S. P., Eriksson, S.P., Gerhardt, L., 1999. Accumulation and elimination kinetics of manganese for different tissues of the Norway lobster *Nephrops norvegicus* (L.) *Aquatic Toxicology* 45:127–137.
2. Baden, S. P., S. P. Eriksson, and J. M. Weeks. 1995. Uptake, accumulation and regulation of manganese during experimental hypoxia and normoxia by the decapod *Nephrops norvegicus* (L.). *Marine Pollution Bulletin* 31:93–102
3. Baden, S. P. and D. Neil, 2003. Manganese accumulation by the antennule of the Norway lobster *Nephrops norvegicus* (L.) as biomarker of hypoxic events. *Marine Environmental Research* 55:59–71
4. Crane 2007 et al, Proposed EQS for WaterFramework Directive Annex VIII substances: manganese (total dissolved)
5. Donckers 2005, Invloed van cadmiumstress bij *Arabidopsis thaliana*: transcriptionele veranderingen in regulatiemechanismen
6. Eisler, 1993, Zinc hazards to fish, wildlife, and invertebrates: A synoptic review, U.S. Department of the Interior Fish and Wildlife Service Patuxent Wildlife Research Center Laurel Maryland 20708
7. Eriksson, 2000, Temporal variations on manganese in the haemolymph and tissues of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.) *Aquatic Toxicology* 48:297–307
8. Eriksson, S. P. and S. P. Baden. 1998. Manganese in the haemolymph and tissue of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.) along the Swedish west coast, 1993–1995. *Hydrobiologia* 375/376:255–264
9. Guchte, van de & Beek, et al., 2000, Normen voor het Waterbeheer Achtergronddocument NW4 CIW, Commissie Integraal Waterbeheer
10. Howe et al 2005, Concise International Chemical Assessment Document 63, Manganese and its Compounds: Environmental aspects. P.D. Howe et al., Centre for Ecology & Hydrology, Monks Wood, United Kingdom, World Health Organisation
11. Koning, de & g. Vijver 2006, 'Biotic Ligand Models' voor de effectmodellering van metalen in enkele Nederlandse oppervlaktewateren
12. Krikken & Verhagen 2010, Samenvattend beeld onderzoek grondwater ABdK 2002-2009
13. Nijs, de et al. 2008, Risico's van toxische stoffen in de Nederlandse oppervlaktewateren
14. Rahlplatz & Droessen 2003, Inrichtingsvisie Tungelroyse beek: fase 2, Grontmij i.o.v. Waterschap Peel en Maasvallei
15. Steenwijk, van & Sneller et a. 2000, Zware metalen: speciatie en risicobeoordeling in zoete waterbodems, , E. Sneller et al., Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterzuivering

Websites

1. www.helpdeskwater.nl, 24-2-2011
2. http://www.ctb.agro.nl/ctb_files/10421_12.html, 10-4-2011
3. <http://www.lenntech.nl/periodiek/elementen/zn.htm>, 26-4-2011 (a)
4. <http://www.lenntech.nl/periodiek/elementen/mn.htm>, 26-4-2011 (b)
5. <http://www.mmk.be/vrij.cfm?Id=259>, 27-04-2011
6. <http://cfpub.epa.gov/ecotox/>, 30-4-2011
7. <http://nl.wikipedia.org/wiki/Superfosfaat>, 11-5-2011 (a)
8. <http://nl.wikipedia.org/wiki/Elektrolyse>, 11-5-2011 (b)
9. <http://www.sikb.nl/upload/documents/Waterbodem/20100531%20Informatieblad%20Waterbodembeheer%20en%20de%20Waterwet.pdf>, 11-5-2011
10. <http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=1&id=n2k138>, 11-5-2011