

Nalevering van carbendazim uit slootbodems in bollenteeltgebieden

De rol van nalevering uit slootbodems bij het ontstaan van
normoverschrijdingen in oppervlaktewater

Arie van der Lans, PPO
Wim Beltman, Alterra

© 2008 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO Publicatienr. 3234037707-1; €15

Financiering: Ministerie van LNV, Hoogheemraadschap van Rijnland

Projectnummer PPO: 3234037707

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit

Adres : Prof. Van Slogterenweg 2

: Postbus 85, 2160 AB Lisse

Tel. : 0252 462121

Fax : 0252 462100

E-mail : info.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING	5
1 INLEIDING	7
2 MATERIAAL EN METHODE	9
3 ANALYSERESULTATEN	11
4 BEREKENING VAN DE MOGELIJKE BIJDRAGE VAN CARBENDAZIM UIT SEDIMENT AAN OPPERVLAKTEWATER	13
5 CONCLUSIE EN DISCUSSIE	15
6 LITERATUUR	17
BIJLAGE	18

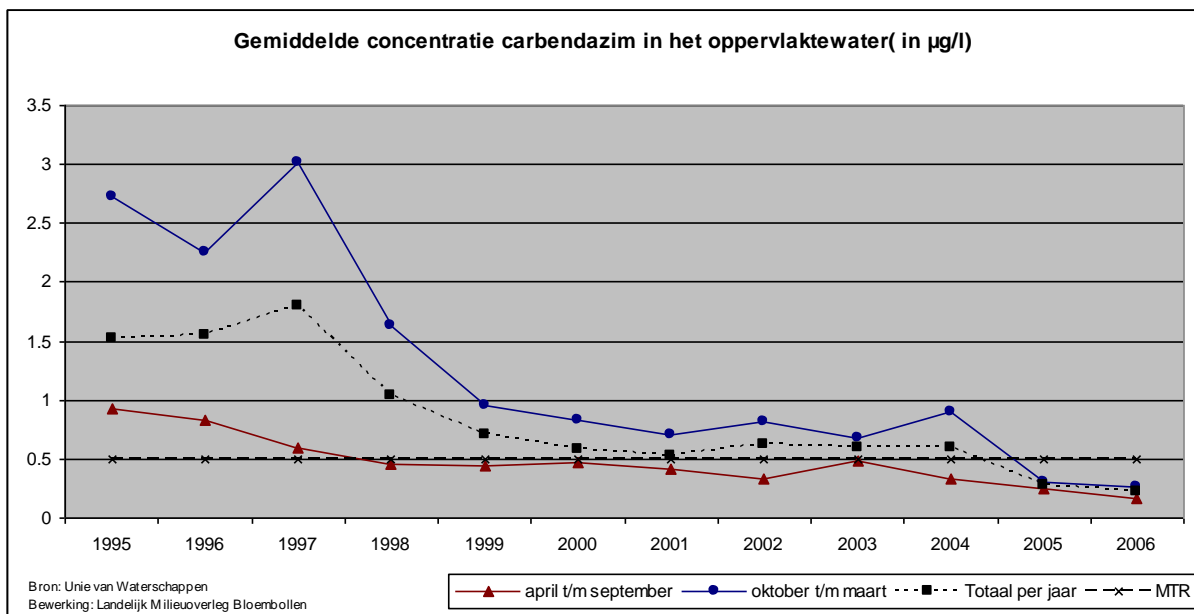
Samenvatting

Carbendazim is al vele jaren een probleemstof in de watergangen in o.a. bollenteeltgebieden. PPO, Alterra, voorlichting, handhaving en bedrijfsleven hebben al veel maatregelen onderzocht en toegepast om overschrijding van de ecologische waterkwaliteitsnorm van carbendazim, de MTR, in water te voorkomen. Op het erf grenzend aan de kavelsloot bestaan er veel risico's op emissie naar het oppervlaktewater. Op verzoek van het project Schone Bronnen is onderzocht of historische belasting van het sediment door de emissie van het erf van carbendazim en nalevering van carbendazim van het sediment naar het water er mede oorzaak van is dat de MTR voor carbendazim in recente metingen nog steeds overschreden wordt. Van 2005 – 2007 is het water en het sediment van twee kavelsloten grenzend aan een verhard erf en van vier doorgaande watergangen bemonsterd op de aanwezigheid van carbendazim in het water en in het sediment. Uit de analyses blijkt dat in één kavelsloot carbendazim ruim boven het MTR in het water en sediment voorkwam. Uit berekeningen van de mogelijke bijdrage van carbendazim uit sediment aan oppervlaktewater bleek dat de overschrijding van het MTR voor carbendazim op een deel van de meetlocaties en tijdstippen in theorie verklaard zouden kunnen worden door nalevering uit sediment. Of de rol van nalevering uit het sediment in de praktijk ook daadwerkelijk zo groot is geweest is niet onomstotelijk vast te stellen. In andere gevallen was de concentratie in het oppervlaktewater beduidend hoger dan wat op basis van de concentratie in het sediment verwacht mag worden. In deze gevallen hebben recente emissies een overheersende rol gespeeld bij het ontstaan van overschrijdingen. Al met al lijkt nalevering uit sediment slechts een beperkte rol te kunnen spelen bij het ontstaan van normoverschrijdingen op de onderzochte locaties.

1 Inleiding

Carbendazim is een systemisch fungicide, met een beschermende en bestrijdende werking. Het middel wordt gebruikt om aantasting door diverse schimmels in vele gewassen te voorkomen. Bij de teelt van bollen wordt het middel toegepast als boldompelingsmiddel. Voorafgaand aan het planten worden de bollen gedompeld. Tot 2005 was het middel toegelaten in de bollenteelt. Na 2005 werd als vervanger van carbendazim in de bollenteelt Topsin M ingezet met de werkzame stof thiofanaat-methyl. Het belangrijkste (werkzame) omzettingproduct van thiofanaat-methyl is carbendazim.

De stof carbendazim is al vele jaren een van de probleemstoffen in de watergangen in o.a. bollenteeltgebieden. Door PPO, Alterra, waterschappen, voorlichting, handhaving en bedrijfsleven zijn al veel maatregelen onderzocht en op het erf en veld van bollenteeltbedrijven toegepast om overschrijding van het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) van carbendazim in water te voorkomen. De MTR voor carbendazim is gesteld op $0.5\mu\text{g/l}$. Uit de voortgangsrapportage van het Landelijk Milieuoeverleg Bloembollen blijkt dat deze maatregelen zeker effect hebben gesorteerd in de loop van de jaren (figuur 1).

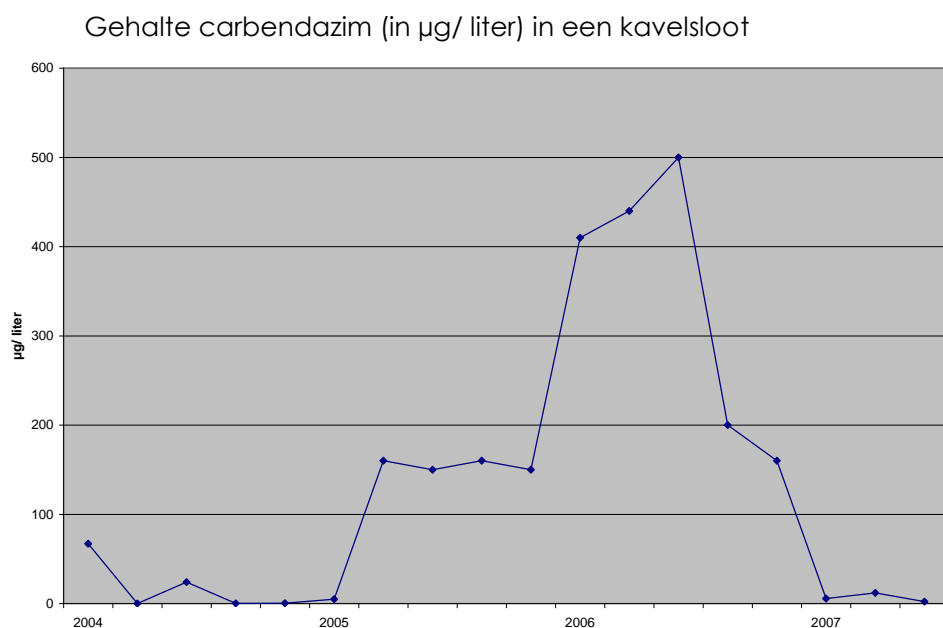


Figuur 1 Gemiddelde concentratie van carbendazim in het oppervlaktewater van bollenteeltgebieden over de jaren 2002 – 2006.

De gemiddelde concentratie van carbendazim neemt af in de loop der jaren. Weliswaar bleef in 2005 en 2006 het gemiddelde gehalte aan carbendazim (gemiddeld over het meetnet van alle waterschappen met bollenteelt in het pakket) onder het MTR maar bij 13% van de metingen kwam carbendazim nog boven het MTR voor.

Het Hoogheemraadschap van Rijnland meet sinds 1999 op 20 punten in watergangen in zowel doorgaande wateren als in kavelsloten in de Bollenstreek. Aangezien de meeste stoffen, waaronder carbendazim, in het verleden vanaf het najaar de grootste overschrijdingen gaven, meet HH Rijnland van oktober tot half januari (op 7 tijdstippen). Uit de rapportages van HH Rijnland blijkt dat na analyse van de bemonsteringen in één kavelsloot concentraties tot bijna 950 keer het MTR ($0.5\mu\text{g/l}$) werden gevonden. De uitslagen van de analyse waren niet goed te verklaren op basis van het carbendazimgebruik van het

betreffende bedrijf. Het bedrijf had in 2003 en 2004 geen carbendazim gebruikt bij de ontsmetting van de bollen. Toch kwam carbendazim in 2004 nog ruim boven het MTR in het water van de sloot voor (maximaal 67 µg/liter). Vanaf 2005 heeft het bedrijf het middel Topsin M gebruikt (afbraakstof o.a. carbendazim). Het gehalte in de sloot nam vanaf dat moment direct fors toe (figuur 2). Vanaf 2007 werden, door verplaatsing van het bedrijf, de bollen op een andere locatie ontsmet.



Figuur 2 Bemonstering van water door HH Rijnland in de kavelsloot van bedrijf 1 over de jaren 2004 – 2007

Naar aanleiding van de uitkomsten van de metingen werd in discussies met het bedrijfsleven het idee geopperd dat niet alleen de erf- en veldroutes op het moment van ontsmetten verantwoordelijk zouden zijn voor de overschrijdingen. Een van de hypothesen was dat carbendazim, gebruikt bij de ontsmetting van de bollen, middels erfafspoeling in een watergang terecht kan komen en daar onder anaerobe omstandigheden langdurig in het sediment achter kan blijven. Bij beroering van de slootbodem (o.a. bij het verplicht schonen van de sloot) zou het opgeslagen carbendazim weer vrij kunnen komen en een rol kunnen spelen bij de overschrijding van het MTR voor oppervlaktewater.

Om de relatieve bijdrage van de verschillende emissieroutes van carbendazim (erfafspoeling, emissie bij transport, tijdelijke opslag van fust op het veld) naar oppervlaktewater goed in te kunnen schatten werden in dit onderzoek zowel kavelsloten als ook een aantal doorgaande watergangen in het bollenteeltgebied van HH Rijnland bemonsterd op de aanwezigheid van carbendazim in het sediment en in het water. Vervolgens werd met de verkregen waarden een berekening uitgevoerd naar de bijdrage van carbendazim uit sediment aan de concentratie in het water.

De keuze van de twee kavelsloten in dit onderzoek is bewust gemaakt. Beide kavelsloten waren direct of indirect verbonden met het verharde erf. In de nabijheid van het verharde erf werden de bollen ontsmet. Rondom de ontsmettingsplaats waren alle vereiste maatregelen genomen om emissie te voorkomen. Desondanks is het mogelijk dat middelen vrijgekomen zijn en van het erf zijn afgespoeld bij onzorgvuldigheden en bij het laden van transportmiddelen van ontsmette bollen door middel 'klevend' aan de banden van de heftruck en van het transportmiddel.

2 Materiaal en Methode

In het onderzoek werden twee perceelstoten met een verbinding naar het erf en vier doorgaande watergangen bemonsterd op carbendazim. Dit hoofdstuk beschrijft de situatie rond de bemonsterde kavelsloten en geeft een overzicht van de bemonsteringspunten en –perioden. Ook wordt de methode voor monsternamen en analyse weergegeven.

Erfsituatie bedrijf 1, kavelsloot code ROP 05326

Het erf van bedrijf 1 was verhard. Midden op het erf was, op de plaats waar o.a. de ontsmette bollen werden geladen, een afvoerput gesitueerd (foto 1). De afvoerput stond in rechtstreeks contact met een kavelslootje van ongeveer 100 meter lang en 1 meter breed (foto 2).



Foto 1 Afvoerput op het verharde erf



Foto 2 Kavelsloot bedrijf 1

In 2005 werd het kavelslootje afgekoppeld van het doorgaande water. Vanaf dat moment liep het slootje aan beide zijden dood. Alleen het water van de afvoerput van het erf werd in het slootje opgevangen. In het najaar van 2005 en voorjaar van 2007 werd op bedrijf 1 in het kavelslootje een bemonstering van water en sediment uitgevoerd.

Bedrijf 1 werd in 2007 verplaatst naar een nieuwe locatie. Op de onderzochte locatie werden geen bollen meer ontsmet en de kavelsloot is uitgebaggerd.

Erfsituatie bedrijf 2, kavelsloot code ROP 05531

In 2007 is een andere kavelsloot bemonsterd ter vervanging van de kavelsloot op bedrijf 1. Ook deze kavelsloot, code ROP 05331 is gesitueerd in het gebied van HH Rijnland. Bij bedrijf 2 grenst het verharde erf direct aan de kavelsloot (foto 3) Bij hevige regenval stroomt het water van het erf direct in de sloot (foto 4). De kavelsloot loopt aan de ene kant achter de bedrijfsgebouwen dood, aan de andere kant staat de sloot in verbinding met het buitenwater. In het najaar van 2007 werd het sediment en het water van de kavelsloot van bedrijf 2 bemonsterd op de aanwezigheid van carbendazim



Foto 3 Kavelstoot bedrijf 2

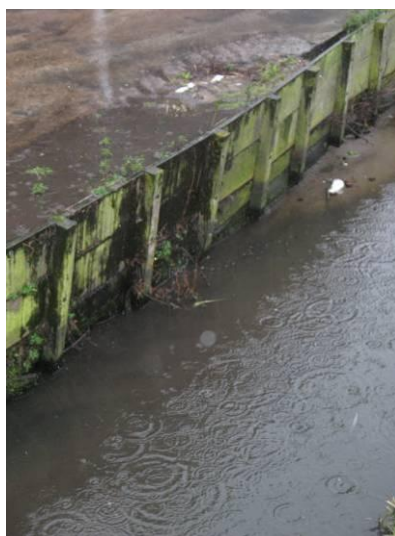


Foto 4 Erfafstroming bij regenval

Overzicht bemonsteringslocaties en -perioden

In 2005 werd er op 1 december van monsterpunt ROP 05326 zowel een water- als een sedimentmonster genomen. Op monsterpunt en RO 609, RO 636, RO 695 en ROP 04610 werden in het kader van monitoring van het meetnet van HH Rijnland in januari, november en december in totaal zeven watermonsters genomen. In dit rapport (tabel 2) zijn voor 2005 de resultaten vermeld van de doorgaande watergangen op 1 december en gemiddeld over de zeven bemonsteringsdata.

In 2007 werd en op 15 februari op monsterpunt RO609, RO636, RO995, ROP 04610 en ROP05326 eerst een water- en vervolgens een sedimentmonster genomen.

In 2007 werd op 17 oktober een watermonster genomen op de monsterpunten RO 606, RO 636, RO 695, ROP 04610 en ROP 05531. Een week later, op 25 oktober werd op dezelfde locaties een sedimentmonster genomen. Vervolgens werd met een schop het water vijf centimeter boven de slootbodem geroerd (simulatie van schonen van de sloot). Aansluitend aan het 'kunstmatig schonen' werd een watermonster genomen.

Naast de kavelsloten werd een aantal doorgaande watergangen bemonsterd. In één van de doorgaande watergangen was nog nooit een overschrijding van het MTR geconstateerd: referentiepunt RO 695 (tabel 1).

Tabel 1: Bemonstering in 2005 en 2007 van water en sediment van watergangen in de Bollenstreek

Code	Type watergang	Bemonstering					
		najaar 2005		feb-07		okt-07	
		water	sediment	water	sediment	water	sediment
RO 609	doorgaand	x		x	x	x	x
RO 636	doorgaand	x		x	x	x	x
RO 695	doorgaand (referentie)	x		x	x	x	x
ROP 04610	doorgaand	x		x	x	x	x
ROP 05326	kavelstoot bedrijf 1	x	x	x	x		
ROP 05331	kavelstoot, bedrijf 2					x	x

Methode monsternamen en analyse

De oppervlaktewatermonsters zijn steekmonsters uit het midden van de watergang. Bij de bemonstering wordt een fles water 50 cm onder de waterlijn gevuld. Indien dit niet mogelijk is

omdat de waterdiepte kleiner is dan 50 cm, dan wordt het steekmonster ca 10 cm boven de waterbodem genomen

De waterbodemmonsters zijn verzamelmonsters van de sedimentlaag. Per locatie zijn ca 10 monsters tot een diepte van 10 centimeter van de sedimentlaag gestoken en tot een mengmonster verwerkt. De analyse van oppervlaktewater en waterbodem op het voorkomen van carbendazim is uitgevoerd met de LCMS-methode. De detectielimiet ofwel bepalingsgrens van deze analysemethode in waterbodems was 50 µg/ kg d.s.. Lagere concentraties kunnen dus niet betrouwbaar aangetoond worden.

3 Analyseresultaten

2005

Uit de analyses van december 2005 van het sediment in de sloot en van het water van de kavelsloot van bedrijf 1 bleek dat de overschrijding ruim boven het MTR van sediment en water uitkwam (tabel 2).

Tabel 2: Gehalte carbendazim in 2005 van sediment en van oppervlaktewater van vier doorgaande watergangen en een kavelsloot in de Bollenstreek.

Gehalte carbendazim				
Meetpunt	Type watervoering	dec. 2005		gem 2005
		sediment µg/ kg ds	water µg/ l	water µg/ l
RO 609	doorgaand	*	2.3	0.62
RO 636	doorgaand	*	0.3	0.28
RO 695	doorgaand	*	0.08	0.07
ROP 04610	doorgaand	*	0.31	1.16
ROP 05326	kavelsloot, bedrijf 1	6800	160	
		MTR 12	MTR 0.5	MTR 0.5

*= geen bemonstering uitgevoerd

Ook in één van de vier doorgaande watergangen werd in december 2005 een overschrijding van het MTR in het water geconstateerd. Uit de rapportage van hoogheemraadschap Rijnland met bemonsteringen van oktober tot half januari bleek dat bij twee van de vier doorgaande watergangen carbendazim boven het MTR in het water voorkwam.

Voorjaar 2007

In het voorjaar van 2007 werden de watergangen van 2005 opnieuw bemonsterd en geanalyseerd op het voorkomen van carbendazim in sediment en water (tabel 3).

Tabel 3 Gehalte carbendazim van het sediment en van vier doorgaande watergangen en een kavelsloot in de Bollenstreek.

Gehalte carbendazim			
Meetpunt	Type watervoering	Voorjaar 2007	
		sediment µg/ kg ds	water µg/ l

RO 609	doorgaand	< 50	0.21
RO 636	doorgaand	< 50	0.24
RO 695	doorgaand	< 50	< 0.02
ROP 04610	doorgaand	< 50	1.1
ROP 05326	kavelsloot, bedrijf 1	140	88
		MTR 12	MTR 0.5

Uit de analyse bleek dat in het sediment van de kavelsloot van bedrijf 1 in 2007 140 µg/ kg ds carbendazim voorkwam. In het water van de kavelsloot kwam 88 µg/ l carbendazim voor. Evenals in 2005 waren de waarden dus nog ruim boven het MTR. Het uitbaggeren van de sloot in in 2006 kan de sterke afname (van 6800 naar 140 µg/ kg ds) van de hoeveelheid carbendazim in het sediment ten opzichte van 2005 verklaren. Het sediment in de doorgaande wateren bevatte < 50 µg/ kg ds (bepalingsgrens in de analyse). In een van de vier doorgaande wateren kwam nog een (lichte) overschrijding van het MTR van carbendazim voor.

Najaar 2007

Tabel 4 Gehalte carbendazim van sediment (in microgram per kilogram droge stof) en van water (in microgrammen per liter water) van enkele doorgaande watergangen en een kavelsloot in de Bollenstreek

Gehalte carbendazim				
Meetpunt	Type watervoering	Najaar 2007		
		17-okt	25-okt	
		water µg/ l	sediment µg/ kg ds	water µg/ l
RO 609	doorgaand	0.41	< 50	0.35
RO 636	doorgaand	0.31	< 50	0.67
RO 695	doorgaand	0.09	< 50	0.19
ROP 04610	doorgaand	4.40	< 50	2.70
ROP 05331	kavelsloot, bedrijf 2	1.60	< 50	9.20
		MTR 0.5	MTR 12	MTR 0.5

Het water in de kavelsloot bevatte zowel op 17 oktober als ook op 25 oktober een te hoog gehalte aan carbendazim. Wederom ook bij de doorgaande sloot met code ROP 04610. Uit de analyse van het sediment in de sloten bleek dat geen van de watergangen boven de bepalingsgrens van <50 µg carbendazim / kg ds uitkwam. In het sediment kan het gehalte aan carbendazim dus variëren tussen 0 en 49 µg/ kg ds.

4 Berekening van de mogelijke bijdrage van carbendazim uit sediment aan oppervlaktewater

In dit hoofdstuk wordt berekend wat de bijdrage van carbendazim uit sediment kan zijn aan de concentratie in het bovenstaande oppervlaktewater. Dit is uitgevoerd voor de worst case aanname dat het carbendazim gehalte van het sediment gelijk is aan de bepalingsgrens van 50 µg/kg d.s. Dezelfde berekening is uitgevoerd met als uitgangspunt de gemeten concentraties carbendazim in het sediment van de kavelsloot van bedrijf 1.

Carbendazim is geanalyseerd in sediment en in water. Alle carbendazim gehalten in sediment waren beneden de bepalingsgrens van 50 µg/kg d.s., met uitzondering van de kavelsloot van bedrijf 1.

Eerst worden vergelijkingen gegeven voor (i) de massa bestrijdingsmiddel in de toplaag van het sediment, en (ii) de concentratie in het water. Daarna worden voor twee typen waterlopen de invoergegevens gegeven en de concentraties carbendazim berekend in de waterlopen en besproken.

Methode

De berekeningswijze van concentratie carbendazim in het sediment naar concentratie carbendazim in het bovenstaande water en de gebruikte variabelen en aannames worden weergegeven in de bijlage.

Resultaten

Tabel 5 geeft het resultaat van de berekeningen van hoeveelheid carbendazim in het slib en de concentratie in het bovenstaande water.

Tabel 5 Massa carbendazim in sediment en concentratie carbendazim in water in een kavelsloot en een grote watergang in het bollengebied berekend bij een concentratie carbendazim van 50 µg/kg sediment (bepalingsgrens).

Parameter	Symbol	Kavelsloot	Grote watergang
Massa carbendazim in sedimentlaag per strekkende meter sloot, µg/m	<i>m</i>	8 400	25 600
Concentratie carbendazim in water, µg/L	<i>c</i>	2,0	1,6

De maximale bijdrage van carbendazim vanuit sediment aan de concentratie in het water van de kavelsloot is 2,0 µg/L en van de grote watergang 1,6 µg/L (tabel 5), op basis van bepalingsgrens van 50 µg/kg en een bemonsterde laag van 10 cm. De twee concentraties zijn van gelijke orde grootte.

De berekende concentraties in tabel 5 zijn gebaseerd op worst case aannames (i) het gehalte in het sediment is gelijk aan de bepalingsgrens, (ii) er is evenwicht tussen het gehalte in het sediment en de concentratie in het poriewater en bovenliggende water. Met deze aannames wordt de berekende concentratie eerder overschat, dan onderschat ten opzichte van de realiteit.

In de kavelsloot van bedrijf 1 is in 2005 in het sediment 6800 µg/kg gemeten en in het water 160 µg/L, en in 2007 was dat 140 µg/kg in het sediment en 88 µg/L in het water. Op basis van de gemeten gehalten in het sediment zijn de concentraties in het water 275 µg/L in 2005 en 5,7 µg/L in 2007 berekend met de methode uit de bijlage. De concentratie in het water berekend op basis van de concentratie in het sediment in de kavelsloot van bedrijf 1, 275 µg/L, komt voor 2005 qua ordegrrootte redelijk overeen met de gemeten concentratie van 160 µg/L. In 2007 is de concentratie in het water een factor 10 hoger dan wat op basis van het gehalte in het sediment verwacht mag worden.

In de kavelsloot van bedrijf 2 is het gehalte in het water bij de eerste meting van dezelfde orde van grootte als wat op basis van een concentratie in het sediment gelijk aan de bepalingsgrens verwacht zou mogen worden. Of de concentratie in het sediment ook daadwerkelijk vlak bij de bepalingsgrens lag, is niet bekend.

Voor de berekening is aangenomen dat er een evenwicht is tussen sediment en water. Het in- en uitstromen van (schoon) water is van invloed op de concentratie in water. Diffusie in en uit de sedimentlaag is een trager proces. De verdeling van carbendazim in de diepte speelt daarbij ook een rol. Als carbendazim zich in de bovenste millimeters bevindt is er een snellere uitwisseling met het water mogelijk dan als de carbendazim tot op 10 cm diepte is doorgedrongen.

5 Conclusie en discussie

In discussie tussen de waterschappen, onderzoekers en bollentelers werd geopperd dat de overschrijdingen van carbendazim in het oppervlaktewater mogelijk niet alleen worden veroorzaakt door recente emissieroutes op het erf en het veld, maar dat nalevering van carbendazim uit sediment dat door vroegere emissies verontreinigd is geraakt ook een rol kan spelen. De concentratie carbendazim in het sediment van een kavelsloot waarin geregeld hoge overschrijdingen van het MTR voor carbendazim waren geconstateerd, bleek ruim boven de normen voor water en sediment. Dit betrof een aan het erf grenzende kavelsloot.

De concentratie in het sediment van deze sloot in 2005 kan in theorie de aangetroffen concentratie in het bovenstaande water verklaren. In 2007 was de verhouding tussen carbendazim in sediment en water zodanig, dat de hoge concentratie in het water slechts voor 10% te verklaren was door nalevering uit het sediment.

In een tweede kavelsloot langs een erf kon geen carbendazim aangetoond worden. In het geval dat het gehalte in het sediment net op de bepalingsgrens zit, is in het bovenstaande water in theorie een concentratie van 2.0 µg/L voor een kavelsloot en 1.6 µg voor een doorgaande sloot te verwachten.

Op één tijdstip was de concentratie in de kavelsloot bij bedrijf 2 in theorie wel te verklaren door de concentratie in het sediment. Op een tweede tijdstip is het gehalte in het water ongeveer 5x hoger dan wat bij een concentratie in sediment gelijk aan de bepalingsgrens verwacht mag worden.

In beide kavelsloten kan nalevering uit sediment slechts in beperkte mate de concentraties in het bovenstaande water verklaren.

In het sediment van vier doorgaande wateren werd carbendazim niet boven de bepalingsgrens van $50\mu\text{g kg d.s.}$ aangetroffen. In twee van de vier watergangen werden op één of meerdere tijdstippen MTR-overschrijdingen gemeten. In het theoretische geval dat het gehalte in het sediment gelijk zou zijn aan de bepalingsgrens, zou een deel van de overschrijdingen veroorzaakt kunnen zijn door nalevering uit het sediment. Op één locatie waren de concentraties in het water in het najaar van 2007 hoger dan wat op basis van nalevering uit het sediment maximaal te verwachten zou kunnen zijn.

In een deel van de onderzochte situaties kan nalevering uit sediment volgens berekeningen geleid hebben tot MTR-overschrijdingen in het oppervlaktewater. Voor de kavelsloot van bedrijf 2 en de doorgaande watergangen, is dit echter vooral een theoretische mogelijkheid, aangezien geen carbendazim in het slib aangetoond kon worden en daarom gerekend is met een concentratie in het slib vlak onder de bepalingsgrens.

In doorgaande watergangen en kavelsloten werden ook gehalten carbendazim gemeten die veel hoger waren dan wat door nalevering uit sediment zou kunnen ontstaan. Hier moeten dus recente emissies naar oppervlaktewater een overheersende rol gespeeld hebben.

Al met al lijkt nalevering uit sediment een beperkte rol te spelen in het ontstaan van normoverschrijdende concentraties van carbendazim in oppervlaktewater op de onderzochte locaties. Het is lastig om de exacte bijdrage van nalevering uit het sediment te bepalen vanwege het relatief hoge minimale gehalte dat in sediment moet zitten om aangetoond te kunnen worden.

Aanbeveling:

Gezien de hoge gehaltenes carbendazim in vooral de kavelsloten en het feit dat deze in ieder geval deels door recente emissies veroorzaakt worden blijft aandacht voor het beperken van erfemissies noodzakelijk.

Emissieroutes die een rol kunnen spelen zijn bijvoorbeeld lekkage bij het laden van ontsmette bollen, afregening of reiniging van fust dat gebruikt wordt bij de ontsmetting van de bollen.

6 Literatuur

Anonymus, (1995 – 2006) Voortgangsrapportage Landelijk Milieuoeverleg Bloembollen.

EU (2006). Richtlijn 2006/135/EG van de Commissie van 11 december 2006 tot wijziging van Richtlijn 91/414/EEG van de Raad teneinde carbendazim op te nemen als werkzame stof. Publicatieblad van de Europese Unie L. 349: 37-41.

EU-EFSA (2007). Review report for the active substance carbendazim. 5032/VI/98 final. 5 January 2007.

http://europa.eu.int/comm/food/plant/protection/evaluation/index_en.htm

FOCUS, 2001. FOCUS Surface Water Scenarios in the EU Evaluation Process under 91/414/EEC. *Report of the FOCUS Working Group on Surface Water Scenarios*, EC Document Reference SANCO/4802/2001-rev2.245 pp.

Kesslerová, K (2005) Agrarische meetnetten, Hoogheemraadschap van Rijnland

Leistra M, Matser AM, Ende JE van den. 2001. Absorptie, omzettingssnelheid en transport van carbendazim in twee bloembollengronden. Wageningen, Alterra Green World research, rapport 218.

NL-CTB (2007b). Bestrijdingsmiddelen en stoffen. Carbendazim

www.ctb-wageningen.nl

Rooden, J. (2004) Agrarische meetnetten. Hoogheemraadschap van Rijnland

Bijlage

Berekeningswijze concentratie carbendazim in slootwater door nalevering uit sediment

De massa bestrijdingsmiddel die een laag sediment van een waterloop kan bevatten, per strekkende meter sloot, wordt berekend met:

$$m = V_s \rho c_s \quad (1)$$

met:

m	=	massa bestrijdingsmiddel in sediment per strekkende meter sloot ($\mu\text{g}/\text{m}$)
V_s	=	volume sediment in laag van d m dik per strekkende meter sloot (m^3/m)
ρ	=	droge bulkdichtheid van het sediment (kg/m^3)
c_s	=	gehalte bestrijdingsmiddel in sediment ($\mu\text{g}/\text{kg}$ d.s.)

Het volume sediment per strekkende meter sloot, V_s , wordt berekend met:

$$V_s = Pd \quad (2)$$

met:

P	=	perimeter, lengte van het slootbodemprofiel (m)
d	=	dikte sedimentlaag (m)

Het volume sediment dat in de hoeken ligt is verwaarloosd.

De perimeter, P , van een sloot wordt berekend met:

$$P = b + 2h\sqrt{s^2 + 1} \quad (3)$$

met:

b	=	breedte van de slootbodem (m)
s	=	helling slootwand, horizontaal/verticaal (-)
h	=	waterhoogte (m)

We nemen voor de berekening aan dat bij het schonen van de sloot de hele sedimentlaag perfect mengt met het water. Verder wordt aangenomen dat er geen bestrijdingsmiddel in het water zit. Tijdens het mengen verdeelt het bestrijdingsmiddel in het sediment zich over sediment, poriewater en oppervlaktewater. Op basis van evenwicht tussen geadsorbeerde massa aan sediment met de concentratie in water + poriewater kan de verdeling van de massa bestrijdingsmiddel in sediment (m) als gevolg van menging over sediment en water worden berekend met:

$$\left[c + V_s (\theta + \rho f_{om} K_{om}) c \right] 1000 = m \quad (4)$$

met:

V	=	volume water per strekkende meter sloot (m^3/m)
c	=	concentratie bestrijdingsmiddel in water ($\mu\text{g}/\text{L}$)
f_{om}	=	organischestofgehalte sediment (kg/kg)
K_{om}	=	sorptiecoefficient voor organische stof in sediment (m^3/kg)
θ	=	porositeit van het sediment (m^3/m^3)
1000	=	factor voor omrekening van m^3 naar L (L/m^3)

Het volume water per strekkende meter sloot, V , wordt berekend met:

$$V = bh + sh^2 \quad (5)$$

Vergelijking (4) omschrijven geeft een oplossing voor de concentratie bestrijdingsmiddel in water, c :

$$c = \frac{m \cdot 1/1000}{V + V_s(\theta + \rho f_{om} K_{om})} \quad (6)$$

Parameters

In tabel 5 worden de karakteristieken van het sediment en de sorptiecoëfficiënt van carbendazim gegeven. De sorptiecoëfficiënt is berekend als het gemiddelde van twee sorptiecoëfficiënten gemeten in bloembollengronden.

Tabel I Sediment gegevens en sorptiecoëfficiënt carbendazim

Parameter	Symbool	Waarde	Bron
Porositeit van het sediment, m^3/m^3	θ	0,7	FOCUS (2001)
Droge bulkdichtheid van het sediment, kg/m^3	ρ	800	FOCUS (2001)
Organischestofgehalte sediment, kg/kg	f_{om}	0,09	FOCUS (2001)
Sorptiecoëfficiënt voor organische stof in sediment, m^3/kg	K_{om}	0,228	Leistra et al. (2001)

Tabel II geeft de dimensies van twee sloten illustratief voor het bloembollengebied. De perimeter en de volumes zijn berekend met vergelijkingen (2), (3) en (5).

Tabel II Karakteristieken voor een kavelsloot en een grote watergang in het bollengebied.

Parameter	Symbool	Kavelsloot	Grote watergang
Breedte van de slootbodem, m	b	1	5
Helling slootwand, horizontaal/verticaal, -	s	1	1
Waterhoogte, h	h	0,4	0,5
Perimeter sediment, m	P	2,1	6,4
Volume sediment, m^3	V_s	0,21	0,64
Volume water, m^3	V	0,56	5,3