

Zuivering van dompelbadrestanten met de Sentinel

Effectiviteit en kostenanalyse voor de bloembollenteelt en vergelijking met biologische zuivering

H.A.E. de Werd, A.M. van der Lans, P.F.M.M. Roelofs (PPO)
in samenwerking met I. Mestdagh en M. D' Hoop (Inagro vzw)

© 2012 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. 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 DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PT nr.: 14383;14262
Projectnummer: 3236125000

De bloembollensector investeert in dit project via het Productschap  Tuinbouw

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit**

Adres : Prof. Van Slogterenweg 2, 2161 DW Lisse
: Postbus 85, 2160 AB, Lisse
Tel. : +31 252 46 21 21
Fax : +31 252 46 21 00
E-mail : infobollen.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	INLEIDING	5
2	MATERIAAL EN METHODE	7
2.1	Samenvatting onderzoeksopzet	7
2.2	Sentinel.....	7
2.3	Zuiveringsproef.....	9
2.3.1	Uitgangssituatie praktijkbedrijf,	9
2.3.2	Proefopzet ontsmettingsvloeistof lelie	9
2.3.3	Proefopzet ontsmettingsvloeistof tulp.....	12
2.4	Resultaten zuiveringsproeven.....	12
2.4.1	Verloop hoeveelheid vloeistof en vaste restfractie praktijkproef lelie 2011.....	12
2.4.2	Verloop hoeveelheid vloeistof en vaste restfractie praktijkproef tulp 2012	15
2.4.3	Effectiviteit van de zuivering.....	17
3	WETTELIJK KADER.....	19
3.1	Opslag bestrijdingsmiddelen	19
3.2	Opslag en afvoer vaste restfractie.....	20
4	KOSTEN VAN ZUIVERING MET DE SENTINEL.....	21
4.1	Berekening.....	21
4.2	Uitgangspunten	21
4.3	Discussie kosten	23
5	BIOLOGISCHE ZUIVERING VERSUS SENTINEL	25
5.1	Principe biologische zuivering afvalwater gewasbescherming	25
5.2	Geschiktheid voor verwerking dompelbadrestanten	27
5.3	Vergelijking Fytobac en Sentinel.....	29
5.3.1	Effectiviteit	30
5.3.2	Kosten	30
6	CONCLUSIES	33
6.1	Conclusies en discussie	33
6.1.1	Conclusies	33
6.1.2	Discussie	33
	REFERENTIES.....	35
	BIJLAGE 1: AANTAL BEDRIJVEN MET BLOEMBOLLEN PER REGIO.....	37
	BIJLAGE 2: HOEVEELHEID DOMPELBADRESTANT PER BEDRIJF	39

1 Inleiding

Aanleiding onderzoek:

Bij het ontsmetten van plantgoed is het vaak wel mogelijk een deel, maar niet alle dompelveeistof op te gebruiken. Onzorgvuldige verwijdering van deze restanten kan leiden tot waterkwaliteitsproblemen (zie Voortgangsrapportage Landelijk Milieuoverleg Bloembollen). Deze kunnen vervolgens leiden tot schade aan het milieu, imagoschade voor de sector en het intrekken van toelatingen.

Voor het verantwoord verwijderen van dompelbadresten bestond de 'Beschikking verwijdering dompelveeistof bloembollen en –knollen'. Inmiddels is de wetgeving waaronder deze beschikking viel niet meer van kracht. De nieuwe wetgeving omtrent het op de markt brengen van gewasbeschermingsmiddelen en biociden, geeft formeel geen mogelijkheden voor het uitrijden van dompelbadrestanten. De KAVB geeft aan dat uitrijden vooralsnog een werkbare optie is, maar dat niet duidelijk is hoe lang dat nog zo zal blijven.

Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is om het bloembollenbedrijfsleven en de KAVB in het bijzonder de kennis te geven waarmee zij kan beoordelen of zuivering van dompelbadrestanten met de Sentinel een reëel alternatief is, voor het geval het uitrijden van dompelbadrestanten in de toekomst geen werkbare oplossing meer zou zijn. Hiervoor is inzicht nodig in:

- Effectiviteit van zuivering met de Sentinel
- Het wettelijke kader waar bij gebruik van de Sentinel rekening gehouden dient te worden
- Kosten

Daarnaast is gevraagd de voor- en nadelen van biologische zuivering van dompelbadrestanten ten opzichte van zuivering met de Sentinel inzichtelijk te maken indien dat mogelijk is op basis van bestaande kennis.

2 Materiaal en methode

2.1 Samenvatting onderzoeksofzet

Voor het bepalen van de effectiviteit is twee keer een dompelbadrestant op een bollenteeltbedrijf behandeld met de Sentinel. Hierbij is bepaald:

- of bezinking en/of zeven voldoende is als voorbehandeling voorafgaand aan zuivering met de Sentinel.
- in hoeverre de middelconcentraties teruggedrongen worden door behandeling met de Sentinel
- wat de vloeibare en vaste fractie is na bezinken en zeven en vervolgens na zuivering met de Sentinel
- of verdunning leidt tot verbetering van de zuivering met de Sentinel

Laatstgenoemde drie punten zijn ook relevant voor de kostprijsberekening.

Wettelijk kader

Hiervoor is bepaald wat het actuele wettelijke kader is voor:

- opslag van dompelbadrestanten in afwachting van zuivering of voor hergebruik
- opslag en afvoer van slib dat overblijft na zuivering van dompelbadrestanten met de Sentinel

Kosten

De kostprijs is berekend op basis van arbeid, materiaalkosten (vast- en variabel), de berekende stofstromen en rekening houdend met het wettelijk kader. Hierbij is uitgegaan van gezamenlijk gebruik van een installatie per regio.

2.2 Sentinel

De Sentinel is ontwikkeld door WMEC in Engeland en wordt in België gebruikt voor het zuiveren van restanten vloeistof met gewasbeschermingsmiddelen door Inagro vzw, voorheen het Provinciaal Onderzoeks- en Voorlichtingscentrum voor de Land- en Tuinbouw (POVLT) in West Vlaanderen. De Sentinel is op een aanhangwagen gemonteerd en is op deze wijze op elke locatie inzetbaar. Momenteel wordt water van het reinigen van spuitmachines verwerkt voor loonspuitbedrijven in Vlaanderen.

Werking van de Sentinel

Na volpompen van de Sentinel met 1200 liter vloeistof wordt aan de vloeistof ijzersulfaat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) (voor het breken van de moleculen), natriumhydroxide (voor uitvlokken van de moleculen), polymeer (samenstelling onbekend) om de vlokken tot grotere deeltjes te maken die zwaar genoeg zijn om te bezinken) en zwavelzuur toegevoegd. Als er een overmaat ijzersulfaat gebruikt wordt, kan er in het gezuiverde water een enigszins verhoogde concentratie ijzer voorkomen (1 tot 3 mg/l Fe). Ter vergelijking: grondwater bevat concentraties tussen 0 en 50 mg/L.

Het bovenste gedeelte van de vloeistof (ongeveer 900 liter zonder vlokken) wordt na drie uur naar het koolstoffilter overgeheveld en verder gezuiverd. Grofweg blijft er naast de 900 l gezuiverd water nog ruim 300 liter suspensie over met daarin de vlokken. Deze suspensie is met een filterdoek te scheiden in een vaste restfractie en vuil water. De vaste restfractie wordt afgevoerd. De +/- 300 liter die dan overblijft wordt weer teruggebracht in de vuilwateropslag voor de volgende cyclus. Je houdt dus uiteindelijk (na de laatste cyclus) altijd circa 300 liter vuil water over.

Een cyclus voor de behandeling van 1200 liter vuil water duurt ongeveer 5 uur.

Na het opstarten hoeft de Sentinel niet bemand te worden. Een enkele keer controleren of er zich geen storingen voordoen is voldoende.



Foto 1: De Sentinel gemonteerd op een aanhangwagen.

2.3 Zuiveringsproef

Er zijn twee zuiveringsproeven uitgevoerd. Eén in 2011 met ontsmettingsvloeistof van lelie en één in 2012 met ontsmettingsvloeistof van tulp. Voor de proef van 2012 is de vloeistof verdund. Het vermoeden dat verdunning nodig is, was gebaseerd op overleg tussen Inagro en WMEC en op voorproefjes die voor de tweede proef uitgevoerd zijn. De verwachting is dat door verdunning de effectiviteit van de zuivering wordt verhoogd ten opzichte van de eerste proef.

2.3.1 Uitgangssituatie praktijkbedrijf,

Op het bloembollenteeltbedrijf, waar de zuivering met de Sentinel is uitgevoerd worden zowel leliebollen als tulpenbollen ontsmet. De leliebollen worden na de oogst in november/ december gespoeld in water, bewaard en vlak voor het planten in maart gedurende 15 minuten gedompeld. Het dompelen van plantgoed wordt ook wel ontsmetting genoemd. De dompel- of ontsmettingsvloeistof bevat bij aanvang van ontsmetting van de leliebollen de volgende middelen: 1% Topsin M, werkzame stof thiofanaat-methyl, die wordt omgezet in carbendazim, 0.3% Sportak, werkzame stof prochloraz, 0.5% Captan, werkzame stof captan (allen fungiciden) en 0.04% Admire, werkzame stof imidacloprid.

De tulpenbollen worden na de oogst in juli (droog) gezeefd, gepeld, bewaard en vlak voor het planten in oktober/ november gedurende 15 minuten gedompeld. De tulpenbollen worden ontsmet in 1% Topsin M, 0.4% Mirage Plus, werkzame stof prochloraz en folpet, 0.5% Captan, 0.25% Shirlan, werkzame stof fluazinam en 0.04% Admire. Tijdens de bewaring van de bollen wordt Actellic, werkzame stof pirimifos – methyl, toegepast als ruimtebehandeling in de bewaarcellen. Dit middel spoelt bij het ontsmetten deels van de bollen af. Voor zowel de ontsmetting van de leliebollen als voor de ontsmetting van de tulpenbollen wordt, gedurende de ontsmettingsperiode, het bad regelmatig met water en middelen aangevuld om het volume en de concentraties middel op peil te houden. Het water met middelen wordt continue rondgepompt om het uitzakken van middelen te voorkomen. Tegen het einde van de ontsmettingsperiode wordt bij dit bedrijf overgegaan van een grote dompelketel (10.000 liter) naar een ketel van 2.000 liter. Zo houdt de ondernemer minder restant over. Door het rondpompen is de hoeveelheid slib die achterblijft in de grote ketel verwaarloosbaar. Uiteindelijk blijft na ontsmetting ongeveer 600 liter dompelvloeistof over in de kleine ketel. Voor de ontsmetting van een volgend gewas wordt het restant vloeistof en het bezinksel (zand, slib en uitgezakt middel) uit de kleine ketel verwijderd.

2.3.2 Proefopzet ontsmettingsvloeistof lelie

De eerste stappen in de proefopzet worden weergegeven in Figuur 1 en behandeling met de Sentinel in figuur 2. In hoofdstuk 3, bij de resultaten komen dezelfde figuren terug. Daar is toegevoegd wat de verschillende hoeveelheden vloeistof en vaste fractie na de verschillende stappen zijn.

Om zeker te zijn van voldoende dompelbadrestant voor de proef is tot het eind van de ontsmettingsperiode gewerkt met ruim 1900 liter dompelvloeistof en is het bad niet verder opgebruikt. Dit was het restant na behandeling van 350 kuubkisten lelies.

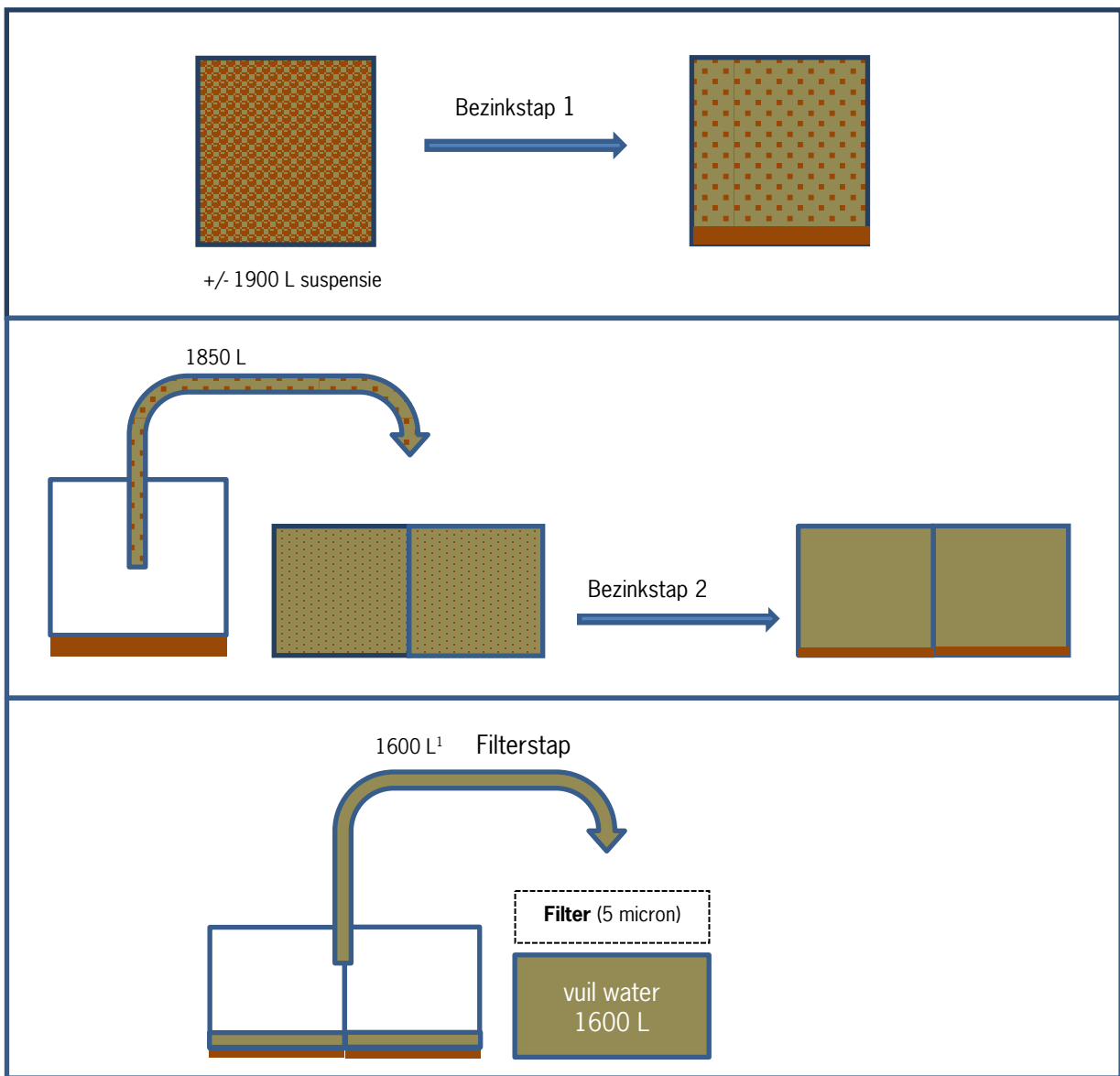
Deze 1900 liter heeft 3 weken in de ketel gestaan, zonder rondpompen. Dit is **bezinkstap 1**; zie Figuur 1. Vervolgens is de bovenstaande vloeistof overgepompt naar twee kunststof vaten (IBC's). In deze vaten konden zwevende delen die in de eerste bezinkstap niet bezonken waren alsnog uitzakken: **bezinkstap 2**.

Om te bepalen of in de vloeistof nog zwevende delen zaten die er uit te filteren zijn, is 20 dagen na het overpompen een deel van de vloeistof uit de IBC's (1600 liter) door een filterzak van 5 micron gepompt. Dit is de **filterstap** in Figuur 1. Om zeker te weten dat niet een deel van de bezonken delen mee opgepompt werd, is niet alle vloeistof opgezogen. Bij praktische toepassing zou alle vloeistof door het filter gepompt worden, als de filterstap nodig blijkt te zijn.

1200 liter van de gezeefde vloeistof is vervolgens in de Sentinel gepompt (Figuur 2). Dit is de hoeveelheid die de Sentinel in één keer kan verwerken.

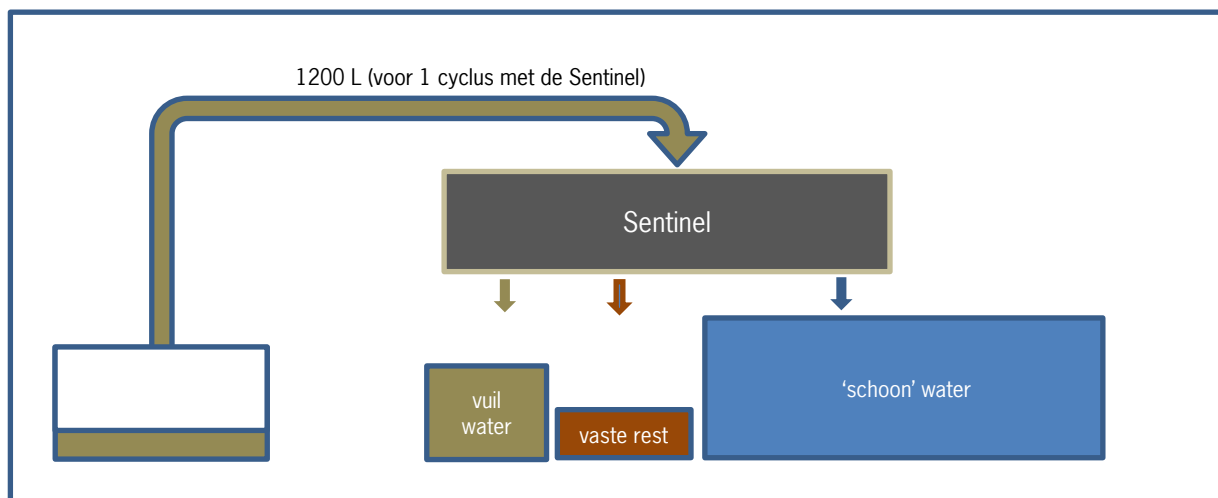
Het restant van 250 liter vloeistof met wat uitgezakt materiaal bleef in de twee IBC's achter.

Bij praktische toepassing van deze methode zou de overgebleven vloeistof in een tweede cyclus behandeld worden. In de proef hebben we het uit praktische overwegingen tot 1 cyclus beperkt.



¹Voor de proef is niet alle vloeistof overgepompt om zeker te weten dat geen bezonken delen meekwamen. Bij toepassing in de praktijk zou wel alle vloeistof over het zeef gepompt zijn (mocht de filterstap nodig blijken).

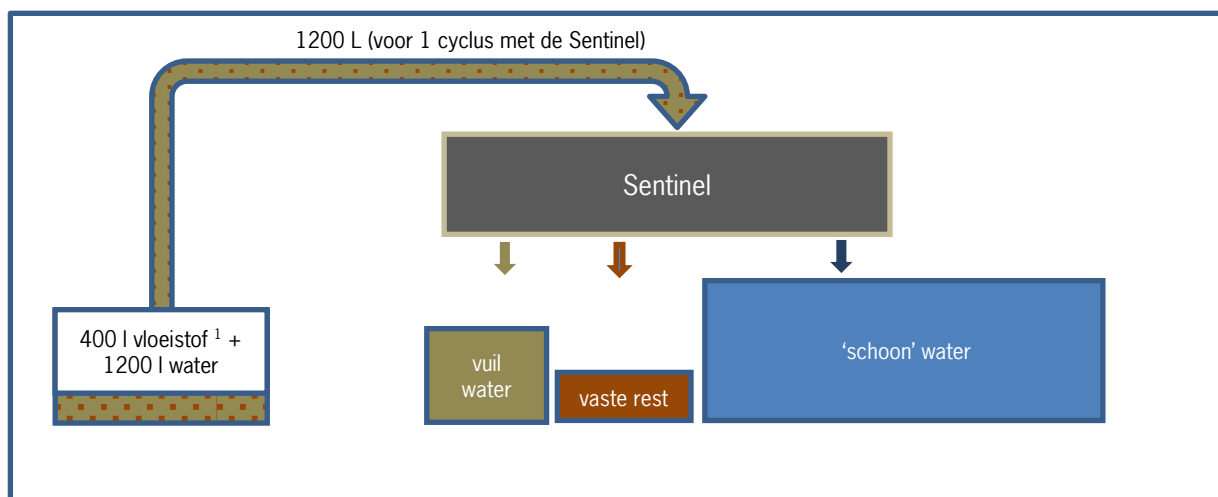
Figuur 1: Stappen en stromen bij **voorbepaling** van het dompelbadrestant in de praktijkproef lelie 2011.



Figuur 2: Stappen en stromen bij **behandeling** van dompelvloeistof **met de Sentinel** in de praktijkproef Ielie 2011 (vereenvoudigde weergave)

2.3.3 Proefopzet ontmettingsvloeistof tulp

Aan het einde van de dompelperiode voor tulp is 1600 liter dompeltvloeistof overgehouden. In het dompelbadrestant van het ontsmetten van tulpen zaten veel minder vaste delen (slib, grond) dan in het restant dompeltvloeistof van de lelies, wat in de 1^e proef gebruikt is. Het restant dompeltvloeistof is aan het eind van de ontmettingsperiode inclusief de vaste delen, overgepompt in 2 IBC vaten. Hierin is het 4 maanden bewaard. Voorafgaand aan het overpompen naar de Sentinel in februari is de vloeistof goed geroerd zodat ook de vaste fractie op de bodem in suspensie werd gebracht. De vaste fractie in de vloeistof uit het tulpenbad leek veel lager dan die in restanten van de lelieontmetting in 2011. De bezinkstappen, zoals uitgevoerd in 2011 (lelie), zijn in 2012 overgeslagen. Alle vaste delen die in de restanten dompeltvloeistof aanwezig waren, zijn ook in de Sentinel gebracht. Er bleef geen vaste fractie achter in de vaten. Bij beide proeven is vastgesteld wat de totale vaste fractie was die uiteindelijk overbleef. Uit kleine voorproefjes bleek dat verdunning nodig was om alle zwevende delen uit te kunnen vlokken. Van de 1600 liter opgeroerde ontmettingsvloeistof is 400 liter gemengd met 1200 liter schoon water. De oplossing is dus 1 : 3 verdund. Van deze verdunde oplossing van 1600 liter is 1200 liter in de Sentinel gepompt zoals weergegeven in figuur 3.



¹ 400 liter opgeroerde ontmettingsvloeistof

Figuur 3: Stappen en stromen bij **behandeling** van verdunde (1:3) dompeltvloeistof **met de Sentinel** in de praktijkproef tulp 2012 (vereenvoudigde weergave). Met deze ontmettingsvloeistof zijn geen bezinkstappen uitgevoerd.

Watermonsters

Er zijn watermonsters genomen van het vuile (onverdunde) ontmettingswater dat in de Sentinel gepompt is, en van het 'schone' water dat uit de Sentinel kwam. Deze zijn door een gespecialiseerd laboratorium geanalyseerd (GC-LS, LC-LS analyse) op de aanwezigheid van de stoffen die aan het dompelbad toegevoegd waren.

2.4 Resultaten zuiveringsproeven

2.4.1 Verloop hoeveelheid vloeistof en vaste restfractie praktijkproef lelie 2011

Het verloop van de hoeveelheden vloeistof en vaste restfractie in de praktijkproef zijn weergegeven in figuur 4 en 5 en samengevat in tabel 1.

De verhouding tussen de vloeibare en vaste fractie was na het laten bezinken (bezinkstap 1 en 2) van de ontmettingsvloeistof 1850 liter vloeistof versus 97 kg vaste restfractie.

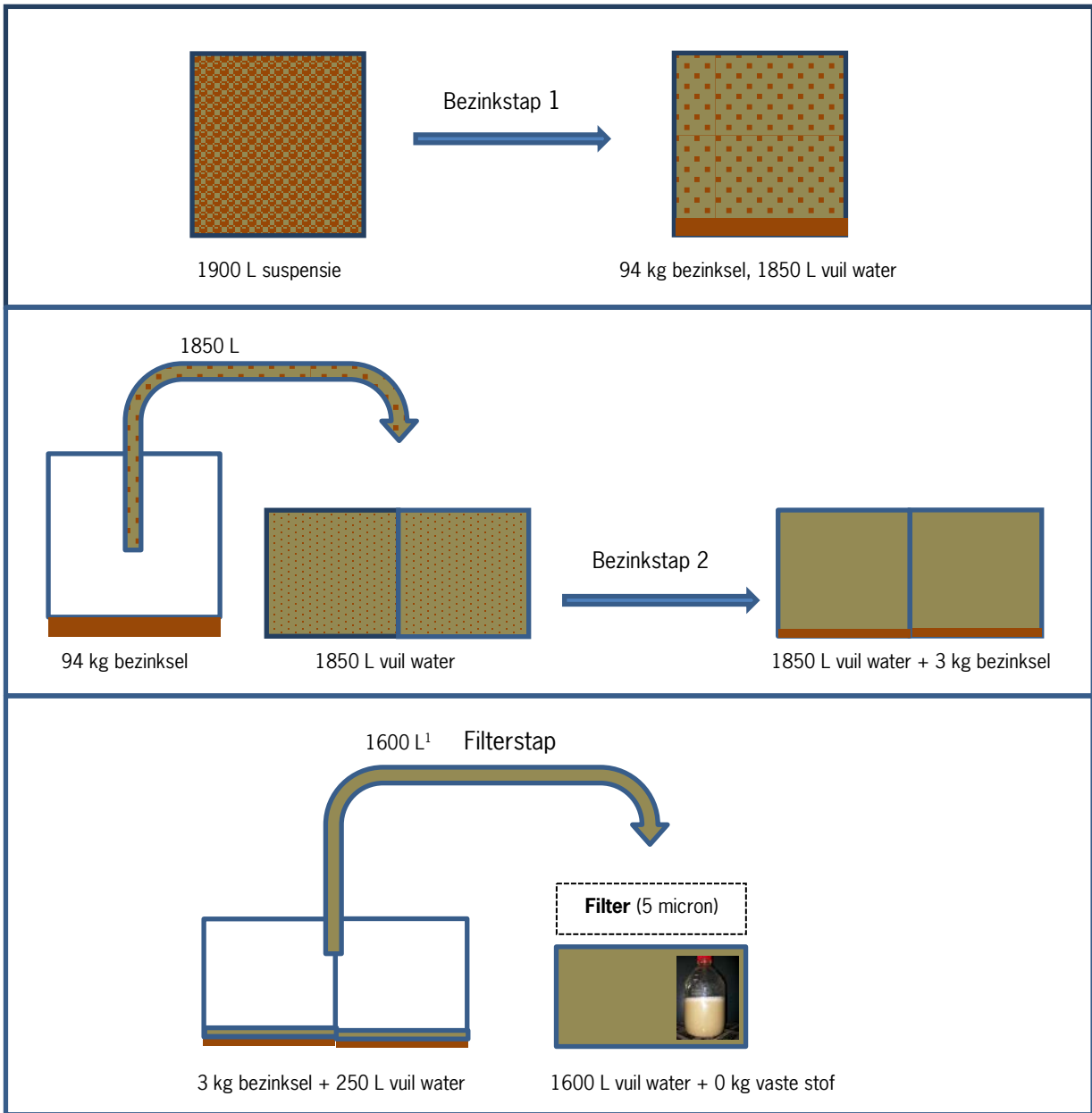
Met de Sentinel kan per cyclus 1200 liter (na bezinken) behandeld worden. Uitgaande van de verhouding 1850 versus 97, zou naast 1200 liter vuil water circa 63 kg bezinksel ontstaan zijn. In het filter bleef geen vaste stof achter.

Van de 1200 liter dompelveelstof die na bezinken en zeven in de Sentinel werd gepompt, bleef na behandeling met de Sentinel in eerste instantie 900 liter gezuiverd water en ruim 300 liter suspensie over. Scheiding van een 2 L monster van deze suspensie door een filterdoek (2 micron), leverde circa 75 gram vaste restfractie op. Uit de ruim 300 liter suspensie blijft dan (150 x 75g) circa 11 kg vaste restfractie over en 300 L vuil water. Opgeteld met het slib uit de ontsmettingsinstallatie blijft er 11+63 = 74 kg vaste restfractie over en 300 L vuil water.

Bij een volgende cyclus wordt de 300 liter die de vorige keer overbleef weer meegenomen. De netto verwerkingscapaciteit per cyclus is dus 1200 - 300 = 900 liter. Dit water is vrij van vaste delen. Bij de tweede en volgende cyclus zal met dit water erbij, dus minder vaste restfractie overblijven. De hoeveelheid vaste restfractie voor de tweede en volgende cycli is dan: $900/1200 \times (63 + 11) = 55$ kg.

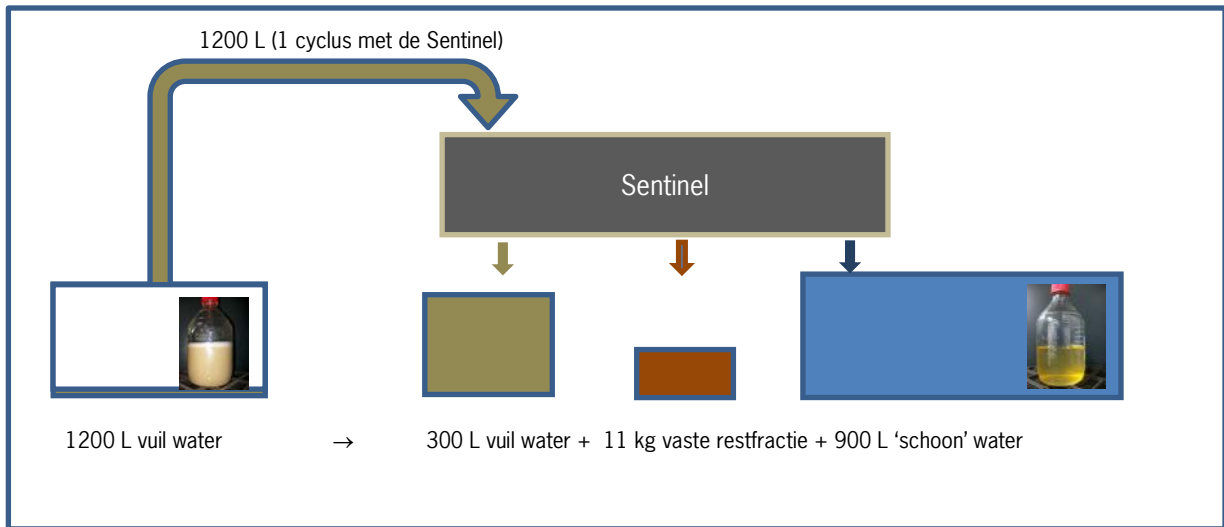
Tabel 1: verontreinigde vloeibare en vaste fractie na de verschillende behandelstappen praktijkproef lelie 2011

	Na bezinken en zeven		Uit de Sentinel		Totaal na de Sentinel	
	Vloeibaar of suspensie (l)	Vast (kg)	Vloeibaar (l)	Vast (kg)	Vloeibaar (l)	Vast (kg)
1 ^e cyclus Sentinel	1200	63	300	11	300	74
2 ^e en volgende cyclus	900 + 300 uit vorige cyclus	47	300	8	300	55



¹ Voor de proef is niet alle vloeistof overgepompt om zeker te weten dat geen bezonken delen meekwamen. Bij toepassing in de praktijk zou wel alle vloeistof over het zeef gepompt zijn (mocht de filterstap nodig blijken).

Figuur 4: Volumes vloeibaar en hoeveelheid vaste stof bij **voorbehandeling** van het dompelbadrestant in de praktijkproef Ielie 2011.



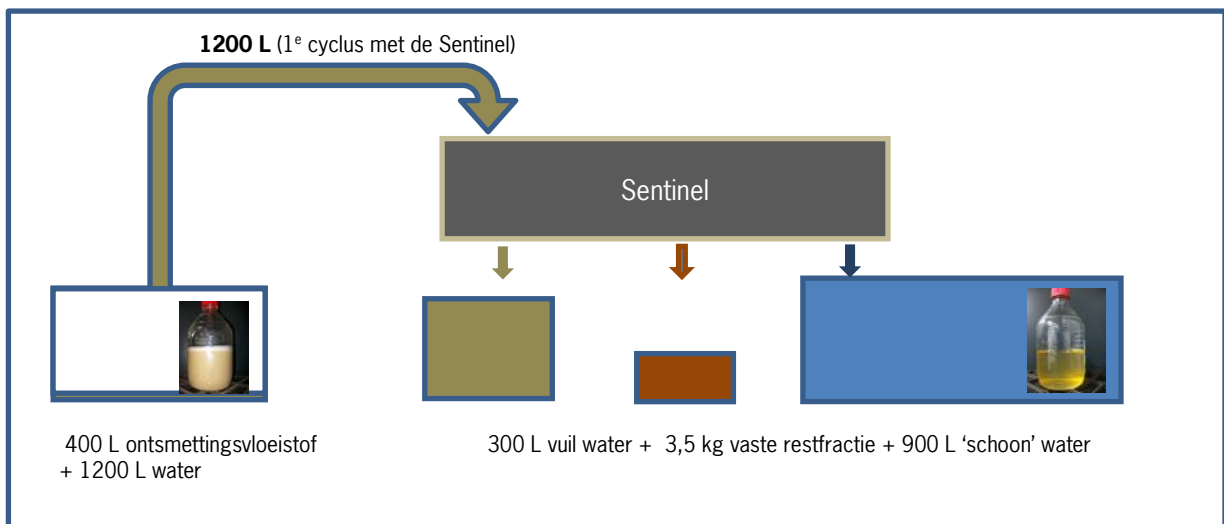
Figuur 5: Hoeveelheden vloeibare en vaste stof bij behandeling van 1200 L dompelvloeistof met de Sentinel in de praktijkproef lelie 2011 (vereenvoudigde weergave).

2.4.2 Verloop hoeveelheid vloeistof en vaste restfractie praktijkproef tulp 2012

Van de 1600 L opgeroerde ontsmettingsvloeistof is 400 L in een ander vat gepompt en 1:3 verdund door toevoeging van 1200 L water. 1200 L van het verdunde dompeldbadrestant is overgepompt naar de Sentinel. Dit leverde 900 L 'schoon' water, 300 L vuil water en 3,5 kg vaste stof.

Bij een verdunning 1:3 wordt in plaats van 900 L ontsmettingsvloeistof, 225 L per keer behandeld. Door verdunning zijn dus 4 cycli nodig (tegen 1 bij onverdund) om diezelfde 900 liter te verwerken. Na de eerste cyclus zal de hoeveelheid vaste stof kleiner zijn omdat uit 900 L i.p.v. 1200 L een vaste restfractie overblijft: $0,75 \cdot 3,5 \text{ kg} = 2,6 \text{ kg}$. Uit 4 cycli komt dan ca. 10 kg vast stof. Er was geen bezinkstap vooraf. Dus deze 10 kg vaste stof is alle vaste stof die overblijft. Dit bevestigt dat dit restant dompelvloeistof veel minder slib of gronddeeltjes bevatte, dan het dompeldbadrestant van de lelie uit de eerste proef. Het dompeldbadrestant van tulp bevatte zonder bezinkingsstap ongeveer evenveel vaste fractie als het dompeldbadrestant van lelie na een bezinkstap.

Het 1:3 verdunnen van 900 L ontsmettingsvloeistof levert na 4 cycli met de Sentinel 3600 L 'schoon' water, 300 L vuil water en 10 kg vaste stof.



Figuur 6: Hoeveelheden vloeibare en vaste stof bij behandeling van verdunde (1:3) ontsmettingsvloeistof met de Sentinel in de praktijkproef tulp 2012 (vereenvoudigde weergave) uit de eerste cyclus.

Tabel 2: verontreinigde vloeibare en vaste fractie na de verschillende behandelstappen praktijkproef tulp 2012 (verduunning ontsmettingsvloeistof 1:3)

	In de Sentinel		Uit de Sentinel	
	Vloeibaar of suspensie (l)	Vast (kg)	Vloeibaar (l)	Vast (kg)
1 ^e cyclus Sentinel	1200	0	300	3,5 ¹
2 ^e en volgende cyclus	900 + 300 uit vorige cyclus	0	300	2,6 ²

¹ bepaald door weging

² berekend op basis van het feit dat 900 van de 1200 liter nieuw ingebrachte vloeistof vaste delen bevat en 300 liter niet ($0,75 \cdot 3,5 \text{ kg} = 2,6 \text{ kg}$).

2.4.3 Effectiviteit van de zuivering

De concentraties van de actieve stoffen en enkele afbraakproducten in de ontsmettingsvloeistof uit het leliebad zijn weergegeven in tabel 3. In tabel 4 zijn deze concentraties van de ontsmettingsvloeistof uit het tulpenbad vermeld. De 'concentratie UIT' is de concentratie in het 'schone water' dat uit de Sentinel komt. Onder concentratie IN staat de concentratie van onverdunde ontsmettingsvloeistof vermeld. In het analysepakket van het laboratorium zit een beperkt aantal afbraakproducten van actieve stoffen van gewasbeschermingsmiddelen.

Tabel 3: Concentraties van stoffen van het dompelbadrestant van de lilies voor (IN) en na (UIT) behandeling met de Sentinel in mg/l.

Product	Stof	Rapportagegrens monsters 'IN&UIT' (< ... mg/l)	Concentratie IN (mg/l)	Concentratie UIT (mg/l)	Verwijdering (%)
Actellic	pirimifos-methyl	0.1	36	0.32	99.1
Admire	imidacloprid	0.4	194	5.4	97.2
Captan	captan	0.1	156	0.13	99.9
	tetrahydroftalimide	0.1	1000	39	96.1
Securo	pyraclostrobine	0.04	25	0.2	99.2
	fthalimide (afbr.pr. folpet)	0.1	14	< 0.1	99.6*
Sportak	prochloraz	0.4	760	5.8	99.2
Topsin M	thiofanaat-methyl	4	390	< 4	99.5*
	carbendazim	0.4	83	5.2	93.7

*De stof is niet aangetoond in het effluent. Er is gerekend met '1/2 x rapportagegrens'.

De concentratie in het schone water is 93,7 tot 99,9% lager dan in het vuile water voor behandeling met de Sentinel. De Sentinel verwijdert dus het overgrote deel van de verontreiniging uit het water.

Tabel 4: Concentraties van stoffen in de onverdunde dompelbadrestanten van de tulpen (IN) en na behandeling van de 1:3 verdunde ontsmettingsvloeistof met de Sentinel (UIT) in mg/l.

Product	Stof	Rapportagegrens monsters 'IN' (< ... mg/l)	Concentratie IN ¹ (mg/l)	Rapportagegrens monsters 'UIT' (< ... mg/l)	Concentratie UIT ² (mg/l)	Verwijdering (%)
Actellic	pirimifos-methyl	0.1	1.1	0.0001	0.00029	99.973
Admire	imidacloprid	0.04	300	0.00004	0.0054	99.998
Captan	captan	0.1	59	0.0001	< 0.0001	100.000*
	tetrahydroftalimide	0.1	833	0.0001	0.018	99.998
Securo	pyraclostrobine	0.04	62	0.00004	0.012	99.981
	fthalimide (afbr.pr. folpet)	0.03	80	0.00003	< 0.00003	100.000*
Sportak	prochloraz	0.4	10000	0.0004	0.82	99.992
Topsin M	thiofanaat-methyl	4	150	0.004	0.012	99.992
	carbendazim	0.4	79	0.0004	0.024	99.970

¹ onverdunde ontsmettingsvloeistof,

² Na zuivering van 1:3 verdunde ontsmettingsvloeistof met de Sentinel.

*De stof is niet aangetoond in het effluent. Er is gerekend met '1/2 x rapportagegrens'.

Verdunding van de ontsmettingsvloeistof uit de praktijkproef met ontsmettingsvloeistof van tulp gevolgd door behandeling met de Sentinel verwijdert steeds circa 99,99 % van de in tabel 3 vermelde stoffen. De effectiviteit waarmee de stoffen worden verwijderd ligt daarmee in belangrijke mate hoger dan in het experiment uit 2011 waarbij de ontsmettingsvloeistof (lelie) niet is verdund.

Zoals uit de theoretische reeks in tabel 5 blijkt kunnen effectiviteit verbeteringen van 96,1 % tot 99,96% voortkomen uit een 100 maal lagere concentratie in het effluent.

Tabel 5 : rekenkundige relatie tussen aanwezige concentratie in vloeistof na behandeling en effectiviteit waarmee een concentratie wordt verlaagd (%verwijdering).

Concentratie in (mg/l)	Concentratie uit (mg/l)	% verwijdering
1000	390	61
1000	39	96.1
1000	3.9	99.61
1000	0.39	99.961
1000	0.039	99.9961

Om de concentraties in het 'schone' water in perspectief te plaatsen, zijn deze in tabel 6 naast de milieukwaliteitsnorm voor oppervlaktewater gezet (bron normen: zoekstelsel voor normen, helpdeskwater.nl, d.d. 20-07-2011).

Tabel 6: Vergelijking van de concentraties middel in het gezuiverde water met de kwaliteitsnorm voor oppervlaktewater in $\mu\text{g/l}$

Product	Stof	Concentratie UIT, lelie ($\mu\text{g/l}$)	Concentratie UIT, tulp ($\mu\text{g/l}$)	Waterkwaliteitsnorm opp.water ($\mu\text{g/l}$)	
Actellic	pirimifos-methyl	320	0.29	ad hoc MTR	0.002
Admire	imidacloprid	540	5.4	MAC-MKN	0.067
Captan	captan	130	<0.1	MAC-MKN	0.34
	tetrahydroftalimide	39000	18	ad hoc MTR	16.1
Securo	pyraclostrobine	200	12	ad hoc MTR	0.023
	fthalimide (afbr.pr. folpet)	<100*	< 0,03*	-	-
Sportak	prochloraz	580	820	ad hoc MTR	1.3
Topsin M	thiofanaat-methyl	<4000*	12	ad hoc MTR	0.56
	carbendazim	520	10	MAC-MKN	0.6

* De stof is niet aangetoond boven de rapportagegrens. De rapportagegrens bij de 'UIT-monsters' in de eerste proef wijkt af van de rapportagegrens bij de 'UIT-monsters' van de tweede proef.

De concentraties in het 'schone' water zijn bijna altijd hoger dan de waterkwaliteitsnormen voor oppervlaktewater. Directe lozing op het oppervlakte water zal daarom niet mogelijk zijn.

3 Wettelijk kader

Hiervoor is bepaald wat het actuele wettelijke kader is voor

- o opslag van dospelbadrestanten in afwachting van zuivering of voor hergebruik (opslag als bestrijdingsmiddel)
- o opslag en afvoer van de vaste restfractie uit de Sentinel die overblijft na zuivering van dospelbadrestanten met de Sentinel (opslag als gevaarlijke stof, niet brandbaar)

Samenvatting:

Voor de opslag van bestrijdingsmiddelen vanaf 400 kilogram gelden de regels uit PGS 15. Voor kleinere hoeveelheden geldt de zorgplicht uit de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden.

Voor opslag van gevaarlijke stoffen, waaronder chemisch verontreinigde stoffen (zoals de vaste restfractie uit de Sentinel) geldt ook PGS 15. Dit is momenteel (juli 2011) het geval en blijft naar verwachting ook zo met de invoering van het nieuwe Activiteitenbesluit (in werking verwacht medio 2012).

Dospelbadrestanten en de vaste restfractie bestaan uit gevaarlijke, maar niet-brandbare stoffen.

Voor opslag kan volstaan worden met opslag boven een vloeiendvrije vloer, verharding of lekbak. Dit valt te lezen in paragraaf 4.1 van het Activiteitenbesluit en de Ministeriele regeling behorend bij het Activiteitenbesluit (www.infomil.nl voor meer en actuele informatie). De vaste restfractie die overblijft uit de verwerking van dospelbadrestanten valt onder chemisch afval en dient als zodanig afgevoerd en verwerkt te worden.

Uit de gestelde eisen aan opslag volgt indirect dat bij opslag in perioden met vorst, de opslag (locatie, 'verpakking') zodanig moet zijn dat door vorst geen lekkage van de stof naar het milieu kan ontstaan.

3.1 Opslag bestrijdingsmiddelen

De tekst in deze paragraaf is ontleend aan InfoMil (gepubliceerd december 2009).

Voor de opslag van bestrijdingsmiddelen vanaf 400 kilogram gelden de regels uit PGS 15. Voor kleinere hoeveelheden geldt de zorgplicht uit de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden.

Zorgplicht

Per oktober 2007 is het Bestrijdingsmiddelenbesluit vervallen. Hierin stond exact beschreven aan welke eisen een bestrijdingsmiddelenopslag moest voldoen. Sindsdien geldt de zorgplicht uit de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden voor de opslag van bestrijdingsmiddelen tot 400 kilogram. Uit de Memorie van toelichting bij deze wet blijkt dat er bewust voor is gekozen om de gedetailleerde voorschriften te vervangen door een zorgplicht.

De zorgplichtbepaling van de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden (artikel 18) regelt het voorkomen, beperken of ongedaan maken van gevaar als gevolg van vervoer, bewaren, toepassen of verwerken van gewasbeschermingsmiddelen en biociden. Dat geldt voor mensen, gewenste planten en dieren, bodem en water. In de praktijk wordt dit beoordeeld op basis van gezond verstand en kennis van de risico's van gewasbeschermingsmiddelen en biociden.

Wet Gewasbeschermingsmiddelen en biociden

3.1.1.1 Artikel 18. Zorgplichtbepaling van de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden:

3.1.1.2 Een ieder is verplicht ten aanzien van gewasbeschermingsmiddelen of biociden of de tot die middelen behorende werkzame stoffen alsmede ten aanzien van lege verpakkingen voldoende zorg in acht te nemen.

Die zorg houdt in ieder geval in dat een ieder die weet of redelijkerwijs kan vermoeden dat door zijn handelen of nalaten gevaar ontstaat of kan ontstaan voor de mens, voor dieren of planten waarvan de instandhouding gewenst is, voor planten die aan anderen toebehoren of voor bodem of water, verplicht is dergelijk handelen achterwege te laten voor zover zulks in redelijkheid kan worden gevergd, dan wel onverwijld alle maatregelen te nemen die redelijkerwijs van hem kunnen worden gevergd teneinde voornoemd gevaar te voorkomen of de nadelige gevolgen daarvan te beperken en zoveel mogelijk ongedaan te maken.

Veiligheidseisen

Het Activiteitenbesluit en bijbehorende Ministeriële regeling en het Besluit landbouw stellen geen aanvullende veiligheidseisen aan de opslag van verpakte bestrijdingsmiddelen tot 400 kilogram. Zo blijkt uit de tabel bij artikel 4.6 van de regeling dat voor zo'n opslag geen PGS15 opslagvoorziening is vereist.

Bodembescherming

Veel bestrijdingsmiddelen zijn bodembedreigende vloeistoffen. Hiervoor gelden wel eisen aan de verpakking. Bovendien moet een verwaarloosbaar bodemrisico worden gerealiseerd. Dit is onder andere geregeld in paragraaf 2 en artikelen 4.1, 4.2, 4.9 en 4.10 van de Ministeriële regeling bij het Activiteitenbesluit, in voorschriften 2.6.1 tot en met 2.6.3 van bijlage 1 bij het Besluit landbouw en in voorschriften 2.1.1 tot en met 2.1.3 van bijlage 1 bij het Besluit glastuinbouw.

3.2 Opslag en afvoer vaste restfractie

Gevaarlijk afval is afval dat gevaarlijk is voor mensen, dieren of het milieu. (www.infomil.nl). Voorbeelden van gevaarlijk afval zijn producten met zware metalen of **chemicaliën**, olie, oliefilters, batterijen en accu's. De vaste restfractie uit de Sentinel bevat restanten van chemische gewasbeschermingsmiddelen en valt daarmee onder de definitie van gevaarlijk afval. Hetzelfde geldt voor het koolstoffilter dat na verzadiging vervangen wordt.

Gevaarlijk bedrijfsafval

Bedrijven zijn zelf verantwoordelijk voor de afgifte van gevaarlijk afval aan een inzamelaar of verwerker. Kleine hoeveelheden gevaarlijk afval (tot 200 kg) heten klein gevaarlijk afval (KGA). Hele kleine hoeveelheden KGA (tot 50 kg) kunnen vaak bij het Kca-depot van de gemeente worden ingeleverd.

Vervoer gevaarlijk afval

Aan het vervoer van afvalstoffen en gevaarlijk afval in het bijzonder gelden worden vergaande wettelijke eisen gesteld. Deze worden niet uitgewerkt in deze paragraaf, aangezien de constructie van de Sentinel en de kostenberekening gericht zijn op verwerking van de afvalwaterstroom op het bedrijf waar deze ontstaan zijn, waarbij de vaste restfractie op het bedrijf achterblijft. De ondernemer is verantwoordelijk voor verantwoorde afvoer (het laten ophalen door een afvalverwerkingsbedrijf) van deze restfractie.

4 Kosten van zuivering met de Sentinel

In dit hoofdstuk wordt eerste de samengevatte kostenberekening weergegeven. De uitgangspunten worden weergegeven in paragraaf 4.2. In 4.3 worden enkele aspecten van de kostenberekening nader besproken. De kostprijsberekening is hoofdzakelijk gebaseerd op de tweede proef: de proef met het restant dompelvloeistof van de tulpenontsmetting. Hiervoor is gekozen omdat de effectiviteit bij deze tweede proef een stuk hoger was dan bij de eerste proef. De verwachting is dat bij toepassing er naar gestreefd zal worden om de effectiviteit van de tweede proef te behalen en het dompelbadrestant daarom verdund zal worden voor het in de Sentinel te pompen.

4.1 Berekening

Een indicatie van de totale kosten voor verwerking van 900 liter dompelbadrestanten + 300 liter vuilwater uit een voorgaande cyclus is met de Sentinel wordt weergegeven in tabel 7. De ontsmettingsvloeistof is 1:3 verdund (zie 2.4.2).

Tabel 7: Indicatie van de kosten **per bedrijf** voor zuivering van 900 liter ontsmettingsvloeistof + 300 liter vuilwater uit een voorgaande cyclus met de Sentinel. De vloeistof wordt voor behandeling 1:3 verdund.

kostenpost		bron	bedrag
Arbeid			
Rijtijd	1 uur	Aanname	€ 57
Aansluiten en opstarten	1 uur	POVLT	€ 57
Controleren, afwerken en afsluiten ¹	2,5 uur	POVLT	€ 143
Variabele kosten		(tabel 9)	€278
Vaste kosten (844 cycli / machine / jaar)	4 cycli	(tabel 8)	€ 32
Totale jaarlijkse kosten per bedrijf incl. afvoer van vaste restfractie			€567 ²

¹ Aanname dat 4 cycli 2,5 uur arbeid vergt, zie 4.3 Kosten

² Waarvan € 63 voor het afvoeren van de vaste fractie. Exclusief deze afvoerkosten zijn de jaarlijkse kosten €504

4.2 Uitgangspunten

In verband met wetgeving rond het vervoer van chemisch afval is hierbij aangenomen dat de Sentinel, gebouwd op een aanhanger, met een auto naar de bollentelers rijdt en de dompelbadrestanten op het bedrijf worden verwerkt. De machine werkt met cycli, waarbij 1200 liter vloeistof per cyclus kan worden verwerkt tot ca. 900 liter 'schoon' water en 300 liter 'dikke fractie' van uitgevlokt materiaal. Deze drab wordt met een filterdoek gescheiden in een vaste restfractie die wordt afgevoerd en een restant vuil water dat op het bedrijf achterblijft en bij een volgende cyclus mee door de Sentinel gaat.

Bij dompelbadrestanten blijkt het nodig eerst te verdunnen. Met verdunning (1:3) wordt 225 liter ontsmettingsvloeistof verwerkt per cyclus. Na verdunning (1:3) zijn dus 4 maal zoveel cycli nodig dan in het geval verdunning niet nodig zou zijn.

Er is aangenomen dat de opslag van dompelbadrestanten in het bedrijf mogelijk is zonder substantiële investeringen in de bedrijfsinrichting, omdat bodembeschermende voorzieningen zoals vloeistofdichte vloeren en lekbakken al aanwezig zijn op bedrijven die bolontsmetting toepassen. De berekening van vaste kosten is weergegeven in tabel 8. Tabel 9 toont de berekende variabele kosten.

Tabel 8: Indicatie van de jaarlijkse vaste kosten per Sentinel en de vaste kosten per cyclus

kostenpost	bedrag	bron
Vervangingswaarde Sentinel incl. aanhanger	€ 30.000	POVLT
Keuringskosten wegvervoer	€ 100	Inschatting (op basis kosten Vlaanderen)
afschrijvingstermijn	7,5 jaar	Inschatting: intensief gebruikte machine
Rente	6%	KWIN-fruitteelt
onderhoudskosten	3%	Inschatting: intensief gebruikte machine
Jaarlijkse vaste kosten investering	€ 5.819	
Jaarlijkse kosten verzekering weggebruik	Nihil	Valt onder verzekering auto (Interpolis)
Jaarlijkse kosten casco verzekering machine	€ 350	Interpolis (grove indicatie)
Jaarlijkse kosten aansprakelijkheidsverzekering	€ 300	Interpolis (grove indicatie)
TOTAAL VASTE KOSTEN per Sentinel	€ 6.469	
Kosten per cyclus bij 844* cycli per jaar	€ 8	(=6469/844)

*Zie 'Verdeling van het gebruik over regio's en bedrijven' voor berekening

Tabel 9: Indicatie van de variabele kosten van de Sentinel toegepast op (1:3) verdunde ontsmettingsvloeistof van tulp¹ exclusief arbeid.

Kostenpost	Bedrag / eenheid	# cycli	Bedrag / cyclus	bron
Chemicaliën	€ 40	4	€ 160	POVLT (mogelijk bulkkorting)
Koolstoffilter (vervangen na 50 cycli)	€ 550	4	€ 44	POVLT
Filterdoek	€ 2,75	4	€ 11	POVLT
Afvoer vaste restfractie ² en filterdoek	€ 1,50/kg ³	4	€ 63	Van Ganswinkel
TOTAAL VARIABELE KOSTEN			€ 278	

¹ Uitgaande van netto 900 L dompelbadrestant zijn vanwege verdunning 4 cycli nodig, per cyclus van 900 liter verdund dompelbadrestanten + 300 liter water uit de laatste cyclus)

² Aangenomen dat er per cyclus van 900 L verdund dompelbadrestant 2,6 kg 'zand, slib en restanten bestrijdingsmiddel' moet worden afgevoerd, voor 4 cycli wordt dat 10 kg.

³ Van Ganswinkel (AVR) geeft een indicatieve kostprijs van €1 tot €2 per kg + € 47,50 per ophaalbeurt, SITA ongeveer €1 per kg inclusief transport, maar met een minimum van 200 kg. Omdat er meestal minder dan 200 kg vaste restfractie zal zijn is gerekend met het gemiddelde van het AVR-tarief. Er zullen echter regionale verschillen zijn.

Verdeling van het gebruik over regio's en bedrijven

In Nederland worden op 1687 bedrijven bloembollen geteeld, waarvan 1265 bedrijven met tuinbouw als hoofdberoep (CBS StatLine, 2011). Op de bedrijven wordt in totaal 23.347 ha bloembollen geteeld, wat neer komt op gemiddeld 13,8 ha/bedrijf.

We nemen aan dat bedrijven die zowel voorjaars- en zomerbloeiërs telen de dompelbadrestanten bewaren en 1 keer per jaar laten verwerken. We gaan er verder van uit dat gemiddeld één bedrijf per etmaal kan worden bediend (4 cycli). Op basis van het aantal bedrijven zijn dan ongeveer 1690 etmalen nodig.

Bij acht machines komt dat neer op 211 etmalen per machine, zodat ze – naast onderhoud – vrijwel het hele jaar in gebruik zijn. Bij 1 bedrijf per etmaal en 4 cycli van de Sentinel per bedrijf worden jaarlijks 844 cycli per machine gemaakt

Uit bijlage 1 blijkt dat er concentraties van bollentelers zijn in de 'Groepen van Landbouwgebieden' Westelijk Holland, IJsselmeerpolders, Zuidelijk veehouderijgebied en in aanzienlijk mindere mate in het Oostelijk veehouderijgebied en het Zuidwestelijk akkerbouwgebied. Het is dan aannemelijk om twee machines in LG Westelijk Holland te plaatsen, één in Flevoland (tevens voor Noord / Noordoost Nederland) en één in het midden/zuiden voor de rest van Nederland. Er is niet gecorrigeerd voor het feit dat er ook telers zijn die wel bollen telen, maar ze niet zelf dompelen.

De rij-afstand tussen bedrijven in deze regio's is gesteld op 20 minuten, inclusief het rijden vanaf de standplaats van de Sentinel is gerekend met gemiddeld 30 minuten, gemiddeld één uur per bedrijf voor transport van de Sentinel van en naar het bedrijf. Het commerciële tarief voor een technisch medewerker met een 'stevige auto' is gebaseerd op het tarief voor een auto met chauffeur (€ 47,50/uur excl. BTW all-in), met een toeslag van 20% voor specifieke kennis en vaardigheden. Totaal € 57/uur.

Uit bevraging van bollentelers blijkt dat er gemiddeld per jaar ruim 700 liter dompelbadrestanten te verwerken is (bijlage 2). Hierbij is geen systematisch verband tussen bedrijfsomvang en hoeveelheid dompelbadrestant gevonden. Blijkbaar zijn de werkmethode en gebruikte apparatuur van grotere invloed. Dat is samen met de 300 liter vuil water van de vorige keer ruim 1000 liter. Zeker wanneer men – vanwege de hogere kosten – meer gaat proberen om de hoeveelheid dompelbadrestant te beperken (bijvoorbeeld door alles, of de laatste kisten te douchen) zal dit, na verdunning, in vier cycli met de Sentinel per bedrijf verwerkt kunnen worden.

4.3 Discussie kosten

In de berekening is aangenomen dat de kosten worden berekend per cyclus en niet per liter water. Hiervoor is gekozen omdat vrijwel alle kosten afhankelijk zijn van het aantal cycli en nauwelijks van de hoeveelheid water per cyclus. Als een bedrijf bijvoorbeeld 1500 liter te verwerken heeft per bezoek van de Sentinel, zijn meerdere cycli nodig. De kosten van een extra cyclus zijn lager dan die voor de eerste cyclus doordat de extra cyclus minder arbeid vraagt. Als hierbij ook minder volume verwerkt wordt, komt daar nog bij dat minder vaste restfractie hoeft te worden afgevoerd. Hiermee worden de kosten van deze extra cyclus nog lager.

Een andere aanname is dat alle bloembollentelers gebruik maken van een Sentinel. Als dat niet zo is nemen de vaste kosten per bedrijf toe. Het aandeel vaste kosten is echter slechts een klein deel van de totale kosten, waardoor dit weinig invloed heeft op het kostenplaatje.

Kosten van de vaste restfractie

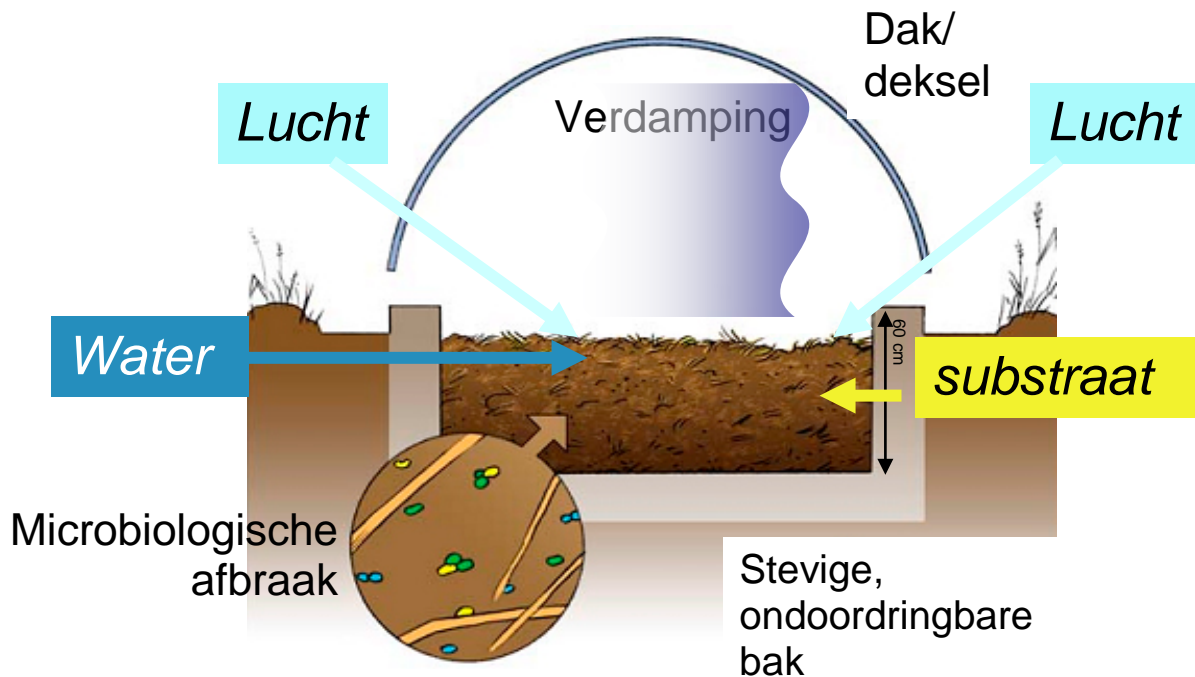
De kostprijs berekening is om eerder genoemde redenen hoofdzakelijk gebaseerd op de tweede proef. Hierbij was de hoeveelheid vaste stof in het dompelbadrestant veel kleiner dan bij de eerste proef. Bij het berekenen van de kostprijs gaan we er van uit dat de gehele vaste restfractie wordt afgevoerd. Niet alleen het residu uit de Sentinel maar ook eventueel bezinksel uit de ketel. De vaste restfractie is onder meer afhankelijk van wel of niet spoelen, gewas, grondsoort en werkwijze en omstandigheden bij het rooien. Bij een hogere vaste restfractie zou deze bij afvoer als chemisch afval de berekende kostprijs verhogen. De extra kosten door een grotere vaste restfractie zijn echter beperkt ten opzichte van de totale kosten. Wellicht is het mogelijk om het tarief voor het ophalen van de vaste fractie lager te krijgen als de bollenkwekers afspraken kunnen maken over gelijktijdig aanbieden bij de afvalverwerkers.

Kosten arbeid bij meerdere cycli

Wanneer ontsmettingsvloeistof verdund wordt zijn meer cycli nodig voor het behandelen van ontsmettingsvloeistof. De arbeidskosten voor het controleren tijdens het in bedrijf zijn nemen dan niet evenredig toe. Aanname: bij 4 cycli in plaats van 1 cyclus zijn de arbeidskosten 2,5 uur ten opzichte van 1 uur bij 1 cyclus.

5 Biologische zuivering versus Sentinel

5.1 Principe biologische zuivering afvalwater gewasbescherming



Figuur 7

Het werkingsprincipe van biologische zuivering van water met gewasbeschermingsmiddelen met een Fytobac © (figuur: Bayer CropScience)

Biologische zuivering werkt op basis van afbraak door micro-organismen (bacteriën en schimmels) in een substraat met veel organische stof. De organische stof voorkomt dat middelen gemakkelijk uit het substraat spoelen en is een voedingsbodem voor de micro-organismen die voor de eigenlijke afbraak zorgen. Meerdere typen installaties zijn aantoonbaar effectief voor de biologische zuivering van afvalwater dat verontreinigd is met gewasbeschermingsmiddelen dat vrijkomt bij het schoonmaken van spuitapparatuur. Het werkingsprincipe van alle typen installaties is echter hetzelfde. Onderzoek in binnen- en buitenland heeft aangetoond dat deze systemen gewasbeschermingsmiddelen gemiddeld voor 95% tot 99% uit water verwijderen en vaak zelfs nog meer.

Verschillende typen en namen

Onderscheiden worden enerzijds het biobed en anderzijds de Phytobac® of Fytobac en het Biofilter. De namen worden nog al eens door elkaar gebruikt. De term biobed wordt doorgaans gebruikt voor het eerste biologische zuiveringstelsel voor vul- en wasplaatsen van spuitmachines. Dit van oorsprong Zweedse systeem bestond uit een gat in de grond, gevuld met substraat. Hierboven werd de spuit gestald, gevuld of schoongemaakt. Nadelen van dit eenvoudige systeem waren de hoge pieken in belasting, en het risico op uitspoeling naar de ondergrond en grondwater. Het oorspronkelijke biobed is daarom doorontwikkeld tot de momenteel beschikbare systemen: Fytobac, Phytobac® en Biofilter. In tegenstelling tot het oorspronkelijke biobed, wordt bij deze systemen altijd een buffertank of put voor het afvalwater gebruikt en is het substraat geïsoleerd van de ondergrond. Zo worden hoge pieken en uitspoeling naar bodem en grondwater voorkomen.



De naam Phytobac® is een door Bayer Crop Science beschermde merknaam die een zuiveringssysteem koppelt aan een specifieke vulling, constructie en gebruik van het systeem. De fytobak is een term die gebruikt wordt voor installaties zoals de Phytobac®, maar ook varianten daarop met een wat andere constructie substraat of gebruikadvies. Een Biofilter is bedoeld als goedkoop en eenvoudig zelf te bouwen zuiveringssysteem, dat werkt volgens hetzelfde principe. Een overzicht van de belangrijkste kenmerken is weergegeven in Tabel 10.

De fytobak, Phytobac® en het Biofilter moeten in ieder geval niet verward worden met moeras-, riet- of helofytenfilters. Deze begroeide filters zijn namelijk vooral effectief in het verwijderen van nutriënten uit het water en zijn onvoldoende werkzaam voor verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen.

Constructie, gebruik en onderhoud

Een biologisch zuiveringssysteem werkt niet als een zeef waar gewasbeschermingsmiddelen niet doorheen kunnen. Correcte installatie, gebruik en onderhoud van het systeem, zijn noodzakelijk voor een goede werking. In de loop van 2012 zal een uitgebreide handleiding voor biologische zuivering met Fytobac en Biofilter beschikbaar komen (De Werd & Looij, 2012). Korte beschrijvingen zijn per februari 2012 al beschikbaar via Bayer Crop Science (Phytobac®) en PPO (Biofilter). Zie referentielijst voor meer informatie.

Tabel 10

Beknopt overzicht van eigenschappen van biologische zuiveringssystemen; % is gebaseerd op het volume.

	Phytobac®	Fytobac	Biofilter
Volledige verdamping	ja	optioneel	optioneel
Capaciteit/jaar bij optimaal gebruik	0,3 - 0,5 m ³ per m ² ⁽¹⁾ Praktisch tot 30 m ³	0,3 – 2 m ³ per m ² ⁽²⁾ Praktisch tot 30 m ³	Zuivering: Tot 3-4 m ³ per standaard-set ³
Materiaal 'bak(-ken)'	Hard kunststof of beton	Hard kunststof, beton of vijverfolie	IBC-vaten
Kosten (€ per systeem excl. opvang vuil water)	1.000 – 10.000	1.000 – 10.000	750 - 1.500
Samenstelling substraat	Perceelgrond 70-80% + gehakseld stro 30-20%	Biomix ⁴ óf Perceelgrond 70-80% + gehakseld stro 30-20%	Biomix
Onderhoud substraat	Jaarlijks stro bijvullen en volledig omzetten	Afhankelijk van substraatsamenstelling (zie Phytobac® en Biofilter)	Jaarlijks of tweejaarlijks bijvullen. Na 10 jaar volledig vervangen als de Biomix bij het aanvullen niet volledig gemengd wordt.

¹ gebaseerd op volledige verdamping vanuit de Phytobac® bij optimaal gebruik

² voor volledige verdamping is meer oppervlakte nodig, dan voor zuivering alleen

³ standaard opstelling bestaat uit 3 gestapelde filterunits met daar aan gekoppeld 2 óf 3 plantenbakken voor extra verdamping.

⁴ Biomix bestaat uit potgrond of compost (40 % vol.), gehakseld stro (50% vol.) en perceelgrond (10% vol.)

5.2 Geschiktheid voor verwerking dompelbadrestanten

Omdat de concentratie middelen in dompelbadrestanten veel hoger is dan in het water waarmee systemen voor biologische zuivering doorgaans belast worden in (praktijk-)proeven, is het niet bekend of dompelbadrestanten met een Fytobac of Biofilter voldoende gezuiverd kunnen worden. Bayer Crop Science heeft zich voorgenomen dit in 2012 in een praktijkproef met een Fytobac © te testen.

Biofilters en Fytobac-systemen zijn vooral getest met water dat vrijkomt bij het reinigen van spuitapparatuur of water met concentraties gewasbeschermingsmiddel die hierbij vrij kunnen komen. Normaal gesproken wordt het water in een put of opslagtank opgevangen voordat het op het biologisch zuiveringssysteem gebracht wordt. Op die manier worden piekconcentraties in het afvalwater verdund. De hoge uitschieters in waswater van spuitapparatuur, liggen veelal tussen 1 en 100 mg per actieve stof per liter. Dompelbaden moeten tot en met de laatste bollen effectief zijn. Het gehalte aan middelen wordt daarom op peil gehouden. De dompelbadrestanten zullen van de middelen die tot het laatst bijgevoerd worden daarom nog concentraties bevatten die rond de adviesdosering liggen. Vaak is dat een mix van fungiciden (tussen 0,1 en 1,5% product per liter), met soms toevoeging van een insecticide in een lage concentratie (bijv. 0,04% Admire). Dit geeft concentraties actieve stof rond 1000 à 5000 mg per actieve stof per liter voor meerdere fungiciden tegelijk. De Wilde (2009) geeft in haar proefschrift aan, op basis van literatuur onderzoek, dat toenemende concentraties, leiden tot verminderde of zelfs zeer langzame afbraak. Dit effect wordt veroorzaakt door een negatief effect op het microbiële leven in het filter. Omdat een deel van de afbraak door schimmels plaatsvindt, zijn hoge concentraties fungiciden in principe al een risico.

In de studies waar De Wilde naar verwijst, is gewerkt met beginconcentraties actieve stof (diverse herbiciden) van tientallen tot honderden milligram per kg substraat (2 studies), oplopend tot grammen en tientallen grammen per kg substraat. Bij het verwerken van onverdunde dompelvloeistof in een Fytobac of Biofilter is een concentratie in ordegrootten tot grammen per kg substraat te verwachten. Bayer Crop Science geeft op basis van informatie van Dhr. Darmedru, J.-Y, consultant uit Frankrijk en betrokken bij de ontwikkeling van de Fytobac door Bayer Crop Science, aan dat naar zijn verwachting de Phytobac geschikt zou zijn voor de verwerking van dompelbadrestanten, ondanks de hoge concentraties middel. Voorwaarde hierbij is dat er geen water uit het systeem geloosd wordt (alles moet verdampen). De proef van Bayer Crop Science moet nog uitwijzen of dompelbadrestanten onverdund verwerkt kunnen worden. Als verdunning nodig is, is een groter systeem nodig om het grotere volume te verwerken. De grootte van het systeem is mede bepalend voor de kosten.

5.3 Vergelijking Fytobac en Sentinel

Door De Wilde (2009) is een vergelijking gemaakt naar de voor- en nadelen van biologische zuivering ten opzichte van verwerking met Sentinel (vergelijkbaar met Carboflow) (tabel 11). Daaruit blijkt onder meer dat biologische zuiveringsmethoden als voordeel hebben dat ze weinig onderhoud vergen en eenvoudig zijn aan te leggen. Biofilters lijken goed bruikbaar om kleinere hoeveelheden restwater te verwerken, zoals waswater en restanten spuitvloeistof. Biologische zuiveringsmethoden zijn mogelijk minder geschikt voor mobiele bestrijdingsmiddelen, zoals een aantal herbiciden. De technische, chemische zuiveringsmethoden – actieve koolfilters, oxidatie en membraanfiltratie – waaronder de Sentinel zijn meestal zeer effectief, maar ze vereisen wel (zeer) specialistische kennis en onderhoud en ze zijn vaak (te) duur. Dat maakt ze minder geschikt voor gebruik op agrarische bedrijven voor de verwerking van restwaterstromen.

Tabel 11: vergelijking tussen biologische zuivering en Sentinel (De Wilde, 2009).

Biologische zuivering	
Voordelen	Nadelen
Eenvoudig en praktisch	Geen wettelijke erkenning
Eenvoudig zelf te bouwen	Geen verwerking van (zeer) grote volumina
Relatief goedkoop aan te leggen	Biologische afbraak gevoelig voor giftige componenten, die het afbraakproces negatief beïnvloeden
Gebruikersvriendelijk	Mogelijke vorming van metabolieten
Flexibel systeem (systeem kan gemakkelijk kleiner of groter gemaakt worden)	Middel specifiek
Mogelijk een complete mineralisatie van het pesticide	
Lage operationele kosten	
Lage onderhoudsbehoefte	
Sentinel	
Voordelen	Nadelen
Verwerking van grote volumes afvalwater	Dure methode
Verwerking van een brede range van pesticiden	Getraind personeel nodig
Hergebruik van het restwater	Hoge operationele kosten (chemicaliën, onderhoud)
	Restfractie

Naast de voor- en nadelen die in de tabel opgenomen zijn, is nog een belangrijk verschil dat biologische zuivering in eigen beheer uitgevoerd kan worden, terwijl de Sentinel alleen financieel haalbaar lijkt als één machine een bepaalde regio bedient.

Voor het ene bedrijf is het een voordeel dat de zuivering in eigen beheer uitgevoerd kan worden, zonder afhankelijk te zijn van derden. Dit heeft wel als nadeel dat gedurende de tijd dat de installatie werkt, deze regelmatig (tenminste maandelijks) even gecontroleerd moet worden op verstoppingen, lekkage, e.d. Andere bedrijven zullen de voorkeur geven aan een methodiek waarbij ze er zelf geen omkijken naar hebben. Zuivering met de Sentinel moet dan wel een kostenvoordeel hebben ten opzichte van het afvoeren naar een afvalverwerker.

Zowel bij de Sentinel als bij toepassing van biologische zuivering is het nodig dat het afvalwater gedurende langere tijd opgeslagen kan worden.

5.3.1 Effectiviteit

Sentinel: Toegepast met verdunde ontsmettingsvloeistof van tulp bleek in de praktijkproef van 2012 een verwijderingspercentage van 99.99% haalbaar voor alle geteste middelen.

Biologische zuivering: nog onbekend bij deze zeer hoge concentraties (zie 5.2).. Indien de effectiviteit even goed is als bij lagere concentraties, zou de effectiviteit rond 99% liggen.

5.3.2 Kosten

De kosten voor gebruik van de Sentinel zijn ingeschat op basis van verwerking van 900 liter per keer dat de Sentinel gebruikt wordt. Eén keer per jaar. Omdat i.v.m. de effectiviteit verdunnen (1:3) noodzakelijk is zijn voor het verwerken van 900 liter 4 cycli nodig.

Om de kosten te kunnen vergelijken met die van biologische zuivering, wordt hier ook gekeken naar een installatie die 900 liter per jaar kan verwerken.

Vanwege de hoge concentraties in het afvalwater wordt aangenomen dat drainagewater dat uit het zuiveringssysteem komt, niet geloosd mag worden. We gaan er daarom van uit dat al het water moet verdampen.

De kosten van biologische zuivering liggen bij onverdund verwerken (zie 5.3.2.1) van de ontsmettingsvloeistof lager dan die van zuivering van verdunde vloeistof met de Sentinel (ca. € 250 per bedrijf per jaar tegen ca. € 600,-).

Wanneer voor biologische zuivering verdunning van 1:9 nodig is, zijn de kosten voor het gebruik van de Sentinel ongeveer gelijk aan die van biologische zuivering (zie 5.3.2.2) De kosten voor biologische zuivering zijn hieronder weergegeven. De kosten voor gebruik van de Sentinel zijn beschreven in paragraaf 4.1.

5.3.2.1 Indien zonder of met beperkt verdunnen voldoende te zuiveren

Biofilter

Als het water niet of weinig verdund hoeft te worden, is het volume passend voor verwerking met een Biofilter. Vanwege de hoge concentratie wordt geadviseerd om met standaard-unit te werken met drie filterstappen (drie gestapelde IBC's), met daaraan gekoppeld twee IBC's met een gewas voor extra verdamping. Als de zuivering even goed werkt als met waswater van spuitapparatuur, zou een volume van 3 tot 4 kubieke meter per jaar verwerkt kunnen worden.

De jaarkosten, indien volstaan kan worden met een eenvoudig Biofilter, zouden uitkomen op:

- Aanschafkosten inclusief pompen installatiematerialen en voorraadvaten: circa €2000 (schatting, wordt nog niet commercieel aangeboden).
- Materiaalkosten rond €1000). De gebruikskosten zijn relatief laag: onderhoudsuren en wat materiaalkosten.
- Onderhoud en afschrijving (in 10 jaar): €250 / jaar.

Fytobac / Fytobac®

Er kan ook voor een fyto bac gekozen worden. Uitgaande van verwerking van 900 liter, onverdund, zou een fyto bac van 2 à 3 vierkante meter nodig zijn. De kosten hiervan zouden naar verwachting vergelijkbaar zijn met die van een Biofilter, mits voor een eenvoudige uitvoering wordt gekozen.

5.3.2.2 Indien het water verdund moet worden (10x)

Fytobac

Als het water verdund moet worden lijkt een Fytobac de aangewezen oplossing. Uitgaande van een verdamping van circa 400 L per m² per jaar (onbegroeid oppervlak), en een te verdampen volume van 9000 liter, zou een systeem met een oppervlak van ruim 20 vierkante meter nodig zijn. De kosten om dit aan te leggen zijn sterk afhankelijk van de materiaalkeuze, keuze tussen zelfbouw en kant- en klaar. De aanschaf- of aanlegkosten hierbij variëren naar schatting tussen €2.500 en €15.000, afhankelijk van materiaalkeuze, opties en inzet van eigen arbeid. We nemen aan dat de duurdere systemen met bakken van beton of hard kunststof gemiddeld een langere levensduur hebben dan de relatief goedkope systemen gemaakt van folie. Hierdoor variëren de jaarkosten minder sterk dan de aanleg- of aanschafkosten. Bij deze grotere systemen zijn de kosten voor het aanvullen met stro niet langer verwaarloosbaar.

Jaarkosten voor gebruik en afschrijving (in 10 tot 20 jaar) liggen in dit geval naar schatting tussen €400 en €800 euro per jaar.

Biofilters

Het is ook mogelijk een aantal Biofilters tegelijkertijd te gebruiken. Uitgaande van 9000 liter per jaar zijn 2, of 3 systemen nodig. Jaarkosten: €500 tot €750 per jaar.

6 Conclusies

6.1 Conclusies en discussie

6.1.1 Conclusies

- Door behandeling van 1:3 verdunde ontsmettingsvloeistof in de Sentinel wordt de concentratie van de verschillende middelen in het effluent verlaagd met tenminste 99.99% ten opzichte van het water dat er in ging.
- Bij behandeling van onverdunde dompelvloeistof, mag een lagere effectiviteit verwacht worden (orde grootte variërend van 90 tot 99.9 %).
- De concentraties in het behandelde water zijn, ook bij behandeling van verdunde ontsmettingsvloeistof, voor de meeste stoffen hoger dan de waterkwaliteitsnormen voor oppervlaktewater.
- Het laten bezinken van een dompelbad voor zuivering biedt een eenvoudige mogelijkheid om het grootste gedeelte van de vaste delen uit het dompelbadrestant te verwijderen voor behandeling met de Sentinel. Een zeefstap tussen het bezinken en de Sentinel is dan niet nodig.
- Na behandeling van vuil water / dompelbadrestant met de Sentinel blijft altijd 300 liter vuil water over dat niet geloosd kan worden. Wel kan dit restant in een volgende cyclus weer meegenomen worden.
- Met acht installaties zouden, verspreid over het jaar, de dompelbadrestanten van alle bedrijven verwerkt kunnen worden. (Uitgangspunt: verdunnen van ontsmettingsvloeistof voor zuivering)
- Opslag van dompelbadrestanten en de vaste en vloeibare fracties die hieruit voortkomen na bezinking en verwerking met de Sentinel is toegestaan, op voorwaarde dat dit plaatsvindt boven een bodembeschermende voorziening zoals een vloeistofdichte vloer, verharding of lekbak.
- De kosten van toepassing van biologische zuivering zijn vergelijkbaar met die van een Sentinel als aangenomen wordt dat de vloeistof ook voor biologische zuivering eerst verdund moet worden (aansname 10x).
Indien bij biologische zuivering de ontsmettingsvloeistof niet verdund hoeft te worden, is biologische zuivering circa de helft goedkoper dan zuivering met de Sentinel (1 op 3 verdunde ontsmettingsvloeistof).

6.1.2 Discussie

- Bij intensief gedeeld gebruik van de Sentinel zijn de vaste kosten van de Sentinel relatief laag ten opzichte van de variabele kosten. Aangenomen dat alle dompelbadrestanten verwerkt worden, zijn de kosten per bedrijf circa € 600 per jaar. De belangrijkste aannames hierbij zijn dat er gemiddeld niet meer dan 900 L dompelbadrestant is per bedrijf per jaar, dat voor verwerking met de Sentinel 1:3 wordt verdund, dat het product dat gedompeld wordt relatief schoon is (niet veel aanhangende grond) en dat de vaste restfractie uit de dompelketel en Sentinel als gevaarlijk afval afgevoerd wordt.

- De effectiviteit van biologische zuivering bij de gangbare concentraties middelen in ontsmettingsvloeistof is niet bekend. Indien deze vergelijkbaar met de effectiviteit bij behandeling van waswater wordt een effectiviteit van 99% verwacht. Het zou wenselijk zijn een even hoge effectiviteit te behalen als met de Sentinel (99,99 % na verdunnen).
- De afvoerkosten van de vaste fractie zijn in de berekening gemaakt op basis van het experiment met tulpen ontsmettingsvloeistof in 2012. Deze afvoerkosten zijn € 63 ($47,50 + 10 \text{ (kg)} * €1,50$). Bij de het experiment in 2011 met Lelieontsmettingsvloeistof is een beduidend grotere vaste restfractie waargenomen (55 kg). Voor een dergelijke restfractie zijn de afvoerkosten €140. Gewas en herkomst zijn van invloed op de af te voeren hoeveelheid vast restfractie.
- In de praktijkproef in 2001 (Lelie) is een bezinkingsstap uitgevoerd. In het experiment in 2012 (tulpe) is een dergelijk stap achterwege gelaten. Alhoewel er in het dompelbadrestant van de tulpen veel minder vaste stof zat, dan in het dompelbadrestant van de lelies, is het aan te bevelen altijd een bezinkstap toe te passen. Er gaat dan minder vuil de Sentinel in, waardoor er minder risico is op een (te) lage effectiviteit. Uiteraard is het dan wel een voorwaarde dat het bezinksel op een verantwoorde manier afgevoerd of verwerkt wordt.

Referenties

CBS, 2011. CBS StatLine – Landbouw; gewassen, dieren en grondgebruik naar hoofdbedrijfstype & regio.
<http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/default.aspx?DM=SLNL&PA=80783ned&D1=40&D2=0&D3=0%2c57-70&D4=I&HDR=G2%2cG3&STB=T%2cG1&VW=T>

Wilde, T. de, 2009. Sorption and degradation of pesticides in biopurification systems. PhD-thesis, Universiteit Gent, Faculteit Bio-Ingenieurswetenschappen.

Anonymus, 2012. Bayer Fytobac®. Eenvoudig en verantwoord afvalwater verwerken. Brochure BayYou Services, Bayer CropScience, Mijdrecht.

Anonymus, 2012. Voordelige afvalwaterverwerking op maat. Bouw uw eigen Biofilter. Brochure Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, WageningenUR, Lelystad / Randwijk
In voorbereiding:

Werd, H.A.E. de en J.H. Looij, 2012. Handleiding Fytobac en Biofilter. Werking, constructie en het gebruik voor afvalwater verontreinigd met gewasbeschermingsmiddelen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, WageningenUR.

Bijlage 1: Aantal bedrijven met bloembollen per regio

In onderstaande tabel staat het aantal bedrijven met bloembollen, per 'Groep van Landbouwgebieden'.

Nederland	1 687
Bouwhoek en Hogeland (LG)	26
Veenkoloniën en Oldambt (LG)	37
Noordelijk Weidegebied (LG)	27
Oostelijk Veehouderijgebied (LG)	83
Centraal Veehouderijgebied (LG)	8
IJsselmeerpolders (LG)	214
Westelijk Holland (LG)	952
Waterland en Droogmakerijen (LG)	15
Hollands/Utrechts Weidegebied (LG)	1
Rivierengebied (LG)	15
Zuidwestelijk Akkerbouwgebied (LG)	75
Zuidwest-Brabant (LG)	23
Zuidelijk Veehouderijgebied (LG)	210
Zuid-Limburg (LG)	1

CBS, 2011

Bijlage 2: Hoeveelheid dompelbadrestant per bedrijf

Onderstaande tabel geeft de hoeveelheid resterende ontsmettingsvloeistof (dompelbadrestant) per bedrijf per jaar weer. Het betreft een inschatting door de bedrijven zelf. Het betreft bedrijven die najaarsgeplante (tulp, narcis, hyacint en bijzondere bolgewassen) en voorjaarsgeplante gewassen (lelie, gladiool) telen.

Bedrijf	Teeltomvang (ha)	Restant vloeistof / jaar (l)
1	3	80
2	6	100
3	35	100
4	22	200
5	37	200
6	73	400
7	Niet bekend	500
12	Niet bekend	500
15	Niet bekend	500
8	8	600
9	35	1000
10	35	1000
17	30	1000
11	15	1100
14	100	1200
16	40	1300
13	120	1500
18	60	1500
	gemiddeld	710