



Normstelling verspreidbare baggerspecie

Joop Harmsen, René Rietra, Leonard Osté en Gerlinde Roskam



ALTERRA
WAGENINGEN UR

Normstelling verspreidbare baggerspecie

Joop Harmsen¹, René Rietra¹, Leonard Osté² en Gerlinde Roskam²

1 Alterra

2 Deltares

Dit onderzoek is uitgevoerd door Alterra Wageningen UR in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Themanaam' (projectnummer BO-00.00-000-000.00). Mede opdrachtgevers waren het, Ministerie van Infrastructuur en Milieu en de Unie van Waterschappen.

Alterra Wageningen UR

Wageningen, december 2014

Alterra-rapport 2583

ISSN 1566-7197

Joop Harmsen, René Rietra, Leonard Osté en Gerlinde Roskam, 2014. *Normstelling verspreidbare baggerspecie*. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2583. 52 blz.; 10 fig.; 19 tab.; 28 ref.

Bij de huidige normstelling is het mogelijk dat bij het toepassen of verspreiden van baggerspecie landbouw percelen niet meer voldoen of in de toekomst gaan voldoen aan de criteria voor landbouwkundig gebruik. In dit onderzoek zijn nieuwe normen afgeleid waardoor landbouwkundig gebruik gewaarborgd wordt. Er is nagegaan wat de consequenties van de voorgestelde normen zijn op de hoeveelheid te verspreiden baggerspecie. Gebruik makende van deze rapportage zullen de uiteindelijke normen beleidsmatig worden vastgesteld.

Based on present criteria for spreading or reuse of dredged sediment on agricultural fields, it is possible that these fields will not fulfil the criteria set for agricultural use, now or in the future. In this research criteria are derived to guarantee agricultural use of the land. The impact of these criteria on the amount of dredged sediment to be spread or reused is investigated. Based on this report new criteria for reuse or spreading of sediment will be set.

Trefwoorden: baggerspecie, normstelling, weilanddepot, Besluit Bodemkwaliteit

Dit rapport is gratis te downloaden van www.wageningenUR.nl/alterra (ga naar 'Alterra-rapporten' in de grijze balk onderaan). Alterra Wageningen UR verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2014 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E info.alterra@wur.nl, www.wageningenUR.nl/alterra. Alterra is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
2	Afleiden van criteria voor te verspreiden baggerspecie	10
	2.1 Inleiding	10
	2.2 Normstelling Zware metalen	10
	2.2.1 Verspreidingscriteria en normstellingen voor zware metalen	10
	2.2.2 Consequenties huidige normstelling voor toepassing baggerspecie in weilanddepots	11
	2.2.3 Ontbreken van LAC waarden voor Ba, Co, Mo, Sb, Sn en V.	14
	2.3 Normstelling Organische parameters	17
	2.3.1 Stoffen in standaardpakket baggerspecie	17
	2.3.2 PAK	18
	2.3.3 PCB	19
	2.3.4 Minerale olie	21
	2.3.5 Overige organische stoffen	21
	2.4 Samenvatting van afgeleide normen voor toepassing in een weilanddepot	23
	2.5 Consequenties van de afgeleide norm voor uitspoeling	23
	2.6 Normstelling bij verspreiden van baggerspecie op aanliggend perceel	25
	2.6.1 Inleiding	25
	2.6.2 Zware metalen	25
	2.6.3 Organische verontreinigingen	28
	2.6.4 Consequenties voor normstelling bij verspreiden op aanliggende percelen	30
3	Consequenties criteria afgeleid in hoofdstuk 2	31
	3.1 Het gebruikte databestand	31
	3.2 Getalsmatige consequenties van afgeleide normen	32
4	Nadere beschouwing van de consequenties uit hoofdstuk 3	35
	4.1 Inleiding	35
	4.2 $msPAF_{\text{metalen}}$ en $msPAF_{\text{organisch}}$	35
	4.3 Rapportage van kleiner dan waarden	35
	4.4 Stofconcentraties onder de rapportagegrens bij berekening $msPAF_{\text{organisch}}$	36
	4.5 Overige stoffen	37
	4.6 Voorstellen voor nader te onderzoeken normstelling	37
5	Voorstel actualisatie normen en consequenties	39
	5.1 Normen en landelijke consequenties	39
	5.2 Regionale consequenties	40
	5.3 Baggerspecie met laag organisch stof gehalte	41
	5.4 Verandering in de te verspreiden hoeveelheden t.o.v. oude normstelling	42
6	Conclusie en aanbevelingen	44
	Literatuur	47
	Bijlage 1 Het aantal overschrijdingen bij gebruik van de normen geformuleerd in Tabel 9	49
	Bijlage 2 Minerale olie	50

Samenvatting

Aanleiding voor dit onderzoek was de zorg dat de huidige normstelling voor het verspreiden van baggerspecie op aangrenzend perceel onvoldoende bescherming biedt voor de landbouw. Dit geldt des te meer voor weilanddepots, omdat hier een dikkere laag wordt verspreid. Deze weilanddepots worden vaak aangelegd op laaggelegen percelen met het uiteindelijke doel het perceel te verhogen en daardoor de fysische landbouwkundige kwaliteit te verhogen. De kwaliteit van de toegepaste bagger moet zodanig zijn dat de kwaliteit van de landbouwkundige producten afkomstig van het perceel niet ter discussie staan. Hiertoe zijn voor bodem de LAC-waarden gedefinieerd. De LAC-waarde is een signaleringswaarde en bij overschrijding moet worden gekeken of het gebruik of de kwaliteit van de producten vragen om het nemen van maatregelen.

In het onderzoek naar het verspreiden van baggerspecie is geconcludeerd dat met de normstelling voor het verspreiden van baggerspecie in het Besluit Bodemkwaliteit het mogelijk is dat de LAC-waarde wordt overschreden. In dit onderzoek is nagegaan of er aanvullende normen noodzakelijk zijn om te garanderen dat de bodem in weilanddepots, en op percelen waarop regelmatig bagger wordt verspreid, in de toekomst zullen voldoen aan de LAC-waarden en dus aan de basis blijven staan van een goede voedselkwaliteit.

Uitgaande van de LAC-waarden zijn er normen afgeleid waaraan baggerspecie moet voldoen opdat heringerichte weilanddepots, en percelen waarop bagger wordt verspreid, geschikt zijn en blijven voor de landbouw. Voor de stoffen barium (Ba), cobalt (Co), molybdeen (Mo), antimoon (Sb), tin (Sn) en vanadium (V) bestaan er geen LAC-waarden. Er is nagegaan of deze nodig zijn en zo nodig is een waarde geformuleerd.

Gebaseerd op de resultaten van het gerapporteerde onderzoek, wordt het volgende voorgesteld: Het uitgangspunt van de huidige systematiek blijft ongewijzigd. De meeste stoffen worden genormeerd middels twee mengselnormen: de $msPAF_{\text{metalen}}$ en de $msPAF_{\text{organisch}}$. De $msPAF$ voor metalen blijft gehandhaafd op 50%. De norm voor organische verontreinigingen wordt aangescherpt tot 15%, wat er voor zorgt dat de LAC-waarde voor Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK) niet zal worden overschreden. Ook de bestaande individuele normen voor cadmium (Cd) en minerale olie worden aangepast. Er is een aanvullende norm nodig voor nikkel (Ni) om een regelmatige mogelijkheid tot overschrijding van de LAC-waarde te voorkomen (1,8% van de monsters). Een aantal stoffen¹ lood (Pb), arseen (As), chroom (Cr), kwik (Hg) en PCB's komen weinig voor boven de afgeleide waarde (per parameter < 0,5% van de monsters). Zonder aanvullende norm mogen deze stoffen tot de interventiewaarde aanwezig zijn. Dit zal slechts incidenteel gebeuren, maar vervolgens kan er dan wel een discussie ontstaan over de kwaliteit van de landbouwproducten. In Tabel 1 is daarom een voorstel voor normen voor deze stoffen gedaan.

Uitgaande van een database met 14328 geschikte analysesets van waterbodems, afkomstig van de meeste Waterschappen in Nederland, is nagegaan wat de consequentie is van de voorgestelde normstelling op de verspreidbaarheid van baggerspecie. Dit is onderzocht voor individuele parameters en voor een combinatie van de belangrijkste parameters $msPAF_{\text{metalen}}$, $msPAF_{\text{organisch}}$, Cd, Ni en minerale olie. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 1.

Toepassen van de van de eerste vijf normen in Tabel 1 betekent dat er 4,9% minder bagger verspreid kan worden ten opzichte van de huidige normstelling. Voor individuele waterschappen varieert de vermindering van de verspreidbare hoeveelheid van 1,7% tot 12,2%. Hierbij moet wel worden aangetekend dat er sowieso grote regionale verschillen zijn in de verspreidbaarheid van bagger (in

¹ Op basis van een eerste analyse zou molybdeen (Mo) ook in aanmerking komen voor een aanvullende norm, maar dit werd vooral bepaald door een hoge rapportagegrens.

verschillende waterschappen varieert het percentage verspreidbare baggerspecie van 42 tot 98% van de totale hoeveelheid te baggeren baggerspecie). Opnemen van de laatste vier normen in Tabel 1 zal zorgen voor een procent extra niet verspreidbare baggerspecie.

De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van de bestaande database waarin de kwaliteitsgegevens van baggerspecie van de meeste waterschappen zijn opgenomen. Bij de discussie van de resultaten met de waterschappen bleek dat diverse waterschappen meer monsters meten in verdachte gebieden en minder meten in schone gebieden. Het databestand is dus niet volledig representatief voor de kwaliteit van de baggerspecie Nederland en de berekende percentages niet verspreidbare bagger zijn te beschouwen als een hoogste schatting.

Tabel 1

Voorgestelde aanpassing van de normstelling voor het verspreiden van baggerspecie in een weilanddepot en de consequentie voor de hoeveelheid verspreidbare bagger in vergelijking met de huidige normstelling.

	msPAF	mg/kg ds	Afname verspreidbare hoeveelheid baggerspecie
			%
Metalen	50%		0
Cd		2,7	0,2
Ni		58	1,8
Organisch	15%		2,5
Minerale olie		1250	0,4
Alle 5 bovenstaande normen			4,9
Pb		183	0,5
Hg		2,9	0,2
PCB		0,24	0,2
As		65	0,1

Bestrijdingsmiddelen maken geen deel uit van de verplicht te meten stoffen, maar worden toch wel vaak gemeten en vervolgens ingevoerd voor de berekening van de $msPAF_{organisch}$. Als de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen niet kan worden gerapporteerd (gehalte < rapportagegrens) wordt er gerekend met 0,7* de rapportagegrens. Bij lage organische stofgehalten zorgt deze wijze van berekenen tot een bijdrage aan de $msPAF_{organisch}$ van 6,7%, wat niet logisch overkomt. Beleidsmatig moet hiervoor een passende oplossing worden gezocht, die aansluit bij de toetsingssystematiek.

Omdat de resultaten van dit onderzoek aangeven dat er minder bagger kan worden verspreid, is het waarschijnlijk dat er beleidsmatige discussies gevoerd gaan worden over de voorgestelde nieuwe normstelling. Hierbij is het van belang te weten dat de voorgestelde normstelling twee elementen bevat: 1) voorkomen dat de toxische druk te hoog wordt (voldoen aan msPAF-criteria), en 2) voorkomen dat percelen minder geschikt worden voor landbouwkundige productie (voldoen aan normen voor individuele parameters). In de discussie zullen beide elementen een rol moeten spelen. De uiteindelijke normen zullen beleidsmatig worden vastgesteld.

In dit rapport wordt gebruik gemaakt van de volgende terminologie

- **Oude normstelling** – Normstelling voor te verspreiden baggerspecie geldend vóór 2008 (Bovengrens klasse 2)
- **Huidige normstelling** – Normstelling geformuleerd in het Besluit Bodemkwaliteit van 2008

1 Inleiding

Aanleiding voor dit onderzoek was de zorg dat de huidige normstelling voor het verspreiden van baggerspecie op aangrenzend perceel onvoldoende bescherming biedt voor de landbouw. Dit geldt des te meer voor weilanddepots, omdat hier een dikkere laag wordt verspreid. Naast het verspreiden van baggerspecie op aanliggende percelen is dit toepassen van verspreidbare baggerspecie in een weilanddepot een procedure die steeds meer wordt toegepast. Weilanddepots worden meestal ingericht op laaggelegen, natte percelen, waardoor na ophoging de landbouwkundige waarde wordt verhoogd. Bij de inrichting van een weilanddepot worden er eerst kaden gemaakt van de oorspronkelijke bodem (Figuur 1). De baggerspecie wordt binnen de kaden aangebracht en gerijpt. Bij de herinrichting wordt de overtollige grond van de kaden verspreid over het perceel en dit geeft een schone laag met de kwaliteit van de oorspronkelijke bodem op de gerijpte bagger. Na herinrichting van het depot vinden er opnieuw landbouwkundige activiteiten plaats. In veel situaties voldoet het perceel dan niet aan de achtergrondwaarde, maar is landbouwkundige activiteit, waarbij gezond voedsel wordt geproduceerd nog goed mogelijk. Het eindresultaat is een verbetering van de landbouwkundige situatie en veel agrariërs stellen dan ook percelen ter beschikking.



Figuur 1 Schematische opzet van een weilanddepot (links) en een heringericht weilanddepot in gebruik als weiland (rechts).

Een belangrijke voorwaarde bij het maken van een weilanddepot is dat er later geen discussie kan zijn over de kwaliteit van de bodem waarop uiteindelijk voedsel wordt geproduceerd. De normstelling speelt hierbij een belangrijke rol. In het onderzoek naar de verspreiding van baggerspecie (Harmsen *et al.*, 2012) is geconcludeerd dat het met de huidige normstelling in theorie mogelijk is dat de kwaliteit van de bodem zodanig achteruit gaat dat er vragen kunnen worden gesteld ten aanzien van de bodemkwaliteit en bijbehorende voedselveiligheid. Het is mogelijk dat de LAC-waarde² wordt overschreden. Het niet meer kunnen voldoen aan de LAC-waarde heeft consequenties voor de landbouwkundige bedrijfsvoering en de waarde van het perceel. Deze consequenties hebben geen rol gespeeld bij het vaststellen van de verspreidingsnorm in 2008. Belangrijke reden voor het mogelijk overschrijden van de LAC-waarde is dat in de huidige normstelling (Besluit Bodemkwaliteit, 2008) wordt uitgegaan van de msPAF waarde (meer soorten Potentieel Aangetaste Fractie). Dit is een ecologische norm die er op gericht is om de toxische druk te beperken. In deze waarde zijn individuele

² In 1991 zijn de LAC-sigitaalwaarden afgeleid als richtlijn voor de beoordeling van de bodemkwaliteit voor landbouwkundige doeleinden. Uitgangspunten waren het realiseren van een goede gewaskwaliteit, het voorkomen van effecten op de diergezondheid en het voorkomen van fytotoxiciteit. In 2006 zijn de LAC-sigitaalwaarden opnieuw afgeleid met medeneming van de nieuwste inzichten (Römken *et al.*, 2007). De nieuwe advieswaarden voor de landbouw, LAC2006 genoemd, hebben in het Besluit Bodemkwaliteit geen wettelijke status. Het blijven advieswaarden voor de individuele landbouwer om de kwaliteit van de bodem voor een bepaald gebruik te evalueren.

gehalten verdisconteerd. Niet alle stoffen tellen even zwaar mee, en doorvergiftiging wordt niet meegenomen. Voor cadmium is dit onderkend en hier is dan ook een aanvullende norm voor gedefinieerd (Osté *et al.*, 2008).

In de praktijk van het verspreiden van baggerspecie zal overschrijden van de LAC-waarden het eerst gaan optreden bij weilanddepots omdat hier een dikke laag bagger wordt toegepast. Dit in tegenstelling tot het verspreiden van bagger op de kant, waarbij een dunne laag wordt verspreid, die vervolgens wordt opgemengd met de onderliggende, vaak schonere bodem van het perceel. Effecten van een verhoogd gehalte in de bagger worden bij het periodiek verspreiden van dunne lagen baggerspecie pas op langere termijn merkbaar.

In Harmsen *et al.* (2012) is ook geconcludeerd dat de in de praktijk verspreide baggerspecie meestal schoner was dan de maximaal toegestane gehalten en dat slechts een beperkt deel een kwaliteit had net onder de maximaal toegestane gehalten. Dit zijn de bovengrens klasse 2 voor bagger verspreid vóór 2008 en $msPAF_{\text{metalen}} < 50\%$ en $msPAF_{\text{organisch}} < 20\%$ voor bagger verspreid binnen het Besluit Bodemkwaliteit. Verscherpen van normen zal er in principe voor zorgen dat de hoeveelheid verspreidbare baggerspecie zal verminderen. Omdat het voornoemde onderzoek concludeerde dat deze vermindering wel eens mee kan vallen is er enige ruimte ontstaan en is het misschien mogelijk binnen het beleidsmatige kader, waarbinnen bij voorkeur niet minder bagger wordt verspreid, toch te komen met een verscherping van de normstelling. Hierdoor kan het niet gewenste effect van het niet meer kunnen voldoen aan landbouwkundige criteria worden voorkomen. In Harmsen *et al.* (2012) is in het midden gelaten of aanpassing van de criteria moet gebeuren via aanpassing van de msPAF of via het toevoegen van criteria van individuele stoffen. Op beide mogelijkheden wordt ingegaan in deze rapportage.

Een weilanddepot wordt ingericht om de mogelijkheden voor de landbouw te verbeteren. Landbouw vindt plaats op een gerijpte, gestructureerde en aerobe bodem³. Baggerspecie is slap en ongestructureerd en moet via rijping worden omgezet in een voor de landbouw geschikte bodem. Hierbij vinden fysische en chemische veranderingen plaats, die gunstig zijn voor de structuur van de bodem en het uiteindelijk gebruik. Door de aanwezigheid van sulfiden in de bagger is het mogelijk dat er tijdens de rijping verzuring optreedt als gevolg van de oxidatie van sulfide, wat zonder compensatiematregelen minder gunstig is voor het gebruik. De rijpingsprocessen staan los van de gehalten waarop wordt getoetst en zijn van belang voor zowel baggerspecie die ruim voldoet aan de AW2000 waarde als net voldoet aan het criterium voor verspreiden. De mogelijkheden tot verzuring is niet opgenomen in de wetgeving en er wordt bijvoorbeeld niet getoetst op het sulfidegehalte. In deze rapportage wordt er wel op ingegaan, omdat zowel bij de msPAF als bij de LAC-waarde er van uit wordt gegaan dat de te toetsen bodem een normale pH heeft. In een depot kan als er geen compenserende maatregelen (bekalken) worden genomen de pH dalen tot ca. 4 (Harmsen *et al.*, 2012).

Vijf procent van de als schoon veronderstelde bodems bevatten een verhoogd gehalte aan verontreinigingen en hiernaast zijn niet alle binnen de landbouw in gebruik zijnde bodems onverdacht. Verhoogde gehalten aan zware metalen kunnen worden aangetroffen in bijvoorbeeld toemaakgronden, langs de grote rivieren en in de Kempen. In het onderzoek naar verspreiden van baggerspecie (Harmsen *et al.*, 2012) bleek ook dat het achtergrondgehalte meer bepalend was voor het gehalte in de stroken waar bagger was verspreid dan de via de bagger toegevoegde hoeveelheid. De baggerspecie kan zelfs minder verontreiniging bevatten dan de bodem waarop de bagger wordt verspreid. Een voorbeeld hiervan is DDT. Dit is gebruikt in boomgaarden en via afspoeling van grond in de sloot terecht gekomen. Bij een verhoogd achtergrondgehalte is het mogelijk dat een LAC-waarde

³ In deze rapportage is niet ingegaan op een situatie waarin het depot ook op langere termijn anaerob blijft. Een voorbeeld hiervan is het creëren van een wetland, waarbij het peil van het oppervlaktewater tot in het maaiveld komt. Onder anaerobe condities zijn de zware metalen minder mobiel en kunnen hogere metaalgehalten acceptabel zijn. Er vindt echter ook geen afbraak plaats van PAK en minerale olie en er moet rekening worden gehouden met het constant blijven van de gehalten van deze stoffen.

in de oorspronkelijke bodem al is overschreden. Deze situatie wordt niet uitgebreid behandeld in deze rapportage. Het vraagt om gebiedsspecifiek beleid.

Dit onderzoek is in eerste instantie opgezet om na te gaan wat de kwaliteit van baggerspecie, die wordt toegepast in een weilanddepot, mag zijn zonder dat hierdoor toekomstig landbouwkundig gebruik in gevaar komt. In tweede instantie is nagegaan of de normstelling ook toepasbaar is voor het regelmatig verspreiden over aanliggende percelen. Hiernaast is onderzocht wat de consequenties van een aangescherpte norm zijn ten aanzien van de hoeveelheid te verspreiden baggerspecie. Het onderzoek is uitgevoerd door Alterra in samenwerking met Deltares. Het onderzoek is namens de opdrachtgevers begeleid door Tommy Bolleboom, Johan de Jong en Reinier Romeijn. De eerste resultaten zijn op 3 oktober besproken in de subwerkgroep 8 'Verspreiden aangrenzend perceel' van de Task Force 1.

Leeswijzer:

Op basis van de bestaande normen en criteria belangrijk voor een veilige landbouw (met name LAC-waarden) wordt in hoofdstuk 2 beschreven waaraan baggerspecie moet voldoen om te kunnen worden toegepast in een weilanddepot. Criteria zijn afgeleid voor zowel zware metalen als organische verontreinigingen. Overwegingen die meewegen bij het vaststellen van de criteria worden beschreven. In het tweede deel van het hoofdstuk wordt ingegaan op de normen voor het regelmatig verspreiden van baggerspecie in een dunne laag op aanliggende percelen. Hierna wordt in hoofdstuk 3 beschreven wat de invloed is van de afgeleide criteria voor de hoeveelheid te verspreiden baggerspecie. Voor een aantal verontreinigingen heeft dit geleid tot discutabele hoeveelheden die minder verspreid kunnen worden en dit wordt besproken in hoofdstuk 4, wat leidt tot een uiteindelijk voorstel in hoofdstuk 5 voor de criteria, waarbij ook is aangegeven wat dit betekent voor de hoeveelheid te verspreiden baggerspecie.

2 Afleiden van criteria voor te verspreiden baggerspecie

2.1 Inleiding

In het Besluit Bodemkwaliteit zijn de criteria voor het verspreiden van baggerspecie gebaseerd op de msPAF waarden voor zware metalen en organische verontreinigingen. Vanuit landbouwkundig oogpunt is het gewenst rekening te houden met de LAC-waarden als maat voor de geschiktheid voor de landbouw. In dit hoofdstuk is uitgaande van de msPAF waarden nagegaan welke aanvullende eisen noodzakelijk zijn om uiteindelijk ook te kunnen voldoen aan de LAC-waarden.

2.2 Normstelling Zware metalen

2.2.1 Verspreidingscriteria en normstellingen voor zware metalen

Voor het verspreiden van baggerspecie geldt in de huidige normstelling het msPAF criterium, hetgeen een optelsom is van individuele PAF's van verschillende stoffen. Dit wijkt af van de criteria voor de achtergrondwaarde, de bodemgebruiken wonen, industrie en de interventiewaarde volgens de Circulaire Bodemsanering, die specifieke gehalten geven per stof. In de oude normstelling, vóór 2008, moest te verspreiden bagger ook voldoen aan specifieke gehalten (maximum voor klasse 2 baggerspecie of Toetsingswaarde). In Tabel 2 is een overzicht gegeven van de verschillende normen. In deze tabel is voor elk gehalte ook aangegeven wat de bijbehorende individuele PAF is. Alle gehalten weergegeven zijn die voor een standaard bodem (10% organische stof, 25% lutum, en aanvullend pH = 5,5).

Tabel 2

Overzicht van normen voor zware metalen in baggerspecie en bijbehorende PAF.

Ele- ment	Oude normstelling				Huidige normstelling							
	Grenswaarde		Toetsings- waarde		AW2000		Wonen		Industrie		Interventie- waarde	
	mg/kg ds	PAF (%)	mg/kg ds	PAF (%)	mg/kg ds	PAF (%)	mg/kg ds	PAF (%)	mg/kg ds	PAF (%)	mg/kg ds	PAF (%)
Cd	2	0,8	7,5	12,9	0.6	0	1,2	0,1	4,3	5,0	14	28,7
Hg	0.5	0,1	1.6	1,4	0.15	0	0,83	0,4	4,8	7,0	36	41,7
Cu	36	0	90	50,9	40	0	54	11,3	190	91,3	190	91,3
Ni	35	0	45	0,3	35	0	39	0,1	100	6,8	210	22,3
Pb	530	25,4	530	25,4	85	0	210	7,9	530	25,4	530	25,4
Zn	480	52	720	70,4	140	0	200	8,9	720	70,4	2000	95,1
Cr	380	12,4	380	12,4	55	0	62	0,1	180	5,3	180	5,3
As	55	4,5	55	4,5	20	0	27	0,4	76	8,0	76	8,0
Sb ¹					4,0	0	15	3,7	22	6,0	25	6,9
Ba					190	0	550	0	920	0	920	0
Co					15	0	35	17,3	190	47,6	190	47,6
Mo					1,5	0	88	5,4	190	10,6	190	10,6
Sn ¹					6,5	0	180	38,5	900	62,6	900	52,6
V ¹					80	0	97	0,6	250	43,4	250	43,4

¹ Maakt geen deel uit van standaardmeetpakket

De doorvergiftiging naar de mens wordt meegenomen in de normen van de Regeling Bodemkwaliteit en specifiek voor verschillende gebruiksvormen, bijvoorbeeld wonen met tuin. De cijfers bij moestuin zijn niet gegeven in de wet maar wel in een NOBO rapport (Ministerie van VROM, 2009). Ze zijn iets lager dan wonen met tuin.

In het Besluit Bodemkwaliteit (2008) is als verspreidingscriterium echter uitgegaan van de msPAF. Dit is de optelsom van alle individuele parameters. Als bovengrens is uitgegaan van de Interventiewaarde. Onderkend is dat msPAF niet beschermend genoeg is in het geval van doorvergiftiging. Als eindpunt in het geval van voedselgewassen kunnen de normen voor humane voeding en diervoeding gehanteerd worden. Zo is voor Cd is onderkend dat dit element weinig bijdraagt aan de msPAF en wel relevant is voor voedselgewassen. Daarom is voor Cd de toetsingswaarde van 7,5 mg/kg uit het oude normenkader (zie Tabel 2) gehandhaafd. Ook voor de nieuwe stoffen golden individuele criteria (Ba 395, Co 25 en Mo 5 mg/kg d.s.). Co en Mo zijn evenals Sb, Sn en V in 2011 opgenomen in de msPAF (Osté *et al.*, 2011), waardoor de individuele normen niet meer nodig waren.

Uit Tabel 2 blijkt dat met name koper en zink sterk bijdragen aan de msPAF. Zouden zowel koper als zink het enige metaal zijn met een gehalte groter dan de achtergrondwaarde, dan mag bagger met een kopergehalte groter dan 89 mg/kg ds en een zinkgehalte groter dan 461 mg/kg ds niet worden verspreid. Voor koper is dit gehalte vergelijkbaar met het toegestane gehalte in de oude normstelling, voor zink is het gehalte strenger. Voor alle overige elementen (behalve tin) verschuift het maximale gehalte naar de interventiewaarde. Tin maakt, net als antimoon en vanadium, geen deel uit van het reguliere meetpakket en wordt dus ook niet meegenomen in de afweging of bagger verspreidbaar is of niet.

2.2.2 Consequenties huidige normstelling voor toepassing baggerspecie in weilanddepots

Een weilanddepot wordt uiteindelijk weer landbouwkundig in gebruik genomen. De kwaliteit moet dan zodanig zijn dat dit de landbouwkundige praktijk niet in de weg staat en dat de kwaliteit van het voedsel afkomstig van het perceel voldoet aan alle criteria. De LAC-waarden (Romkens *et al.*, 2007) zijn ontwikkeld als een signaalwaarde voor nader onderzoek, en zijn gebaseerd op de bescherming van de productkwaliteit van plantaardige en dierlijke oorsprong. Daarnaast is de risicotoolbox ontwikkeld waarin relaties tussen bodem en productkwaliteit staan om de effecten van locatiespecifiek maximale waarden te evalueren. In de risicotoolbox zijn naast productkwaliteit ook relatie met doorvergiftiging in natuur opgenomen.

In tegenstelling tot de andere normstelling zijn de LAC-waarden niet gebaseerd op de standaardbodem, maar gaat het om het gemeten gehalte (mg/kg ds). Bij de LAC wordt onderscheid gemaakt in zand, klei en veen. Gemiddelde organische stof en lutum gehalten voor deze gronden zijn gegeven in Tabel 3.

Tabel 3

Gemiddelde waarden van organische stof en lutum in zand veen en klei(De Vries et al., 2008).

Grondsoort	Organische stof (%)	Lutum (%)
Zand	3	3
Klei	3	25
Veen	30	15

De waarden voor organische stof en lutum in zand zijn lager dan die in de standaardgrond. Voor dit onderzoek heeft dit de volgende consequenties:

- In het databestand is uitgegaan van standaardgrond. De gecorrigeerde gehalten van verontreinigingen in zand zijn hoger dan de gemeten gehalten. De hoeveelheden zandige bagger met een gehalte hoger dan een bepaalde LAC-waarde zijn daarom een overschatting;

-
- Het bepalen van de norm voor verspreiding op basis van een standaardgrond, betekent dat in een zandige specie de maximale toegestane waarde lager zal zijn. De LAC-waarden in zand zijn overigens ook scherper, bijvoorbeeld voor cadmium 1 mg/kg ds en voor zink 150 mg/kg ds.

Voor baggerspecie geldt vaak dat het organisch stof gehalte in de specie hoger is dan die in de omliggende bodem, door afsterven van waterplanten en inwaaien blad. In 'zand'-waterschappen als Groot Salland en Brabantse Delta bevat de landelijke bagger gemiddeld 5,5 en 3,8% organische stof (Roskam *et al.*, 2013). Stedelijke bagger in Groot Salland bevat gemiddeld 7,1% organische stof. In de kleiwaterschappen Hollandse Delta en Zuiderzeeland liggen de organische stof gehalten rond de 7 en 9%. Als hier rekening mee wordt gehouden, dan benaderen de organische stofgehalten in zand en klei respectievelijk 5% en 10%. Voor veen geldt ten aanzien van de organische stof vaak het omgekeerde en bevat het veen meer dan 10% organische stof.

Door het ontbreken van coördinaten in het gebruikte databestand is het niet mogelijk de herkomst van de bagger te koppelen aan de bodemkaart en daarmee aan een bepaalde grondsoort. Om bovenstaande redenen is in dit onderzoek uitgegaan van de 'gemiddelde' situatie, klei. Dit kan worden beschouwd als een 'worst case' benadering.

In Tabel 4 is weergegeven wat uitgaande van de huidige normstelling theoretisch het maximale gehalte in verspreidbare baggerspecie mag zijn voor de verschillende zware metalen, aangenomen dat ze het enige element zijn met een verhoogd gehalte. Dit gehalte wordt vergeleken met LAC-waarden. De interventiewaarde en de AW2000waarde zijn ook weergegeven. In de laatste kolom is vervolgens weergegeven wat het maximale gehalte zal zijn in een heringericht weiland waarin de gerijpte bagger is afgedekt met 10 cm schone grond die voldoet aan de achtergrond waarde⁴. Op den duur zal deze grond mengen met de onderliggende 20 cm gerijpte bagger door bodembewerking en bioturbatie. In de berekeningen in deze rapportage is er van uitgegaan dat de afdeklaag 10 cm dik is. Een situatie die ook is aangetroffen bij het depot Aanen (Harmsen *et al.*, 2013). Wordt deze laag dunner, dan kan er eerder overschrijding plaats vinden van de LAC-waarde. Vetgedrukte gehalten geven aan dat overschrijding van de LAC-waarde mogelijk is.

⁴ Bij het maken van een weilanddepot worden er kaden gemaakt van de onderliggende grond. Deze kaden worden bij de herinrichting weer gebruikt als afdekgrond. Door bij de berekeningen in tabel 2 en 3 gebruik te maken de AW2000 waarde is het maximale gehalte een worst case benadering. De AW2000 waarde is immers de bovengrens van gehalten in schoon veronderstelde grond. 95% van de schone grond zal lagere gehalten bevatten. Als het verschil tussen het maximale gehalte en de AW 2000 waarde groot is, zoals bij kwik, dan heeft dit weinig effect op het maximale gehalte. Bij nikkel en koper is het verschil echter kleiner, waardoor er wel een effect is. Als er bijvoorbeeld voor nikkel wordt uitgegaan van de waarde 11,3 mg/kg ds waaraan 50% van de monsters voldoet (Lamé *et al.*, 2004), dan mag de bagger 69 in plaats van 58 mg/kg ds bevatten. Voor de berekening is er voor gekozen uit te gaan van AW2000 en geen rekening te houden met het lokale gehalte van de aanwezige afdekgrond.

Tabel 4

Theoretisch toegestaan gehalte in verspreidbare baggerspecie vergeleken met LAC-, interventie en AW2000waarde. De laatste kolom is het voorspelde gehalte in een weilanddepot. Alle gehalten in mg/kg ds.

Element	Toegestaan gehalte in bagger	LAC-waarde voor klei		Interventiewaarde	AW2000	Voorspelling weilanddepot
		Beweid grasland	Akkerbouw voor veevoer			
Cd	7,5	2	3	13	0,6	5,2
Hg	36	2	2	36	0,15	24
Cu	89	30/80	80	190	40	<u>73</u>
Ni	210	50	50	210	35	152
Pb	530	150	200	530	85	382
Zn	461	660	660	720	140	354
Cr	180	180	180	180	55	138
As	76	50	50	76	20	57
Ba	395			920	190	327
Co	25			190	15	22
Mo	5			190	1,5	3,8

In de laatste kolom van Tabel 4 zijn de gehalten vetgedrukt als het gehalte hoger is dan de LAC-waarden. Het gehalten voor koper is onderstreept en hierbij is een beperkt bodemgebruik⁵ mogelijk. Voor zink en chroom blijft al het bodemgebruik mogelijk. Voor barium, kobalt en molybdeen met cursieve gehalten bestaan geen LAC-waarden. Het zal duidelijk zijn dat bij gebruik van het maximaal toegestane gehalte na herinrichting van het depot er risico's voor de landbouw en er geen of beperkte landbouw mogelijk kan zijn.

Met dezelfde aanname als voor de laatste kolom in Tabel 4 kan worden uitgerekend wat het gehalte in de bagger mag zijn om te blijven voldoen aan de LAC-criteria (Tabel 5). Voor koper is bij de gevoeligste waarde van 30 mg/kg ds dan zelfs grond die net voldoet aan de AW2000 waarde niet bruikbaar omdat deze waarde al hoger is dan de LAC-waarde. Deze lage waarde geldt bij begrazing door schapen. In de praktijk is gebleken dat bij een gehalte van 20-30 mg/kg ds geen effecten van koper op schapen zijn aangetoond. Voor al het andere gebruik wordt uitgegaan van de hogere LAC-waarde van 80 mg/kg ds. En deze hogere waarde is gebruikt in de berekening.

⁵ Bij een verhoogd kopergehalte wordt begrazing door schapen afgeraden. Hiervoor bestaat de LAC-waarde van 30 mg/kg ds. Begrazing door schapen is een te vermijden activiteit. Voor de teelt van gewassen bestaat de LAC-waarde van 80 mg/kg ds.

Tabel 5

Maximaal gehalte in baggerspecie om te voldoen aan LAC beweiding klei en bijbehorende msPAF en maximaal toegestaan gehalte uitgaande van menging 10 cm grond met AW2000 waarden en 20 cm gerijpte bagger.

Element	Maximaal berekend gehalte (mg/kg ds)	Bijbehorende PAF (%)	Maximaal toegestane gehalte
Cd	2,7	1,8	2,7
Hg	2,9	3,6	2,9
Cu	100	59	89
Ni	58	1,4	58
Pb	183	5,4	183
Zn	920	79,2	461
Cr	243	7,8	243
As	65	6,2	65

Tabel 5 laat zien dat voor koper en zink het maximale gehalte waarbij wordt voldaan aan de LAC-waarde groter is dan de waarde horende bij een msPAF van 50%. De msPAF waarde is dus een veilig criterium voor deze elementen. Een $msPAF_{\text{metalen}} < 50\%$ betekent dat het koper en zinkgehalte kleiner zal zijn dan respectievelijk 89 en 461 mg/kg ds. Uitgaande van de msPAF van 50% en de berekende gehalten in kolom 2 van Tabel 4 zijn de maximaal toegestane gehalten weergegeven in de laatste kolom van Tabel 5. In de praktijk zullen de maximale aanwezige gehalten van zink en koper lager zijn omdat beide elementen aanwezig zullen zijn, waardoor de msPAF van 50% eerder zal zijn overschreden.

Voor chroom is het maximale gehalte nu groter dan de interventiewaarde. Het is niet toegestaan om bagger met een gehalte groter dan de interventiewaarde te verspreiden. Voor chroom is het dus niet nodig om een maximale waarde vast te stellen, omdat de interventiewaarde in relatie tot de LAC-waarde beschermend genoeg is.

2.2.3 Ontbreken van LAC waarden voor Ba, Co, Mo, Sb, Sn en V.

Er zijn LAC waarden, en relaties in de risicotoolbox (de Nijs *et al.*, 2008) voor diverse stoffen maar niet voor Ba, Co, en Mo Sb, Sn, V. Deze stoffen werden in 2007 bij het ontstaan van de Regeling Bodemkwaliteit niet maar nu wel meegenomen in de msPAF normering voor te verspreiden bagger (Regeling Bodemkwaliteit, 2013). Bij aanvang werd Ba, Co en Mo genormeerd via maximale waarden in baggerspecie.

Zoals voor Cd, Pb en Hg kan ook bij de genoemde zes stoffen de vraag gesteld worden of ze, naast directe effecten (msPAF), er ook doorvergiftiging kan optreden. In Tabel 6 zijn karakteristieken in relatie tot doorvergiftiging weergegeven.

Tabel 6

Karakteristieken in relatie tot doorvergiftiging.

Element	AW2000 (mg/kg grond ds)	Maximaal toelaatbaar als additief in diervoer (mg/kg voer ds) ³	Maximaal toelaatbaar in diervoer op basis van diergezondheid ¹ (mg/kg voer ds)	Normaal gehalte in diervoer ² (mg/kg voer ds)
Ba	190	-	100, (100), (100), -, -	
Co	15	2	25, 100, (25), 25,25	0,10-0,06 ²
Mo	1,5	2,5	100,(150), (5), 5,5	2,7-0,4 ²
Sb	4,0	-	-	
Sn	6,5	-	(100)	
V	80	-	<5, (10), (10), 50, 50	0,001 - 2 ⁴

¹ voor diverse groepen van landbouwhuisdieren (gevogelte, varkens, paard, rund, schaap), tussen haakjes indien extrapolatie, of (-) onbekend (NRC, 2005)

² gras, ingekuilde mais (Commissie Onderzoek Minerale Voeding, 2005)

³ Directive 70/524/EEC, Regulation 1831/2003 (2003), Regulation 1334/2003

⁴ Van Paemel *et al.*, 2000;

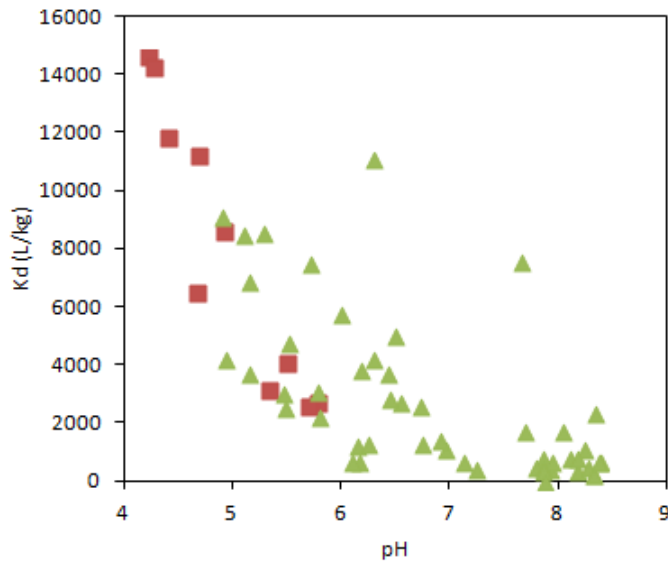
Barium is voor dieren en planten geen nutriënt. Het komt van nature voor in bodems. Toxiciteit voor dieren vindt plaats bij relatief hoge gehalten in voer. Er zijn vrijwel geen gegevens van barium in gewassen (NRC, 2005). Er kan daardoor geen doorvergiftiging berekend worden.

Kobalt is voor dieren een nutriënt welke bij sterk verhoogde gehalten toxisch is. De msPAF systematiek houdt geen rekening met doorvergiftiging naar landbouwhuisdieren. De gehalten waarbij toxische effecten optreden liggen echter ver boven normale gehalten en treden dan ook zelden op. Er is geen eenvoudige bodem-plant relatie met totaal Co in de bodem (Collins en Kinsella, 2011) alhoewel lineaire relaties op basis van EDTA-uitwisselbaar en CaCl₂ extraheerbaar kobalt zijn vastgesteld bij gehalten van 0,01 tot 0,3 mg Co kg⁻¹ ds gewas. Er is geen kennis van bodem-plant relaties bij hogere gewasgehalten, laat staan bij de voor landbouwdieren maximaal toelaatbare gehalten (25-100 mg kg⁻¹).

Molybdeen (Mo) is voor planten en dieren een nutriënt welke door omstandigheden toxische effecten heeft. Mo-deficiëntie en toxiciteit kan onder specifieke omstandigheden omtreden. Toxiciteit treedt met name op bij herkauwers, in samenhang met lage koper-, en een hoge zwavelvoorziening (NRC, 2005). De Mo-gehalten in gewassen zijn gerelateerd aan de Mo-concentratie van het bodemvocht (McGrath *et al.*, 2010b). De Mo concentraties in de bodem zijn een functie van de Mo-gehalten, andere stoffen, en van diverse bodemkarakteristieken. Mo-toxiciteit (EC50) van de gewassen (wat meegenomen wordt bij msPAF) treedt op bij zeer hoge Mo gehalten (tussen 499 en 6833 mg Mo kg⁻¹ ds plant) in diverse landbouw gewassen (MacGrath *et al.*, 2010a). Normale Mo gehalten in Nederlands gras liggen bij 2,7 mg Mo/kg gras. Het hanteren van een maximaal toelaatbaar Mo gehalte in landbouwgewassen (5- 150 mg Mo kg⁻¹ ds plant, zie Tabel 6) op basis van diergezondheid (vorm van doorvergiftiging) leidt daarom tot beduidend lagere toelaatbare bodemgehalten dan de ecologische risico's via msPAF (toxische effecten op planten). De lage maximale toelaatbaar Mo gehalte dient, zoals eerder gezegd, in samenhang gezien te worden met koper en zwavel. In Nederland wordt bij rundvee en schapen een Cu:Mo verhouding van 1,0-3,0 (gemiddeld 2) gehanteerd bij vers gras. Bij een gemiddeld Cu-gehalte van 7,8 mg /kg gras hoort dus een maximaal Mo-gehalte van gras van 4 mg/kg. In veel voormalige baggerdepots is waarschijnlijk de kopervoorziening hoog (bijvoorbeeld: 12 mg Cu/kg ds gras; depot Aanen) door de relatief hoge kopergehalten in bagger. Het maximale Mo-gehalte van dergelijke gras bij dezelfde Cu:Mo verhoudingen is 6 mg Mo/kg. Dat wijkt nauwelijks af van de 5 mg/kg van NRC (2005).

Op basis van de maximaal toelaatbare Mo gehalten in diervoer (5 mg Mo/kg voor rund en schaap) kan in principe een 'LAC'-waarde berekend worden voor Mo. De binding van Mo aan bodem is echter sterk afhankelijk van stoffen zoals sulfaat. Het maken van een 'LAC'-waarde is daarmee voor bagger moeilijk omdat er dan zwavelgehalten van bagger nodig zijn.

De partitiewaarde van Mo is een functie van de pH (zie Figuur 2; K_d in l/kg, min. 261, gemiddeld 2710; max. 11111; Harmsen *et al.*, 2012): bij een pH-waarde van 7 á 8 is de beschikbaarheid van Mo voor planten het hoogst. De experimentele K_d waarden bij de ontmantelde depots waren gemiddeld 8677 L/kg.



Figuur 2 Partiticoëfficiënt van Mo als functie van pH $CaCl_2$ op basis van Aqua Regia gehalten en concentraties in 0,005 M $CaCl_2$ extracten (Harmsen *et al.*, 2012). De rode data betreffen data van op en naast depots, en de groene punten betreffen data van bagger op de kant en referentielocaties.

Verder zijn er relaties tussen de Mo concentratie en gewasopname (McGrath, 2010) (\log Mo-gehalte-Engels raaigras in mg/kg = $2,06 + 0,52 \log$ Mo-concentratie in bodemvocht in mg/L). Dit gecombineerd geeft een bodem-plant relatie voor de genoemde gewassen waarbij op basis van de norm voor diervoer van 5 mg Mo/kg voer het bijbehorende kritische bodemgehalte ('LAC') berekend kan worden: 1, 7 en 27 mg Mo/kg grond bij minimale (bodemmonsters met hoge pH), gemiddelde en maximale K_d (zure bodemmonsters) uit dataset van Harmsen *et al.* (2012).

De achtergrondgehalten aan Mo in Nederland variëren tussen de 5-percentielwaarde van 0,4 mg/kg en de 95-percentielwaarde van 1,6 mg/kg (Van der Veer, 2005). De meest kritische genoemde waarde ligt al in dit bereik. Verhogingen van Mo bodemgehalte moeten dus voorkomen worden.

In het onderzoek naar de effecten van bagger door Harmsen *et al.* (2012) zijn geen significant verhoogde Mo gehalten in de baggerstrook gevonden t.o.v. de referentielocaties. Er bleek wel één depot verhoogde Mo gehalten te hebben (AP04 onderzoek bij ontmantelde depot gaf Mo gehalten variërend van 3,9 tot 6,7 mg Mo/kg grond) bij een pH van 5,6 tot 6,6. Op basis van de relatie tussen de pH en de K_d waarde (Figuur 2), en de relatie van McGrath *et al.* (2010) zou dit kunnen leiden tot kritische Mo gehalten van 5 mg Mo /kg in het gras bij de hoogste pH waarde.

In deze rapportage wordt uitgegaan van de gemiddelde pH waarde wat betekent dat de bagger 7 mg/kg ds molybdeen mag bevatten. Door de opmenging met de schone bovengrond zal het gehalte met deze kwaliteit bagger dalen tot ca. 5 mg/kg ds.

Molybdeen is net als koper een essentieel element. Molybdeen en sulfaat in verhoogde gehalten kunnen in principe leiden tot kopergebrek (Counotte, 2010). De benutting van koper, een essentieel element voor een goede diergezondheid, wordt dan onderdrukt. Ondanks een verhoogd koper-gehalte in de bodem van een weilanddepot kan het nodig zijn om na de oogst koper aan het voer toe te voegen. In een weilanddepot, met verhoogd zwavelgehalte, kunnen de omstandigheden zodanig zijn dat zelfs bij verhoogde kopergehalten opname van koper wordt verhinderd, wat nadelig is voor de diergezondheid. Los van de normstelling voor molybdeen en koper betekent dit dat er gecontroleerd moet worden op de kwaliteit van veevoederkwaliteit afkomstig van een heringericht weilanddepot.

Er zijn te weinig toxiciteitsgegevens over **antimoon en tin(IV)** bij dieren bekend om maximaal tolereerbare gehalten te geven (NRC, 2005).

Vanadium is een voor bacteriën en schimmels essentieel element welke door bepaalde industriële toepassingen verspreid wordt, en ook door fosfaathoudende kunstmest. Bodemverontreinigingen zorgen voor hogere V gehalten in gewassen (Yang et al, 2011; Xiao *et al.*, 2012). Al bij lage V gehalten in voer ($4,6 \text{ mg kg}^{-1}$) is de kwaliteit van eieren van kippen in het geding, terwijl runderen en schapen minder gevoelig zijn (NRC, 2005). Kennis over de bodem-plant relaties is zeer beperkt, en slechts recent in enkele studies bekeken. Bij een bioaccumulatiefactor (BAF) van 0,6 (-) (Yang *et al.*, 2011) voor vanadium bij alfalfa in een specifieke grond is een toename van de 5 mg kg^{-1} in diervoer te verwachten bij een additie van 9 mg V kg^{-1} . Op basis van doorvergiftiging naar voedsel/veevoer is daarmee 'LAC-waarde' voor V in bagger, anders dan de huidige msPAF, te suggereren van 90 mg/kg . De achtergrondgehalten aan Vanadium in Nederland variëren tussen de 5-percentielwaarde van 3 mg/kg en de 95-percentielwaarde van 91 mg/kg (Van der Veer, 2005). De achtergrondwaarde in Regeling Bodemkwaliteit is gesteld op 80 mg/kg . Een 95-percentielwaarde van 65 mg V/kg en een maximaal gehalte van 110 mg V/kg is gevonden in het onderzoek van Harmsen et al (2012). De V gehalten in deze AP04 onderzoeken van baggerdepots zijn sterk gecorreleerd aan lutum, zware metalen en met name Cr. Die sterke correlatie is ook gevonden in het onderzoek van Van der Veer (2005) en Achtergrondwaarden (2000), en wordt meegenomen via de bodemtypecorrectie.

Het achtergrond gehalte en de LAC-waarde liggen dicht bij elkaar. Verschil is het wel en niet toepassen van de bodemtypecorrectie. In hoofdstuk 4 wordt weergegeven of er voor baggerspecie ook werkelijk overschrijding van de LAC-waarde plaats vindt.

Op basis van de inhoud van hoofdstuk 2.2 zijn normen geformuleerd voor Cd, Hg, Cu, Ni, Pb, Zn, As en Mo. Hiermee wordt verder gewerkt vanaf hoofdstuk 2.4

2.3 Normstelling Organische parameters

2.3.1 Stoffen in standaardpakket baggerspecie

Bij onderzoek in het kader van het Besluit Bodemkwaliteit moet in ieder geval het standaard pakket worden gemeten. In dit pakket zitten Som PAK's, Som PCB's en minerale olie. Het standaardpakket geldt voor de regionale waterbodem en keuring van baggerspecie uit regionale wateren (SIKB, 2008). In Tabel 7 is weergegeven wat de verschillende waarden binnen de normstelling zijn. In de tabel is ook de bijbehorende PAF weergegeven. Voor de situatie dat er een som is genormeerd, is er voor de berekening van de PAF van uit gegaan dat dit gehalte gelijk verdeeld is over de individuele parameters.

Tabel 7

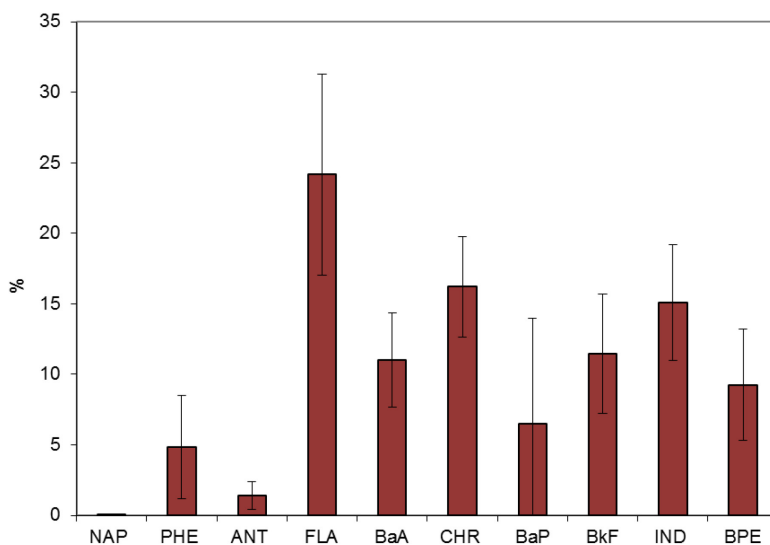
Overzicht van normen voor organische stoffen uit het standaardpakket en bijbehorende PAF.

Ele- ment	Oude normstelling						Huidige normstelling				
	LAC-waarde		Grenswaarde		Toetsings- waarde		AW2000	Wonen	Industrie	Interventie- waarde	
	mg/kg ds	msPAF %	mg/kg ds	msPAF (%)	mg/kg ds	msPAF (%)	mg/kg ds	mg/kg ds	mg/kg ds	mg/kg ds	msPA F (%)
Som PAK	3,6	4,0	1	0	10	12,7	1,5	6,8	40	40	38,4
PCB 28					0,03	0	0,0015				
PCB 52					0,03	0	0,0020				
PCB 101					0,03	0	0,0015				
PCB 118					0,03	0	0,0045				
PCB 138	0,1	0			0,03	0	0,0040				
PCB 153	0,1	0			0,03	0	0,0035				
PCB 180					0,03	0	0,0025				
Som PCB			0,02		0,2	0	0,02	0,02	0,5	1	0
Minerale olie			50		3000	-	190	190	500	5000	

Van de standaard te meten stoffen dragen alleen de PAK's bij aan de msPAF_{org}. Deze msPAF waarde mag 20% zijn. De oude toetsingswaarde voldoet hieraan en de interventiewaarde geeft een ruime overschrijding van de msPAF_{org} van 20%. Voor minerale olie is in de huidige normstelling de norm voor verspreiden gehandhaafd op 3000 mg/kg ds. Omdat PCB's niet bijdragen aan de msPAF mag binnen de huidige normstelling bagger worden verspreid met PCB-gehalten tot de interventiewaarde.

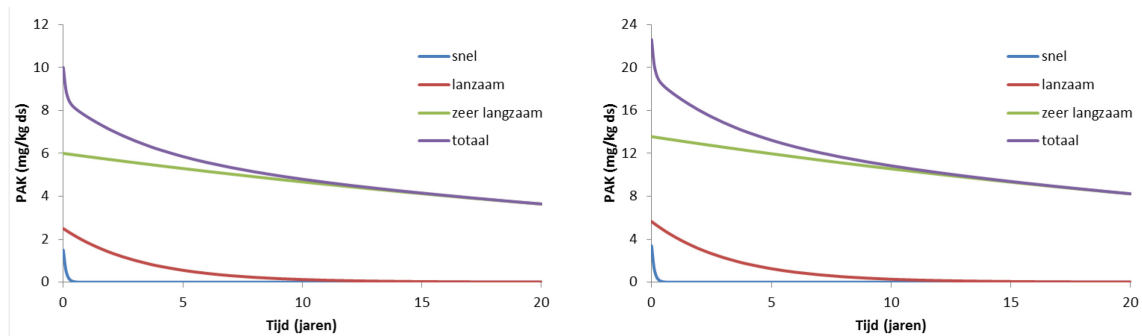
2.3.2 PAK

Zoals uit Tabel 7 blijkt voldoet de oude toetsingswaarde ruimschoots aan de nieuwe msPAF waarde van 20%. Dit betekent dat het PAK-gehalte in te verspreiden bagger hoger mag zijn. In Tabel 7 is er vanuit gegaan dat alle PAK's in even hoge concentratie aanwezig zijn. Dit is niet juist. In Figuur 3 is weergegeven hoe de PAK's, in de monsters onderzocht in het Verspreidingsonderzoek (Harmsen *et al.*, 2012), verdeeld zijn over de 10 van VROM. Uitgaande van deze verdeling wordt een meer realistische waarde voor de msPAF verkregen. De msPAF_{org} bij de oude toetswaarde is nu 9,1%, bij 20 mg/kg ds voldoet de bagger nog steeds (msPAF= 18%). Bij een gehalte groter dan 22,6 mg/kg ds mag de bagger niet meer worden verspreid.



Figuur 3 Verdeling van Som PAK over de individuele PAK's.

PAK is biologisch afbreekbaar en hiermee kan rekening worden gehouden met de normstelling. Een deel van de PAK is snel afbreekbaar (<1 jaar), een deel breekt langzaam af (< 6 jaar) en een deel zeer langzaam (>10 jaar). De verdeling over de drie fracties kan per baggerspecie sterk verschillen. Is deze verdeling bekend, dan kan een voorspelling worden gemaakt van het PAK-gehalte (Harmsen, 2004). In Figuur 4 is een voorspelling gemaakt voor de oude normstelling gebaseerd op de toetsingswaarde (maximaal 10 mg/kg ds) en de nieuwe situatie gebaseerd op de msPAF_{org} en het hierbij horende maximale gehalte van 22,6 mg/kg ds. Voor de verdeling over de verschillende fracties is uitgegaan van Harmsen *et al.* (2012), een snelle fractie van 15%; een langzame van 25% en een zeer langzame van 60%.



Figuur 4 Afbraak curve van PAK bij maximaal gehalte volgens de oude normstelling (links) en maximaal gehalte horende bij msPAF_{org} = 20% (rechts).

De beide grafieken in Figuur 4 zijn vergelijkbaar, alleen de verticale as verschilt een factor 2. De LAC-waarde voor PAK is 3,6 mg/kg ds. Het gehalte in de linker figuur nadert tot deze waarde, zeker als rekening wordt gehouden met menging met de schone bovengrond; menging 20 cm gerijpte baggerspecie met 10 cm schone bovengrond met een gehalte kleiner dan de AW2000-waarde. Na 3 jaar wordt voldaan aan het criterium voor wonen (6,8 mg/kg ds). In de rechterfiguur blijft het gehalte ook op lange termijn ruimschoots boven de LAC-waarde en het criterium voor wonen.

Belangrijk is ook het beschikbare gehalte. De snel beschikbare fractie wordt beschouwd als het gehalte dat beschikbaar is voor organismen. Dit gehalte neemt in beide gevallen snel af. Uit de langzaam beschikbare en zeer langzaam beschikbare fractie komt weer een nieuwe snel beschikbare fractie vrij. Voor de langzaam beschikbare fractie is dit jaarlijks 27% van het aanwezige gehalte en voor de zeer langzaam beschikbare fractie is dit 2,4%. Hiernaast moet in principe rekening worden gehouden met een aanvoer van PAK via de lucht van enkel tienden van mg/kg ds. Dit is echter verwaarloosbaar op het niveau van LAC-waarde of Wonen.

2.3.3 PCB

PCB's worden standaard gemeten. Omdat ze niet bijdragen aan de msPAF is verspreiden toegestaan tot de interventiewaarde (Som-PCB = 1 mg/kg ds) wordt overschreden. De achtergrondwaarde is 0,01 mg/kg/ds. Voor het BBK was de toetsingswaarde 0,2 mg/kg ds voor de som PCB en 0,03 mg/kg ds voor individuele PCB. De verhoging van het toegestane gehalte in het BBK is aanzienlijk. In vergelijking tot de waarde voor wonen (0,02 mg/kg ds) is dit een erg hoog gehalte. Voor PCB 138 en 153 bestaat er een LAC-waarde van 0,1 mg/kg ds (bij gebruik als grasland) en 0,2 mg/kg ds (bij mais). Deze twee PCB's vormen ongeveer 50% van de som van 7 PCB's (EFSA, 2010).

Naast de LAC-waarde voor de bodem is er voor eieren en melk een Europese productnorm met betrekking tot het PCB gehalte. De norm voor de som van 6 PCB (PCB 28,52,101,138,153,180) in ei- of melkvet is: 40 ng/g vet. Omdat kippen en koeien ook grond kunnen eten, kan uitgaande van deze norm worden uitgerekend wat het PCB-gehalte in de bodem kan zijn zonder een overschrijding van de norm krijgen. Aangenomen wordt dat het gehalte aan de 6 PCB's in de normstelling voor ei- of

melkvet vrijwel hetzelfde blijft als wordt uitgegaan van de 7 PCB's (inclusief PCB 118) in Nederlandse bodemwetgeving.

De opname van PCB in eivet is beschreven als:

$[steady\ state\ PCB\ -gehalte\ in\ ei\ -vet] = 17,6 \times [PCB\ gehalte\ in\ voer]$ (Traag *et al.*, 2004).

Gebleken is dat er weinig verschil is in de opname van PCB's uit voer en bodem (Traag *et al.*, 2004; Hoogenboom *et al.*, 2006; Van Eijkeren *et al.*, 2006; Fournier *et al.*, 2012): van Eijkeren *et al.*, (2006) geven een absorptie van bodem van ongeveer 50% bij grond en 90% bij voer. 50% van PCB in de bodem is dus niet beschikbaar voor opname. De half-waarde tijd van deze stoffen is ongeveer 7 weken. Dat betekent dat leghennen die grotendeels 's zomers buiten verblijven gedurende de zomer het evenwichtsgehalte kunnen bereiken.

Het PCB gehalte in voer is een functie van de inname van grond als voer. Aangenomen kan worden dat alle PCB-inname veroorzaakt wordt door de inname grond, en de hele excretie gebeurd via de eiproductie. Bij vrije uitloop leghennen wordt de bodemingestie ingeschat op 2 à 10 gram per leghen per dag (Scan, 2000). Bij een totale inname van 120 gram voer hoeveelheid (scan, 2000). Het is onduidelijk hoe de verschillende factoren (verblijftijd, bodembegroeiing en het aantal dieren etc.) de ingestie van grond bepalen. De factor [bodem-ingestie]/[totale inname] varieert dan van 0,017 tot 0,08. Dan is de:

$[PCB\ gehalte\ in\ voer] = [PCB\ gehalte\ in\ bodem] \times [bodem\ -ingestie] / [totale\ inname]$

De norm voor som van 6 PCB in ei-vet is: 40 ng/g vet. De opname van PCB uit bodem is een factor lager dan bij voer ($50/90 = 0,55$), dan wordt de 'carry-over-factor' $17,6 \times 0,55$.

Hieruit volgt dat de bijbehorende bodemgehalte waarbij dit gehalte in ei-vet wordt bereikt, bij vrije uitloopkippen gedurende de periode van uitloop buiten, gelijk is aan:

$[PCB\ gehalte\ in\ bodem\ in\ \mu g/kg] = [steady\ state\ PCB\ -gehalte\ in\ ei\ -vet\ in\ \mu g/kg] / (17,6 \times 0,55 \times 0,017\ resp.\ 0,08) = 0,24\ mg\ PCB/kg\ resp.\ 0,05\ mg\ PCB/kg$.

Hieruit valt op te maken dat zelfs bij lichte overschrijdingen van de achtergrondwaarde van 0,01 mg PCB/kg (is ongeveer 95 percentiel waarde van Nederlandse bodems) normoverschrijdingen mogelijk zijn. In bovenstaande berekening zitten diverse onzekerheden. De ingestie van grond wordt bovendien bepaald door de wijze van gebruik van het perceel door kippen. Omdat de opname te managen is, is verder uitgegaan van een opname van 2 gram grond per leghen.

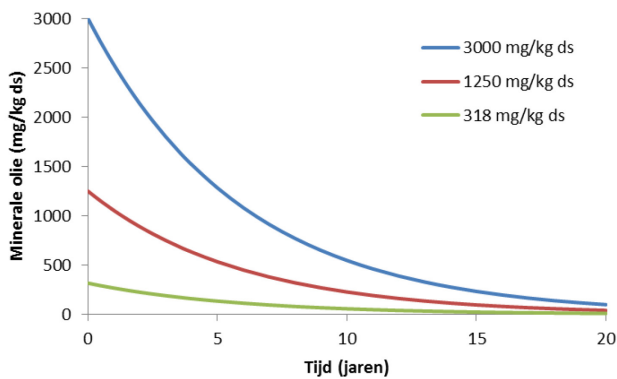
Bij een opname van 2 g per leghen is het criterium voor de bodem afgeleid van de productnorm voor eieren qua grootte-orde vergelijkbaar met de LAC-waarde maar toch iets strenger. Bij de berekening in hoofdstuk 4 is uitgegaan van deze iets strengere norm van som PCB = 0,24 mg/kg, omdat dit ook goed aansluit bij te analyseren parameters en de overige normstelling.

De opname van PCB's in melkvet in verschillende studies is te beschrijven met een 'carry-over-rate' (%) van voer naar melk van ca. 48 tot 74% (Ounnas *et al.*, 2010). Feidt *et al.* (2013) vonden een beschikbaarheid van PCB's uit grond die voor de verschillende PCB's gemiddeld 51% was van PCB's uit voer. De gemiddelde melkvetproductie van een melkkoe is bij 25 L melk, en 4% vet (Thomas *et al.*, 1999) 1 kg melkvet dag⁻¹. Op basis van een gemiddelde grondinname door melkkoeien van 0,5 kg dag⁻¹ (Jurjanz *et al.*, 2013), en de norm voor de som van 6 PCB (PCB 28,52,101,138,153,180) in melkvet (40 ng/g vet) is een 'LAC-waarde' voor de som PCB te berekenen van 0,21 à 0,33 mg/kg grond. De berekening voor melk is gebaseerd op basis van een zeer beperkt aantal studies, en op basis van karakteristieken die sterk kunnen variëren. De berekende waarde bevestigt het gewenste beschermingsniveau uit de berekening met eieren.

Andere blootstellingsroutes zijn niet bestudeerd onder de aanname dat de route van grond tot ei en melk de meest gevoelige route is.

2.3.4 Minerale olie

De normstelling voor te verspreiden baggerspecie is vrij ruim. Dit in tegenstelling tot de criteria voor wonen en industrie. Minerale olie is afbreekbaar en zal daarom op termijn geen schadelijk effecten meer geven. Voor minerale olie moet er onderscheid worden gemaakt in een snel en langzaam afbreekbare fractie met afbraakcoëfficiënten van respectievelijk 9,2 en 0,17 jaar⁻¹ (Harmsen, 2004). Het is nog niet mogelijk om via een meting een schatting te maken van de verschillende biologisch beschikbare/afbreekbare fracties. In de berekening is er daarom vanuit gegaan dat alle olie langzaam afbreekbaar is ('worst case scenario'). In Figuur 5 zijn drie situaties gegeven. Het maximale toegestane oliegehalte van 3000 mg/kg ds, een oliegehalte van 1250⁶ mg/kg ds (maximaal gemeten gehalte in Harmsen *et al.*, 2012 was 942 mg/kg) en de 75 percentiel waarde uit dit onderzoek van 318 mg/kg ds.



Figuur 5 Verloop van minerale oliegehalte in gerijpte baggerspecie met verschillende gehalten.

Voor minerale olie is er geen LAC-waarde. Er is wel een MTR afgeleid door Verbruggen *et al.* (2008). Deze waarde geldt voor de fractie C₁₀-C₁₆ en is vastgesteld voor de alifatische en aromatische fractie (respectievelijk 16,4 en 6,6 mg/kg ds). In baggerspecie bevat de gemeten olie ca 5,5% olieverbindingen tussen C₁₀ en C₁₆. Bij een gehalte aan de som van de MTR alifatisch en aromatisch (23 mg/kg ds) is het totale oliegehalte 418 mg/kg. Dit is dicht bij de grens voor industrie en gezien de onzekerheid in de fractie C₁₀-C₁₆ wordt daarom verder uitgegaan van de grens voor industrie.

De bagger met een gehalte van 318 mg/kg ds voldoet hier al direct aan. Voor de bagger met een gehalte van 1250 mg/kg ds is ruim vijf jaar nodig om aan deze norm te voldoen. In de praktijk zal dit sneller zijn, omdat de vluchtigste fractie het snelst afbreekt. Als het maximale gehalte van 3000 mg/kg ds aanwezig is, is 11 jaar nodig om aan de norm te voldoen.

2.3.5 Overige organische stoffen

In Tabel 8 zijn de overige stoffen weergegeven die meetellen bij de berekening van de msPAF_{org}. Deze stoffen moeten worden gemeten in de rijkswateren (pakket C1 van SIKB, 2008) en worden meestal ook gemeten in regionale wateren.

Voor dioxines bestaan er productnormen. Net als voor PCB's kunnen deze normen worden omgezet in gehalten voor de bodem. Een norm voor de waterbodem heeft alleen zin als er ook wordt getoetst en dioxines worden niet standaard gemeten in waterbodem. De meting is ook erg duur en toetsing zal alleen plaatvinden als er een ernstige verdenking is. Het PCB-gehalte is ook een goede indicatie voor de mogelijke aanwezigheid van dioxines. Er wordt standaard getoetst op PCB (zie 2.3.1)

Een aantal van de stoffen in Tabel 8 doet mee aan de msPAF ook al op het niveau van de oude toetsingswaarde (bijv. lindaan, endosulfan, dieldrin, endrin en PCP). Voor andere stoffen moet het

⁶ Voor verspreiden van baggerspecie in zoet en zout oppervlaktewater geldt ook de norm van 1250 mg/kg ds.

gehalte aanzienlijk hoger worden en sommige stoffen doen ook op het niveau van de interventiewaarde nog nauwelijks mee.

Tabel 8

Overzicht van normen voor overige organische stoffen uit het standaardpakket en bijbehorende PAF.

	LAC	Toetsingswaarde		AW2000	Wonen	Industrie	Interventie waarde	
	mg/kg ds	mg/kg ds	PAF (%)	mg/kg ds	mg/kg ds	mg/kg ds	mg/kg ds	PAF (%)
a-HCH	0,3			0,001	0,001	0,5		4,8
b-HCH	0,1	0,02	0,3	0,002	0,002	0,5		6,9
d-HCH								5,4
e-HCH								
g-HCH (lindaan)	1,2	0,02	6,1	0,003	0,04	0,5		38,7
HCH (som)				0,01			2	
a-endosulfan		0,02	7,2	0,0009	0,0009	0,0009	4	73
Chloordaan				0,002	0,002	0,002	4	17,7
HCB		0,02	0,1	0,0085	0,027	1,4		
Aldrin		0,04	0	0,0008				1,4
Dieldrin	0,0151)	0,04	5,7	0,008				34,1
Endrin	0,056	0,04	11,6	0,0035				49,2
Isodrin				0,001				23,4
Telodrin				0,0005				0,3
Drins (som)				0,015	0,04	0,14	4	
Heptachlor	0,1	0,02	1,5	0,0007	0,0007	0,0007	4	46,3
Heptachloorepoxide (som)				0,002	0,002	0,002	4	40
o,p'-DDD			0					12,4
o,p'-DDE			0					2,6
o,p'-DDT			0					0,7
p,p'-DDD			0					10,3
p,p'-DDE			0					3,8
p,p'-DDT			0					0,6
DDT (som)					0,2	1		
DDE (som)					0,13	1,3		
DDD (som)					0,84	34		
DDT+DDE+DDD	0,2	0,04		0,3			4	
OCB (som)		0,1		0,4				
PCP		5	38,3		1,4	5	5	38,3
HCBD								

¹⁾ Aldrin + dieldrin

Op basis van de inhoud van hoofdstuk 2.3 zijn normen geformuleerd PAK, minerale olie, som PCB, Dieldrin en som DDT. Hiermee wordt verder gewerkt vanaf hoofdstuk 2.4

2.4 Samenvatting van afgeleide normen voor toepassing in een weilanddepot

De afgeleide normen voor bescherming van de landbouw zijn samengevat in Tabel 9 en worden vervolgens gebruikt als input voor de berekeningen in hoofdstuk 3.

Tabel 9

Afgeleide normen voor baggerspecie in weilanddepots.

Stof	Afgeleide norm	Eenheid	Opmerking
msPAF _{metalen}	50 en 40	%	
msPAF _{organisch}	20 en 15	%	
Cd	2,7	mg/kg ds	
Hg	2,9	„	
Cu	89	„	
Ni	58	„	
Pb	183	„	
Zn	461	„	
As	65	„	
Mo	7	„	
PAK	3,6	„	
Minerale olie	1250	„	Geen LAC-waarde
Som PCB	0,24	„	Iets strenger dan LAC-waarde
Dieldrin	0,015	„	
SomDDT ₆	0,2	„	

2.5 Consequenties van de afgeleide norm voor uitspoeling

De afgeleide normen in Tabel 9 volgen rechtstreeks uit het gebruik van de LAC-waarde in combinatie met het gebruiken van de standaardgrond. Zand bevat minder organische stof en minder lutum mag daarom ook minder van de zware metalen bevatten. Een lagere LAC-waarde voor zand komt hiermee ook overeen. In dit hoofdstuk wordt nagegaan of ondanks de minder goede binding van zware metalen in zandbodems, de mate van uitspoeling naar het oppervlaktewater binnen de perken blijft.

Verspreide en toegepaste baggerspecie mag geen bron zijn voor de belasting van oppervlaktewater. Hierdoor kan er bijvoorbeeld niet worden voldaan aan de criteria voor de Kaderrichtlijn Water. In de nieuw te vormen waterbodems kan er bij belasting van het oppervlaktewater accumulatie gaan optreden, waardoor in de toekomst de afzet van de baggerspecie nabij het weilanddepot op problemen kan stuiten. In de hier gepresenteerde berekeningen is gebruik gemaakt van de meest recente theorieën in het werk van B.J. Groenenberg.

De belangrijkste parameter voor uitspoeling is de pH. De concentraties in het water zijn berekend met het geochemisch model ORCHESTRA dat de partitie van de metalen over de vloeistoffase en de vaste fase (organische stof, aluminium- en ijzerhydroxiden en klei) berekent (Dijkstra *et al.*, 2009; Groenenberg *et al.*, 2012). De berekeningen zijn uitgevoerd voor de meer gevoelige situatie in zandgronden met minder metaal bindende componenten, 3% organische stof en 3% lutum en 70 mmol(Al+Fe)/kg Al- en Fe-hydroxide⁷. De DOC concentratie is berekend met een regressiefunctie⁸ op

⁷ Voor oxy-anionen zijn Fe en Al oxiden van belang, hiervoor is de p50 gebruikt voor zandgronden uit de STONE database Fe+ Al_{ox} 70 mmol/kg. Voor PO₄ is een concentratie van 0.2 mg/l aangenomen (van belang voor berekening oxy-anionen i.v.m. competitie).

⁸ Log DOC = 2.48 + 0.365 log(SOM) - 0.203 * pH (mg/l)

basis van het gehalte organische stof en de pH (Bonten *et al.*, 2008). De metaalconcentraties in de bodem zijn gesteld op de in deze rapportage vastgestelde normen omgerekend naar deze zandgrond volgens de bodemtypecorrectie. De hierbij horende poriewaterconcentraties zijn bij verschillende pH-waarden berekend. De uitkomsten zijn vergeleken met de normen uit de Kaderrichtlijn Water voor oppervlakte en de normen voor ondiep grondwater .

Tabel 10 geeft de resultaten van de berekeningen als al het metaal beschikbaar is. Dit kan worden beschouwd als een 'worst case' benadering. Overschrijding van de KRW of grondwaternorm is weergegeven door de voorspelde waarde vet weer te geven. Het effect van de pH is duidelijk zichtbaar. Bij een hogere pH neemt de poriewaterconcentratie af met uitzondering van Mo. De mate van overschrijden neemt af met hogere pH. Bij een pH van 6 overschrijden Pb en Cr⁹ nog steeds de norm.

Tabel 10

Poriewaterconcentraties van zware metalen in een zandgrond bij verschillende pH waarden. De metalen zijn 100% beschikbaar.

	Verspreidingsnorm		Norm water		Porie water			
	Standaard-grond mg/kg ds	Zand (3% OM en 3% lutum) mg/kg ds	JG oppervlakte water (µg/l)	Grondwater ondiep (µg/l)	pH 4,5 DOC 55 (µg/l)	pH 5 DOC 44 (µg/l)	pH 5,5 DOC 34 (µg/l)	pH 6 DOC 27 (µg/l)
Cd	2,7	1,65	0,08 ¹⁾		1,3	0,5	0,3	0,1
Hg	2,9	2,03						
Cu	89	47		15	5,2	4,1	3,2	2,5
Ni	58	22	4 ¹⁾	15	16	7,4	4,3	3,0
Pb	183	121	1,2 ¹⁾	15	14	9,7	5,8	3,6
Zn	461	211		65	243	108	56	32
Cr	243	136		1	15	12	9,2	7,3
As	65	38		10	3,5	3,5	3,3	2,7
Mo	7	7		5	0,008	0,03	0,1	0,6

1) Kaderrichtlijn water

De resultaten in Tabel 10 zijn een overschatting van de concentratie in het poriewater omdat is aangenomen dat de metalen 100% beschikbaar zijn. In de optie weergegeven in Tabel 11 is rekening gehouden met de beperkte beschikbaarheid. De beschikbare fractie is berekend als de mediane ratio geochemisch actief metaal (0,43 M HNO₃ extraheerbaar) / totaal metaal (Aqua Regia destructie) van een databestand met 116 bodems in Nederland (Groenberg *et al.* in prep).

Nu is er alleen overschrijding van de KRW-norm voor oppervlaktewater van Pb. Het is bekend dat het model een overschatting geeft van de hoeveelheid lood in het poriewater. Er kan daarom geconcludeerd worden dat toepassing van baggerspecie die nog net voldoet aan de geformuleerde criteria geen gevaar oplevert voor het grond- en oppervlaktewater. Wel is het van belang dat er geen verzuring optreedt en de pH wordt gehandhaafd op een waarde >5,5.

⁹ Zoals vermeld in 2.2.2 is er voor Cr geen aanvullende norm nodig, omdat het maximaal berekend gehalte groter is dan de Interventiewaarde. In deze berekeningen is Cr wel meegenomen en is gebruik gemaakt van het maximaal berekend gehalte voor Cr uit tabel 5.

Tabel 11

Poriewaterconcentraties van zware metalen in een zandgrond bij verschillende pH waarden. Er is rekening gehouden met de beschikbaarheid.

	Verspreidingsnorm			Norm water		Porie water			
	Stan- daard- grond mg/kg ds	Zand (3% OM en 3% lutum) mg/kg ds	Fractie beschik- baar	JG oppervlakte water (µg/l)	Grond- water ondiep (µg/l)	pH 4,5 DOC 55 (µg/l)	pH 5 DOC 44 (µg/l)	pH 5,5 DOC 34 (µg/l)	pH 6 DOC 27 (µg/l)
Cd	2,7	1,4	0,82	0,08 ¹⁾		1,0	0,4	0,2	0,1
Hg	2,9								
Cu	89	22	0,47		15	2,4	1,9	1,5	1,2
Ni	58	3,3	0,15	4 ¹⁾	15	1,0	0,6	0,4	0,3
Pb	183	86	0,71	1,2 ¹⁾	15	10	7,0	4,3	2,7
Zn	461	91	0,43		65	69	31	16	8,8
Cr	243	6,8	0,05		1	0,7	0,6	0,5	0,4
As	65	8,0	0,21		10	0,7	0,7	0,7	0,6
Mo	7	0,2	0,03		5	2E-04	8E-04	3E-03	0,02

De Tabellen 10 en 11 tonen duidelijk het effect van de pH. Door aanwezigheid van sulfiden in de baggerspecie kan de baggerspecie gedurende de rijping verzuren. De omstandigheden veranderen dan van anaeroob naar aeroob en de sulfiden worden geoxideerd tot sulfaten, een proces waarbij de bagger verzuurt. Het is dan mogelijk dat de pH daalt tot een waarde onder de pH 5 (Harmsen *et al.*, 2012). De pH is een belangrijke parameter in de landbouwkundige praktijk en bij een te lage pH wordt er geadviseerd om te bekalken. Een advies dat zal worden opgevolgd door de landbouwer. In een weilanddepot is het van belang dat al bij de inrichting van het depot wordt geanticipeerd op de mogelijke verzuring. Uitspoeling wordt dan voorkomen. De benodigde hoeveelheid kalk kan aanzienlijk meer zijn dan normaal wordt gebruikt en deze hoeveelheid kan worden voorspeld op basis van het kalk- ijzer- en zwavelgehalte (Van Zoest *et al.*, 2013).

2.6 Normstelling bij verspreiden van baggerspecie op aanliggend perceel

2.6.1 Inleiding

Tijdens het onderzoek is de vraag gesteld of er onderscheid kan of moet worden gemaakt in de normstelling voor weilanddepots en de normstelling voor direct verspreiden. In deze paragraaf is dit uitgewerkt voor de zware metalen en de PAK's.

De meeste baggerspecie in Nederland wordt direct verspreid op aanliggende percelen. Bij het verspreiden van baggerspecie gaat het om een relatief dunne baggerlaag die opmengt met de schone ondergrond. Dit geeft bij een eenmalige verspreiding een grotere verdunning. Verspreiden van bagger vindt echter om de ca. 10 jaar plaats, wat op de lange termijn een grotere accumulatie geeft. In het onderzoek naar verspreiden van baggerspecie (Harmsen *et al.*, 2012) is met modelberekeningen nagegaan wat de uiteindelijke accumulatie zal zijn. Hieronder volgen belangrijke resultaten van dit onderzoek. Deze resultaten worden vergeleken met de normen voorgesteld voor een weilanddepot en er wordt aangegeven of er aanleiding is om voor het verspreiden andere normen af te leiden.

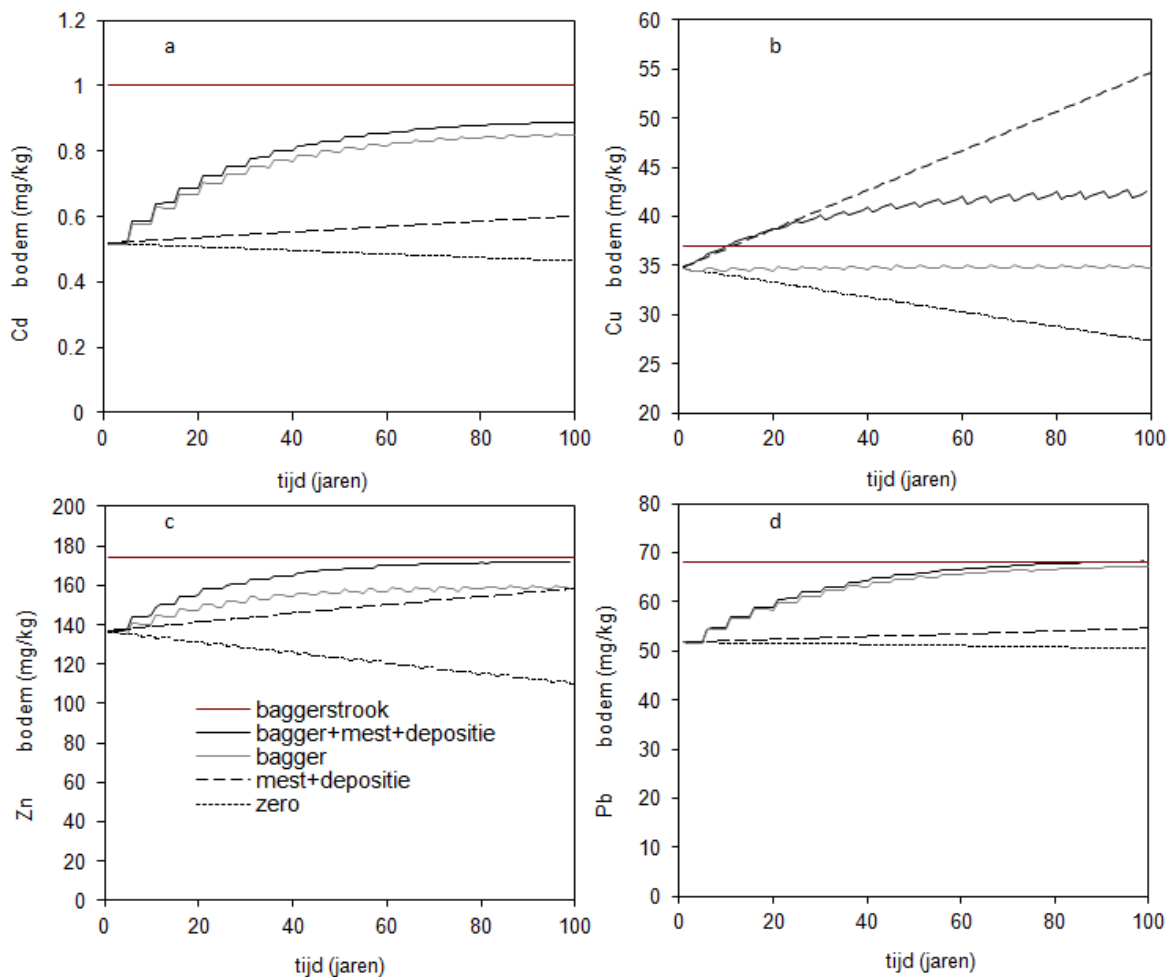
2.6.2 Zware metalen

2.6.2.1 Voorspelling kwaliteitsontwikkeling bodem bij verspreiden van baggerspecie.

De effecten van de verschillende bijdragen aan de accumulatie zijn in Figuur 6 geïllustreerd voor de metalen Cd, Cu, Pb en Zn. De berekeningen zijn gebaseerd op een werkelijke situatie met relatief hoge concentraties gevonden in baggerspecie. Naast aanvoer van zware metalen via de bagger

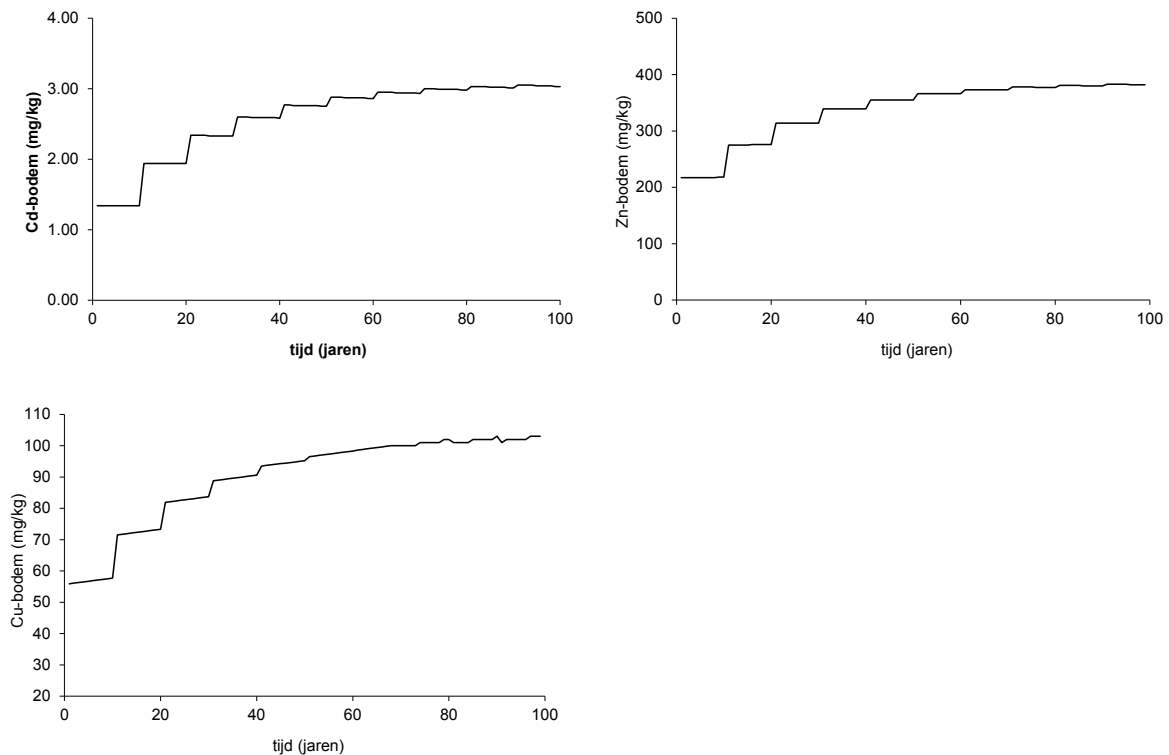
worden zware metalen aangevoerd via mest en atmosferische depositie. Afvoer vindt plaats via het gewas en uitspoeling.

De belangrijkste bijdrage voor Cd bestaat uit Cd in bagger. Daarnaast dragen inputs via depositie en kunstmest nog enigszins bij aan de accumulatie. Verreweg de grootste bijdrage van Cu aan de bodem komt uit de toediening van mest aan de bodem. Voor zink is de bijdrage uit bemesting ongeveer gelijk aan die van bagger. Uit onderstaand voorbeeld blijkt een positief effect van baggeren op de bodemkwaliteit m.b.t. Cu doordat de opgebrachte bagger een lagere Cu concentratie heeft dan de concentratie koper die zich in de bodem ontwikkelt als gevolg van de aanwending van dierlijke mest. Bijdragen van Ni en Pb uit andere bronnen dan bagger zijn nihil (Ni niet getoond). Uit de berekeningen blijkt dat na ongeveer acht keer baggeren (5 cm natte bagger per keer) bijna het evenwichtsniveau bereikt is; dit niveau ligt dicht in de buurt van de gehalten zoals die gemeten zijn in de strook waarop bagger is verspreid. Het gehalte in de baggerstrook is met de rode lijn aangegeven. Deze gehalten liggen alle (iets) boven de AW2000 waarden van Cd 0,6 , Cu 40, Pb 50 en Zn 140 mg.kg-1 . Na 100 jaar ligt de concentratie in de bodem op 95-100% van de concentratie in de bagger voor alle metalen behalve voor Cu, dit omdat uitspoeling in deze klei/veengronden klein is ten opzichte van de input. Voor koper ligt de concentratie op 115% van de concentratie in de bagger als gevolg van de hoge bijdrage van koper uit dierlijke mest. Voor Cu en Zn, beide essentiële elementen voor gewassen, is plantopname belangrijk als verdwijnterm; dit is te zien aan de ontwikkeling van het Cu en Zn gehalte wanneer de inputs nul zijn. Het gehalte in de bodem neemt dan duidelijk af. Voor Cd, Ni en Pb, alle niet essentiële elementen, speelt gewasopname geen rol van betekenis.



Figuur 6 Bijdragen van verschillende bronnen (mest, depositie en/of bagger) aan de accumulatie van metalen op de bodem voor de metalen Cd (a), Cu (b), Zn (c) en Pb (d). Het scenario zero geeft de ontwikkeling van de metaalconcentraties wanneer er geen input van metalen is. De rode lijn geeft de gemeten gehalten weer in de strook waar de bagger is opgebracht. De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van de metingen bij een locatie in het beheersgebied van het Waterschap Rivierenland (bron Harmsen et al., 2012).

Figuur 7 laat resultaten zien waarin gerekend is met hogere gehalten, maar wel gehalten die zijn toegestaan in de huidige normstelling. Omdat naast Cd ook altijd andere metalen in de bodem voorkomen (met name de concentratie Zn is door geogene verwantschap sterk gecorreleerd met het gehalte Cd), is voor Cd gerekend voor een situatie waarin Zn de $msPAF_{\text{metalen}}$ bepaalt. Voor de berekeningen voor Cd en Zn is gerekend met een concentratie van 3 mg/kg ds Cd en 310 mg/kg ds Zn in de bagger; de $msPAF_{\text{metalen}}$ voor deze concentraties Cd en Zn is 31,6. Voor Cu is gerekend met een concentratie van 80 mg/kg ds, de bijbehorende $msPAF_{\text{metalen}} = 41,4$. Uit de resultaten (Figuur 7) blijkt dat de concentratie van Cd in de bovengrond stijgt tot de concentratie van de bagger. Bij Cu en Zn is de uiteindelijke concentratie nog hoger dan in de bagger door de inputs van Cu en Zn met mest. De concentraties Cd en Zn stijgen tot het niveau van de LAC-waarde voor beweid grasland en akkerbouw op veen.



Figuur 7 Accumulatie van Cd, Zn en Cu in de bovengrond bij toepassen van bagger met hogere concentraties Cd, Cu en Zn (bron Harmsen et al., 2012).

2.6.2.2 Consequenties voor de normstelling voor zware metalen

Uitgaande van bovenstaande berekeningen kan worden geconcludeerd dat de bagger moet voldoen aan de LAC-waarde om te kunnen worden verspreid. Dit zou leiden tot een strengere normstelling dan voor het weilanddepot. Is dit reëel? Het is reëel als het zeker is dat er 100 jaar lang baggerspecie met de maximale concentratie wordt verspreid. Dit is echter niet te verwachten. De concentratie in de baggerspecie moet lager zijn dan de LAC waarde. Rekening houdend met de te verwachten spreiding in de concentratie kan de concentratie ook beduidend lager zijn. Als de concentratie hoger is mag niet worden verspreid. De gemiddeld te verspreiden concentratie zal dus lager zijn dan maximaal toegestaan of er wordt minder vaak verspreid.

Het lijkt daarom verantwoord om voor de zware metalen dezelfde normstelling aan te houden als gebruikt voor de weilanddepots, waarbij rekening is gehouden met opmenging met een schone bovenlaag. Er zijn uitgaande van de modelberekeningen geen argumenten om de normstelling minder streng te maken.

2.6.3 Organische verontreinigingen

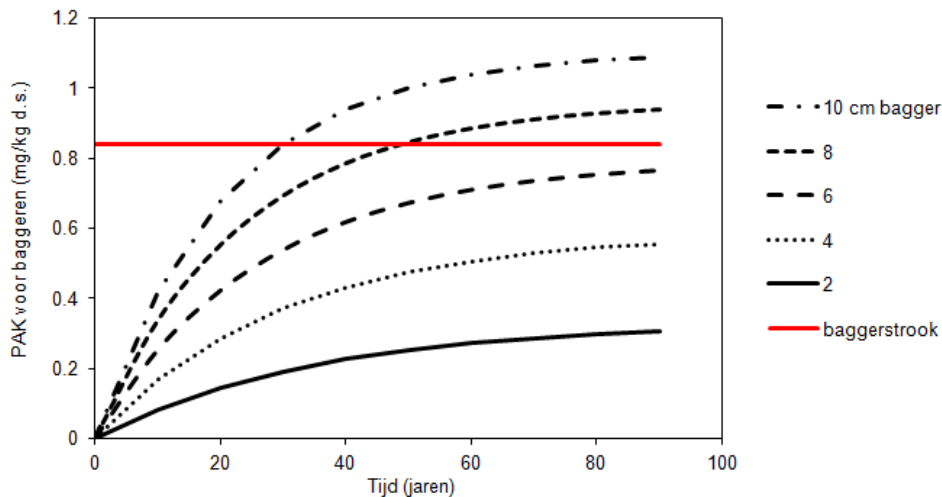
De meest kritische parameter voor organische verontreinigingen is PAK. PAK is biologisch afbreekbaar en de mate van afbraak is afhankelijk van de biologische beschikbaarheid. Het model beperkt zich tot aanvoer van PAK via de bagger en opvolgende biologische afbraak. Dit model verklaart niet de PAK concentratie op de referentielocatie. Het achtergrond gehalte PAK hier aanwezig is aangevoerd via andere routes, vooral via de lucht. Afhankelijk van de plek en de ligging t.o.v. bronnen kan een verschillend achtergrondgehalte worden gemeten. De AW2000 waarde in Nederland is 1,5 mg/kg ds, wat betekent dat in 95% van de bodems het PAK-gehalte lager zal zijn dan deze waarde.

2.6.3.1 Voorspelling kwaliteitsontwikkeling bodem bij verspreiden van baggerspecie

Voor de toepassing van het accumulatie model is gebruik gemaakt van de waarden uit het onderzoek van Harmsen *et al.* (2012). De gebruikte PAK gehalten in de referentie, de baggerstrook en de baggerspecie zijn respectievelijk 1,10; 1,94 en 5,17 mg/kg ds. De gebruikte waarde voor de referentie

voldoet aan AW2000, maar is wel verhoogd t.o.v. niet belaste gebieden. De mediaan van de referentie is 0,41 mg/kg ds, wat vergelijkbaar is met achtergrondgehalten in weinig belaste landbouwkundige gebieden op Goeree-Overflakkee (Harmsen, 2004), Polen en Engeland (Maliszewska-Kordybach, 2000).

In de hier gepresenteerde berekening, waarbij rekening is gehouden met de biologische afbraak van PAK, is er van uitgegaan dat door de belasting via de lucht het gehalte op de referentie constant blijft. In de modellering is dit gerealiseerd door de waarde van de referentie af te trekken van zowel waarde van de baggerstrook als het sediment. Als scenario is een baggerfrequentie van eens in de 10 jaar gebruikt. Figuur 8 geeft de accumulatie van PAK op de baggerstrook veroorzaakt door het baggeren weer bij verschillende laagdikten van verspreide bagger. De waarde 0,84 geeft de huidige accumulatie weer.



Figuur 8 Modelsimulatie van de accumulatie van PAK bij verschillende laagdikten bagger uitgaande van gemeten gegevens (zie tekst) (bron Harmsen et al., 2012).

Bij het gebruik van de dikste laag bagger wordt de waarde van 0,84 al na drie keer baggeren (na 30 jaar) bereikt. Belangrijke conclusie uit deze figuur is ook dat er na vijf maal baggeren stabilisatie van het gehalte begint op te treden. Het is aannemelijk dat de bagger al zeker 50 jaar een verhoogd PAK-gehalte bevat en er al minstens vijf maal baggerspecie met een verhoogd PAK-gehalte is verspreid. Het is dus niet te verwachten is dat het PAK-gehalte op de baggerstrook nog verder zal stijgen. De waarde van 0,84 mg/kg ds wordt bereikt bij een verspreide laagdikte, die tussen de 6 en 8 cm ligt. Deze laagdikte is een realistische waarde is. Deze PAK is zeer langzaam beschikbaar en zal daarom niet veel bijdragen aan het risico.

2.6.3.2 Consequenties voor de normstelling voor PAK

Uitgaande van de LAC-waarde voor PAK van 3,6 mg/kg ds en een achtergrondgehalte van de AW2000 waarde van 1,5 mg/kg ds is er 2,1 mg/kg ds 'ruimte' voordat de LAC waarde wordt overschreden. Een PAK belasting via de bagger met 5,17 mg/kg ds leidt tot een totale accumulatie van ca. 0,84 mg/kg ds (zie 2.6.3). Bij een PAK gehalte van 12,9 mg/kg ds zal de LAC-waarde worden benaderd. De hierbij horende msPAF_{organisch} is 11,9%. Ook dit is weer een strengere normstelling dan voor het weilanddepot. Met dezelfde redenering als bij de zware metalen, het werkelijk verspreide gehalte zal meestal lager zijn dan het maximale gehalte, kan worden uitgekomen op een normstelling met een msPAF_{organisch} van 15%.

2.6.3.3 Consequenties voor de normstelling voor minerale olie

De meeste olie (ca.80%) is afgebroken voordat er opnieuw bagger wordt verspreid. Accumulatie van minerale olie is beperkt en zelfs bij een minerale oliegehalte van 3000 mg/kg ds beperkt zich de accumulatie tot 50-150 mg/kg ds. Er moet dan wel rekening worden gehouden met een piekbelasting

direct na verspreiden (Harmsen *et al.*, 2012). Een gehalte 1250 mg/kg ds zal bij verspreiden op aanliggende percelen weinig effect hebben op de bodemkwaliteit (acceptabele piekbelasting en een niet of nauwelijks meetbare accumulatie).

2.6.4 Consequenties voor normstelling bij verspreiden op aanliggende percelen

Om te voorkomen dat landbouwgrond niet meer gaat voldoen aan de LAC-waarde, moet voor het verspreiden van baggerspecie worden uitgegaan van dezelfde normstelling als gebruikt voor het weilanddepot. Er is geen reden om voor het verspreiden van baggerspecie een aparte normstelling af te leiden.

3 Consequenties criteria afgeleid in hoofdstuk 2

3.1 Het gebruikte databestand

In het verspreidingsbeleid hebben consequenties voor de hoeveelheid verspreidbare bagger altijd een belangrijke rol gespeeld. In de totstandkoming van huidige normstelling zijn de grenswaarden zelfs bepaald op basis van de eisen dat er evenveel bagger kon worden verspreid op land. Om dat te beoordelen is in 2007 een database samengesteld. In 2010 is voor de extra metalen (Ba, Co, Mo, Sb, Sn, V) is in 2010 nogmaals een database samengesteld (Osté *et al.*, 2011). Die laatste (meest complete) database is voor dit project wederom gebruikt en aangevuld met de data van Roer en Overmaas en Delfland.

Omdat monsters met weinig stoffen een grotere kans hebben om door de toetsing heen te komen, is er een minimumeis gesteld aan de monsters: organische stof en lutum moeten zijn gemeten, voor de metalen moet minimaal Zn gemeten zijn, voor de organische parameters moet minimaal de PAK10 zijn gemeten. Dit leidde er toe dat bijna 1000 records alsnog zijn verwijderd (Tabel 12).

Tabel 12

Beschrijving van de database.

	totaal records	niet compleet	complete records
alle waterschappen	15268	940	14328
FRY	1003	0	1003
HHD	1028	122	906
HHHN	843	13	830
HHR	3342	16	3326
HHSK	758	0	758
HHSR	105	0	105
WAM	846	8	838
WBD	1039	55	984
WDD	209	36	173
WGS	250	15	235
WHD	1529	92	1437
WN	1528	1	1527
WPM	170	96*	74
WRL	1307	399**	908
WRO	141	2	139
WRY	46	0	46
WSV	186	11	175
WVE	177	0	177
WVV	36	3	33
WZV	328	71	257
WZZ	397	0	397

* Bij WPM missen vaak PAK-data

** Hier ontbreekt lutum en kan geen msPAF_{metalen} worden berekend.

Niet alle stoffen zijn in elk monster gemeten. Er zijn grofweg 4 categorieën te maken, die zijn weergegeven in Tabel 13. Stoffen die niet in onderstaande tabel zijn opgenomen zijn minder dan 200 keer gemeten.

Tabel 13

Meetfrequentie van stoffen in baggerspecie.

(Bijna) altijd (>13.000 keer)	Vaak (>10.000 keer)	Beperkt (>3000)	Weinig (>200)
Ba	As	Sn	Tributyltin
Cd	Cr	V	b-endosulfan
Co	Mo	Acenafteen	pentachloorfenol
Cu	drins	Acenaftyleen	
Hg	DDE's	Benzo(b)Fluoranteen	
Pb	DDD's	b-endosulfan	
Ni	DDT's	Dibenzo(h)antraceen	
Zn	a-endosulfan	Pyreen	
PAK10*	HCH's	endosulfansulfaat	
Minerale olie	hexachloorbenzeen	chloordaan	
PCB's	heptachloor	pentachloorbenzeen	
	Indeno(1,2,3)pyreen	heptachloorepoxide	
		hexachloorbutadien	

* Alleen Indeno(1,2,3-cd)pyreen (InP) is minder vaak gemeten. De monsters waarin InP mist, zijn dus met 9 PAK's getoetst aan de norm.

3.2 Getalsmatige consequenties van afgeleide normen

Bij het vertalen van de database naar consequenties voor verspreidbaarheid zijn alle metingen even zwaar meegeteld. De hoeveelheid data zijn een indicatie voor de hoeveelheid bagger die een waterschap heeft, maar dit hoeft niet evenredig te zijn. Bovendien wordt aangenomen dat de database alle bagger representeert. Er zijn waterschappen waar een deel van de bagger niet wordt geanalyseerd. Deze bagger valt dus niet onder de consequentieberekeningen. Tenslotte is aangenomen de kwaliteit representatief is en dat er niet bovenmatig veel monsters op verdachte locaties in de database zitten.

De getalsmatige consequenties zijn in twee stappen gedaan. Eerst is gerekend op basis van alle waarden in Tabel 9. Tabel 10 geeft een totaaloverzicht. De database bevat 15.268 monsters, waarvan er 14.328 bruikbaar zijn. In het huidige beleid zijn 2025 monsters (14,1%) niet verspreidbaar. Als alle afgeleide normen zoals voorgesteld in Tabel 9 in hoofdstuk 2 worden doorgevoerd, zijn er nog 2536 extra monsters niet verspreidbaar (18% van het totale aantal monsters). Tabel 14 geeft deze aantallen weer.

Tabel 14

Verspreidbare baggerpartijen bij verschillende msPAF-waarden.

Omschrijving	Aantal monsters	Percentage
Totaal aantal bruikbare monsters	14.328	100
Aantal monsters verspreidbaar in huidige regeling msPAFmetalen < 50% en msPAForganisch < 20%	12.303	86
Aantal monsters verspreidbaar met aanvullende normen msPAFmetalen < 40% en msPAForganisch < 15% en individuele normen als in Tabel 9	9.767	68

Er is ook voor elke stof of stofgroep afzonderlijk berekend wat het effect is, maar daarmee is niet inzichtelijk in hoeverre er samenloop is met andere stoffen (monsters kunnen gelijktijdig meerdere verontreinigingen bevatten). Bijlage 1 geeft de consequenties weer als de data worden getoetst aan het huidige beleid, ofwel: de $msPAF_{\text{metalen}} < 50\%$, de $msPAF_{\text{organisch}} < 20\%$ en losse normen voor cadmium en minerale olie. Verder wordt voor alle stoffen getoetst aan de interventiewaarde bodem als generieke bovengrens. Tabel 15 geeft per stof of stofgroep weer hoeveel baggerpartijen voor die parameter de weergegeven norm overschrijden. In Tabel 15 zijn alle stoffen opgenomen die meer dan 0,2% extra niet-verspreidbare baggerspecie geven. In Bijlage 1 zijn ook de overige stoffen weergegeven. In het rechterdeel van de tabel is weergegeven hoeveel baggerpartijen er extra niet verspreidbaar zijn bij toepassing van de landbouwnormen.

Tabel 15

De stoffen die bijdragen aan de reductie van verspreidbare baggerpartijen bij het huidige beleid en de extra reductie ten gevolge van aanvullende normen ter bescherming van de landbouw. De stoffen of stofpakketten zijn gerangschikt in mate van bijdrage (percentage van het totaal aantal monsters).

	N	huidig beleid			Extra verwijdering bij toepassing normen uit Tabel 9		
		norm	verwijderd	% verwijderd	norm	verwijderd	% verwijderd
alle stoffen	14328		2025	14,1		2536	17,7
msPAFmetal	14328	0,5	1480	10,3	0,4	356	2,5
msPAForg	14328	0,2	619	4,3	0,15	363	2,5
SOMPAK10	14328	40	104	0,7	3,6	1265	8,8
SOMDDT6	10890	4000	3	0,0	200	469	4,3
Mo	11399	190	1	0,0	7	3181)	2,8
Ni	14328	210	32	0,2	58	260	1,8
SOMDDT	10997	4000	0	-	200	160	1,5
dieldrin	11108			-	15	148	1,3
V	3283	250	0	-	90	35	1,1
minerale olie	14206	3000	48	0,3	1250	53	0,410
Pb	14328	530	60	0,4	183	67	0,5
SOMPCB7	13664	1000	25	0,2	240	30	0,2
Cd	14326	7,5	98	0,7	2,7	31	0,2
Hg	14323	36	21	0,1	2,9	25	0,2

1) Inclusief 290 <10 waarden bij Waterschap Rivierenland

Tabel 16 geeft het aantal overschrijdende stoffen weer als de normen worden aangescherpt. Het grootste deel van de monsters is niet verspreidbaar vanwege één overschrijdende parameter. Waar er twee overschrijdingen zijn, betreft dat vooral de combinatie: $msPAF_{\text{organisch}}$ & somPAK of twee DDT-normen (SomDDT & somDDT6). Deze combinaties zijn niet onverwacht; de $msPAF_{\text{organisch}}$ wordt in veel gevallen bepaald door de PAKs en als SOMDDT overschrijdt, overschrijdt SOMDDT6 zeker ook, omdat ze aan dezelfde norm getoetst worden. Bij 3 en meer overschrijdingen zijn bijna altijd meerdere DDTs betrokken.

¹⁰ Voor minerale olie is in eerste instantie gerekend met 1000 mg/kg ds. Later is gewerkt met de al bestaande norm van 1250 mg/kg ds. In Bijlage 2 is weergegeven hoe is omgegaan met deze verandering en wat de consequenties waren.

Tabel 16

Aantal overschrijdende stoffen in de 2536 monsters.

Aantal overschrijdende parameters	2536
1	1836
2	565
3	105
4	15
5	9
6	6

4 Nadere beschouwing van de consequenties uit hoofdstuk 3

4.1 Inleiding

Het vorige hoofdstuk was een direct resultaat van de in hoofdstuk 2 geformuleerde uitgangspunten. In dit hoofdstuk worden de stoffen die verantwoordelijk zijn voor aanzienlijke beperking van de hoeveelheid verspreidbare baggerspecie nader besproken. Er kunnen namelijk specifieke redenen zijn waardoor het grote aantal overschrijdingen kan worden verklaard.

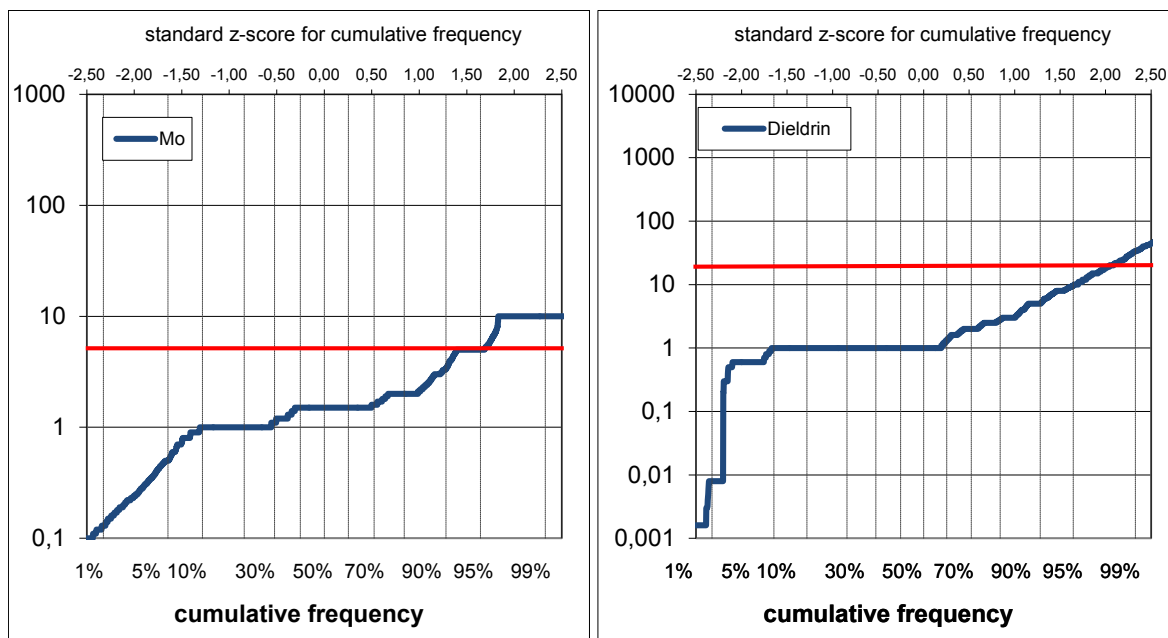
4.2 msPAF_{metalen} en msPAF_{organisch}

Hoewel de meeste data lage msPAF's hebben, resulteert elke aanscherping van een msPAF in een kaasschaaf van een paar procenten. Aanscherping van de huidige norm (50/20) naar 40/15 resulteert in 5% minder verspreidbare bagger, terwijl er bij 30/10 nog eens 7% afgaat (data niet gepresenteerd). Verlagen van de msPAF geeft nog geen zekerheid dat de LAC-waarden voor metalen die weinig bijdragen aan de directe toxische effecten (msPAF) niet zullen worden overschreden. Hiervoor blijven aanvullende normen noodzakelijk. Als specifiek naar PAKs worden gekeken (zie ook 4.4 over somPAK10) kan het reduceren van alleen de msPAF_{organisch} naar 15% een optie zijn. De norm 50/15 leidt tot 2,6% minder verspreidbare bagger.

4.3 Rapportage van kleiner dan waarden

Voor DDD/E/T worden nagenoeg alle overschrijdingen veroorzaakt door <-waarden. De werkelijke meting ligt dus lager, maar hoeveel lager is niet bekend. Voor DDD/E/T is de <-waarde groter dan de in hoofdstuk 2 genoemde landbouwnorm. Er kan dus niet worden vastgesteld of het daadwerkelijke gehalte de norm wel overschrijdt.

Voor Mo en Dieldrin worden niet alle overschrijdingen, maar wel een groot deel, bepaald door de rapportagegrens. Het is moeilijk te voorspellen hoeveel <-waarden in de praktijk boven of onder de norm liggen. Als 'probability plots' worden gemaakt (Figuur 9), is te zien dat de norm aan de bovenkant van de range ligt. Als er boven de norm < wordt gemeten en het betreft een willekeurige meting, dan is de kans groot dat het werkelijke gehalte onder de norm ligt. Voor Mo lijkt dat het geval. Waterschap Rivierenland heeft een groot aantal keer <10 gemeten. Deze baggerpartijen zijn verwijderd, omdat de kans zeer groot is dat ze onder de landbouwnorm liggen. Voor Dieldrin wordt in het hoge traject afwisselend een <-waarde, maar ook een gemeten waarde gevonden. Het zou kunnen dat de detectiegrens door storingen verhoogd is. Toch is ook voor Dieldrin de kans groot dat de werkelijke waarde onder de norm ligt in de gevallen dat rapportagegrens boven de norm ligt.



Figuur 9 'Probability plots' van molybdeen en Dieldrin.

4.4 Stofconcentraties onder de rapportagegrens bij berekening $msPAF_{\text{organisch}}$

Voor de beoordeling of baggerspecie verspreidbaar is, is alleen het standaardpakket verplicht. Veel waterschappen meten echter ook bestrijdingsmiddelen om te voorkomen dat er bagger met verhoogde gehalten aan bestrijdingsmiddelen worden verspreid of toegepast. In gebieden waarin bestrijdingsmiddelen worden gebruikt is baggerspecie vaak verdacht. Het meten van waarden onder de rapportagegrens betekent dat de verdenking niet terecht was.

Voor het toetsen moeten de gehalten onder de rapportagegrens wel worden ingevoerd. De procedure is dat voor de berekening van de $msPAF_{\text{organisch}}$ 0,7 keer de rapportagegrens wordt ingevoerd. Dat heeft een ongewenst effect voor monsters met een laag organisch stofgehalte. Voor baggerspecies met een organisch stofgehalte <2% wordt voor dit gehalte 2% ingevoerd. In de berekening van de $msPAF$ wordt gestandaardiseerd naar 10% organische stof. In feite wordt dan in plaats van 0,7 keer rapportagegrens een gehalte van $(10/2 \cdot 0,7 =) 3,5$ maal de rapportagegrens ingevoerd. Als in een dergelijk monster alle bestrijdingsmiddelen beneden de rapportagegrens worden gemeten, is de $msPAF_{\text{organisch}}$ toch al 6,7%. De hoogst scorende zijn: dieldrin (0,55%) endrin (1,57%), a-endosulfan (1,59%), en lindaan (1,27%) en dan een aantal bestrijdingsmiddelen die ieder een paar tienden toevoegen. In hoofdstuk 5.3 wordt hierop verder ingegaan.

Voor PAK, meestal bepalend voor de $msPAF_{\text{organisch}}$, speelt de rapportagegrens geen rol. PAK gemeten beneden de rapportagegrens zorgt voor een maximale bijdrage aan de $msPAF$ van 0,29%. Wel geeft bij een laag organisch stof gehalte een verhoogd gehalte al snel een overschrijding van de $msPAF_{\text{organisch}}$. Bij een organisch stofgehalte van kleiner dan 2% geeft het achtergrondgehalte van 1,5 mg/kg ds PAK een $msPAF_{\text{organisch}}$ van 7,5% (uitgaande van de verdeling over de individuele PAK als weergegeven in Figuur 3). Bij een gehalte van 3 mg/kg ds PAK is de $msPAF_{\text{organisch}}$ 14,6% en dus nog net verspreidbaar en met de LAC-waarde van 3,6 is de bagger niet meer verspreidbaar ($msPAF_{\text{organisch}} = 17,2\%$). De toxische druk is dan te hoog. De Bij een gehalte van 10 mg/kg ds PAK is de $msPAF_{\text{organisch}}$ 36,2%. Voor 2008 mocht baggerspecie met een absolute gehalte tot 10 mg/kg ds worden verspreid omdat beleidsmatig geen correctie werd uitgevoerd bij een gehalte lager dan 10% organische stof.

4.5 Overige stoffen

Voor andere individuele stoffen in Tabel 13, Ni en V, speelt de detectiegrens geen rol. Aanvullend normeren voor nikkel zal leiden tot minder verspreidbare bagger. Voor vanadium is dat minder zeker, omdat er een beperkt aantal data beschikbaar is (8 van 21 waterschappen: Waternet, Brabantse Delta, Fryslân, Groot Salland, Peel en Maasvallei, Veluwe, Zuiderzeeland en Zeeuws-Vlaanderen). De overschrijdingen zitten grotendeels bij Waternet en Zeeuws-Vlaanderen en worden veroorzaakt door lage lutumgehalten, waardoor de bodemtypecorrectie heel ongunstig uitwerkt. De meetwaarden liggen nagenoeg allemaal onder de LAC-waarde van 90 mg/kg. Voor vanadium is daarom een aanvullende normstelling niet nodig.

Voor de somPAK10 zou het aanvullend normeren van een totaalgehalte van 3,6 mg/kg (LAC-waarde) een groot effect hebben op de hoeveelheid verspreidbare baggerspecie. Deze norm zou nodig zijn als PAK niet biologisch afbreekbaar zou zijn. Als er rekening wordt gehouden met de mogelijkheid van afbraak en menging met de schone bovenlaag, dan is meer PAK toelaatbaar. Dit kan via een gehalte toets, maar eventuele negatieve effecten van PAKs kan ook middels de msPAF_{organisch} worden gereguleerd. De PAKs blijken namelijk een belangrijke bijdrage te leveren aan de msPAF_{organisch}. Voordeel van de msPAF is dat daarin rekening wordt gehouden met verschillende toxiciteit van de individuele PAKs, terwijl de samenstelling van het mengsel bij een som norm niet uitmaakt. Regelen van PAK via de msPAF_{organisch} < 15% geeft zoals eerder vermeld 2,6% minder verspreidbare bagger. Deze norm is minder streng dan de bovengrens voor klasse 2 bagger (10 mg/kg ds) in gebruik voor 2008.

Voor de overige metalen (Pb, Hg en Cd) heeft een aanvullende norm ter bescherming van de landbouw een beperkt effect, minder dan 1%. Voor Cd en minerale olie waarvoor al aanvullende normen bestaan heeft aanscherping van de norm een beperkt effect van respectievelijk 0,2 en 0,6% op de hoeveelheid verspreidbare baggerspecie.

4.6 Voorstellen voor nader te onderzoeken normstelling

Op 3 oktober 2013 zijn bovenstaande resultaten besproken met de stuurgroep. In dit overleg zijn een aantal afspraken gemaakt en een aantal vragen geformuleerd, met name met betrekking tot PCBs en Mo. Uitgaande van de afspraken en de aanvullende activiteiten zijn de volgende voorlopige normen geformuleerd, die basis zijn voor de berekeningen met betrekking tot de hoeveelheid verspreidbare baggerspecie in hoofdstuk 5:

- Cd wordt verlaagd naar 2,7. Dit heeft geen grote consequenties, maar omdat er reeds een norm bestaat voor Cd is het logisch om deze op het juiste niveau te leggen;
- Er wordt een aanvullende normen voor Mo (7 mg/kg) en Ni (58 mg/kg) gesteld. Deze stoffen blijken boven de norm voor te komen en worden onvoldoende beschermd door de msPAF_{metalen};
- Er komt geen aanvullende norm voor V. De meetwaarde ligt bijna nooit boven de 90 mg/kg. De overschrijdingen worden veroorzaakt door standaardisatie. Bij laag lutumgehalte wordt het gestandaardiseerde gehalte zeer sterk verhoogd. Aangezien de LAC-waarde niet is gestandaardiseerd en de achtergrondwaarde (80 mg/kg) zeer dicht bij de norm ligt, is er onvoldoende aanleiding voor een aanvullende norm;
- msPAF_{metalen} wordt gehandhaafd op 50%; de landbouw wordt beter beschermd door enkele aanvullende normen dan door een generieke verlaging van de msPAF. Dat laatste zou wel een groot effect hebben op de hoeveelheid verspreidbare bagger;
- De msPAF_{organisch} wordt verlaagd naar 0,15 (15%). Daarmee is deze voldoende beschermend voor de effecten van PAK's;
- Voor minerale olie wordt gerekend met 1000 mg/kg ds. Dit heeft geen grote consequenties, maar omdat er reeds een norm bestaat voor minerale olie is het logisch om deze op het juiste niveau te leggen;
- DDT wordt niet opgenomen, omdat niet is aangetoond dat de landbouwnorm wordt overschreden. Er zou te vaak baggerspecie worden afgekeurd die kleiner dan de rapportagegrens is;

-
- Dieldrin wordt niet opgenomen. Het gaat gedeeltelijk om een detectieprobleem, maar bovendien draagt dieldrin substantieel bij aan de msPAF_{organisch} (de norm, 15 µg/kg, draagt 2,5% bij);
 - Het is niet nodig een norm voor PCB's te maken, omdat de gehalten in bagger nagenoeg geheel onder de norm van 100 µg/kg liggen. Het invoeren van een aanvullende norm zou geen consequenties hebben. Zonder aanvullende norm wordt echter automatisch teruggevallen op de interventiewaarde wat voor de landbouw een hoge waarde is. Daarom wordt aanbevolen gebruik te maken van de LAC-waarde voor PCB138 en PCB153 van 0,1 mg/kg ds of de waarde van SomPCB's = 0,24 mg/kg ds gebruikt in dit onderzoek. De laatste waarde is de meest strenge en heeft de voorkeur van de werkgroep vanuit de eenvoud van de toetsing.

5 Voorstel actualisatie normen en consequenties

5.1 Normen en landelijke consequenties

In de inleiding is al aangegeven dat voor de uitoefening van kwalitatief goede landbouw een aanpassing van de normen voor toepassing van baggerspecie in een weilanddepot nodig kan zijn. Dit kan door aanpassing van de msPAF en/of door het introduceren van aanvullende normen. In het eenvoudigste voorstel zijn we uitgegaan van de stoffen waarvoor al een aanvullende norm bestaat (Cd en minerale olie) en van de hoeveelheid te verspreiden bagger. Er is sprake van risico als in meer dan 0,5% de aanvullende norm wordt overschreden.

In de basis optie blijft de msPAF_{metalen} gehandhaafd op 50% met aanvullende normen voor cadmium, nikkel en molybdeen. msPAF_{organisch} wordt verlaagd tot 15% met een aanvullende norm voor olie. Dit is samengevat in Tabel 17. Er wordt uitgegaan van gestandaardiseerde gehalten.

Hiernaast kan toevoegen van andere normen uit Tabel 15, bijvoorbeeld voor PCB, Pb en Hg wenselijk zijn vanuit principiële uitgangspunten of vanuit communicatie-overwegingen (additionele optie). Alhoewel het aantal overschrijdingen niet groot is kan het ontbreken van een landbouwkundige norm lokaal leiden tot een overschrijden van de LAC-waarde. De interventiewaarde wordt anders dan de te handhaven norm. Voor As is de additionele optie van 65 mg/kg ds maar iets lager dan de interventiewaarde van 76 mg/kg ds. De additionele opties hebben een beperkte invloed op de hoeveelheid verspreidbare baggerspecie. Voor Cu en Zn zijn geen aanvullende normen nodig omdat de msPAF_{metalen} <50% voldoende beschermend is.

Tabel 17

Basisoptie en eventuele additionele opties voor de aanpassing van de normstelling voor het verspreiden van baggerspecie in een weilanddepot en de consequentie voor de hoeveelheid verspreidbare bagger in vergelijking met oude normstelling. Deze versie is gebruikt voor de consequentieberekeningen.

Parameter	msPAF-waarde	Gehalte mg/kg ds	Consequentie voor verspreidbare hoeveelheid	
			Aantal	%
BASISOPTIE				
Alle 6 onderstaande normen				5,1
Metalen	50%		0	0
Cd		2,7	31	0,2
Mo ¹⁾		7	28	0,2
Ni		58	260	1,8
Organisch	15%		363	2,5
Minerale olie		1250	53	0,4
Additionele opties				
Pb		183	67	0,5
As		65	15	0,1
Hg		2,9	25	0,2
PCB		0,24	30	0,2

1) Mo is hier nog opgenomen als een norm binnen de basisoptie. Uiteindelijk is Mo verwijderd als parameter

Tabel 17 toont het effect van de aanvullende normen ten opzichte van de totale hoeveelheid verspreidbare baggerspecie. Aanscherping van de msPAF_{organisch} en Ni verklaren samen een groot deel van de reductie. Ook hier valt op dat het aantal verwijderde monsters van de vijf stoffen bij elkaar opgeteld (769) amper hoger ligt dan het totaal aantal verwijderde monsters (751). Dat bewijst dat veruit de meeste monsters slechts op één stof overschrijden. Omdat voor molybdeen nu rekening is gehouden met de rapportagegrens is het aantal overschrijdingen nu beperkt (0,2%). Het lijkt daarom beter Mo te rangschikken onder de additionele normen.

5.2 Regionale consequenties

Op verzoek van de waterschappen zijn de consequenties ook doorgerekend voor individuele waterschappen. Dit om een indruk te hebben van eventuele landelijke verschillen. Per waterschap zijn minder data beschikbaar en de consequenties van rekenen op basis van kleinere aantallen data is dat de uitkomst ook minder betrouwbaar zal zijn. Voor een discussie met alle betrokkenen rond de tafel hoeft dit geen probleem te zijn, maar in een rapport opgenomen data kunnen een eigen leven gaan leiden. Bovendien kunnen voor waterschappen gebiedsspecifieke aspecten spelen, bijvoorbeeld dat niet alle bagger wordt geanalyseerd, dat de aangeleverde data allemaal uit één deelgebied komen, dat er nog achterstallig onderhoud in de database zit, etc. De consequenties zijn daarom niet per individueel waterschap in een tabel opgenomen. Rapportage van minder betrouwbare data kan leiden tot een verkeerde discussie als gegevens van één waterschap worden geselecteerd. Voor het totaal gaat weer de wet van de grote getallen gelden en zijn de getallen weer een betrouwbare basis voor discussie.

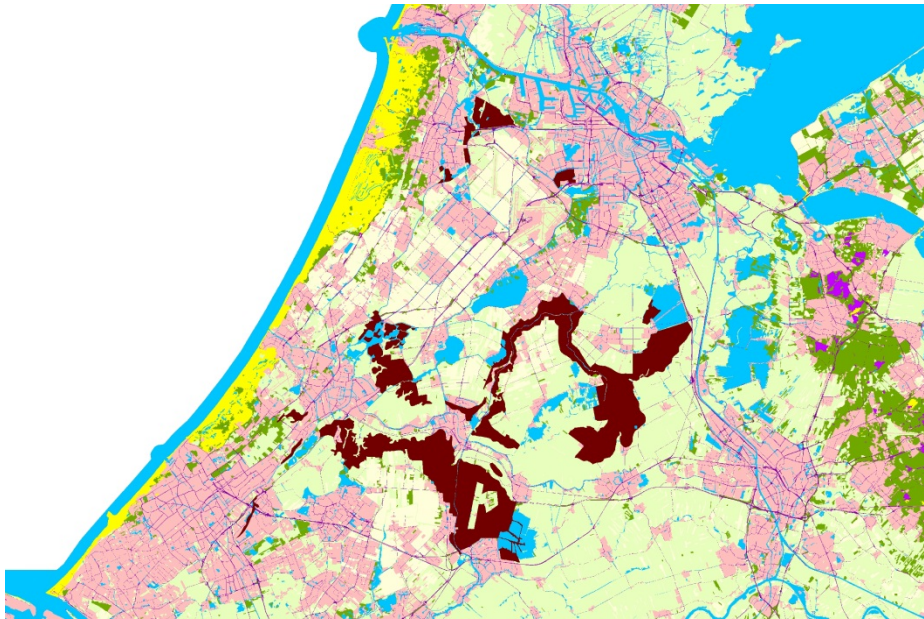
Landelijk gaat de verspreidbare hoeveelheid bagger in het basispakket van 86 naar 81% van de totale hoeveelheid bagger. Dat betekent een toename van de niet verspreidbare hoeveelheid van 14 naar 19%. Er is 4,9% minder bagger verspreidbaar. Voor individuele waterschappen varieert dit percentage tussen 1,7 en 12,2%¹¹. Bij de discussie met de waterschappen op basis van de getallen van de individuele waterschappen kwam naar voren dat diverse waterschappen vooral de baggerkwaliteit op verdachte locaties meten. Schone locaties worden minder frequent of niet meer bemonsterd en het aantal van dit type locaties verschilt per waterschap. Dit betekent dat het gebruikte databestand niet volledig representatief is voor de Nederlandse baggerkwaliteit omdat veel schone en dus verspreidbare locaties ontbreken. De berekende hoeveelheden niet of niet meer verspreidbare baggerspecie in deze rapportage kunnen daarom worden beschouwd als een hoogste schatting. Rekening houdende met de niet doorgemeten locaties zal het berekende percentage niet verspreidbare baggerspecie kleiner zijn.

Van de verscherpte criteria in de basisoptie msPAF_{org}, Cd, Mo, Ni en Minerale olie zijn het voornamelijk de msPAF_{org} (in feite het PAK-gehalte) en het nikkelgehalte die bepalend zijn voor het niet verspreidbaar zijn van baggerspecie. Van het gebied langs de Peelrandbreuk is het bekend dat hier nikkel afkomstig uit de ondergrond accumuleert.

Van de additionele stoffen geeft Pb de meeste overschrijdingen (0,5%). Van de 45 geregistreerde overschrijdingen zijn er 34 in het gebied van de toemaakgronden (Figuur 10). Deze gronden bevatten relatief veel lood. Vermoed wordt dat de baggerspecie met verhoogd lood afkomstig is uit de toemaakgebieden. Dit is echter nog niet bevestigd. De mediaan in de bovengrond in toemaakgebieden is 399 mg/kg ds en de 95 percentiel is 861 mg/kg ds (Rietra en Römken, 2007), waardoor ze meestal niet voldoen aan de LAC-waarde. In deze gebieden is het waarschijnlijk dat ten gevolge van afkalving en afspoeling van grond de naastliggende waterbodem ook relatief veel lood bevat. Verspreiding van de bagger zal hoogst waarschijnlijk niet leiden tot een verdere verhoging van het loodgehalte. Verspreiding is dan mogelijk uitgaande van het 'stand-still principe', maar hiervoor moet gebiedsgericht beleid worden geformuleerd en een bodemkwaliteitskaart aanwezig zijn.

¹¹ Bij deze percentages is nog uitgegaan van een norm voor minerale olie van 1000 mg/kg ds. Bij de uiteindelijke beleidsmatig vastgestelde norm van 1250 mg/kg ds zullen deze percentages ca. 0,4% lager zijn.

Gebiedsafhankelijke verhoging van gehalten kan ook gelden voor de overige stoffen. Dit is niet onderzocht.



Figuur 10 Toemaakgronden in West-Nederland.

5.3 Baggerspecie met laag organisch stof gehalte

Zoals in 4.4 is weergegeven leidt het meten van bestrijdingsmiddelen onder de rapportagegrens in combinatie met een laag (<2%) organisch stofgehalte tot een extra bijdrage aan de $msPAF_{organisch}$ van 6,7%. In het gebruikte databestand hebben 1075 van de 15268 monsters een organisch stofgehalte gelijk of kleiner dan 2%. Bij de huidige normen, $msPAF_{organisch}$ is 20%, voldoen 39 van de 1075 monsters niet aan de norm. Dat aantal stijgt naar 82 als $msPAF_{organisch}$ wordt verlaagd naar 15%. Van deze 82 hebben er 49 een PAK-gehalte kleiner dan de achtergrondwaarde (< 1,5 mg/kg ds). Als de waterschappen hadden afgezien van het meten van de bestrijdingsmiddelen zou vermoedelijk een groot deel van de 82 partijen (0,3 tot 0,5% van de baggerspecie) wel verspreid mogen worden.

In monsters waarin bestrijdingsmiddelen worden gemeten, is er extra zekerheid ingebouwd dat met bestrijdingsmiddelen verontreinigde baggerspecie niet verspreid zal worden op landbouwpercelen. Zoals beschreven in hoofdstuk 4 komt dit incidenteel voor en vindt bescherming van de bodem plaats via de $msPAF$. Bescherming is pas nodig als er werkelijk een gehalte wordt gemeten. Als bestrijdingsmiddelen worden gerapporteerd beneden de rapportagegrens, loopt de bodem geen gevaar. Door wel een gehalte in te voeren wordt onnodig het signaal gegeven dat de bodem gevaar loopt. Oplossingsrichtingen kunnen zijn:

- Eerst te toetsen op achtergrondwaarde. 'Kleiner dan gehalten' voldoen hier aan. Bagger die voldoet is aan de achtergrondwaarde is altijd verspreidbaar. Hierna pas de $msPAF$ uitrekenen. Het is nog niet duidelijk wat de consequentie is als PAK of één of twee metalen niet aan de achtergrondwaarde voldoen;
- Geen gehalte in te voeren voor de berekening van de $msPAF$ als er gehalten zijn gemeten beneden de rapportagegrens. Alleen gehalten boven de rapportagegrens worden ingevoerd. Dit zou alleen nodig hoeven te zijn voor de bestrijdingsmiddelen. In SIKB-protocollen is opgenomen waaraan laboratoria moeten voldoen en laboratoria mogen geen hogere rapportagegrenzen gebruiken;
- Aanpassen van de berekening waardoor de combinatie laag organisch stof en gehalten kleiner dan de rapportagegrens niet meer leidt tot een verhoging van de $msPAF$.

Beleidsmatig zou hiervoor een passende oplossing moeten worden gezocht, die aansluit bij de toetsingssystematiek.

5.4 Verandering in de te verspreiden hoeveelheden t.o.v. oude normstelling

In bovenstaande tekst is aangegeven wat de consequenties zijn van de voorgestelde verandering van de normstelling op de hoeveelheid te verspreiden baggerspecie. Er is uitgegaan van de huidige normstelling. Een verdere discussie over de consequenties zal zich moeten richten op de hier geformuleerde normen. Een discussiepunt kan bijvoorbeeld de norm voor Ni worden. In de oude normstelling bestond er ook een norm voor Ni en vergelijking met deze norm kan dan een rol spelen in de discussie. In dit sub-hoofdstuk wordt deze feitelijke informatie gegeven en zo mogelijk wordt vermeld wat de consequenties voor de verspreidbaarheid zijn als de voorgestelde normstelling wordt vergeleken met de oude normstelling.

Oorspronkelijk was er geen regelgeving en kon alle bagger worden verspreid. Introductie van de klassen 0-4 baggerspecie en de voorwaarde dat alleen bagger van de klassen 0, 1 en 2 op aanliggende percelen kon worden verspreid verminderde de hoeveelheid te verspreiden baggerspecie. De nieuwe norm in het Besluit Bodemkwaliteit (msPAF) was gebaseerd op een toegestane toxische druk. Voor de metalen is een msPAF_{metalen} van 50% gebruikt. Consequentie hiervan is geweest dat er vooral minder Cu en Zn in de baggerspecie mocht zitten, een strengere normering dus. Om het mogelijk te maken evenveel bagger te kunnen verspreiden is de maximale msPAF_{organisch} gezet op 20%. PAK is de belangrijkste parameter in de msPAF_{organisch} en de waarde van 20% betekende in de praktijk een verdubbeling van de toegestane hoeveelheid PAK ten opzicht van de hoeveelheid in de oude norm.

In dit onderzoek is de landbouw als uitgangspunt genomen. Dit maakte het noodzakelijk voor een aantal parameters strengere normen te formuleren. Dit heeft logischerwijs geleid tot een vermindering van de verspreidbare hoeveelheid bagger. In Tabel 18 wordt de voorgestelde normstelling met de oude normstelling vergeleken. De msPAF is vertaald in maximale gehalten. In vet is aangegeven voor welke parameters de voorgestelde normstelling strenger is dan de oude normstelling. Zn en Cu nemen een bijzondere positie in, omdat deze zijn overgenomen uit de huidige normstelling. In vergelijking met de oude normstelling is er 1,5% plus een onbekende hoeveelheid als gevolg van het msPAF_{metalen} criterium minder verspreidbaar. Voor een aantal componenten is de voorgestelde normstelling minder streng. Dit zou een toename van de verspreidbaarheid geven. Dit zijn ook onbekende hoeveelheden.

Tabel 18

Vergelijking oude en voorgestelde normstelling en effect op de verspreidbaarheid van baggerspecie.

Parameter	Oude normstelling (mg/kg ds)	Voorgestelde normstelling (mg/kg ds)	Afname verspreidbaarheid	Toename verspreidbaarheid
Cd	7,5	2,7	0,2%	
Hg	1,6	2,9		x
Cu	90	89¹⁾	x	
Ni	45	58		x
Pb	530	183	0,5%	
Zn	720	461¹⁾	x	
Mo		7	0,2%	
As	55	65		x
PAK	10	ca. 15		x
PCB	0,2	0,24	0%	
Minerale olie	3000	1250	0,4%	

1) Lager bij verhoogd gehalte metalen die ook bijdragen aan msPAF.

X Afname of toename niet onderzocht

Uit Tabel 18 kan worden geconcludeerd dat als wordt vergeleken met de oude normstelling de consequenties van de voorgestelde normstelling van individuele parameters op de hoeveelheid te verspreiden baggerspecie beperkt is. De consequenties van het invoeren van msPAF zijn groter geweest. De voorgestelde normen zijn deels strenger (Cd, Pb, Mo en minerale olie) en de voorgestelde normen voor Hg, Ni, As en PAK zijn minder streng.

6 Conclusie en aanbevelingen

Dit onderzoek is opgezet om de randvoorwaarden aan te geven waaraan baggerspecie moet voldoen om in de toekomst landbouwkundig gebruik mogelijk te laten zijn. Het onderzoek is in eerste instantie opgezet voor toepassing van baggerspecie in weilanddepots en in tweede instantie uitgebreid naar baggerspecie verspreid op aanliggende percelen. Uitgangspunt voor landbouwkundige toepassing zijn de LAC-waarden. Toepassen of verspreiden van baggerspecie mag niet leiden tot het overschrijden van de LAC-waarde. Zolang de gehalten in de bodem kleiner zijn dan de LAC-waarde wordt verondersteld dat er geen twijfel is dat landbouwproducten afkomstig van de betrokken percelen aan de gewenste kwaliteit voldoet (voedselveiligheid).

Dit onderzoek was oorspronkelijk opgezet voor de toepassing van baggerspecie in weilanddepots. Aanvullend onderzoek, ook gerapporteerd in dit rapport, heeft laten zien dat het niet nodig is onderscheid te maken tussen normstelling voor toepassing van baggerspecie in weilanddepots en normstelling voor het regelmatig verspreiden van baggerspecie in dunne lagen op aanliggende percelen.

Uitgaande van de huidige normstelling is het mogelijk dat er voor diverse componenten niet meer zal worden voldaan aan de LAC-waarde. Op theoretische gronden is nagegaan wat de maximale concentratie in baggerspecie mogen zijn waarbij overschrijden van de LAC-waarde wordt voorkomen. Dit heeft geleid tot een basis optie van normen en een aantal additionele opties waarover besluitvorming moet gaan plaatsvinden (Tabel 19). De in deze tabel voorgestelde normstelling leidt tot het beperken van de risico's van toepassen en verspreiden van baggerspecie met betrekking tot zowel toxische druk als landbouwkundige productie. De msPAF wordt gebruikt om grenzen te stellen aan de toxische druk en de LAC-waarden zijn gebruikt om normen af te leiden voor individuele parameters zodat landbouwproducten voldoen aan kwaliteitscriteria.

In de in dit onderzoek gebruikte basisoptie zijn de huidige componenten gehandhaafd, maar wel getalsmatig aangepast (msPAF_{metalen} blijft 50%, msPAF_{organisch} van 20 naar 15%, Cd van 7,5 naar 2,7 mg/kg en minerale olie van 3000 naar 1250 mg/kg). Deze normen worden aangevuld met Ni (58 mg/kg), waarbij in 1,8% van de situaties het mogelijk is dat de LAC-waarde wordt overschreden. Voor de overige in Tabel 19 opgenomen normen wordt in minder dan 0,5% van de gevallen de LAC-waarde overschreden. De belangrijkste redenen dat er minder bagger kan worden verspreid zijn overschrijding van de msPAF_{organisch} door aanwezigheid van PAK en de overschrijding van de Ni-norm.

Bij alleen toepassen van de eerste vijf normen in Tabel 19 kan er in Nederland 4,9% minder bagger worden verspreid. Per individueel waterschap zijn er echter grote verschillen variërend van 1,7% tot 12,2%¹². Meenemen van de additionele normen zorgt voor 1% extra niet verspreidbare bagger.

Opnemen van de additionele vier normen in Tabel 19 zal zorgen voor ruim een procent extra niet verspreidbare baggerspecie. Indien deze additionele normen niet worden opgenomen, wordt het mogelijk om bagger te verspreiden met gehalten tot aan de interventiewaarden. Dit zal slechts incidenteel gebeuren, maar vervolgens kan er dan wel een discussie ontstaan over de kwaliteit van de landbouwproducten. Er is geen norm meer opgenomen voor molybdeen. Reden is de kleine kans op overschrijding van de gegeven waarde en de complexiteit van de combinatie molybdeen, koper en zwavel in baggerspecie.

¹² Bij deze percentages is nog uitgegaan van een norm voor minerale olie van 1000 mg/kg ds. Bij de uiteindelijke beleidsmatig vastgestelde norm van 1250 mg/kg ds zullen deze percentages ca. 0,4% lager zijn.

De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van de bestaande database waarin de kwaliteitsgegevens van baggerspecie van de meeste waterschappen zijn opgenomen. Bij de discussie van de resultaten met de waterschappen bleek dat diverse waterschappen meer monsters meten in verdachte gebieden en minder meten in schone gebieden. Het databestand is dus niet volledig representatief voor de kwaliteit van de baggerspecie Nederland en de berekende percentages niet verspreidbare bagger zijn te beschouwen als een hoogste schatting.

Tabel 19

Voorgestelde aanpassing van de normstelling voor het verspreiden van baggerspecie in een weilanddepot en de consequentie voor de hoeveelheid verspreidbare bagger in vergelijking met huidige normstelling.

Parameter	msPAF-waarde	Gehalte mg/kg ds	Consequentie voor verspreidbare hoeveelheid %
Metalen	50%		0
Cd		2,7	0,2
Ni		58	1,8
Organisch	15%		2,5
Minerale olie		1250	0,2
Alle 5 bovenstaande normen			4,9
Pb		183	0,5
Hg		2,9	0,2
PCB		0,24	0,2
As		65	0,1

Bij de voorgestelde normstelling is het risico van uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater klein. Randvoorwaarde is wel dat de pH van de baggerspecie niet te ver daalt. Op percelen waarop bagger wordt verspreid zal via het normale agrarische beheer worden gecompenseerd door te bekalken. Bij een weilanddepot zal met de aanleg moeten worden geanticipeerd op een eventuele pH daling.

Voor Pb is nagegaan in welke waterschappen verhoogde gehalten voorkomen. Waterschappen met toemaakdekken in het beheersgebied hadden de meeste overschrijdingen. In toemaakdekken voldoet ook de bodem al vaak niet aan de LAC-waarden. Met gebiedsspecifiek beleid zou verspreiding alsnog mogelijk kunnen zijn, omdat in deze gebieden de bagger niet zorgt voor een extra verhoging.

Een specifieke categorie vormen de baggerspecies met een laag organische stofgehalte en bestrijdingsmiddel gemeten onder de rapportagegrens. Door de gebruikte systematiek bij de berekening van de $msPAF_{organisch}$ waarbij $0,7 \times$ de rapportagegrens moet worden ingevoerd wordt de $msPAF_{organisch}$ met 6,7% verhoogd. Dit leidt tot 0,3 tot 0,5% niet meer verspreidbare baggerspecie.

Met betrekking tot het invoeren van gehalten van bestrijdingsmiddelen lager dan de rapportagegrens in combinatie met een laag organisch stofgehalte moet een oplossing worden gevonden om onnodig afkeuren van de baggerspecie te voorkomen. Beleidsmatig moet hiervoor een passende oplossing worden gezocht, die aansluit bij de toetsingsystematiek. Oplossingsrichtingen zijn gegeven in 5.3.

In de berekeningen voor PAKs en PCBs wordt het organisch stofgehalte ook meegenomen bij lage organische stofgehalten. Dit kan leiden tot het niet meer verspreidbaar zijn van baggerspecie bij gemeten absolute gehalten nabij de achtergrondwaarden. Indien dit wordt gezien als een probleem, wordt aanbevolen dit nader en meer locatiespecifiek te onderzoeken. Hierbij kan dan tevens worden nagegaan of deze species ook werkelijk worden verspreid. Door het lage organische stofgehalte kunnen ze een nadelige invloed hebben op de bodemvruchtbaarheid.

Bij toekomstige beleidsmatige discussies over de voorgestelde nieuwe normstelling is het van belang te weten dat de voorgestelde normstelling twee elementen bevat:

1. Voorkomen dat de toxische druk te hoog wordt (voldoen aan msPAF-criteria).
2. Voorkomen dat percelen minder geschikt worden voor landbouwkundige productie (voldoen aan normen voor individuele parameters en normen met betrekking tot voedselveiligheid).

In de discussie zullen beide elementen een rol moeten spelen. De uiteindelijke normen zullen beleidsmatig worden vastgesteld.

Dit onderzoek heeft zich gericht op de normstelling voor verspreiden van baggerspecie in weilanddepots en verspreiden op aanliggende percelen. De conclusie is dat er minder bagger kan worden verspreid. Waterbeheerders zullen een bestemming moeten vinden voor deze niet verspreidbare baggerspecie. Er zijn meer bestemmingen mogelijk dan de bestemmingen waarop momenteel wordt gefocust (weilanddepot, aanliggend perceel en verondiepen van plassen). Als de bestemming het mogelijk maakt bijvoorbeeld baggerspecie die voldoet aan de klasse industrie of aan de interventiewaarde te gebruiken, zal de hoeveelheid toe te passen baggerspecie gaan toenemen. De in dit onderzoek gebruikte systematiek maakt het mogelijk de consequenties te berekenen.

Literatuur

- Collins, R.N. & Kinsela, A.S. (2011). Pedogenic factors and measurements of the plant uptake of cobalt. *Plant and Soil*, 339(1), 499–512.
- EFSA, 2010. Results of the monitoring of non dioxin-like PCBs in food and feed. *EFSA Journal* 8(7) 1701. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/1701.pdf>
- Eijkeren, J.C.H. van, Zeilmaker, M.J., Kan, C.A., Traag, W.A., Hoogenboom, L.A.P., 2006. A toxicokinetic model for the carry-over of dioxins and PCBs from feed and soil to eggs. *Food Addit. Contam.* 23, 509–517.
- Feidt, C., F. Ounnas, D. Julien-David, S. Jurjanz, H. Toussaint, C. Jondreville, G. Rychen, 2013. Relative bioavailability of soil-bound polychlorinated biphenyls in lactating goats. *J. Dairy Sic.* 96, 3916-3923.
- Fournier, A., C. Feidt, A. Travel, B. Le Bizec, A. Venisseau, P. Marchand, C. Jondreville, 2012. Relative bioavailability to laying hens of indicator polychlorobiphenyls present in soil. *Chemosphere* 300-306.
- Groenenberg, J. E., P. F.A.M. Römkens, A. van Zomeren, S. M.. Rodrigues, R. N.J. Comans. Using dilute nitric acid as a single extractant to determine geochemical reactive element concentrations in soil. in prep.
- Harmsen, J., 2004. Landfarming of polycyclic aromatic hydrocarbons and mineral oil contaminated sediments. PhD-thesis Wageningen Universiteit (<http://library.wur.nl/wda/dissertations/dis3662.pdf>)
- Harmsen, J., R.P.J.J. Rietra, J. E. Groenenberg, J. Lahr, A van der Toorn, en H.J. Zweers, 2012. Het verspreiden van bagger op het land in klei- en veengebieden, Alterra—rapport 2282
- Harmsen, J., R.P.J.J. Rietra, en A van den Toorn, 2013. Onderzoek Weilanddepot Aanen; Gebruiksmogelijkheden voor de landbouw. Alterra-rapport 2442.
- Hoogenboom, L.A.P., Kan, C.A., Zeilmaker, M.J., Van Eijkeren, J., Traag, W.A., 2006. Carry-over of dioxins and PCBs from feed and soil to eggs at low contamination levels – influence of mycotoxin binders on the carry-over from feed to eggs. *Food Addit. Contam.* 23, 518–527.
- Jurjanz, S., C. Feidt, L. A. Pérez-Prieto, H. M. N. Ribeiro Filho, G. Rychen, and R. Delagarde. 2012. Soil intake of lactating dairy cows in intensive strip grazing systems. *Animal* 6:1350–1359.
- Maliszewska-Kordybach, B., 2000. Organic contaminants in agricultural soils in Central and East European countries as compared to West European countries; example of PAHs. In: M.J. Wilson and B. Maliszewska-Kordybach (eds). *Soil quality, sustainable agriculture and environmental security in Central and eastern Europe*, 49-60. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- McGrath, S.P., C. Micó, F.J. Zhao, J.L. Stroud, H. Zhang, S. Fozard 2010. Predicting molybdenum toxicity to higher plants: Estimation of toxicity threshold values. *Environmental Pollution*. 158, 3085-3094.
- McGrath, S.P., Micó, C., Curdy, R., Zhao, F.J., 2010. Predicting molybdenum toxicity to higher plants: Influence of soil properties. *Environmental Pollution* 158, 3095-3102.

-
- Ministerie van VROM (2009). NOBO: Normstelling en bodemkwaliteitsbeoordeling. Rapport.
- De Nijs, A.C.M., A.M. Wintersen, L. Posthuma, J.P.A. Lijzen, P.F.A.M. Romkens, D. de Zwart, 2008. Het webportaal www.risicotoolboxBodem.nl. Modelbeschrijving. RIVM Rapport 711701067, Bilthoven.
- L.A. Osté, A. Wintersen, E.V. ten Kate en L. Posthuma, 2008. Nieuwe normen waterbodems. RWS-Waterdienst rapport 2008.002; RIVM-rapport 711701064.
- Osté, L.A., Wintersen, A, Zwart, D. de, 2011. Uitbreiding msPAF voor verspreiden op aangrenzende perceel - Effect van het toevoegen van Ba, Co, Mo, Sb, Sn en V in de msPAF. Deltaresrapport 1203510-000-ZWS-0017.
- Ounnas, F., C. Feidt, H. Toussaint, G. Rychen, P. Marchand, B. Le Bizec, G. Rychen, and S. Jurjanz. 2010. Polychlorinated biphenyl and low polybrominated diphenyl ether transfer to milk in lactating goats chronically exposed to contaminated soil. *Environ. Sci. Technol.* 44:2682–2688.
- Rietra, R.P.J.J. en J. Harmsen, 2005. Geochemie van molybdeen in relatie tot (water)kwaliteit, gewaskwaliteit en diergezondheid. Alterra-rapport 1281, Wageningen.
- Rietra R.P.J.J en Römken, 2007. Actief bodembeheer toemaakdekken: risico's van bodemverontreinigingen voor de kwaliteit van veevoer en gehalten aan lood en cadmium in orgaanvlees in het Veenweidegebied Alterra-rapport 1433, Wageningen.
- Roskam, G.D. en L.A. Osté (2013), Kwaliteitsverschil stedelijke en landelijke baggerspecie. Deltares rapport 1207248-000-ZWS-0005.
- Scan, 2000. Opinion of the Scientific Committee on Animal Nutrition, on the dioxin contamination of feedingstuffs and their contribution to the contamination of food of animal origin. Adopted on 6 Nov 2000. http://ec.europa.eu/food/committees/scientific/out55_en.pdf
- Thomas, G.O., Sweetman, A.J., Jones, K.C., 1999. Input-output balance of polychlorinated biphenyls in a long-term study of lactating dairy cows. *Environ. Sci. Technol.*, 33 (1), 104–112.
- Traag, W., K. Kam, M. Zeilmaker, R. Hoogerbrugge, J. Van Eijkeren, R. Hoogenboom, 2004. Carry-over of dioxins and PCBs from feed and soil to eggs at low contamination levels. Influence of binders on the carry-over from feed to eggs. Report 2004.016 <http://edepot.wur.nl/25621>
- Vries, W. de; Römken, P.F.A.M.; Bonten, L.T.C.; Rietra, R.P.J.J.; Ma, W.C.; Faber, J.H., 2008. De invloed van bodemeigenschappen op kritische gehalten voor zware metalen en organische microverontreinigingen in de bodem. Alterra rapport 817, Wageningen.
- Xiao, X & M. Yang & Z. Guo & Y. Luo & J. Bi, 2012. Permissible Value for Vanadium in Allitic Udic Ferrisols Based on Physiological Responses of Green Chinese Cabbage and Soil Microbes *Biol Trace Elem Res*, 145:225–232.
- Yang J, YG Teng, JS Wang, J. Li (2011) Vanadium uptake by alfalfa grown in V–Cd-contaminated soil by pot experiment. *Biol Trace Elem Res.* 142, 787–795.

Bijlage 1 Het aantal overschrijdingen bij gebruik van de normen geformuleerd in Tabel 9

	n	huidig beleid			landbouwnormen		
		norm	# verwijderd	% verwijderd	norm	# verwijderd	% verwijderd
alle stoffen	14328		2025	14,1		2536	17,7
As	11429	76	111	1,0	65	15	0,1
Ba	13040	920	44	0,3			-
Mo	11399	190	1	0,0	7	28	0,2
Cd	14326	7,5	98	0,7	2,7	31	0,2
Cr	11130	180	157	1,4	243	0	-
Co	13026	190	9	0,1			-
Cu	14327	190	89	0,6	100	0	-
Hg	14323	36	21	0,1	2,9	25	0,2
Pb	14328	530	60	0,4	183	67	0,5
Ni	14328	210	32	0,2	58	260	1,8
V	3283	250	0	-	90	35	1,1
Zn	14328	720	427	3,0	920	0	-
msPAFmetal	14328	0,5	1480	10,3	0,4	356	2,5
msPAForg	14328	0,2	619	4,3	0,15	363	2,5
minrlole	14206	3000	48	0,3	1000	87	0,6
SOMPAK10	14328	40	104	0,7	3,6	1265	8,8
SOMPCB7	13664	1000	25	0,2	240	30	0,2
SOMDDT6	10890	4000	3	0,0	200	469	4,3
SOMdrins5	10165	4000	2	0,0			-
dieldn	11108			-	15	148	1,3
sHpClepO	1653	4000	6	0,4			-
24DDD	10912	4000	0	-	200	2	0,0
24DDT	10998	4000	0	-	200	3	0,0
44DDD	11000	4000	2	0,0	200	12	0,1
44DDE	11000	4000	0	-	200	3	0,0
44DDT	10999	4000	0	-	200	10	0,1
SOMDDD	10912	4000	2	0,0	200	15	0,1
SOMDDE	10891	4000	0	-	200	15	0,1
SOMDDT	10997	4000	0	-	200	160	1,5
PCB101	13669			-	100	7	0,1
PCB118	13668			-	100	4	0,0
PCB138	13669			-	100	11	0,1
PCB153	13669			-	100	12	0,1
PCB180	13668			-	100	5	0,0
PCB28	13668			-	100	2	0,0
PCB52	13667			-	100	3	0,0

Bijlage 2 Minerale olie

Bij de berekening is oorspronkelijk uitgegaan van een minerale oliegehalte van 1000 mg/kg ds. In de laatste fase van het onderzoek is nagegaan wat de consequentie zou zijn als in plaats van 1000 mg/kg ds 1250 mg/kg ds gebruikt wordt. Het gehalte van 1250 mg/kg ds wordt gebruikt als norm bij verspreiden van baggerspecie in zoet en zout oppervlaktewater. Het hebben van uniformiteit was de achterliggende reden voor dit aanvullende onderzoek. Bij een gehalte van 1250 mg/kg ds duurt het iets langer om in een weilanddepot te voldoen aan de in 2.3.4 geformuleerde norm. Er is tussen de 5 en 6 jaren biologische afbraak nodig in plaats van 4 jaar bij het gehalte van 1000 mg/kg ds. Bij verspreiden in een dunne laag geeft de beperkte verhoging tot 1250 mg/kg ds nog steeds een acceptabele bodemkwaliteit, ook op de lange termijn (zie ook 2.6.3)

Bij een norm van 1000 mg/kg ds voldoen 87 monsters niet aan deze norm. Bij deze norm zou bij toepassing van de basisoptie 5,2% niet verspreidbaar zijn. Bij een norm van 1250 mg/kg daalt het aantal overschrijdingen voor minerale olie van 87 naar 53 monsters. Hiervan zijn er 31 die alleen op basis van de olienorm afvallen. De andere 22 monsters overschrijden op meerdere stoffen. De norm 1250 mg/kg ds zorgt dus voor 0,22% minder verspreidbare baggerspecie. Met de aanname dat eenzelfde verhouding geldt bij de norm van 1000 mg/kg ds, zouden 50 van de 87 monsters niet verspreidbaar zijn (0,35%). Door aanpassing van de olienorm van 1000 naar 1250 mg/kg ds is het oorspronkelijk berekende percentage niet verspreidbare bagger veranderd van 5,0% in $5,0 - 0,35 + 0,22 = 4,9\%$. Deze verandering is zodanig klein dat het niet nodig was de exercitie beschreven in 5.1 over te doen. De norm van 1250 mg/kg ds en de hierboven beschreven consequentie zijn verder in de tekst en conclusies verwerkt.



Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2583
ISSN 1566-7197



Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2583
ISSN 1566-7197

Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

