



Energy research Centre of the Netherlands

ECN-E--09-055

Mei 2009

# Beoordeling van gevaarlijke afvalstoffen als stabiel, niet reactief afval

A. van Zomeren  
P.A. Bonouvrie  
H.A. van der Sloot

# Beoordeling van gevaarlijke afvalstoffen als stabiel, niet-reactief afval

A. van Zomeren  
P.A. Bonouvrie  
H.A. van der Sloot

ECN-E--09-055

## **Verantwoording**

Dit project is uitgevoerd in opdracht van VROM (referentie IKC 42550) onder projectnummer 8.27717.

## **Abstract**

The Dutch ministry of Spatial Planning, Housing and the Environment works on the national implementation of the Annex II of the European Landfill Directive (LFD). The LFD describes acceptance criteria for landfills containing hazardous waste and non-hazardous waste. The ministry requested ECN to perform a study on the acceptability of specific hazardous waste materials that are disposed in landfills for non-hazardous waste. These waste materials are then classified as stable, non-reactive hazardous waste materials. This report describes the environmental assessment of tar-containing roofing felt and creosoted railway sleepers.

# Inhoud

Lijst van tabellen	4
Samenvatting	5
1. Inleiding	7
2. Materialen en methoden	9
2.1 Verzamelen van literatuurgegevens	9
2.2 Bemonstering en experimenten	9
2.2.1 Dakleer	9
2.2.2 Spoorbielzen	10
3. Resultaten en discussie	11
3.1 Totaalsamenstelling PAK en minerale olie	11
3.2 Uitloogresultaten dakleer	12
3.2.1 Vergelijking L/S=10 emissies uit dakleer met grenswaarden Europese Stortbesluit	12
3.2.2 Uitloging dakleer onder veranderende omstandigheden	13
3.3 Uitloogresultaten spoorbielzen	14
3.3.1 Vergelijking L/S=10 emissies uit spoorbielzen met grenswaarden Europese Stortbesluit	14
3.3.2 Uitloging spoorbielzen onder veranderende omstandigheden	17
4. Conclusies en aanbevelingen	18
Referenties	20
Bijlage A Resultaten pH-stat proeven dakleer in mg/L.	21
Bijlage B Resultaten pH-stat proef op spoorbielzen	23
Bijlage C Resultaten diffusietesten Dakleer	25
Bijlage D Resultaten diffusietesten Spoorbielzen	29
Bijlage E Overzicht uitlooggegevens van verduurzaamd hout	31

## Lijst van tabellen

Tabel 3.1	<i>Totaalsamenstelling PAK en minerale olie in dakleer en spoorbielzen</i> .....	11
Tabel 3.2	<i>Vergelijking L/S=10 emissies uit dakleer (schudtest bij eigen pH, 48 uur) met de grenswaarden uit het Europese Stortbesluit voor acceptatie van gevaarlijk afval op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval. Waarden zijn in mg/kg (behalve pH)</i> .....	13
Tabel 3.3	<i>Vergelijking L/S=10 emissies uit spoorbielzen (schudtest bij eigen pH, 48 uur) met de grenswaarden uit het Europese Stortbesluit voor acceptatie van gevaarlijk afval op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval. Waarden zijn in mg/kg (behalve pH)</i> .....	16
Tabel 3.4	<i>Zuurneutraliserend vermogen (ANC) van spoorbielzen (wanneer pH van 3.5 naar 7.5 geneutraliseerd wordt) in vergelijking met de benodigde ANC om het afvalmengsel (equistort) duurzaam storten een pH eenheid te verlagen in een situatie met 1:1 spoorbielzen en ander afval</i> .....	16

## Samenvatting

Het ministerie van VROM werkt aan de implementatie van Annex II van de EU-Richtlijn Storten (CEC, Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste, Official Journal of the European Communities.) in de Nederlandse regelgeving. In de Europese Richtlijn storten (en dus ook in de Annex II (CEC, Council Decision 2003/33/EG of 19 December 2002 establishing criteria and procedures for the acceptance of waste at landfills pursuant to Article 16 and Annex II of Directive 1999/31/EC on the landfill of waste, Official Journal of the European Communities.)) wordt onderscheid gemaakt tussen stortplaatsen voor gevaarlijk afval en stortplaatsen voor niet-gevaarlijk afval.

VROM heeft ECN gevraagd onderzoek te doen naar de aanvaardbaarheid van gevaarlijk afval dat als niet gevaarlijk afval gestort kan worden. In eerste instantie richt dit project zich op de materialen teerhoudend dakleer en gecreosoteerde spoorbielzen.

Het doel van dit project is:

1. Wat kan op basis van de reeds beschikbare gegevens worden geconcludeerd over de mate waarin dakleer en bielzen stabiel, niet-reactief afval zijn?;
2. Wat wijzen uitloogtesten bij deze afvalstoffen uit, waarbij de parameters beperkt moeten blijven tot de parameters zoals deze zijn vermeld in de Annex II?

In dit project zijn diverse uitloogtesten uitgevoerd op composietmonsters van dakleer en spoorbielzen. De resultaten zijn (indien mogelijk) getoetst aan de eisen uit het Europese Stortbesluit voor acceptatie van gevaarlijk afval op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval.

De resultaten van dakleer (verkleind tot ca 1\*1 cm) laten zien dat de emissies van DOC op de grens zitten voor acceptatie van gevaarlijk afval op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval. Deze relatief hoge DOC emissies zijn vooral veroorzaakt door het verkleinen van het materiaal (meer blootgesteld oppervlak). De DOC concentraties in de tanktest waren steeds rond de detectielimiet van de methode (2 mg C/L). Er wordt daarom verwacht dat de uitloging van DOC in de praktijk (grote stukken dakleer in een stortplaats) ruimschoots aan de normen zal voldoen. De overige emissies (metalen en anionen) van verkleind dakleer voldoen aan de grenswaarden voor acceptatie van gevaarlijk afval op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval. Deze resultaten geven aan dat er op basis van de uitloging van dakleer geen problemen te verwachten zijn met betrekking tot de grenswaarden uit het Europese Stortbesluit. De uitloging van PAK en minerale olie ligt voor de meeste componenten rond de detectielimiet van de methode. Hierbij dient nog wel te worden opgemerkt dat het totaalgehalte PAK in dakleer relatief laag was ten opzichte van een eerdere studie. Het is daarom niet duidelijk of deze conclusie algemeen geldend is.

Nader onderzoek naar de redenen voor de lage PAK concentraties in het dakleer leverde op dat er een groot verschil in belastingtarief (Wet belasting op milieugrondslag) is waardoor de prikkel om dakafval gescheiden in te zamelen minimaal wordt. In eerder onderzoek is beschreven dat bitumineus dakafval dan ook vaak als teerhoudend materiaal wordt aangeboden. Er wordt op basis van de nu beschikbare informatie geconcludeerd dat het grote verschil in belastingtarieven een reden kan zijn voor vermenging van deze afvalstromen.

De resultaten van de tot <2mm verkleinde spoorbielzen laten zien dat dit materiaal een relatief lage pH heeft. Deze pH is ook lager dan de minimumwaarde van 6 die wordt genoemd in het Europese Stortbesluit. Daarnaast zijn de emissies van DOC en Zn respectievelijk een factor 24 en 7.5 hoger dan de grenswaarden. De relatief lage pH en de hoge DOC concentraties kunnen zeer waarschijnlijk worden verklaard door de organische zuren die in het hout aanwezig zijn. Doordat het materiaal verkleind is (<2mm) zijn deze zuren makkelijk beschikbaar voor

uitloging en veroorzaken ze een hoge DOC concentratie en een lage pH. In de diffusietest op het onverkleinde materiaal zijn de DOC concentraties ongeveer 10-20 mg/L (dit zou omgerekend een emissie betekenen van 50-100 mg/kg). Uit de resultaten blijkt verder dat het zuurneutraliserend vermogen van (verkleinde) spoorbielzen te laag is om enige invloed uit te oefenen op de heersende pH in een stortlichaam.

Het is opvallend dat de Zn emissie uit de tot <2mm verkleinde spoorbielzen relatief hoog is. De hoge Zn concentraties kunnen zeer waarschijnlijk worden verklaard door de gegalvaniseerde bevestigingsonderdelen (om de spoorrails aan de bielzen te bevestigen) die gedurende de gehele levensduur in contact hebben gestaan met de spoorbielzen (onder invloed van regen en de relatief lage pH in de bielzen). In een stortsituatie met andere materialen zal het uitlooggedrag waarschijnlijk gecontroleerd worden door oplosbaarheidscontrole door minerale fasen (in combinatie met adsorptie aan reactieve ijzer/aluminium-oxiden). Een extra toevoeging van Zn uit de spoorbielzen zal dan slechts een beperkt effect hebben op de Zn uitloging omdat de oplosbaarheid van Zn gecontroleerd wordt door minerale fasen (een hoger totaalgehalte leidt dus niet direct tot meer uitloging). Voor de praktijk zal dit zeer waarschijnlijk betekenen dat de relatief hoge Zn concentraties in het verkleinde materiaal uiteindelijk in de stortplaats substantieel lager zullen zijn. Enerzijds is het materiaal in de stortplaats niet verkleind (misschien wel op langere termijn, zie hieronder). Anderzijds zal de Zn oplosbaarheid in de stortplaats aanzienlijk dalen door de daar heersende pH waarde.

De overige parameters voor spoorbielzen voldoen ook bij veranderende pH waarde ruim aan de acceptatie grenswaarden uit het Europese Stortbesluit voor acceptatie van gevaarlijk afval op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval. Er kan worden gesteld dat de kans op overschrijding van de grenswaarden onwaarschijnlijk geacht moet worden en dat spoorbielzen dus aangemerkt kunnen worden als stabiel, niet-reactief gevaarlijk afval. De relatief hoge Zn en DOC waarden zullen in de praktijk niet leiden tot problemen met het percolaatwater.

De overige parameters voor spoorbielzen voldoen aan de acceptatie grenswaarden uit het Europese Stortbesluit voor acceptatie van gevaarlijk afval op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval. Deze resultaten geven aan dat er op basis van de uitloging van spoorbielzen geen problemen te verwachten zijn met betrekking tot de grenswaarden uit het Europese Stortbesluit. De uitloging van PAK en minerale olie uit dit materiaal is onderzocht met de diffusietest. De uitgeloopte concentraties zijn hoger dan voor het dakleer is gemeten. Omdat er geen regelgeving is op het gebied van de PAK en minerale olie uitloging, zijn deze resultaten vergeleken met gemeten concentraties in uitloogtesten met een afvalmengsel. De concentraties van PAK en minerale olie komen ongeveer overeen met de concentraties die gemeten zijn in een mengsel van afvalstoffen.

In de stortplaats zouden de spoorbielzen op lange termijn nog afgebroken kunnen worden door microbiële activiteit. Vanwege het monolithisch karakter (en de impregnatie) van spoorbielzen kan aangenomen worden dat dit materiaal stabiel, niet-reactief gevaarlijk afval is, ondanks het feit dat het wel langzaam afgebroken kan worden. Het afbraakproces is zeer waarschijnlijk dermate traag dat het effect gering geacht kan worden.

## 1. Inleiding

Het ministerie van VROM werkt aan de implementatie van Annex II van de EU-Richtlijn Storten (Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste, Official Journal of the European Communities.) in de Nederlandse regelgeving. In de Europese Richtlijn storten (en dus ook in de Annex II (Council Decision 2003/33/EG of 19 December 2002 establishing criteria and procedures for the acceptance of waste at landfills pursuant to Article 16 and Annex II of Directive 1999/31/EC on the landfill of waste, Official Journal of the European Communities.)) wordt onderscheid gemaakt tussen stortplaatsen voor gevaarlijk afval en stortplaatsen voor niet-gevaarlijk afval.

Gevaarlijk afval mag onder bepaalde voorwaarden in een cel<sup>1</sup> gestort worden op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval, namelijk wanneer het afval stabiel, niet-reactief is. Dit betekent volgens de Annex II dat het uitlooggedrag van het afval op lange termijn onder de ontwerpomstandigheden van de stortplaats of bij voorzienbare calamiteiten niet in ongunstige zin verandert:

- in het afval zelf (bijvoorbeeld door biologische afbraak);
- onder invloed van omgevingsomstandigheden op lange termijn (bijvoorbeeld water, lucht, temperatuur, mechanische invloeden);
- onder invloed van andere afvalstoffen (met inbegrip van afvalproducten zoals percolaat en gas).

VROM heeft ECN gevraagd onderzoek te doen naar de aanvaardbaarheid van gevaarlijk afval dat als niet gevaarlijk afval gestort kan worden. In eerste instantie richt dit project zich op de materialen teerhoudend dakleer en gecreosoteerde spoorbielzen.

Het doel van dit project is:

1. Wat kan op basis van de reeds beschikbare gegevens worden geconcludeerd over de mate waarin dakleer en bielzen stabiel, niet-reactief afval zijn?;
2. Wat wijzen uitloogtesten bij deze afvalstoffen uit, waarbij de parameters beperkt moeten blijven tot de parameters zoals deze zijn vermeld in de Annex II?

Om er achter te komen of gevaarlijk afval op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval gestort mag worden, zijn gegevens over deze afvalstoffen nodig. Ten eerste geven deze gegevens informatie over de afvalstof waaruit blijkt dat een afvalstof voldoet aan de grenswaarden die van toepassing zijn voor de stortplaats. En ten tweede, wanneer dit het geval is, moeten deze gegevens informatie geven of de uitlooging niet verandert onder veranderende omstandigheden en kan antwoord worden gegeven op de vraag of het afval stabiel, niet-reactief gevaarlijk afval is.

Omdat de verwachting is dat een uitspraak over organische micro's van belang zijn voor de acceptatie als stabiel, niet reactief en omdat dit de belangrijkste verontreinigingen zijn, kunnen we onze ogen hiervoor niet sluiten, ondanks dat de Annex II het niet eist. De resultaten kunnen vergeleken worden met andere materialen (bouwproducten) en op grond daarvan beoordeeld worden.

---

<sup>1</sup> Een cel kan worden gedefinieerd als een stortvak of een deel daarvan met een bepaalde hoogte. Isolatie van een cel op een zodanige manier dat het uitlooggedrag van het in de cel gestorte afval niet nadelig kan worden beïnvloed, kan achterwege blijven als vaststaat dat het uitlooggedrag van het stabiel, niet-reactief gevaarlijk afval niet negatief wordt beïnvloed door omstandigheden op de stortplaats. Daarbij is de invloed van andere afvalstoffen een belangrijke factor. Het is dus noodzakelijk de invloed van die andere afvalstoffen op afval dat (mogelijk) stabiel, niet-reactief gevaarlijk is, te kennen.



De grenswaarden voor gevaarlijke afvalstoffen die gestort mogen worden op een stortplaats voor niet gevaarlijk afval zijn als volgt vastgelegd:

<b>Parameters</b>	<b>Waarde bij L/S=10 l/kg mg/kg droge stof</b>
As	2
Ba	100
Cd	1
Cr totaal	10
Cu	50
Hg	0,2
Mo	10
Ni	10
Pb	10
Sb	0,7
Se	0,5
Zn	50
Chloride	15.000
Fluoride	150
Sulfaat	20.000
Opgeloste organische koolstof (DOC)*	800
Totaal opgeloste vaste stoffen (TDS)**	60.000

\* Als afvalstoffen bij hun eigen pH-waarde niet aan de waarde voor opgelost organische koolstof voldoen, is testen bij L/S=10 l/kg en een pH-waarde van 7,4-8.0 toegestaan, mits daarbij voor opgeloste organische koolstof (DOC) een waarde van 800 mg/kg droge stof niet wordt overschreden De opgelost organische koolstof wordt vastgesteld overeenkomstig EN 14429

\*\* De waarden voor totaal opgeloste vaste stoffen (TDS) kunnen als alternatief voor de waarden voor sulfaat en chloride worden gebruikt

Als aanvullende criteria worden gesteld:

<b>Parameter</b>	<b>Waarde</b>
TOC (totaal organisch koolstof)	5 gewichtsprocent
Zuurgraad	Minimaal 6

## 2. Materialen en methoden

### 2.1 Verzamelen van literatuurgegevens

Van dakleer waren alleen uitlooggegevens uit Denemarken bekend. Deze gegevens heeft ECN gekregen en zijn geconverteerd naar het database formaat van de LeachXS database. Daarnaast heeft ECN gegevens van verduurzaamd hout, dit betreft hout dat behandeld is met verschillende middelen: CCA (Cr, Cu, As), CCB (Cr, Cu, B), amine copper quat, propiconazole en tebuconazole. Deze gegevens waren al beschikbaar in de uitloogdatabase.

Het uitlooggedrag en de onderlinge verschillen tussen deze materialen zijn vervolgens beoordeeld door gebruik te maken van de test vergelijking module in LeachXS. De resultaten van de uitloogproeven die in dit project zijn uitgevoerd, zijn ook opgenomen in de LeachXS database (Schoknecht et al. 1-211).

### 2.2 Bemonstering en experimenten

De afvalstoffen dakleer en spoorbielzen hebben in de praktijk relatief grote afmetingen en de emissies in de stortplaats (op de korte tot (middel-)lange termijn) zullen daarom vooral door diffusie bepaald worden. De experimenten zijn in eerste instantie uitgevoerd op deelmonsters die niet verder verkleind zijn dan voor de diffusieproef (zie hieronder) nodig is (enkele tientallen centimeters doorsnede).

Op de lange termijn zouden de spoorbielzen door microbiële activiteit afgebroken kunnen worden waardoor het materiaal verkleind wordt. Het is op dit moment niet duidelijk of dit onder de condities in de stortplaats gaat gebeuren en op welke termijn. De verwachting is dat dakleer helemaal niet afgebroken wordt in de stortplaats. Uitloogproeven op verkleinde monsters geeft dan een beeld van de emissies op de lange termijn onder de aanname dat het materiaal uit elkaar zou vallen. Bovendien zijn de grenswaarden uit het Europese Stortbesluit gebaseerd op uitloogproeven op verkleind materiaal. Mede om deze reden is sterk gefocust op proeven met verkleind materiaal.

#### 2.2.1 Dakleer

Er zijn vier deelstromen koolteerhoudend dakleer bemonsterd over een periode van 1 week (ongeveer 2 kg per bemonstering). De deelmonsters zijn naar ECN opgestuurd. Op het laboratorium zijn vervolgens random 3 partijen gekozen waaruit een greep genomen is van een stuk dakleer. Op deze drie stukken is een korte diffusieproef uitgevoerd (1 dag).

Uit de vier deelpartijen is ook een greep genomen voor monstermateriaal dat verder verkleind is voor totaalanalyse van PAK en minerale olie en voor de pH-stat uitloogproef. Het totaalgehalte PAK is bepaald met een voorbewerking voor bitumineuze materialen (NEN 7331, 2007). Het bleek niet mogelijk om het dakleer te verkleinen tot <4mm omdat de apparatuur teveel warmte genereerde waardoor het dakleer smolt. Zelfs cryogeen malen was onvoldoende om de apparatuur genoeg te koelen. Voor een van de deelmonsters is het wel gelukt om het materiaal te verkleinen, deze deelstroom bevatte meer asfaltpapier waardoor het materiaal niet samensmolt. Uiteindelijk is besloten om de vier deelmonsters te verkleinen tot stukjes van ongeveer 1 bij 1 cm door middel van knippen. De pH-stat proef is op een mengmonster van deze verkleinde deelmonsters uitgevoerd. Ter vergelijking is het deelmonster dat wel tot <4mm verkleind is, bij de eigen pH uitgeloozd zodat de resultaten vergeleken kunnen worden met de materialen die grover zijn.

De pH-stat uitloogproef is uitgevoerd bij 4 pH waarden (pH 2, 5, 7, 8). De eluaten zijn geanalyseerd met ICP-AES (26 elementen), IC (Cl en SO<sub>4</sub>), FIA (F), DIC/DOC en Hg. Daarnaast is de verkorte diffusieproef uitgevoerd op grotere stukken dakleer (28\*18 cm). De drie fracties (verversing na 2, 8 en 24 uur) zijn samengevoegd en geanalyseerd op PAK(10 van VROM), minerale olie en DOC.

Naast deze uitloogproeven is ook een recent ontwikkelde procedure uitgevoerd om DOC te fractioneren in stabiele en reactieve fracties (van Zomeren and Comans 6755-61). Deze fractionering geeft mede inzicht in de mate van afbreekbaarheid van het materiaal, hetgeen een onderdeel is van de uitspraak voor beoordeling van het materiaal als stabiel, niet reactief.

## 2.2.2 Spoorbielzen

Er zijn vijf deelstromen spoorbielzen bemonsterd uit een opslag van spoorbielzen. Uit elke spoorbielzen zijn twee stukken gezaagd met een lengte van ongeveer 25 cm. De deelmonsters zijn naar ECN opgestuurd. Op het laboratorium zijn vervolgens random 3 blokken gekozen voor uitvoering van de korte diffusieproef uitgevoerd (1 dag). Het bleek nodig om de blokken nogmaals overlans door te zagen om de monsters passend te krijgen voor de diffusietest.

Uit vier deelpartijen zijn ook blokken genomen voor monstermateriaal dat verder verkleind is voor totaalanalyse van PAK en minerale olie en voor de pH-stat uitloogproef. De blokken zijn daartoe eerst in kleinere blokjes gezaagd en vervolgens in een shredder verder verkleind.

De pH-stat uitloogproef is uitgevoerd bij 4 pH waarden (pH 2, 3.5, 7, 9). De eluaten zijn geanalyseerd met ICP-AES (26 elementen), IC (Cl en SO<sub>4</sub>), FIA (F), DIC/DOC en Hg. Daarnaast is de verkorte diffusieproef uitgevoerd op grotere stukken spoorbielzen (15\*20\*13 cm). De drie fracties (verversing na 2, 8 en 24 uur) zijn samengevoegd en geanalyseerd op PAK(10 van VROM), minerale olie en DOC.

Naast deze uitloogproeven is ook een recent ontwikkelde procedure uitgevoerd om DOC te fractioneren in stabiele en reactieve fracties (van Zomeren and Comans 6755-61). Deze fractionering geeft inzicht in de mate van afbreekbaarheid van het materiaal, hetgeen een onderdeel is van de uitspraak voor beoordeling van het materiaal als stabiel, niet reactief.

### 3. Resultaten en discussie

Voor uitgebreide uitleg over uitvoering, interpretatie en vergelijking van resultaten van uitloogproeven wordt de lezer verwezen naar een eerdere ECN publicatie over (horizontale) uitloogtesten (van der Sloot and Dijkstra 1-56).

#### 3.1 Totaalsamenstelling PAK en minerale olie

De totaalsamenstelling PAK (10 VROM) en minerale olie is op een composiet monster van dakleer en op spoorbielzen bepaald. De resultaten van deze analyses staan in Tabel 3.1. De spoorbielzen bevatten duidelijk hogere concentraties aan PAK en minerale olie in vergelijking met het dakleer. De PAK concentraties aan dakleer zijn ook relatief laag ten opzichte van een eerdere studie (Tauw, Onderzoek uitlooggedrag van dakleerafval op stortplaats het Hoge bergse Bos 1-13). Er is met de leverancier van het dakleer expliciet afgesproken om koolteerhoudend dakleer te leveren. Deze afvalstof heeft ook een apart afvalstroomnummer zodat met redelijke zekerheid kon worden vastgesteld dat de juiste dakleer partijen bemonsterd zijn. Aangezien bij de eerdere studie (Tauw, Onderzoek uitlooggedrag van dakleerafval op stortplaats het Hoge bergse Bos 1-13) PAK concentraties van rond de 1000 mg/kg d.s gemeten zijn, lijkt het er toch op dat misschien een of meerdere deelmonsters geen koolteerhoudend dakleer geweest zijn. Er wordt echter verwacht dat de uitloogeigenschappen van de zware metalen en zouten zoals gespecificeerd in het Europese stortbesluit niet substantieel anders zullen zijn bij monsters met hogere PAK concentraties.

Tabel 3.1 *Totaalsamenstelling PAK en minerale olie in dakleer en spoorbielzen*

Parameter	Dakleer (mg/kg d.s.)	Spoorbiels (mg/kg d.s.)
Naftaleen	1.4	360
Fenantreen	3.8	2300
Antraceen	<1	240
Fluoranteen	4.7	1100
Benzo(a)antraceen	2.4	99
Chryseen	7.2	51
Benzo(k)fluoranteen	2	4.5
Benzo(a)pyreen	3.2	<4.3
Benzo(ghi)peryleen	1.8	<4.3
Indeno(123cd)pyreen	1	<4.3
PAK-totaal (10 van VROM)	27	4200
Minerale olie (C10-40)	n.a.	2500

Er is navraag gedaan bij de leverancier van het dakleer en bij een andere stortplaatsexploitant om de mogelijke redenen te achterhalen waarom de geleverde monsters niet teerhoudend waren. Er zijn inderdaad verschillende afvalstroomnummers voor gevaarlijk (teerhoudend) en niet-gevaarlijk afval bij de exploitanten. De aanbieder van het afval geeft aan of de partij gevaarlijk dan wel niet-gevaarlijk afval is. Niet alle stortplaatsexploitanten controleren of de partij dakleer dan ook daadwerkelijk in de juiste categorie is ingedeeld. Het schijnt in de praktijk niet altijd mee te vallen om deze beoordeling goed uit te voeren, zeker als de partij zowel oud (teerhoudend) als relatief nieuw (niet-teerhoudend) dakleer bevat. In een CROW rapportage zijn een aantal praktische tips beschreven om vast te stellen of dakleer teerhoudend is (CROW, Dakafval: grondstof of stof voor discussie? 1-37). Daarnaast zijn er zogenaamde PAK-markers op de markt. De PAK-marker is een soort verf die verkleurt bij de aanwezigheid van PAK en wordt door sommige exploitanten gebruikt voor identificatie.

In de CROW rapportage (Dakafval: grondstof of stof voor discussie? 1-37) wordt ook beschreven dat voor het storten van dakbedekkingmaterialen twee tarieven worden gehanteerd op grond van de Wet belasting op milieugrondslag. Er is een hoog tarief voor niet teerhoudend materiaal en een lager tarief voor dakbedekkingmaterialen die wél teerhoudend zijn. Het hoge tarief is € 83,61 per ton en het lage tarief is € 13,79 per ton (tarieven per 1 januari 2004). Door het grote verschil in belastingtarief wordt de prikkel om dakafval gescheiden in te zamelen minimaal. In het CROW rapport wordt beschreven dat bitumineus dakafval dan ook vaak als teerhoudend materiaal wordt aangeboden. Er wordt op basis van de nu beschikbare informatie geconcludeerd dat het grote verschil in belastingtarieven een reden kan zijn voor vermenging van deze afvalstromen.

## 3.2 Uitloogresultaten dakleer

### 3.2.1 Vergelijking L/S=10 emissies uit dakleer met grenswaarden Europese Stortbesluit

In Tabel 3.2 zijn de emissies zoals gemeten met een schudtest bij L/S=10 (48 uur bij de eigen pH) weergegeven voor het dakleer. De emissies zijn vergeleken met de grenswaarden uit het Europese Stortbesluit voor acceptatie van gevaarlijk afval op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval. Omdat het dakleer niet goed te malen was (behalve een van de deelstromen) is deze afvalstof met een schaar in stukjes (ongeveer 1\*1 cm) geknipt voor de uitloogproef. Ter vergelijking is van 1 deelstroom zowel het geknipte materiaal als het gemalen materiaal uitgelooft.

Voor dakleer geldt dat de emissies van DOC op de grens zitten voor acceptatie van gevaarlijk afval op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval (het gemalen monster is net iets hoger dan de grenswaarde). Deze relatief hoge DOC emissies zijn vooral veroorzaakt door het verkleinen van het materiaal (meer blootgesteld oppervlak). De DOC concentraties in de tanktest waren steeds rond de detectielimiet van de methode (2 mg/L). Er wordt daarom verwacht dat de uitloging van DOC in de praktijk (grote stukken dakleer in een stortplaats) ruimschoots aan de normen zal voldoen.

De overige emissies van dakleer voldoen aan de grenswaarden voor acceptatie van gevaarlijk afval op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval. Deze resultaten geven aan dat er op basis van de uitloging van dakleer geen problemen te verwachten zijn met betrekking tot de grenswaarden uit het Europese Stortbesluit. De uitloging van PAK en minerale olie uit dit materiaal is onderzocht met de diffusietest en wordt besproken in paragraaf 3.2.2.

Tabel 3.2 *Vergelijking L/S=10 emissies uit dakleer (schudtest bij eigen pH, 48 uur) met de grenswaarden uit het Europese Stortbesluit voor acceptatie van gevaarlijk afval op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval. Waarden zijn in mg/kg (behalve pH)*

<i>Parameter</i>	<i>Grenswaarde</i>	<i>Dakleer</i>	<i>Dakleer</i>	<i>Dakleer</i>
	<i>Gev. Afval op stort voor niet-gev. Afval</i>	<i>composiet geknipt (1*1cm)</i>	<i>deelmonster geknipt (1*1cm)</i>	<i>deelmonster gemalen (&lt;2mm)</i>
pH (-)	minimaal 6	7.85	7.30	7.05
Al		0.58	0.53	0.33
As	2	0.007	0.025	0.011
B		1.14	2.22	0.94
Ba	100	0.34	0.19	0.26
Ca		318.0	59.0	105.5
Cd	1	0.000	0.001	0.000
Cl	15000	1908	1736	1875
Co		0.001	0.000	0.003
Cr	10	0.022	0.025	0.010
Cu	50	0.081	0.015	0.034
DIC		109.5	15.6	41.4
DOC	800	795.5	786.3	<b>1221</b>
F	150	1.7	0.55	0.72
Fe		2.02	0.23	0.19
Hg	0.2	0.001	0.001	0.001
K		2020	1909	2123
Li		0.037	0.011	0.030
Mg		5.60	3.26	9.06
Mn		0.19	0.17	0.25
Mo	10	0.020	0.001	0.010
Na		22.1	21.7	35.5
Ni	10	0.019	0.001	0.093
P		0.047	0.088	0.27
Pb	10	0.022	0.081	0.063
S		103.8	13.3	29.7
Sb	0.7	0.028	0.019	0.020
Se	0.5	0.028	0.015	0.016
Si		7.71	5.76	9.14
Sn		0.009	0.009	0.009
SO4	20000	304.8	27.8	53.3
Sr		2.14	0.17	0.44
Ti		0.005	0.005	0.002
V		0.025	0.020	0.13
W		0.006	0.006	0.046
Zn	50	3.12	0.54	0.14

### 3.2.2 Uitloging dakleer onder veranderende omstandigheden

Vanuit Denemarken (dhr. O. Hjelmars) zijn gegevens verkregen van diffusietesten op teerhoudend dakleer. Deze gegevens zijn geconverteerd om ze vervolgens in te voeren in de ECN uitloogdatabase. De resultaten van deze experimenten zijn weergegeven in Bijlage C. De uitloognormen die zijn opgenomen in Bijlage 2 van het Europese stortbesluit zijn gebaseerd op de emissies met een kolomtest op granulair materiaal. De Deense gegevens betreffen diffusietesten (monolithisch materiaal), daardoor zijn de resultaten niet te toetsen aan de normen uit het Europese Stortbesluit. Er is vervolgens gekozen om de uitloogresultaten te vergelijken met de grenswaarden uit Cgeconditioneerd (gestabiliseerd afval). In de resultaten in Bijlage C is

te zien dat alle elementen ruimschoots voldoen aan de eisen uit Cgeconditioneerd. Tevens blijkt dat er geen resultaten aanwezig zijn van de emissie van F, Mo, Sb en Se. Voor deze elementen kan geen harde uitspraak gedaan worden. Voor DOC zijn geen grenswaarden opgesteld in de regeling Cgeconditioneerd en kan daarom niet worden vergeleken met de norm. Gezien de zeer lage DOC concentraties (ongeveer 2 mg/L) in de diffusietest wordt verwacht dat dit geen kritische parameter is voor het Europese Stortbesluit (zie ook de discussie in paragraaf 3.2.1).

In Bijlage A staan de pH-stat resultaten van dakleer (dit onderzoek), een schudtest (L/S=20) uit een studie van Tauw (Onderzoek uitlooggedrag van dakleerafval op stortplaats het Hoge bergse Bos 1-13) en de resultaten van de Deense diffusietesten op dakleer. De diffusietest gegevens zijn samen geplotted met de pH-stat resultaten om de concentratie niveau's van verontreinigingen te kunnen vergelijken. De verticale lijnen van het zwarte vierkant geven het relevante pH domein aan in een stortplaats, de bovenste horizontale lijn is de grenswaarde uit het Europese Stortbesluit, de onderste horizontale lijn geeft de detectielimiet van de meetmethode weer. De resultaten van dakleer (verkleind tot ca 1\*1 cm) laten zien dat er onder veranderende pH omstandigheden geen overschrijdingen optreden van de grenswaarden. De emissies van DOC zitten op de grens voor acceptatie van gevaarlijk afval op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval. De uitloging van PAK en minerale olie ligt voor de meeste componenten rond de detectielimiet van de methode. Er wordt daarom verwacht dat dakleer geen substantiële bijdrage zal leveren aan de PAK concentraties in het percolaatwater. Hierbij dient nog wel te worden opgemerkt dat het totaalgehalte PAK in dakleer relatief laag was ten opzichte van een eerdere studie (zie hierboven). Het is daarom niet duidelijk of deze conclusie algemeen geldend is.

### 3.3 Uitloogresultaten spoorbielzen

#### 3.3.1 Vergelijking L/S=10 emissies uit spoorbielzen met grenswaarden Europese Stortbesluit

In Tabel 3.3 zijn de emissies zoals gemeten met een schudtest bij L/S=10 (48 uur bij de eigen pH) weergegeven voor de spoorbielzen. De emissies zijn vergeleken met de grenswaarden uit het Europese Stortbesluit voor acceptatie van gevaarlijk afval op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval.

Tabel 3.3 toont dat de tot <2mm verkleinde spoorbielzen een relatief lage pH hebben, deze pH is ook lager dan de minimumwaarde van 6 die wordt genoemd in het Europese Stortbesluit. Daarnaast zijn de emissies van DOC en Zn respectievelijk een factor 24 en 7.5 hoger dan de grenswaarden. De relatief lage pH en de hoge DOC concentraties kunnen zeer waarschijnlijk worden verklaard door de organische zuren die in het hout aanwezig zijn. Doordat het materiaal verkleind is (<2mm) zijn deze zuren makkelijk beschikbaar voor uitloging en veroorzaken ze een hoge DOC concentratie en een lage pH. In de diffusietest op het onverkleinde materiaal zijn de DOC concentraties ongeveer 10-20 mg/L (dit zou omgerekend een emissie betekenen van 50-100 mg/kg). De lage pH van de gemalen spoorbielzen was in de diffusietest ongeveer 5.5 en is in de praktijk snel geneutraliseerd door de neutrale pH van het omringende afval. Dit blijkt tevens uit Tabel 3.4 waar een vergelijking is gemaakt van het zuurneutraliserende vermogen (acid neutralising capacity, ANC) van de spoorbielzen (eigen pH was 3.55 in de pH-stat op verkleind materiaal) en de vergelijking met een mengsel van afvalstoffen zoals in het project duurzaam storten is gebruikt voor een overwegend anorganische stortplaats (van Zomeren and van der Sloot 1-99). Bij deze berekeningen wordt aangenomen dat de spoorbielzen 1:1 gemengd worden met het overige afval en vervolgens wordt bekeken hoeveel base er nodig is om de pH van de spoorbielzen van 3.55 naar 7.5 te krijgen. Dit is ongeveer 0.2 mol base/kg. Vervolgens is ook berekend hoeveel zuur het kost om het afvalmengsel van pH 7.5 naar 6.5 te brengen, dit is ook ongeveer 0.2 mol zuur/kg. Gezien het feit dat het uitgangspunt hier was dat 50% van het mengsel uit spoorbielzen zou bestaan wordt geconcludeerd dat de ANC van spoorbielzen te laag is om enige invloed uit te oefenen op de heersende pH in het stortlichaam.

Het is opvallend dat de Zn emissie uit de tot <2mm verkleinde spoorbielzen relatief hoog is. Er zijn twee mogelijke oorzaken onderzocht. De eerste mogelijke oorzaak zou een contaminatie kunnen zijn door het intensief zagen van de bielzen. De bielzen zijn gezaagd met een high speed steel (HSS) zaag. In de samenstelling van dit materiaal is geen Zn aanwezig en daarom wordt uitgesloten dat de Zn afkomstig is van contaminatie door het zagen. De tweede mogelijkheid is een Zn bron in of rondom de plaats van toepassing van de spoorbielzen. Navraag bij Voestalpine Railpro leerde dat de spoorrails en de wielen van treinstellen niet van gegalvaniseerd staal gemaakt zijn. Echter, de platen en schroeven waarmee de rails aan de spoorbielzen bevestigd wordt zijn wel van gegalvaniseerd staal gemaakt. Het is daarom zeer aannemelijk dat de hoge Zn emissies in de spoorbielzen afkomstig zijn van de gegalvaniseerde bevestigingsonderdelen die gedurende de levensduur in contact hebben gestaan met de spoorbielzen (onder invloed van regen en de relatief lage pH in de bielzen).

In Bijlage B zijn de pH-stat resultaten van spoorbielzen opgenomen. Hieruit is ook te zien dat de Zn emissies tussen pH 2 en 9 relatief onafhankelijk zijn van de pH en constant hoger zijn dan de acceptatie criteria. Dit heeft voornamelijk te maken met het gebrek aan adsorptie-oppervlak en aan de afwezigheid van andere stoffen waarmee minerale fasen gevormd kunnen worden. Wanneer het Zn (mogelijk als complex met DOC) in oplossing komt, kan het niet meer neerslaan door de afwezigheid van andere matrix. In een stortsituatie met andere materialen zal het uitlooggedrag veel sterker afhankelijk zijn van de pH en waarschijnlijk meer gecontroleerd worden door oplosbaarheidscontrole door minerale fasen (in combinatie met adsorptie aan reactieve ijzer/aluminium-oxiden). Een extra toevoeging van Zn zal dan slechts een beperkt effect hebben op de Zn uitloging omdat de oplosbaarheid van Zn gecontroleerd wordt door minerale fasen (een hoger totaalgehalte leidt dus niet direct tot meer uitloging). Dit mechanisme is eerder onderzocht en onderbouwd in het project duurzaam storten (van Zomeren et al. 1-100). Voor de praktijk zal dit zeer waarschijnlijk betekenen dat de relatief hoge Zn concentraties in het verkleinde materiaal uiteindelijk substantieel lager zullen zijn. Enerzijds is het materiaal in de stortplaats niet verkleind (misschien wel op langere termijn, zie hieronder). Anderzijds zal de Zn oplosbaarheid in de stortplaats aanzienlijk dalen door de daar heersende pH waarde.

De overige parameters voor spoorbielzen voldoen aan de acceptatie grenswaarden uit het Europese Stortbesluit voor acceptatie van gevaarlijk afval op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval. Deze resultaten geven aan dat er op basis van de uitloging van spoorbielzen geen problemen te verwachten zijn met betrekking tot de grenswaarden uit het Europese Stortbesluit. De uitloging van PAK en minerale olie uit dit materiaal is onderzocht met de diffusietest en wordt besproken in paragraaf 3.3.2.



Tabel 3.3 *Vergelijking L/S=10 emissies uit spoorbielzen (schudtest bij eigen pH, 48 uur) met de grenswaarden uit het Europese Stortbesluit voor acceptatie van gevaarlijk afval op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval. Waarden zijn in mg/kg (behalve pH)*

<i>Parameter</i>	<i>Grenswaarde</i>	<i>Spoorbiels</i>
	<i>Gev. Afval op stort voor niet-gev. Afval</i>	<i>composiet gemalen (&lt;2mm)</i>
pH (-)	minimaal 6	<b>3.55</b>
Al		6.33
As	2	0.065
B		2.84
Ba	100	1.26
Ca		160.9
Cd	1	0.093
Cl	15000	2081
Co		0.29
Cr	10	0.20
Cu	50	3.87
DIC		16.3
DOC	800	<b>19258</b>
F	150	0.47
Fe		262.9
Hg	0.2	0.001
K		2074
Li		0.13
Mg		44.6
Mn		31.1
Mo	10	0.008
Na		275.2
Ni	10	1.08
P		9.34
Pb	10	0.13
S		45.5
Sb	0.7	0.12
Se	0.5	0.013
Si		21.9
Sn		0.029
SO4	20000	64.0
Sr		0.81
Ti		0.004
V		0.031
W		0.20
Zn	50	<b>376.5</b>

Tabel 3.4 *Zuurneutraliserend vermogen (ANC) van spoorbielzen (wanneer pH van 3.5 naar 7.5 geneutraliseerd wordt) in vergelijking met de benodigde ANC om het afvalmengsel (equistort) duurzaam storten een pH eenheid te verlagen in een situatie met 1:1 spoorbielzen en ander afval*

<b>Materiaal</b>	<b>Start pH</b>	<b>Eind pH</b>	<b>ANC (mol/kg)</b>
Spoorbiels	3.55	7.5	0.2
Overwegend anorganisch afval	7.5	6.5	0.2

### 3.3.2 Uitloging spoorbielzen onder veranderende omstandigheden

In Bijlage B staan de resultaten van de pH-stat proef op spoorbielzen. De verticale lijnen van het zwarte vierkant geven het relevante pH domein aan in een stortplaats, de bovenste horizontale lijn is de grenswaarde uit het Europese Stortbesluit, de onderste horizontale lijn geeft de detectielimiet van de meetmethode weer.

Zoals hierboven al geconstateerd zijn de DOC en Zn emissies de tot <2mm verkleinde monsters relatief hoog bij de eigen pH. Uit Bijlage B blijkt tevens dat de DOC en Zn emissies tussen pH 2 en 9 relatief onafhankelijk zijn van de pH en constant hoger zijn dan de acceptatie criteria. De overige parameters voor spoorbielzen voldoen ook bij veranderende pH waarde ruim aan de acceptatie grenswaarden uit het Europese Stortbesluit voor acceptatie van gevaarlijk afval op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval. Er kan worden gesteld dat de kans op overschrijding van de grenswaarden onwaarschijnlijk geacht moet worden en dat spoorbielzen dus aangemerkt kunnen worden als stabiel, niet-reactief gevaarlijk afval. De relatief hoge Zn en DOC waarden zullen in de praktijk niet leiden tot problemen met het percolaatwater (zie discussie hierboven).

De resultaten van de diffusietesten zijn weergegeven in Bijlage D. De concentraties van PAK en minerale olie waren doorgaans boven de detectielimiet (in tegenstelling tot het dakleer). Omdat er geen regelgeving is op het gebied van de PAK en minerale olie uitloging, zijn deze resultaten vergeleken met gemeten concentraties in uitloogtesten met een afvalmengsel. De concentraties van PAK en minerale olie komen ongeveer overeen met de concentraties die gemeten zijn in een mengsel van afvalstoffen. Wanneer de totaalgehalten worden vergeleken met de uitgeloopte hoeveelheden PAK en minerale olie dan blijkt dat de uitloging substantieel lager is dan 0.1% van de totaalconcentraties.

In de stortplaats zouden de spoorbielzen op lange termijn nog afgebroken kunnen worden door microbiële activiteit. Vanwege het monolithisch karakter (en de impregnatie) van spoorbielzen kan aangenomen worden dat dit materiaal stabiel, niet-reactief gevaarlijk afval is, ondanks het feit dat het wel langzaam afgebroken kan worden. Het afbraakproces is zeer waarschijnlijk dermate traag dat het effect gering geacht kan worden.

Ter referentie zijn pH-stat gegevens van verduurzaamd hout (o.a. afkomstig uit Schoknecht et al. 1-211) bij elkaar gezet in Bijlage E. Uit de resultaten blijkt dat DOC en de toevoegingen van As, Cr en Cu kunnen leiden tot overschrijdingen van de normen. De overige elementen voldoen zoals verwacht ruimschoots aan de normen. Ook is te zien dat de relatief hoge Zn uitloging (zoals waargenomen voor spoorbielzen) niet terug te vinden is in deze gegevens van verduurzaamd hout.

## 4. Conclusies en aanbevelingen

In dit project is onderzoek gedaan naar het uitlooggedrag van dakleer en spoorbielzen om uitspraken te kunnen doen over de geschiktheid van deze materialen als stabiel-niet reactief gevaarlijk afval.

De resultaten van dakleer (verkleind tot ca 1\*1 cm) laten zien dat er onder veranderende pH omstandigheden geen overschrijdingen optreden van de grenswaarden. De emissies van DOC zitten op de grens voor acceptatie van gevaarlijk afval op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval. Deze relatief hoge DOC emissies zijn vooral veroorzaakt door het verkleinen van het materiaal (meer blootgesteld oppervlak). De DOC concentraties in de tanktest waren steeds rond de detectielimiet van de methode (2 mg/L). Er wordt daarom verwacht dat de uitloging van DOC in de praktijk (grote stukken dakleer in een stortplaats) ruimschoots aan de normen zal voldoen.

De overige emissies van verkleind dakleer voldoen aan de grenswaarden voor acceptatie van gevaarlijk afval op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval. Deze resultaten geven aan dat er op basis van de uitloging van dakleer geen problemen te verwachten zijn met betrekking tot de grenswaarden uit het Europese Stortbesluit. De uitloging van PAK en minerale olie ligt voor de meeste componenten rond de detectielimiet van de methode. Er wordt daarom verwacht dat dakleer geen substantiële bijdrage zal leveren aan de PAK concentraties in het percolaatwater. Hierbij dient nog wel te worden opgemerkt dat het totaalgehalte PAK in dakleer relatief laag was ten opzichte van een eerdere studie. Er wordt sterk vermoed dat de verkregen monsters geen teerhoudend dakleer bevatten. Het is daarom niet duidelijk of deze conclusie algemeen geldend is.

Nader onderzoek naar de redenen voor de lage PAK concentraties in het dakleer leverde op dat er een groot verschil in belastingtarief (Wet belasting op milieugrondslag) is waardoor de prikkel om dakafval gescheiden in te zamelen minimaal wordt. In eerder onderzoek is aangegeven dat bitumineus dakafval dan ook vaak als teerhoudend materiaal wordt aangeboden. Er wordt op basis van de nu beschikbare informatie geconcludeerd dat het grote verschil in belastingtarieven een reden kan zijn voor vermenging van deze afvalstromen.

De Deense gegevens diffusietest (monolithisch materiaal) gegevens en de gegevens uit dit onderzoek van dakleer zijn vergeleken met de grenswaarden uit de regeling Cgeconditioneerd (gestabiliseerd afval). Alle elementen voldoen ruimschoots aan de eisen uit Cgeconditioneerd. Tevens blijkt dat er geen resultaten aanwezig zijn van de emissie van F, Mo, Sb en Se. Voor deze elementen kan geen harde uitspraak gedaan worden. Voor DOC zijn geen grenswaarden opgesteld in de regeling Cgeconditioneerd en kan daarom niet worden vergeleken met de norm. Gezien de zeer lage DOC concentraties (ongeveer 2 mg/L) in de diffusietest wordt verwacht dat dit geen kritische parameter is voor het Europese Stortbesluit.

De resultaten van de tot <2mm verkleinde spoorbielzen laten zien dat dit materiaal een relatief lage pH heeft. Deze pH is ook lager dan de minimumwaarde van 6 die wordt genoemd in het Europese Stortbesluit. Daarnaast zijn de emissies van DOC en Zn respectievelijk een factor 24 en 7.5 hoger dan de grenswaarden. De relatief lage pH en de hoge DOC concentraties kunnen zeer waarschijnlijk worden verklaard door de organische zuren die in het hout aanwezig zijn. Doordat het materiaal verkleind is (<2mm) zijn deze zuren makkelijk beschikbaar voor uitloging en veroorzaken ze een hoge DOC concentratie en een lage pH. In de diffusietest op het onverkleinde materiaal zijn de DOC concentraties ongeveer 10-20 mg/L (dit zou omgerekend een emissie betekenen van 50-100 mg/kg). Uit de resultaten blijkt verder dat het

zuurneutraliserend vermogen van (verkleinde) spoorbielzen te laag is om enige invloed uit te oefenen op de heersende pH in een stortlichaam.

Het is opvallend dat de Zn emissie uit de tot <2mm verkleinde spoorbielzen relatief hoog is. De hoge Zn concentraties kunnen zeer waarschijnlijk worden verklaard door de gegalvaniseerde bevestigingsonderdelen (om de spoorrails aan de bielzen te bevestigen) die gedurende de gehele levensduur in contact hebben gestaan met de spoorbielzen (onder invloed van regen en de relatief lage pH in de bielzen). In een stortsituatie met andere materialen zal het uitlooggedrag waarschijnlijk gecontroleerd worden door oplosbaarheidscontrole door minerale fasen (in combinatie met adsorptie aan reactieve ijzer/aluminium-oxiden). Een extra toevoeging van Zn uit de spoorbielzen zal dan slechts een beperkt effect hebben op de Zn uitloging in de stortplaats omdat de oplosbaarheid van Zn gecontroleerd wordt door minerale fasen (een hoger totaalgehalte leidt dus niet direct tot meer uitloging). Voor de praktijk zal dit zeer waarschijnlijk betekenen dat de relatief hoge Zn concentraties in het verkleinde materiaal uiteindelijk in de stortplaats substantieel lager zullen zijn. Enerzijds is het materiaal in de stortplaats niet verkleind. Anderzijds zal de Zn oplosbaarheid in de stortplaats aanzienlijk dalen door de daar heersende pH waarde.

De overige parameters voor spoorbielzen voldoen ook bij veranderende pH waarde ruim aan de acceptatie grenswaarden uit het Europese Stortbesluit voor acceptatie van gevaarlijk afval op een stortplaats voor niet-gevaarlijk afval. Er kan worden gesteld dat de kans op overschrijding van de grenswaarden onwaarschijnlijk geacht moet worden en dat spoorbielzen dus aangemerkt kunnen worden als stabiel, niet-reactief gevaarlijk afval. De relatief hoge Zn en DOC waarden zullen in de praktijk niet leiden tot problemen met het percolaatwater.

De uitloging van PAK en minerale olie uit dit materiaal is onderzocht met de diffusietest. De uitgeloopte concentraties zijn hoger dan voor het dakleer is gemeten. Omdat er geen regelgeving is op het gebied van de PAK en minerale olie uitloging, zijn deze resultaten vergeleken met gemeten concentraties in uitloogtesten met een afvalmengsel. De concentraties van PAK en minerale olie komen ongeveer overeen met de concentraties die in eerdere studie gemeten zijn in een mengsel van overwegend anorganische afvalstoffen. Er wordt daarom verwacht dat de PAK en minerale olie concentraties uit de spoorbielzen geen nadelige invloed hebben

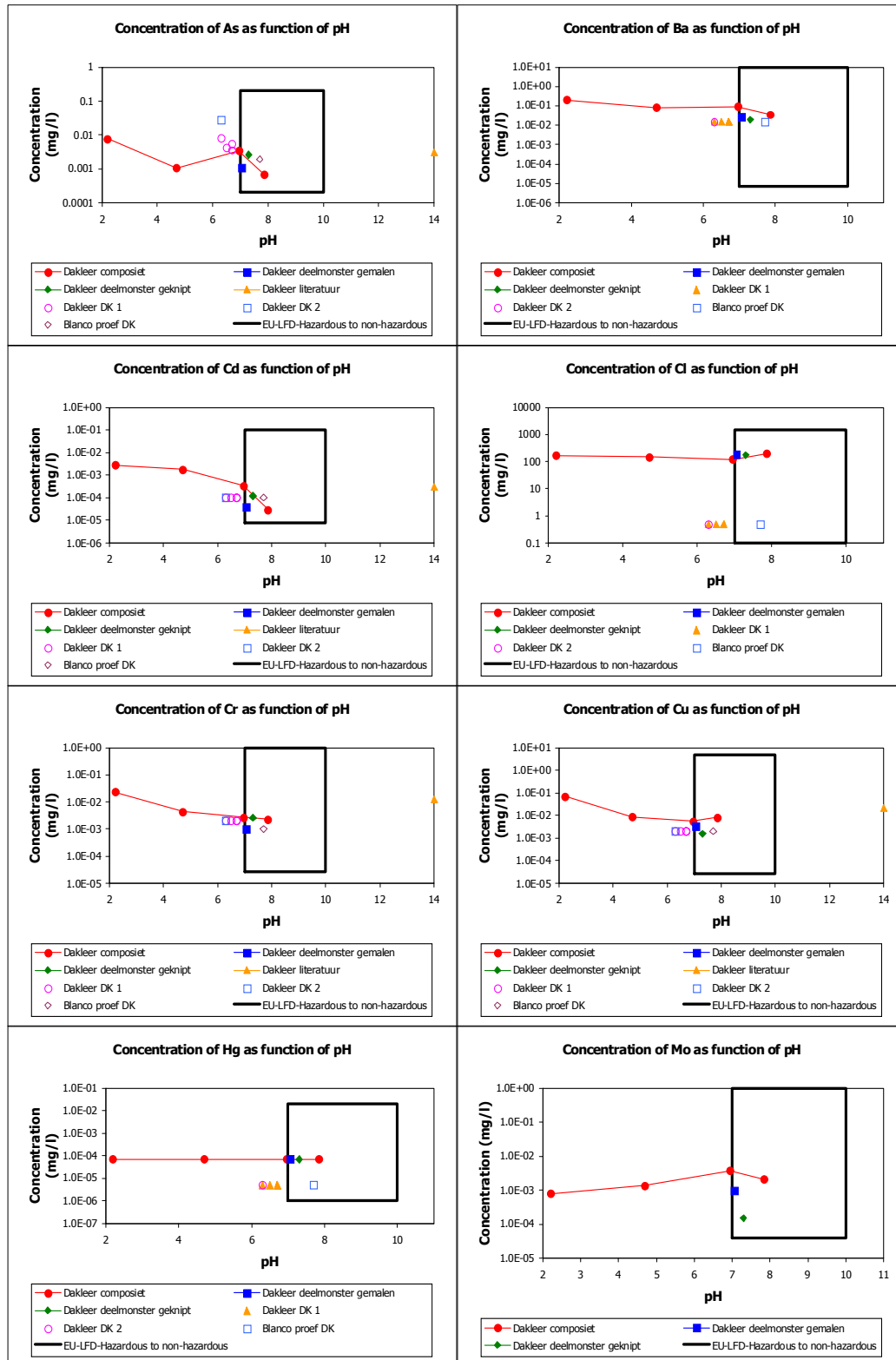
In de stortplaats zouden de spoorbielzen op lange termijn nog afgebroken kunnen worden door microbiële activiteit. Vanwege het monolithisch karakter (en de impregnatie) van spoorbielzen kan aangenomen worden dat dit materiaal stabiel, niet-reactief gevaarlijk afval is, ondanks het feit dat het wel langzaam afgebroken kan worden. Het afbraakproces is zeer waarschijnlijk dermate traag dat het effect gering geacht kan worden.

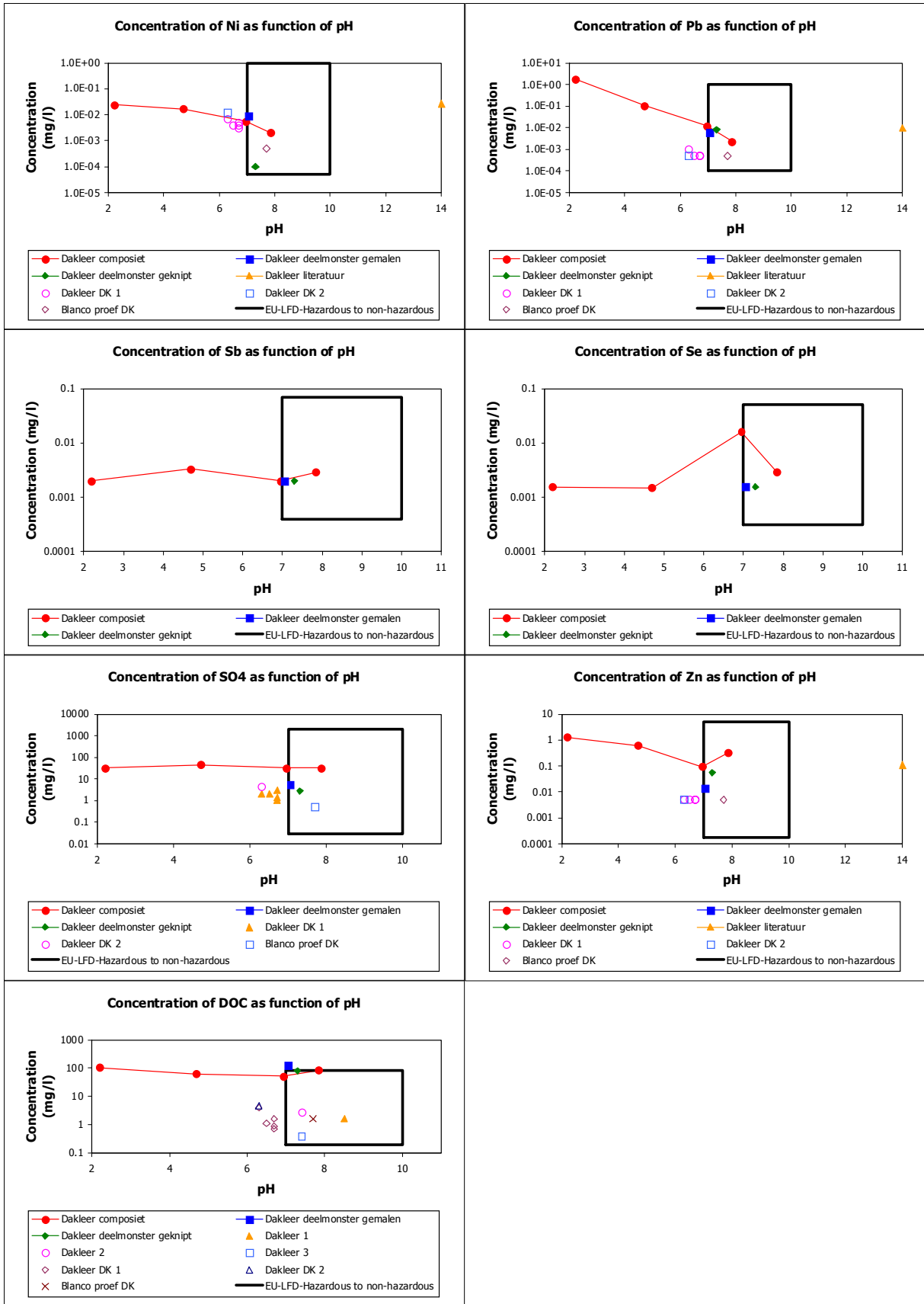
## Referenties

- Onderzoek uitlooggedrag van dakleerafval op stortplaats het Hoge bergse Bos. 51014.92, 1-13. 1988. Deventer, Tauw.
- Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste, Official Journal of the European Communities. Official Journal of the European Communities . 1999.
- Council Decision 2003/33/EG of 19 December 2002 establishing criteria and procedures for the acceptance of waste at landfills pursuant to Article 16 and Annex II of Directive 1999/31/EC on the landfill of waste, Official Journal of the European Communities. Official Journal of the European Communities . 2003.
- Dakafval: grondstof of stof voor discussie? CROW rapport 04-01, 1-37. 2004. Ede.
- Schoknecht, U., Mathies, H., Morsing, N., Lindegaard, B., van der Sloot, H. A., van Zomeren, A., Deroubaix, G., Legay, S., Tadeo, J. L., Garcia-Valcarcel, A. I., Gigliotti, G., Zadra, C., Hajslova, J., Tomaniova, M., Wegner, R., and Bornkessel, C. Inter-laboratory evaluation of laboratory test methods to estimate the leaching from treated wood. 04/375757/C4, 1-211. 2005.
- Sloot, H. A. van der and Dijkstra, J. J. Development of horizontally standardized leaching tests for construction materials: a material based or release based approach? ECN-C--04-060, 1-56. 2004. Petten, ECN.
- Zomeren, A. van and R. N. J. Comans. "Measurement of humic and fulvic acid concentrations and dissolution properties by a rapid batch procedure." Environmental Science & Technology 41.19 (2007): 6755-61.
- Zomeren, A. van, Meeussen, J. C. L., Oonk, H., Luning, L., and van der Sloot, H. A. Evaluation of geochemical and biochemical processes and release from landfills. ISBN-10: 90-73573-34-3, 1-100. 2006. Den Bosch, Dutch sustainable landfill foundation.
- Zomeren, A. van and van der Sloot, H. A. Equistort, stortplaats voor overwegend anorganisch afval. ISBN-10: 90-73573-33-5, 1-99. 2006. Den Bosch, Dutch sustainable landfill foundation.

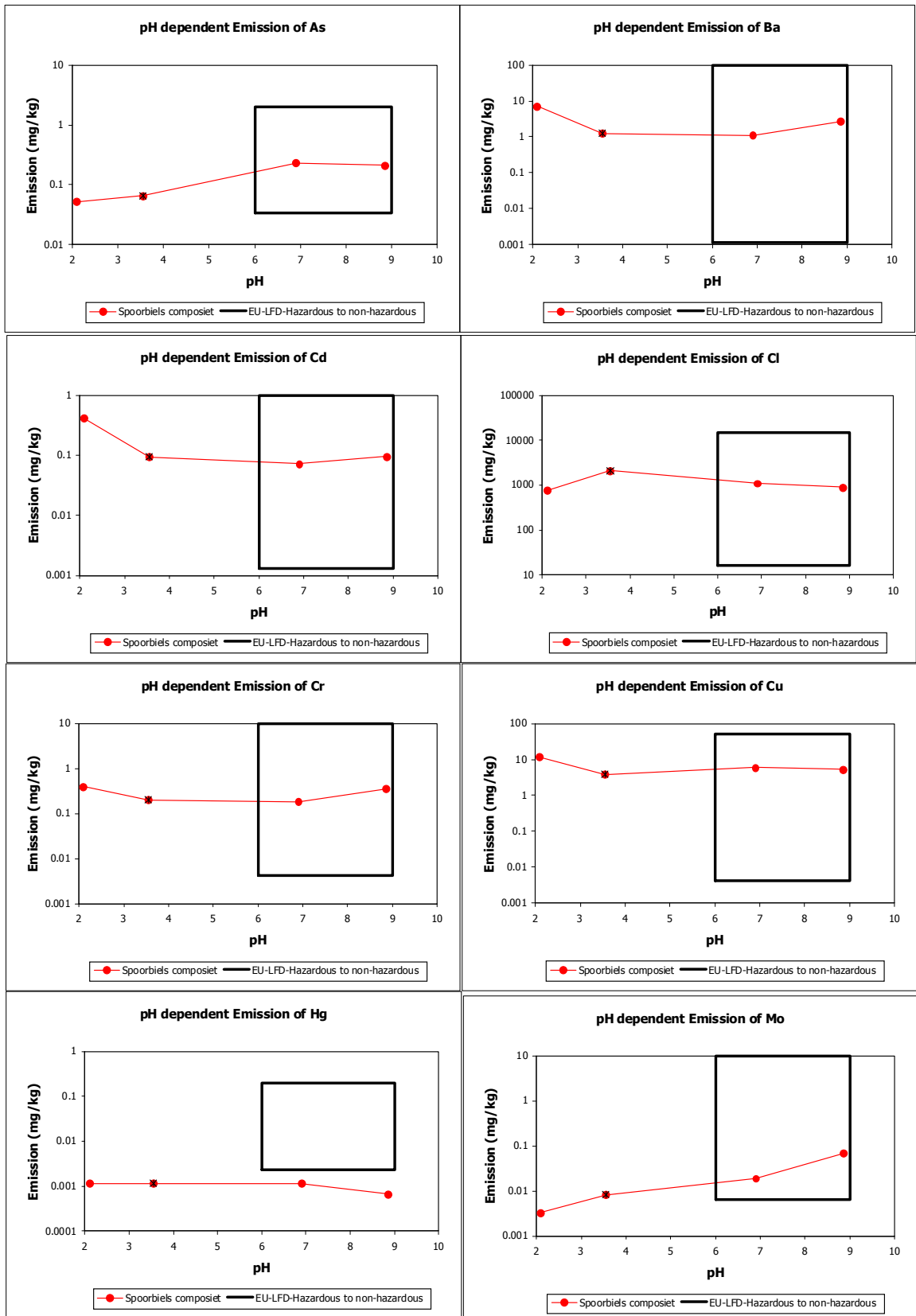
## Bijlage A Resultaten pH-stat proeven dakleer in mg/L.

(grenswaarden uit het Europese Stortbesluit zijn teruggerekend vanaf L/S=10 L/kg naar mg/L waarden)

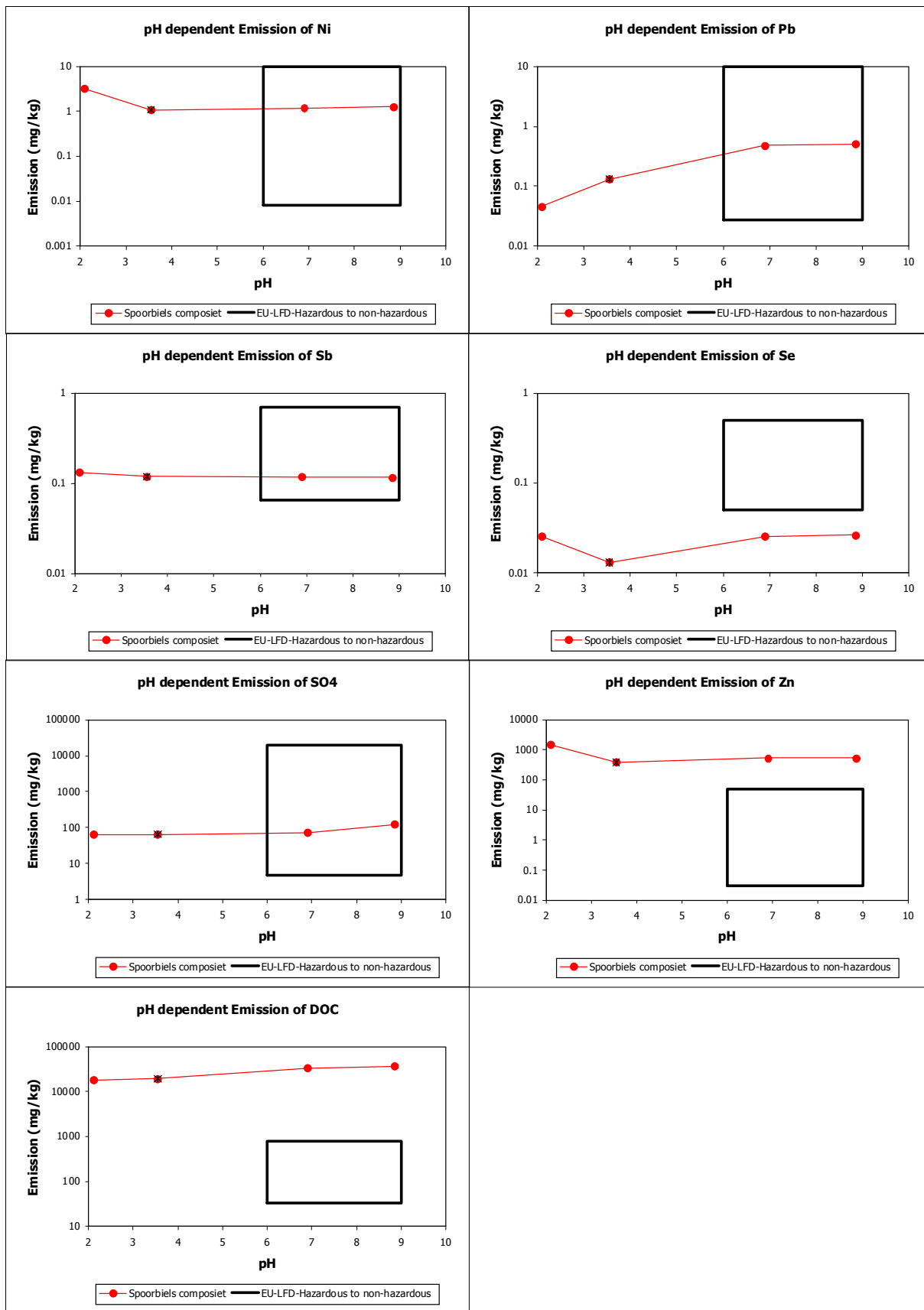




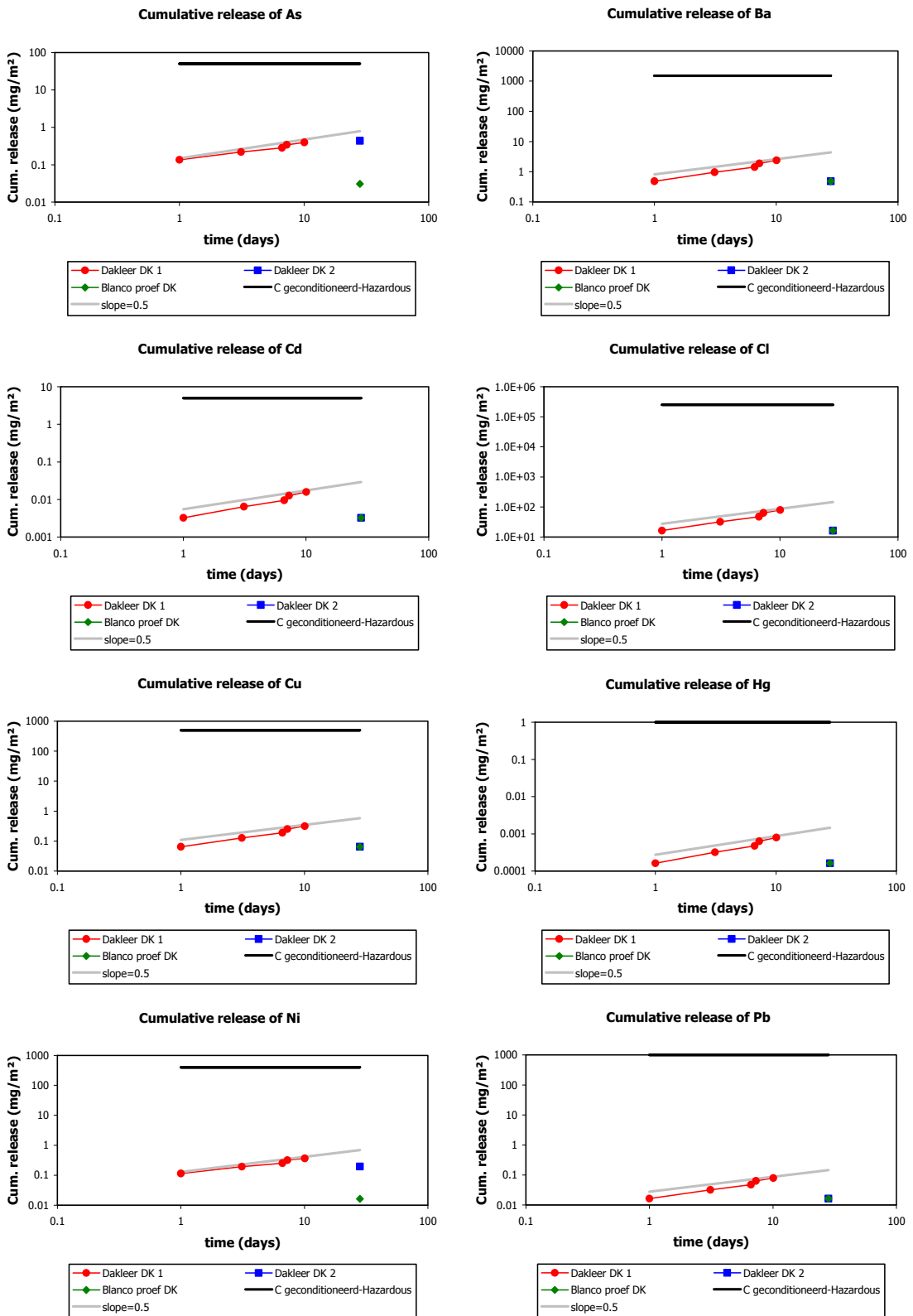
## Bijlage B Resultaten pH-stat proef op spoorbielzen

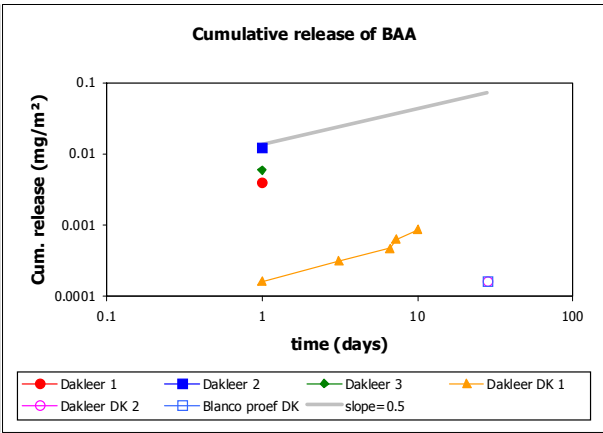
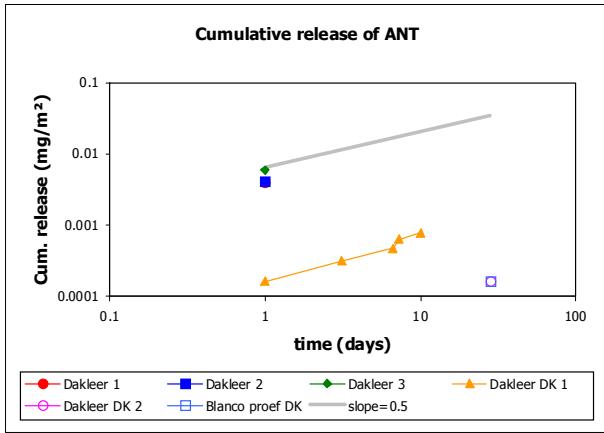


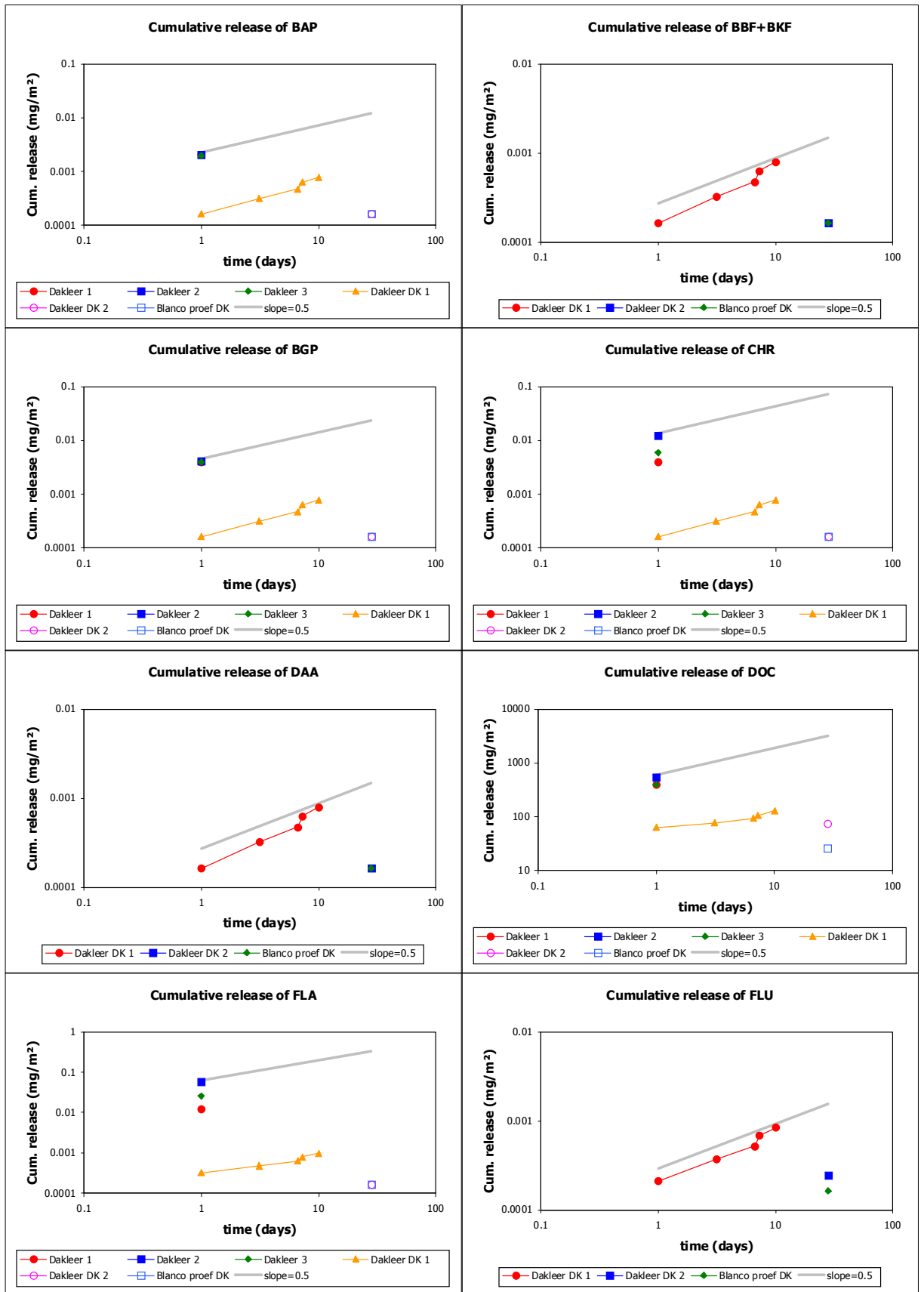


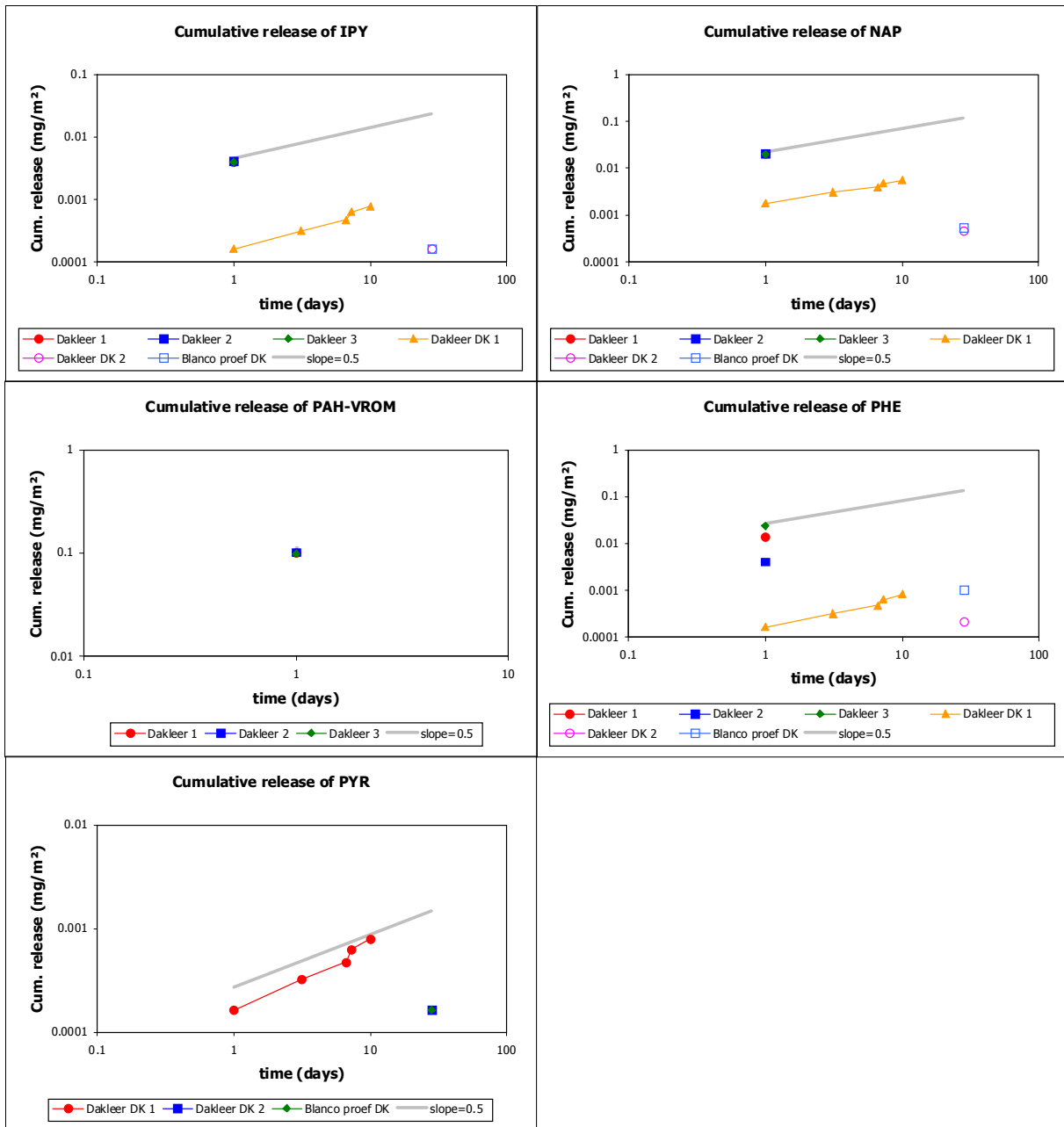


## Bijlage C Resultaten diffusietesten Dakleer

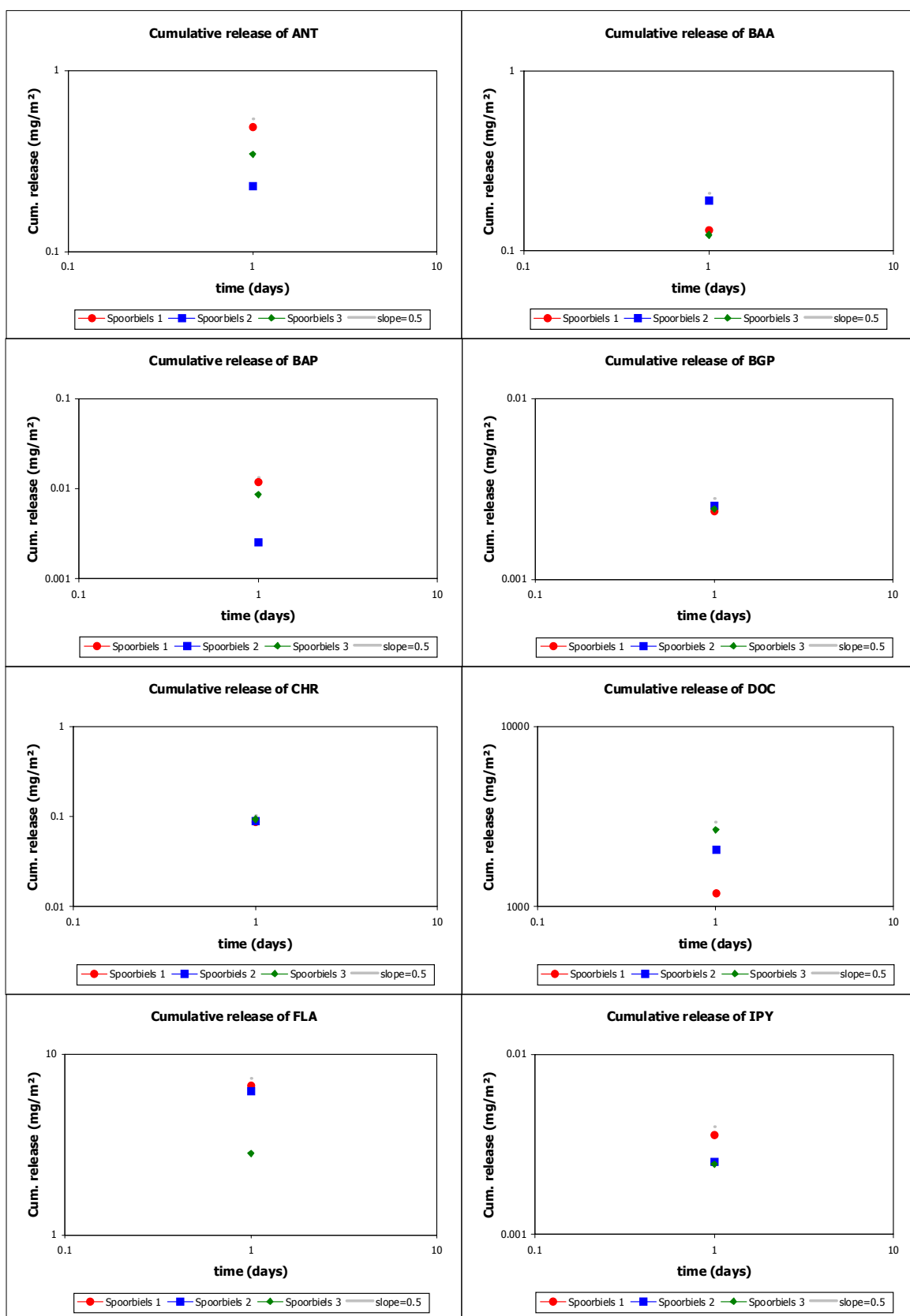


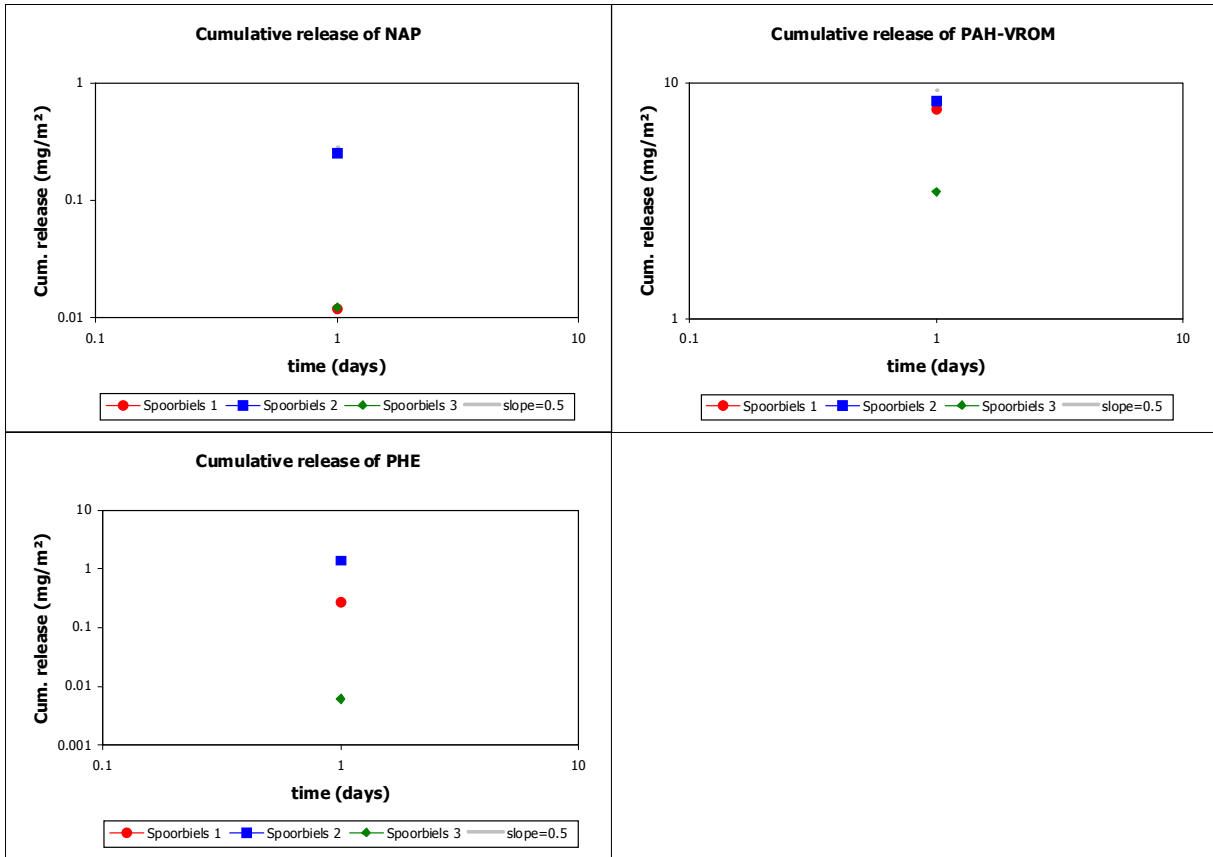






## Bijlage D Resultaten diffusietesten Spoorbielzen





## Bijlage E Overzicht uitlooggegevens van verduurzaamd hout

