

**TNO-rapport**

**NITG 05-175-B**

Analyse van het NVPG gegevensbestand in het kader van het onderzoek naar het voorkomen van 'bijzondere parameters' in grond

Datum	December 2005
Auteur(s)	Ir. R.H. Nieuwenhuis F.P.J. Lamé
Opdrachtgever	SenterNovem
Projectnummer	005.63055
Goedgekeurd door:	Dr. ir. H.H.M. Rijnaarts

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

## Samenvatting

Dit rapport maakt onderdeel uit van het ‘Bijzondere parameters onderzoek’. Dit onderzoek heeft als doel om op basis van de analyse van een aantal gegevensbestanden [3 t/m 6], meer kennis te verwerven met betrekking tot de aanwezigheid van stoffen die in regulier onderzoek aan partijen grond (en/of bodem) niet worden onderzocht.

Dit rapport beschrijft de analyse van het gegevensbestand dat is opgebouwd door NVPG (Nederlandse Vereniging van Procesmatige Grondreinigingsbedrijven). Het bestand bevat gegevens over de samenstelling en uitloging van (maximaal) 55 partijen te reinigen en gereinigde partijen grond in Nederland. Hierbij is onderscheid gemaakt in thermische, extractieve en biologische reiniging. De uitkeuringresultaten vertegenwoordigen daarmee een doorsnee van de kwaliteit van grond na een éénmalige behandeling in een reinigingsinstallatie.

Het doel van dit rapport is om enerzijds een heldere analyse te maken van samenstellings- en emissiewaarden in te reinigen en gereinigde grond en anderzijds om als onderbouwing van de Tijdelijke Vrijstellingsregeling eisen grond en bagger te dienen. In dit rapport wordt daarom inzichtelijk gemaakt welke stoffen de samenstellingswaarden (SW1, SW2) of de emissie-eisen (U1, U2) overschrijden en in welke mate dit gebeurt. Met name het aantonen van overschrijdingen van de SW1 en U1 zijn relevant voor het bepalen van typerende stofkarakteristieken en zijn dus relevant voor de studie naar de bijzondere parameters. De overschrijdingen van de SW1 en U1, die met dit rapport inzichtelijk worden gemaakt, zijn niet bedoeld om daar uitspraken over reinigingsrendement, of doelmatigheid van de reinigingstechnieken over af te leiden. Bij overschrijdingen van deze normwaarden zal er immers in veel gevallen sprake kunnen zijn van hergebruikskwaliteit (Bsb: categorie 1-, of categorie 2-grond), waarmee voldaan wordt aan de doelstelling van de NVPG om verontreinigde grond geschikt te maken voor hergebruik.

Voorafgaand aan de analyse van de samenstellingswaarden en emissiewaarden is beoordeeld of de meetwaarden voor de afzonderlijke reinigingstechnieken mogen worden samengevoegd, of dat er een significant verschil bestaat tussen de reinigingstechnieken. Hierbij kan een vergelijking worden gemaakt tussen de meetwaarden voor thermisch en extractief gereinigde grond. Voor biologisch gereinigde grond zijn onvoldoende meetwaarden beschikbaar (2). Uit de analyse blijkt dat er voor relatief veel stoffen een significant verschil bestaat tussen de samenstellingswaarden van thermisch en extractief te reinigen en gereinigde grond. Dit verschil valt te verklaren uit de verschillende karakteristieken van beide reinigingstechnieken. Voor de emissiewaarden blijkt het aantal stoffen waarvoor er een significant verschil bestaat tussen de twee reinigingstechnieken beperkt. Het aantal stoffen waarvoor na reiniging sprake is van een significant verschil tussen beide technieken neemt na reiniging wel toe, waarbij opvalt dat verschillen zich vooral voordoen bij de anorganische parameters.

Uit de analyse van de samenstellingswaarden blijkt dat voor partijen te reinigen grond (zoals verwacht) de SW2 frequent wordt overschreden. Dit geldt met name voor de organische parameters en koper (overschrijdingspercentage > 10%). Na reiniging zijn de samenstellingswaarden voor vrijwel alle stoffen in het grootste deel van de partijen afgenomen. Met name de gehalten aan organische parameters zijn sterk afgenomen tot gehalten beneden de SW2 (waarmee wordt voldaan aan de beoogde reinigingsdoelstel-

ling). OCB's en PCB's overschrijden de SW2 echter nog in een deel van de extractief gereinigde partijen (bij thermisch gereinigde grond niet bepaald). Verder blijkt dat bij de gereinigde grond een relatief groot deel van de waarnemingen de SW1 of streefwaarde overschrijdt (hetgeen in overeenstemming is met de te verwachten kwaliteit). Voor vijftien van de in totaal twintig stoffen overschrijdt meer dan 30% van de waarnemingen de SW1 of streefwaarde. Voor de gereinigde grond valt op dat arseen, chroom en molybdeen niet of nauwelijks de SW1 overschrijden. Lood, zink, barium en seleen blijken juist in hoge mate de SW1 te overschrijden. Het hoge overschrijdingspercentage voor seleen wordt voor een groot deel bepaald door de relatief hoge bepalingsgrens voor seleen ten opzichte van de streefwaarde.

Naast de metalen wordt voor de organische parameters in gereinigde grond (EOX, PCB's, som-PAK en minerale olie) relatief hoge overschrijdingspercentages van de SW1 gevonden.

Uit de verhouding tussen de gehalten bij in- en uitkeuring blijkt dat de reiniging het grootste effect heeft op de samenstellingswaarden voor organische stoffen en cyanide. Dit geldt zowel voor thermische als extractieve reiniging. Daarnaast valt op dat thermische reiniging slechts beperkte invloed heeft op de gehalten aan metalen (met uitzondering van kwik). Dit in tegenstelling tot de extractieve reiniging waarbij voor vrijwel alle metalen een duidelijk effect op de samenstellingswaarden wordt gevonden. Deze effecten zijn in overeenstemming met de karakteristieken van de reinigingstechnieken.

Tenslotte valt bij de analyse van de duplometingen van de samenstellingswaarden op dat de spreiding tussen beide meetwaarden (uitgedrukt als de variatiecoëfficiënt VC) stofafhankelijk is. De VC is een maat voor de variatie in het traject van monsterneming tot en met analyse. De VC is voor de organische parameters groter dan voor de metalen. Dit is in overeenstemming met eerdere resultaten uit het validatieonderzoek [ref. 3]

Uit de analyse van de emissiewaarden blijkt dat voor de gereinigde grond geldt dat voor drie van de zeven bijzondere parameters (metalen) overschrijdingen van de emissie-eisen (U1) voorkomen. Dit ligt in dezelfde orde van grootte als bij de metalen in het huidige basispakket, waarbij voor vier van de acht metalen een overschrijding van de emissie-eis (U1) voorkomt. Voor stoffen waarvoor een significant verschil in emissiewaarden tussen thermische en extractieve reiniging is bepaald, blijkt dat de overschrijdingen van de U1 bij thermisch gereinigde grond vaker voorkomen dan bij extractief gereinigde grond. De mate waarin de U1 wordt overschreden is voor een aantal bijzondere parameters duidelijk hoger dan voor de overige metalen. Het percentage overschrijdingen van de U1 bedraagt voor molybdeen (bij thermisch gereinigde grond), vanadium (bij thermisch gereinigde grond) en voor antimoon meer dan 40% (bij de meest kritische toepassingshoogte van 10 meter). Voor de metalen van het basispakket heeft koper het hoogste overschrijdingspercentage (6% bij thermisch gereinigde grond). Verder is opvallend dat voor de metalen antimoon, molybdeen en vanadium de overschrijding van de U1 toeneemt na reiniging. Het mogelijke (negatieve) effect hiervan op de hergebruiksmogelijkheden van grond zijn beperkt door de "Tijdelijke vrijstellingsregeling eisen grond en bagger", waarin voor deze stoffen ten aanzien van de samenstelling een drempelwaarde is geïntroduceerd, waarboven getoetst moet worden op uitloging.

Buiten de metalen vallen vooral de hoge percentages overschrijding van de U1 op voor de anorganische parameters. Fluoride (thermisch en extractief gereinigde grond), sulfaat (thermisch gereinigde grond) en cyanide overschrijden de U1 in meer dan 60% van de partijen. Voor bromide, fluoride en sulfaat geldt dat de overschrijdingen van de U1 toenemen na (thermische) reinigingen. Ook voor deze stoffen geldt dat de toenemende overschrijding van de U1 geen effect heeft op de hergebruiksmogelijkheden, omdat ze

zijn vrijgesteld voor de toetsing aan de immissiewaarden (“Tijdelijke vrijstellingsregeling eisen grond en bagger”).

De U2 wordt voor geen van de stoffen in hoge percentages overschreden. In gereinigde grond (na eenmalige procesgang) overschrijdt alleen cyanide in beperkte mate de U2 (4,5% bij de meest kritische toepassingshoogte van 10 meter).

De reiniging van partijen grond heeft voor de meeste stoffen slechts in een beperkt deel van de partijen effect op de emissiewaarden, waarbij zowel stijging als daling van de emissiewaarden voorkomen. Voor molybdeen is de duidelijke afname in emissiewaarden opvallend, bij een beperkte afname van de samenstellingswaarden (voor extractief gereinigde grond). Voor antimoon (zowel thermisch als extractief gereinigde grond) en vanadium (thermisch gereinigde grond) is de toename van de emissiewaarde opvallend, bij een beperkt effect op de samenstellingswaarden. Voor cyanide is de sterke afname van de emissiewaarden opvallend, bij eveneens een daling van de samenstellingswaarden (voor zowel thermisch als extractief gereinigde grond).

Op basis van de samenstellings- en emissiewaarden zijn de hergebruiksmogelijkheden van de partijen grond bepaald. In overeenstemming met het type grond in het bestand (gereinigde hergebruiksgrond), bestaat het grootste deel van de partijen na reiniging uit schone grond of categorie 1 grond (81% na thermische reiniging en tot 91% na extractieve reiniging).

De verdeling in hergebruiksmogelijkheden is vanzelfsprekend afhankelijk van de stoffen die in de toetsing worden meegenomen. Het verschil in hergebruiksmogelijkheden tussen de toetsing op basis van het huidige basispakket en het voorgestelde standaardpakket blijkt echter gering. Dit is deels verklaarbaar doordat de classificatie “niet toepasbaar” voor een belangrijk deel wordt veroorzaakt door stoffen die beide pakketten bevatten (koper, zink en minerale olie).

In het licht van de ‘Tijdelijke vrijstellingsregeling eisen grond en baggerspecie’ en de ‘Tijdelijke vrijstellingsregeling Bouwstoffenbesluit 2004’ blijven de effecten van het uitbreiden van het stoffenpakket met de bijzondere parameters beperkt. Immers, in het licht van deze Tijdelijke vrijstellingsregelingen worden de aangetroffen overschrijdingen van de U1 voor de bijzondere parameters niet meegenomen bij de kwalificatie van de grond. Zonder die vrijstellingsregelingen zouden de bijzondere parameters leiden tot een wezenlijke inperking van de hergebruiksmogelijkheden van thermisch gereinigde grond.

# Inhoudsopgave

	<b>Samenvatting</b> .....	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>8</b>
1.1	Achtergrond en doel.....	8
1.2	Normwaarden en stoffenpakket.....	9
1.3	Opbouw rapport.....	10
<b>2</b>	<b>Karakteristieken NVPG-bestand</b> .....	<b>11</b>
2.1	Algemene karakteristieken.....	11
2.2	Vershil tussen reinigingstechnieken.....	12
<b>3</b>	<b>Analyse van de samenstellingswaarden</b> .....	<b>14</b>
3.1	Beschrijvende statistiek.....	14
3.2	Toetsing aan de normwaarde.....	16
3.3	Correleerbaarheid.....	22
3.4	Verhouding tussen samenstelling bij in- en uitkeuring.....	25
3.5	Analyse van duplometingen.....	28
3.6	Interpretatie en conclusies.....	30
<b>4</b>	<b>Analyse van emissiewaarden</b> .....	<b>32</b>
4.1	Beschrijvende statistiek.....	32
4.2	Toetsing aan de normwaarden voor uitloging.....	33
4.3	Verhouding tussen uitloging bij in- en uitkeuring.....	34
4.4	Analyse van duplometingen.....	35
4.5	Interpretatie en conclusies.....	36
<b>5</b>	<b>Samenstelling versus uitloging</b> .....	<b>38</b>
5.1	Samenstelling versus uitloging.....	38
5.2	Hergebruiksmogelijkheden.....	41
<b>6</b>	<b>Conclusies</b> .....	<b>47</b>
<b>7</b>	<b>Referenties</b> .....	<b>49</b>

## Lijst van tabellen en figuren

### Tabellen

Tabel 2.1	Karakteristieken NVPB-bestand.....	11
Tabel 2.2	Analyse van significante verschillen in samenstellings- en emissiewaarden voor thermisch en extractief te reinigen en gereinigde grond.....	13
Tabel 3.1	Te reinigen partijen: statistische kentallen voor de gemeten gehalten voor de onderzochte stoffen (in mg/kg d.s.).....	15
Tabel 3.2	Gereinigde partijen: statistische kentallen voor de gemeten gehalten voor de onderzochte stoffen (in mg/kg d.s.).....	16
Tabel 3.3	Te reinigen partijen: statistische kentallen voor de voor lutum en organisch stof gecorrigeerde samenstellingswaarden (in mg/kg d.s.).....	18
Tabel 3.4	Gereinigde partijen: statistische kentallen voor de voor lutum en organisch stof gecorrigeerde samenstellingswaarden (in mg/kg d.s.).....	19
Tabel 3.5	Gereinigde partijen: overschrijdingskant van de SW1 of streefwaarde ...	21
Tabel 3.6	Verwachte correlaties volgens de studie van Geochem.....	23
Tabel 3.7	Gemiddelde VC voor metalen en organische parameters in te reinigen en gereinigde grond.....	29
Tabel 4.1	Te reinigen partijen: Statistische kentallen voor de gemeten gehalten voor de onderzochte stoffen.....	32
Tabel 4.2	Gereinigde partijen: Statistische kentallen voor de gemeten gehalten voor de onderzochte stoffen.....	32
Tabel 5.1	Overzicht van aanpassingen uit de Vrijstellingsregeling Samenstellings- en immissiewaarden en de Tijdelijke vrijstelling eisen grond en baggerspecie.....	42
Tabel 5.2	Overzicht van stofgroepen die worden gebruikt bij het bepalen van de hergebruiksmogelijkheden.....	43
Tabel 5.3	Overzicht van toetsingsregels voor het bepalen van de hergebruiksmogelijkheden op partijniveau.....	45

### Figuren

Figuur 3.1	Te reinigen en gereinigde grond: correlatiematrix voor de bijzondere parameters (metalen) pH, lutum en organisch stof.....	24
Figuur 3.2	Gereinigde grond: correlatiematrix voor de bijzondere parameters (metalen) en de metalen in het huidige basispakket.....	25
Figuur 3.3	Verhouding tussen de samenstellingswaarden bij in- en uitkeuring voor thermisch en extractief gereinigde grond.....	27
Figuur 3.4	Te reinigen partijen: VC op basis van duplometingen.....	28
Figuur 3.5	Gereinigde partijen: VC op basis van duplometingen.....	29
Figuur 4.1	Percentage overschrijding en van de emissie-eis (U1), als functie van de toepassingshoogte.....	34
Figuur 4.2	Percentage overschrijding en van de emissie-eis (U2), als functie van de toepassingshoogte.....	34
Figuur 4.3	Verhouding tussen de emissiewaarden bij in- en uitkeuring voor thermisch en extractief gereinigde grond.....	35
Figuur 4.4	Te reinigen grond: VC op basis van duplometingen.....	36
Figuur 4.5	Gereinigde partijen: VC op basis van duplometingen.....	36

Figuur 5.1a	Verhouding tussen de in- en uitkeuringswaarden voor zowel samenstelling als emissie, uitgesplitst naar reinigingstechniek (bijzondere parameters – metalen).....	39
Figuur 5.1b	Verhouding tussen de in- en uitkeuringswaarden voor zowel samenstelling als emissie, uitgesplitst naar reinigingstechniek (huidige basispakket – metalen).....	40
Figuur 5.1c	Verhouding tussen de in- en uitkeuringswaarden voor zowel samenstelling als emissie, uitgesplitst naar reinigingstechniek (bijzondere parameters – anorganische parameters).....	41
Figuur 5.2	Hergebruikmogelijkheden van partijen thermisch en extractief gereinigde grond: schoon (groen), categorie 1 (licht blauw), categorie 2 (donker blauw) en niet toepasbaar (rood).....	46

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond en doel

Dit rapport maakt onderdeel uit van het ‘Bijzondere parameters onderzoek’. De aanleiding voor dit onderzoek wordt gevormd door ervaringen in het verleden waarbij duidelijk is geworden dat grond, waaronder gereinigde grond, in een aantal gevallen de eisen voor samenstelling en/of emissie overschrijdt voor stoffen die niet routinematig worden gemeten. In aanvulling daarop bestond het vermoeden dat het overschrijden van de eisen ook reeds mogelijk was voor natuurlijke situaties. Op basis daarvan zijn vragen gerezen met betrekking tot de juistheid van de gestelde normen. Bij gebrek aan inzicht in het voorkomen van dergelijke stoffen zijn twee activiteiten ontplooid:

- Er is door het Ministerie van VROM een tijdelijke vrijstellingsregeling gepubliceerd (‘Tijdelijke vrijstelling eisen grond en baggerspecie’[9]) om te voorkomen dat de afzet van hergebruiksgrond stagneert.
- Er is door de marktpartijen een onderzoek gestart naar het voorkomen van de ‘bijzondere parameters’.

Met de publicatie van de Tijdelijke vrijstellingsregeling wordt voor een gelimiteerde oplossing voor dit knelpunt geboden. Een structurele oplossing wordt gezocht in herziening van het stoffenpakket. Het huidige ‘basispakket’ sluit mogelijk onvoldoende aan bij stoffen die van nature in hogere gehalten (samenstelling) in grond voorkomen, of een grotere mobiliteit (uitloging) kennen dan op basis van de geldende immissiewaarden zou mogen worden verwacht.

Hierbij aansluitend heeft het ‘Bijzondere parameters onderzoek’ als doel om meer kennis te verwerven met betrekking tot de aanwezigheid van stoffen die in regulier onderzoek aan partijen grond (en/of bodem) niet worden onderzocht. Het onderzoek is gericht op zowel de samenstelling van grond als de uitloogbaarheid van grond. Voor de volledige beschrijving van de onderzoeksopzet van het ‘bijzondere parameters onderzoek’ wordt verwezen naar rapport NITG 03-240-B [1].

Bij de uitvoering van het onderzoek wordt gebruik gemaakt van een speciaal voor dit onderzoek op te bouwen kernbestanden waarvan de gegevens worden aangeleverd door NVPG, BOG en Bouwend Nederland. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van een aantal, reeds bestaande, ‘flankerende’ gegevensbestanden: het SCG bestand, het FeNeLab bestand en het ATM bestand. Alle bestanden zijn afzonderlijk geanalyseerd [3 t/m 6]. Daarnaast is er op basis van de individuele analyses van de gegevensbestanden een overkoepelend rapport uitgebracht [7].

Het NVPG-bestand, waar dit rapport op is gebaseerd, is één van de ‘kernbestanden’. Dit bestand heeft betrekking op partijen grond waarvan de samenstellings- en uitlooggegevens door de Nederlandse Vereniging van Procesmatige Grondreinigingsbedrijven (NVPG) zijn aangeleverd. Het bestand bevat inkeurings- en uitkeuringsgegevens over de samenstelling en uitloging van te reinigen en thermisch, extractief en biologisch gereinigde partijen grond in Nederland. Het bestand vertegenwoordigt daarmee een doorsnee van partijen die ter reiniging worden aangeboden en partijen gereinigde grond die als hergebruiksgrond in Nederland worden afgezet (Let wel: een deel van de partijen gereinigde grond die na één reinigingsstap niet geschikt zijn voor hergebruik worden nogmaals gereinigd). Gegeven de toegepaste reinigingsstap en de relatie tussen inkeuring en uitkeuring die specifiek voor dit gegevensbestand kan worden gelegd, wordt de hergebruiksgrond na reiniging apart

beschouwd van de overige hergebruiksgrond. Voor hergebruiksgrond die zonder voorafgaande reiniging vrijkomt, is derhalve een separaat gegevensbestand opgebouwd en is een aparte rapportage opgesteld [ref. 4]. Dit geldt eveneens voor andere gegevensbestanden die in het kader van het bijzondere parameters onderzoek statistisch zijn geanalyseerd [ref. 5, 6 en 7]. In een overkoepelende rapportage is bovendien een vergelijking tussen de verschillende gegevensbestanden gemaakt [ref. 8].

Het doel van dit rapport is om op basis van een statistische analyse inzicht te geven in de aanwezigheid, zowel qua samenstelling als uitloging, van de 'bijzondere parameters'. In aanvulling daarop worden in de statistische analyse echter ook de 'reguliere' stoffen meegenomen

Bij de interpretatie van de gegevens in het NVPG-bestand dient nadrukkelijk rekening te worden gehouden met de aard van de in dit gegevensbestand vertegenwoordigde partijen grond. Dit geldt met name voor de analyse van samenstellings- en emissiewaarden, waarbij overschrijdingen van de SW1 en U1 inzichtelijk worden gemaakt. Inzicht in welke stoffen in welke mate de SW1 en U1 overschrijden is relevant voor de studie naar de bijzondere parameters, maar is niet bedoeld om daar uitspraken over reinigingsrendement, of doelmatigheid van de reinigingstechnieken over af te leiden. Bij overschrijdingen van deze normwaarden zal er immers in veel gevallen sprake kunnen zijn van hergebruikskwaliteit (Bsb: categorie 1-, of categorie 2-grond), waarmee voldaan wordt aan de doelstelling van de NVPG om verontreinigde grond geschikt te maken voor hergebruik.

## 1.2 Normwaarden en stoffenpakket

Het doel van het bijzondere parameters onderzoek is om meer inzicht te krijgen in samenstellings- en emissiewaarden van de bijzondere parameters in grond en op basis van dit verbeterde inzicht te komen tot voorstellen voor een 'standaard' stoffenpakket. In 2005 hebben diverse ontwikkelingen plaatsgevonden die van invloed zijn op het formuleren van dit nieuwe 'standaardpakket'. Dit heeft betrekking op de discussie rond het aanpassen van normwaarden voor stoffen en de te hanteren criteria voor de selectie van stoffen in het 'standaardpakket'.

### Normwaarden

De resultaten van het AW2000-project [8], gaven aanleiding om de SW1 voor enkele stoffen waarbij sprake is van grote verschillen tussen de bestaande normwaarde ((indicatieve)streefwaarde, SW1) en de achtergrondgehalten te wijzigen (seleen, vanadium en EOX). Gepland was om de aanpassing van de normwaarden mee te nemen in de wijziging van het Bouwstoffenbesluit per 1 januari 2006. Daarbij ging het om een wijziging van de SW1 voor EOX en de invoering van een SW1 voor seleen en vanadium. Vanuit de optiek van die voorgenomen wijzigingen zou het relevant zijn om hier rekening mee te houden bij het vaststellen van de normoverschrijdingen zoals die in dit rapport worden bepaald. De invoering van de een SW1 voor seleen en vanadium is echter uitgesteld. Wel zal de SW1 (en SW2) voor EOX op 1 januari 2006 worden aangepast (beiden worden dan 0,8 mg/kg ds). Met het uitstel van de aanpassing van de normwaarden is de directe 'urgentie' om binnen dit rapport uit te gaan de nieuwe normwaarden voor seleen en vanadium komen te vervallen.

Voor EOX geldt weliswaar dat deze wijziging wel is doorgevoerd, maar gelijktijdig is bekend dat de normwaarden voor een groot aantal stoffen in meerdere of mindere mate zal gaan veranderen. Omdat de nieuwe normering echter nog niet is vastgesteld, heeft het geen zin de op dit moment voorgestelde waarden als basis voor de berekeningen te

kiezen. Hoewel de wijziging van de normwaarde voor EOX wel reeds is doorgevoerd, zal EOX op termijn waarschijnlijk in zijn geheel uit de normering verdwijnen. Vanuit dit beeld van 'schuivende' normwaarden is besloten om in dit rapport uit te gaan van de normwaarden zoals die eind 2005 van kracht waren.

Uitgangspunt in dit rapport

In dit rapport wordt bij het toetsen van de samenstellingswaarden uitgegaan van de thans (december 2005) geldende normwaarden.

'Standaardpakket'

In het voorjaar van 2005 zijn de op dat moment beschikbare gegevensbestanden gebruikt om op basis van eenduidige criteria voor zowel samenstelling als uitloging een 'standaard' stoffenpakket af te leiden. Sindsdien is de discussie rond de te hanteren normwaarden en te hanteren criteria verder gegaan. Deze discussie is op het moment van het schrijven van dit rapport nog niet afgerond, waardoor in het overkoepelende rapport van het 'bijzondere parameters onderzoek' [7] geen definitief voorstel voor een 'standaardpakket' kan worden gedaan. Niettemin worden bij de analyse van de kernbestanden (BOG/BN en NVPG), op basis van zowel het huidige stoffenpakket als op basis van het in het voorjaar van 2005 voorgestelde 'standaardpakket' de consequenties voor hergebruik van grond inzichtelijk gemaakt. Benadrukt dient te worden dat het bij het in die twee rapporten gehanteerde 'standaardpakket' gaat om een tussentijdse invulling. In het licht van, zoals hiervoor reeds aangegeven, onder meer de aankomende wijzigingen in de normwaarden, heeft die invulling en de daarop doorgerekende consequenties voor het hergebruik, geen voorspellende waarde voor het toekomstige standaardpakket.

Uitgangspunt in dit rapport

In dit rapport worden de hergebruiksmogelijkheden ingeschat op basis van het huidige stoffenpakket en het voorgestelde 'standaardpakket'.

### 1.3 Opbouw rapport

Dit rapport is als volgt opgebouwd:

- In hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste karakteristieken van het NVPG-bestand.
- In hoofdstuk 3 is een analyse opgenomen van de samenstellingswaarden bij in- en uitkeuring in het NVPG-bestand. Hierbij wordt gekeken naar de ligging van de verdeling van de samenstellingswaarden ten opzichte van de normwaarden en worden correlaties inzichtelijk gemaakt.
- In hoofdstuk 4 is een analyse opgenomen van de emissiewaarden bij in- en uitkeuring. Hierbij worden de emissiewaarden getoetst aan de emissie-eis bij verschillende toepassingshoogtes.
- In hoofdstuk 5 wordt de relatie tussen samenstelling en uitloging beschreven.
- In hoofdstuk 6 worden de conclusies op basis van de analyse van het NVPG-bestand beschreven.

## 2 Karakteristieken NVPG-bestand

### 2.1 Algemene karakteristieken

De partijen grond die zijn opgenomen in het NVPG-bestand betreffen een doorsnee van de partijen gereinigde grond in Nederland. In Tabel 2.1 zijn de belangrijkste karakteristieken van het bestand weergegeven.

Tabel 2.1 Karakteristieken NVPG-bestand

<b>Kenmerken NVPG-bestand</b>	
Herkomst grond	In het NVPG-bestand zijn inkeuringsgegevens (te reinigen grond) en uitkeuringsgegevens (gereinigde grond) opgenomen. Bij de inkeuring gaat het om ernstig verontreinigde (als reinigbaar beoordeelde) grond. De uitkeuringsresultaten geven een doorsnee van de kwaliteit van gereinigde hergebruiksgrond na één procesgang.
Type grond	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p><b>Humus- en lutumgehalten bij inkeuring</b></p> </div> <div style="width: 48%;"> <p><b>Humus- en lutumgehalten bij uitkeuring</b></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 48%;"> </div> <div style="width: 48%;"> </div> </div>
Type gegevens	Samenstelling en uitloging
Aantal (deel)partijen	In totaal gaat het om 55 partijen. Hiervan zijn er 16 thermisch gereinigd, 34 extractief gereinigd en 2 biologisch gereinigd. 3 partijen zijn niet gereinigd, omdat ze na inkeuring rechtstreeks als categorie 1 grond konden worden afgezet. Deze drie partijen zijn wel meegenomen bij de analyse van de inkeuringsresultaten. Doordat deze partijen niet zijn gereinigd, ontbreken vanzelfsprekend de uitkeuringsresultaten. Voor de meeste partijen is voor alle in dit onderzoek betrokken stoffen zowel de samenstelling als de uitloging bepaald.
Gerapporteerde stoffen	Antimoon, arseen, barium, cadmium, chroom, kobalt, koper, kwik, lood, molybdeen, nikkel, seleen, tin, vanadium, zink, cyanide (tot.), fluoride, bromide, chloride, sulfaat, BTEX, EOX, OCB, PCB, PAK10, minerale olie
Type analyses	AP04

## 2.2 Verschil tussen reinigingstechnieken

Het NVPG bestand is opgebouwd uit in- en uitkeuringsresultaten van te reinigen en gereinigde grond. Hierbij is een onderverdeling gemaakt in drie reinigingstechnieken: thermisch, extractief en biologisch. Voordat een analyse van de samenstellingswaarden en emissiewaarden wordt uitgevoerd, wordt in deze paragraaf eerst beoordeeld of de meetwaarden voor de afzonderlijke reinigingstechnieken mogen worden samengevoegd, of dat er een significant verschil bestaat tussen de reinigingstechnieken. Hierbij kan een vergelijking worden gemaakt tussen de meetwaarden voor thermisch en extractief gereinigde grond. Voor biologisch gereinigde grond zijn onvoldoende meetwaarden beschikbaar (2).

Om te beoordelen of er een significant verschil bestaat tussen de resultaten van thermische en extractief te reinigen en gereinigde grond, is gebruik gemaakt van de Kolmogorov Smirnov toets. Deze toets gaat uit van de hypothese dat twee steekproeven uit verschillende verdelingen afkomstig zijn. In dit geval wordt getoetst of de cumulatieve verdelingsfunctie voor een stof in thermisch te reinigen/gereinigde grond afwijkt van die in extractief te reinigen/gereinigde grond. Het voordeel van deze toets is dat deze onafhankelijk van de verdeling kan worden uitgevoerd. Het resultaat van de toets is weergegeven in Tabel . In deze tabel is de kans (p-level) weergegeven dat de hypothese ten onrechte wordt aanvaard. De stoffen waarvoor een significant verschil wordt gevonden (bij  $p < 0,05$ ) zijn in de tabel geel gemarkeerd.

Uit Tabel blijkt dat zeker bij de samenstellingswaarden er voor veel stoffen een significant verschil bestaat tussen thermisch en extractief te reinigen en gereinigde grond. Dit verschil valt te verklaren uit het verschil in reinigingstechniek. De kwaliteit van de aangeboden partijen grond varieert vanzelfsprekend per reinigingstechniek. Thermische reiniging richt zich vooral op grond verontreinigd met organische stoffen. Extractieve reinigingsprocessen zijn geschikt voor het verwijderen van organische én anorganische verontreinigende stoffen. Daarom zijn deze processen bij uitstek geschikt voor het reinigen van partijen grond die een cocktail aan verontreinigende stoffen bevatten. In Tabel valt op dat het significante verschillen vooral voorkomen bij de veel voorkomende verontreinigingen (Pb, Zn, CN, BTEX, PAK, minerale olie). Bij de gereinigde grond neemt het aantal stoffen waarvoor een significant verschil bestaat toe. Dit is verklaarbaar vanuit het gegeven dat de twee reinigingstechnieken een andere invloed hebben op de samenstelling van metalen of organische verontreinigingen.

Voor de emissiewaarden blijkt het aantal stoffen waarvoor er een significant verschil bestaat tussen de twee reinigingstechnieken beperkt. Het aantal stoffen neemt na reiniging wel toe, waarbij opvalt dat verschillen zich vooral voordoen bij de anorganische parameters.

Bij de analyse van samenstellings- en emissiewaarden wordt rekening gehouden met de al dan niet significante verschillen tussen de thermisch en extractief te reinigen/gereinigde grond. Voor de stoffen waarvoor een significant verschil tussen beide reinigingstechnieken is aangetoond wordt de analyse van samenstellings- en emissiewaarden separaat (dus voor de reinigingstechnieken afzonderlijk) uitgevoerd. Voor de stoffen waarvoor geen significant verschil is aangetoond zal de analyse zich richten op de totale dataset van partijen te reinigen/gereinigde grond.

Tabel 2.2 Analyse van significante verschillen in samenstellings- en emissiewaarden voor thermisch en extractief te reinigen en gereinigde grond

	samenstelling bij inkeuring		samenstelling bij uitkeuring		uitloging bij inkeuring	uitloging bij uitkeuring
	ongecorrigeerd	gecorrigeerd	ongecorrigeerd	gecorrigeerd		
Antimoon	p > 0,10	p > 0,10	p > 0,10	p > 0,10	p > 0,10	p > 0,10
Arseen	p < 0,05	p < 0,10	p < 0,001	p < 0,001	p > 0,10	p > 0,10
Barium	p > 0,10	p > 0,10	p < 0,001	p > 0,10	p < 0,025	p > 0,10
Cadmium	p > 0,10	p > 0,10	p > 0,10	p > 0,10	p > 0,10	p > 0,10
Chroom	p < 0,10	p > 0,10	p < 0,001	p < 0,001	p > 0,10	p > 0,10
Kobalt	p > 0,10	p > 0,10	p < 0,001	p < 0,001	p > 0,10	p > 0,10
Koper	p < 0,10	p < 0,10	p < 0,10	p < 0,10	p > 0,10	p < 0,05
Kwik	p > 0,10	p > 0,10	p < 0,025	p < 0,025	p > 0,10	p < 0,10
Lood	p < 0,005	p < 0,005	p < 0,01	p < 0,025	p > 0,10	p > 0,10
Nikkel	p > 0,10	p > 0,10	p < 0,001	p < 0,001	p > 0,10	p > 0,10
Molybdeen	p > 0,10	p > 0,10	p > 0,10	p > 0,10	p < 0,10	p < 0,001
Tin	p < 0,025	p < 0,005	p > 0,10	p < 0,10	p > 0,10	p > 0,10
Seleen	p < 0,025	p < 0,025	p < 0,025	p < 0,025	p > 0,10	p > 0,10
Vanadium	p < 0,001	p < 0,05	p < 0,001	p < 0,001	p > 0,10	p < 0,001
Zink	p < 0,01	p < 0,001	p < 0,05	p < 0,10	p > 0,10	p > 0,10
Cyanide	p < 0,005	p < 0,005	p > 0,10	p > 0,10		
BTEX	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,05	p < 0,05		
EOX	p < 0,025	p < 0,025	p < 0,01	p < 0,001		
PAK 10	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001		
Minerale Olie	p < 0,01	p < 0,10	p < 0,001	p < 0,001		
Sulfaat					p < 0,025	p < 0,001
Fluoride					p < 0,05	p < 0,001
Bromide					p > 0,10	p < 0,001
Chloride					p > 0,10	p < 0,001
Cyanide					p < 0,001	p > 0,10

### 3 Analyse van de samenstellingswaarden

In dit hoofdstuk worden de resultaten beschreven van de statistische analyse van de samenstellingswaarden. In de eerste drie paragrafen wordt hierbij ingegaan op de in- en uitkeuringsresultaten. In paragraaf 3.4 worden de in- en uitkeuringsresultaten met elkaar vergeleken.

#### 3.1 Beschrijvende statistiek

Om inzicht te geven in de verdeling van de in de partijen gemeten gehalten voor de afzonderlijke parameters is de verdeling voor iedere parameter weergegeven in een histogram (zie bijlage A). Voor de meeste stoffen – zowel de metalen, de anionen en de organische stoffen – is duidelijk de karakteristieke scheve verdeling te herkennen. De metalen chroom, antimoon, nikkel, molybdeen en seleen vormen hierop een uitzondering. Voor deze metalen wordt een min of meer symmetrische verdeling gevonden. Naast de histogrammen zijn in bijlage 1 tevens enkele statistische kentallen per stof weergegeven.

Tabel 2 en tabel 3 geven voor respectievelijk te reinigen en gereinigde partijen de statistische kentallen weer voor alle stoffen. Omdat voor meerdere stoffen is aangetoond dat er een significant verschil bestaat tussen de samenstellingswaarden van thermisch (T) en extractief (E) te reinigen of gereinigde grond, zijn de statistische kentallen separaat voor deze reinigingstechnieken weergegeven.

Tabel 3.1 Te reinigen partijen: Statistische kentallen voor de gemeten gehalten voor de onderzochte stoffen (in mg/kg d.s.)

	reinigingstechniek	Valid N	Minimum	P25	P50	Mean	P75	P90	P95	Maximum
<b>STANDAARD METALEN</b>										
Arseen	T	16	6,3	8,5	9,9	10,8	13,8	15,0	15,8	18,0
	E	34	2,6	5,8	7,4	8,5	9,0	11,9	19,9	35,0
Cadmium	T	16	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,9	1,1	1,1
	E	34	0,1	0,3	0,4	1,5	1,2	2,6	8,0	12,5
Chroom	T	16	19,0	28,5	32,5	32,4	37,1	41,5	44,0	45,5
	E	34	7,7	20,4	25,0	32,7	46,4	65,6	77,7	85,0
Koper	T	16	11,0	25,0	31,8	38,1	48,6	66,5	71,5	85,0
	E	34	3,5	36,6	61,0	147,6	116,0	296,0	613,5	1550,0
Kwik	T	16	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0
	E	34	0,0	0,2	0,3	0,8	0,5	0,8	1,9	13,5
Lood	T	16	22,0	58,0	78,5	77,5	113,8	120	122	125
	E	34	9,1	93	144	173	189	279	335	1200
Nikkel	T	16	10,5	14,4	17,8	19,2	21,0	23,5	29,4	47,0
	E	34	5,0	12,0	15,8	18,9	21,5	29,8	37,5	90,5
Zink	T	16	54,0	80,5	143	128	163	170	171	175
	E	34	28,0	152	178	382	323	447	511	5850
<b>BIJZONDERE PARAMETERS</b>										
Antimoon	T	16	2,1	2,1	2,1	3,7	5,7	7,3	7,8	7,9
	E	30	1,0	2,1	2,1	5,2	3,4	9,3	21,5	40,0
Barium	T	16	38,5	98,0	115	115	128	155	171	205
	E	34	24,5	80,8	103	117	154	187	257	305
Kobalt	T	16	4,0	5,7	6,6	7,0	8,7	9,2	9,7	10,9
	E	34	1,7	4,5	5,4	5,5	6,9	8,6	9,2	11,5
Molybdeen	T	16	0,9	1,1	1,1	1,3	1,1	1,9	2,3	2,6
	E	30	0,7	1,1	1,1	1,8	1,7	3,2	6,6	7,5
Tin	T	16	1,2	4,2	4,7	8,1	6,6	13,1	22,7	42,6
	E	34	3,5	7,0	13,0	22,5	23,6	44,8	74,0	180
Seleen	T	16	3,5	3,5	8,8	8,8	14,0	14,0	14,0	14,0
	E	30	1,4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,9	4,4
Vanadium	T	16	16,0	28,9	36,5	34,8	41,9	45,5	48,1	48,5
	E	30	5,2	16,5	19,8	28,2	27,4	44,1	86,1	160
<b>ANIONEN</b>										
Bromide	T	7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Chloride	T	7	86,5	98,0	120	147	155	310	310	310
CN-totaal	T	16	0,4	2,3	10,8	35,8	35,8	112,3	156,3	190,0
	E	34	0,7	0,7	0,9	2,8	3,2	6,8	9,4	17,0
<b>ORGANISCHE STOFFEN</b>										
SomBTEX	T	10	0,021	1,5	2,7	10,8	4,7	22,8	47,8	72,8
	E	19	0,017	0,4	0,4	0,5	0,4	0,7	2,0	2,6
EOX	T	16	0,1	0,5	1,5	15,2	3,6	63,3	87,8	96,0
	E	34	0,1	0,3	0,6	3,8	0,8	4,0	6,2	91,0
SOM OCB	T	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	E	25	0,001	0,016	0,020	0,216	0,0	0,7	1,0	2,1
PCB(som7)	T	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	E	24	0,002	0,013	0,045	0,4	0,1	0,8	1,6	6,3
PAK(som10)	T	16	3,0	61,5	133	247	213	635	926	1260
	E	34	0,5	6,5	10,5	22,8	18,5	43,3	94,6	210
Minerale olie	T	16	260	546	913	1187	1738	2125	2413	3200
	E	34	40	276	363	589	576	1645	2073	2550

Tabel 3.2 Gereinigde partijen: Statistische kentallen voor de gemeten gehalten voor de onderzochte stoffen (in mg/kg d.s.)

	reinigingstechniek	Valid N	Minimum	P25	P50	Mean	P75	P90	P95	Maximum
<b>STANDAARD METALEN</b>										
Arseen	T	16	6,3	8,4	11,3	10,9	12,5	14,8	16,4	17,5
	E	32	2,1	2,8	2,8	3,3	4,0	4,3	5,1	6,8
Cadmium	T	16	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,9	1,0	1,2
	E	32	0,1	0,3	0,3	0,5	0,4	0,9	1,4	2,9
Chroom	T	16	10,5	31,4	34,0	33,3	40,4	42,0	43,4	46,0
	E	32	5,0	10,5	10,5	12,9	14,1	21,9	25,7	28,0
Koper	T	16	11,5	23,8	35,5	39,2	46,1	66,5	80,9	100,0
	E	32	3,5	12,0	20,3	32,4	37,1	66,8	79,2	240,0
Kwik	T	16	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5
	E	32	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,6
Lood	T	16	29,0	83,8	110,0	109,0	135,1	145	158	195
	E	32	6,5	42	72	73	91	142	173	240
Nikkel	T	16	8,6	17,8	19,0	19,9	23,0	25,5	28,4	34,0
	E	32	2,1	6,9	8,1	9,5	12,0	13,9	19,9	28,5
Zink	T	16	60,5	118,8	158	165	198	265	301	305
	E	32	14,0	62	95	101	141	170	215	270
<b>BIJZONDERE PARAMETERS</b>										
Antimoon	T	16	2,1	2,1	3,0	3,9	4,7	7,8	8,2	8,2
	E	31	2,1	2,1	2,1	2,5	2,1	3,5	4,4	6,0
Barium	T	16	81,5	121,3	142,5	144,5	176,3	185,0	188,8	200,0
	E	33	24,0	46,6	53,0	59,4	72,0	94,0	103,2	135,0
Kobalt	T	16	4,8	6,1	7,1	7,4	8,5	9,3	9,6	10,5
	E	33	1,4	2,5	2,7	2,7	3,3	3,6	3,7	4,0
Molybdeen	T	16	0,2	1,1	1,1	1,3	1,5	2,0	2,2	2,7
	E	33	0,7	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,4	4,4
Tin	T	16	4,1	4,2	4,2	5,5	6,6	8,0	9,3	10,4
	E	33	3,5	4,2	7,0	10,9	14,0	19,7	34,4	52
Seleen	T	16	3,5	3,5	8,8	8,8	14,0	14,0	14,0	14,0
	E	31	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	5,0
Vanadium	T	16	0,7	30,9	35,0	35,6	44,5	48,8	51,5	57,5
	E	31	4,5	6,7	8,2	10,9	9,8	15,0	30,0	50
<b>ANIONEN</b>										
Bromide	T	7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Chloride	T	7	86,5	98,0	120	147	155	310	310	310
CN-totaal	T	16	0,4	0,7	0,7	0,8	0,7	0,9	1,2	1,5
	E	33	0,7	0,7	0,7	1,0	0,7	1,6	2,1	4,4
<b>ORGANISCHE STOFFEN</b>										
SomBTEX	T	9	0,007	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,4
	E	17	0,014	0,2	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4
EOX	T	16	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	E	32	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,5	0,7	1,5
SOM OCB	T	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	E	23	0,001	0,001	0,003	0,060	0,0	0,1	0,4	0,7
PCB(som7)	T	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	E	23	0,002	0,006	0,006	0,3	0,0	0,2	0,3	6,3
PAK(som10)	T	16	0,3	0,4	1	1	1	2	4	4
	E	32	0,1	2,7	3,8	5,8	7,4	14,1	17,9	24
Minerale olie	T	16	14	14	14	15	14	21	21	22
	E	32	14	39	47	50	66	82	97	105

### 3.2 Toetsing aan de normwaarde

De normwaarden voor de metalen in de bodem zijn afhankelijk van het organische stof- en lutumgehalte. De normwaarden voor de organische verontreinigende stoffen zijn afhankelijk van het organische stofgehalte (humus gehalte). Voor de anionen is geen sprake van een correctie voor lutum of organisch stof.

Ten gevolge van de correcties voor lutum en/of organisch stofgehalte is het niet mogelijk om de analyseresultaten direct te toetsen aan de normwaarden. In regulier bodemonderzoek worden de normwaarden gecorrigeerd voor het lutum- en organisch stof gehalte van het onderzochte monster, waarna toetsing plaatsvindt aan de normwaarden zoals die gelden voor het lutum- en organisch stof gehalte voor dat specifieke monster. In dit onderzoek zijn echter niet de normwaarden gecorrigeerd, maar zijn de gemeten gehalten aan metalen en organische verbindingen omgerekend naar gehalten in de 'standaard bodem'. Feitelijk dus een omgekeerde werkwijze als in regulier onderzoek van grond- en bodemonsters plaatsvindt, maar noodzakelijk om de resultaten van alle onderzochte partijen gezamenlijk te kunnen beoordelen ten opzichte

van de normwaarden. Bij het omrekenen van de gemeten gehalten naar gehalten in de standaard bodem geldt nu immers voor elk monster dezelfde normwaarde. Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat deze omgekeerde wijze van toetsing niet leidt tot een andere beoordeling van een partij ten opzichte van de normwaarden.

Nadat de gemeten gehalten zijn omgerekend naar gehalten in de standaard bodem, zijn deze gecorrigeerde gehalten getoetst aan de normwaarden (SW1 en SW2, streef- en interventiewaarden). In bijlage A is voor de uitkeuringgegevens voor iedere stof ook een histogram weergegeven voor de op deze wijze voor het lutum- en organisch stof gehalte gecorrigeerde samenstellingswaarden. In de histogrammen is tevens de ligging van de normwaarden weergegeven. Daarnaast zijn op basis van de gecorrigeerde samenstellingswaarden opnieuw de statistische kentallen afgeleid. Deze kentallen zijn eveneens getoetst aan de normwaarden.

Tabel 4 en tabel 5 geven voor respectievelijk te reinigen en gereinigde partijen een overzicht van de statistische kentallen op basis van de gecorrigeerde samenstellingswaarden. Omdat voor meerdere stoffen is aangetoond dat er een significant verschil bestaat tussen de samenstellingswaarden van thermisch (T) en extractief (E) te reinigen of gereinigde grond, zijn de statistische kentallen separaat voor deze reinigingstechnieken weergegeven.

Met kleurcoderingen is in deze tabellen aangegeven of er sprake is van een overschrijding van de SW1 of SW2-waarde. In de situatie, waarbij geen SW1-waarde is afgeleid, maar wel een streefwaarde beschikbaar is, is getoetst aan de betreffende streefwaarde (geldt voor antimoon, seleen en vanadium).<sup>1</sup>

De volgende codering is gehanteerd:

- geel: gehalte boven de SW1-waarde (voor antimoon, seleen en vanadium boven de streefwaarde)
- rood: gehalte boven de SW2-waarde

---

<sup>1</sup> Voor vanadium, seleen en EOX gaat, met de inwerkingtreding van een herziening van het Bouwstoffenbesluit per 1 januari 2006, een andere normwaarde gelden. De toetsing in dit rapport is nog uitgevoerd op basis van de vigerende normwaarde tenzij expliciet anders is vermeld.

Tabel 3.3 Te reinigen partijen: Statistische kentallen voor de voor lutum en organisch stof gecorrigeerde samenstellingswaarden (in mg/kg d.s.)

		Valid N	Minimum	P25	P50	Mean	P75	P90	P95	Maximum	SW1/streefwaarde	SW2
<b>STANDAARD METALEN</b>												
Arseen	T	16	9,7	12,1	13,6	15,3	18,4	21,0	22,9	26,2	29	55
	E	34	2,8	9,5	11,6	13,2	14,3	19,3	29,5	55,8		
Cadmium	T	16	0,3	0,3	0,5	0,6	0,7	1,1	1,4	1,5	0,8	12
	E	34	0,1	0,3	0,6	2,2	1,8	3,7	12,6	18,9		
Chroom	T	16	27,1	42,3	47,6	47,8	52,6	64,3	66,6	67,9	100	380
	E	34	10,5	34,7	43,4	53,8	78,5	113	127	146		
Koper	T	16	17,8	33,9	53,5	60,8	79,2	106	121	137	36	190
	E	34	3,5	69,2	111	267	218	540	1096	2818		
Kwik	T	16	0,1	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,0	1,3	0,3	10
	E	34	0,0	0,3	0,4	1,1	0,6	1,1	2,5	18,6		
Lood	T	16	30,1	78,3	110	104	139	158	164	177	85	530
	E	34	9,1	133	209	252	266	401	503	1759		
Nikkel	T	16	18,4	26,7	30,2	36,1	38,9	53,9	64,2	88,9	35	210
	E	34	13,7	30,3	34,6	45,6	52,6	75,7	104	204		
Zink	T	16	92,3	132	239	220	296	315	330	332	140	720
	E	34	66,2	269	380	778	636	866	1050	12178		
<b>BIJZONDERE PARAMETERS</b>												
Antimoon*	T	16	2,1	2,1	2,1	3,7	5,7	7,3	7,8	7,9	3	15
	E	30	1,0	2,1	2,1	5,2	3,4	9,3	21,5	40,0		
Barium	T	16	52,9	185,7	242,4	253,1	304,2	400,2	442,7	455,9	200	625
	E	34	24,5	245,8	287,8	340,5	414,5	576,3	758,6	871,4		
Kobalt	T	16	6,9	10,9	13,5	14,4	17,9	20,6	22,5	24,3	20	240
	E	34	4,9	12,5	15,0	15,4	17,1	23,4	27,9	33,5		
Molybdeen	T	16	0,9	1,1	1,1	1,3	1,1	1,9	2,3	2,6	10	200
	E	30	0,7	1,1	1,1	1,8	1,7	3,2	6,6	7,5		
Tin <sup>A</sup>	T	16	1,6	4,2	7,1	14,8	14,0	23,5	48,4	97,6		900
	E	34	3,5	19,7	36,9	63,1	69,7	140	185	545		
Seleen*	T	16	3,5	3,5	8,8	8,8	14,0	14,0	14,0	14,0	0,7	100
	E	30	1,4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,9	4,4		
Vanadium*	T	16	28,0	52,0	62,2	65,2	77,8	94,6	97,7	98,8	42	250
	E	30	15,5	40,4	47,3	66,6	64,8	109,9	192,9	358		
<b>ANIONEN</b>												
Bromide	T	7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	20	
Chloride	T	7	86,5	98,0	120,0	147,1	155,0	310,0	310,0	310,0	200	
CN-totaal	T	16	0,4	2,3	10,8	35,8	35,8	112,3	156,3	190,0	5	
	E	34	0,7	0,7	0,9	2,8	3,2	6,8	9,4	17,0	5	
<b>ORGANISCHE STOFFEN</b>												
SomBTEX#	T	10	0,02	3,2	5,1	22,1	14,5	34,7	93,9	153,2		
	E	19	0,0	0,4	0,4	0,9	0,4	1,4	5,7	7,1		
EOX	T	16	0,1	1,1	3,8	48,8	9,1	124,6	268,3	480,0	0,3	
	E	34	0,1	1,1	1,4	7,1	3,0	11,1	16,0	136,8		
SOM OCB <sup>A</sup>	T	0	-	-	-	-	-	-	-	-		0,5
	E	25	0,001	0,019	0,038	0,493	0,119	1,1	2,7	5,5		
PCB(som7)	T	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,5
	E	24	0,002	0,033	0,12	0,72	0,37	2,4	3,7	6,3		
PAK(som10)	T	16	3,0	62	133	247	213	635	926	1260	1	40
	E	34	0,5	6,5	10,5	22,8	18,5	43	95	210		
Minerale olie	T	16	709	1497	2605	2900	3975	5846	6279	6615	50	500
	E	34	122	787	1112	1716	1930	3618	5450	9750		

\* Voor de betreffende parameter is geen SW1-waarde beschikbaar. In plaats daarvan zijn de gehalten getoetst aan de streefwaarde

# Voor de betreffende parameter is geen SW1 en SW2 beschikbaar

<sup>A</sup> Voor de betreffende parameter is geen SW1 (en geen vervangende streefwaarde) beschikbaar

Tabel 3.4 Gereinigde partijen: Statistische kentallen voor de voor lutum en organisch stof gecorrigeerde samenstellingswaarden (in mg/kg d.s.)

		Valid N	Minimum	P25	P50	Mean	P75	P90	P95	Maximum	SW1/streefwaarde	SW2
<b>STANDAARD METALEN</b>												
Arseen	T	16	11,4	14,3	19,7	19,1	21,7	24,2	27,4	31,4	29	55
	E	32	2,1	2,8	2,8	4,8	7,5	7,8	9,4	12,3		
Cadmium	T	16	0,3	0,3	0,7	0,8	1,0	1,6	1,8	2,0	0,8	12
	E	32	0,1	0,3	0,3	0,7	0,6	1,7	2,7	5,3		
Chroom	T	16	10,5	57,6	64,5	62,1	73,5	81,3	83,2	84,1	100	380
	E	32	9,7	10,5	15,4	21,3	26,9	42	51	57		
Koper	T	16	23,3	45,6	72,9	82,5	101,2	143	174	218	36	190
	E	32	3,5	27,3	46	71	83	141	175	521		
Kwik	T	16	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,3	10
	E	32	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,9		
Lood	T	16	45,1	127,8	173	173	218	235	255	313	85	530
	E	32	9,1	69	118	119	150	230	282	392		
Nikkel	T	16	22,8	52,2	53,9	60,8	73,0	85,7	94,3	111,7	35	210
	E	32	2,1	21,9	25,9	30,4	37,6	45,5	66	89		
Zink	T	16	137,8	298	378	401	481	668	767	787	140	720
	E	32	14,0	164	238	259	365	444	545	691		
<b>BIJZONDERE PARAMETERS</b>												
Antimoon*	T	16	2,1	2,1	3,0	3,9	4,7	7,8	8,2	8,2	3	15
	E	31	2,1	2,1	2,1	2,5	2,1	3,5	4,4	6,0		
Barium	T	16	157,9	234,9	276,1	279,9	341,5	358,4	365,7	387,5	200	625
	E	32	24,5	220,0	241,1	267,0	325,7	441,9	464,8	529,7		
Kobalt	T	16	16,1	20,8	25,9	27,4	32,8	37,6	40,2	45,0	20	240
	E	32	1,4	9,8	11,1	10,3	12,9	14,4	15,1	16,1		
Molybdeen	T	16	0,2	1,1	1,1	1,3	1,5	2,0	2,2	2,7	10	200
	E	33	0,7	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,4	4,4		
Tin <sup>A</sup>	T	16	4,2	4,2	8,0	14,1	22,8	29,3	33,2	36,8		900
	E	32	3,5	4,2	29,7	36,9	53,7	79	119	196		
Seleen*	T	16	3,5	3,5	8,8	8,8	14,0	14,0	14,0	14,0	0,7	100
	E	31	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	5,0		
Vanadium*	T	16	1,7	90,2	103	110	142	163	173	194	42	250
	E	31	14,2	21,7	25,7	35,6	31,0	44,1	100,5	181		
<b>ANIONEN</b>												
Bromide	T	7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	20	
	E	7	86,5	98,0	120	147	155	310	310	310	200	
Chloride	T	7	86,5	98,0	120	147	155	310	310	310	200	
	E	33	0,7	0,7	0,7	1,0	0,7	1,6	2,1	4,4	5	
CN-totaal	T	16	0,4	0,7	0,7	0,8	0,7	0,9	1,2	1,5	5	
	E	33	0,7	0,7	0,7	1,0	0,7	1,6	2,1	4,4	5	
<b>ORGANISCHE STOFFEN</b>												
SomBTEX#	T	9	0,01	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,3	0,4		
	E	17	0,0	0,3	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4		
EOX	T	16	0,07	0,07	0,11	0,11	0,14	0,14	0,14	0,14	0,3	
	E	32	0,07	0,51	0,75	1,11	1,16	2,57	3,45	7,38		
SOM OCB <sup>A</sup>	T	0	-	-	-	-	-	-	-	-		0,5
	E	23	0,001	0,001	0,003	0,136	0,018	0,2	0,7	1,9		
PCB(som7)	T	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,5
	E	23	0,002	0,006	0,02	0,44	0,19	0,8	1,6	6,3		
PAK(som10)	T	16	0,3	0,4	0,7	1,0	1,0	2,4	3,5	3,8	1	40
	E	32	0,1	2,7	3,8	5,8	7,4	14	18	24		
Minerale olie	T	16	14	14	14	31	14	104	106	110	50	500
	E	32	14	194	234	246	328	411	486	525		

\* Voor de betreffende parameter is geen SW1-waarde beschikbaar. In plaats daarvan zijn de gehalten getoetst aan de streefwaarde

# Voor de betreffende parameter is geen SW1 en SW2 beschikbaar

<sup>A</sup> Voor de betreffende parameter is geen SW1 (en geen vervangende streefwaarde) beschikbaar

In de 'Onderzoeksopzet bijzondere parameters' [1] is een beslissystematiek opgenomen voor de statistische analyse van de gegevensbestanden. Deze systematiek onderscheidt vier situaties:

1. Indien er geen meetgegevens boven de normwaarde voorkomen en de afstand tot de normwaarde groot is, kan eenvoudig worden geconcludeerd dat een stof niet tot het 'standaardpakket' hoeft te worden gerekend.
2. Indien er geen meetgegevens boven de normwaarde voorkomen maar de normwaarde ligt relatief dicht bij de hoogste meetwaarde, dan is het zinvol om de overschrijdingskans te schatten: de grootte van die overschrijdingskans zal bepalend zijn voor de vraag of een stof al of niet tot het 'standaardpakket' dient te worden gerekend.
3. Indien minder dan 30% van de meetgegevens de normwaarde overschrijdt is het eveneens zinvol om de overschrijdingskans te schatten: de grootte van die overschrijdingskans zal bepalend zijn voor de vraag of een stof al of niet tot het 'standaardpakket' dient te worden gerekend.
4. Indien meer dan 30% van de meetgegevens de normwaarde overschrijdt is het weliswaar illustratief om de overschrijdingskans te schatten, maar kan los van die

overschrijdingskans reeds worden vastgesteld dat die stof onderdeel van het 'standaardpakket' dient uit te maken.

Hierbij wordt opgemerkt dat deze analyse betrekking heeft op hergebruiksgrond. De overschrijdingspercentages worden daarom alleen voor de gereinigde grond bepaald. Verder is het van belang dat dit rapport slechts de analyse van één van de gegevensbestanden in het 'bijzondere parameters onderzoek' beschrijft. Dat betekent dat de resultaten van de analyse niet één op één mogen worden doorvertaald tot een conclusie over het al of niet opnemen van een stof in het 'standaardpakket'. Ten behoeve van een eenduidige analyse van de verschillende gegevensbestanden wordt echter wel deze zelfde analyselijijn gevolgd.

In Tabel 3.5 is voor de gereinigde partijen grond voor de onderzochte stoffen de kans op overschrijding van de SW1 of streefwaarde weergegeven. In principe is hierbij uitgegaan van de SW1 als normwaarde. Alleen voor de stoffen waarvoor geen SW1 maar wel een streefwaarde bestaat, is de overschrijdingskans ten opzichte van de streefwaarde weergegeven. Voor de stoffen waarvoor een significant verschil tussen de reinigingstechnieken is vastgesteld, zijn de overschrijdingspercentages separaat weergegeven voor thermisch (T) en extractief (E) gereinigde grond.

De weergegeven overschrijdingskans in Tabel is feitelijk een schatting van de overschrijdingskans met een betrouwbaarheid van 50%. Indien van toepassing (bovengenoemde situatie 2 en 3) is in de tabel eveneens de bovengrens weergegeven. Dit is de waarde die met 90% betrouwbaarheid niet wordt overschreden.

De in Tabel 3.5 opgenomen overschrijdingskans voor seleen (100%) wordt veroorzaakt door de relatief hoge bepalingsgrenzen ten opzichte van de SW1. Ook bij correctie van de bepalingsgrens met een factor 0,7 (om tot een rekenwaarde te komen) wordt de SW1 overschreden. In totaal is er voor seleen 49 keer (van de in totaal 50 waarnemingen) een gehalte beneden de bepalingsgrens gemeten. Als wordt aangenomen dat al deze kleiner-dan-waarnemingen beneden de streefwaarde liggen wordt de overschrijdingskans verlaagd tot 2 %.

De overschrijdingskans vormt de maat om de 'ernst' van de overschrijding van de normwaarde te bepalen. Een eventuele conclusie over het al dan niet opnemen van een stof in het 'standaardpakket' wordt daarom gebaseerd op de overschrijdingskans. De indicatie van de bovengrens heeft met name een functie om te kunnen vaststellen of de overschrijdingskans voldoende nauwkeurig is vastgesteld, dus of er voldoende waarnemingen zijn gedaan om een conclusie over het al of niet opnemen van een stof in het 'standaardpakket' te kunnen rechtvaardigen.

Tabel 3.5 Gereinigde partijen: Overschrijdingskans van de SW1 of streefwaarde,

Parameter	Reinigings- techniek	aantal waarne- mingen	normwaarde	aantal over- schrijdingen	Overschrij- dingskans	Bovengrens (90% betrouwbaarheid)
<b>Metalen huidige basispakket</b>						
Arseen	T	16	SW1	1	6,2%	22,2%
	E	31	SW1	0	0 %	6,9 %
Cadmium	T	16	SW1	7	43,8%	34,9%
	E	32	SW1	6	18,7%	30,5%
Chroom	T	16	SW1	0	0,0%	13,4%
	E	32	SW1	0	0,0%	6,9%
Koper	T	16	SW1	12	75,0%	NB
	E	32	SW1	18	56,2%	NB
Kwik	T	16	SW1	6	37,5%	NB
	E	32	SW1	2	6,2%	15,8%
Lood	T	16	SW1	15	93,7%	NB
	E	32	SW1	19	59,4%	NB
Nikkel	T	16	SW1	14	87,5%	NB
	E	32	SW1	14	87,5%	NB
Zink	T	16	SW1	24	75,0%	NB
	E	32	SW1	40	78,4%	NB
<b>Metalen – bijzondere parameters</b>						
Antimoon*	T	16	streefwaarde	8	50,0%	NB
	E	31	streefwaarde	6	19,3%	31,4%
Barium	T	16	SW1	15	93,7%	NB
	E	32	SW1	22	68,7	NB
Kobalt	T	16	SW1	13	81,2%	NB
	E	32	SW1	0	0,0%	6,9%
Molybdeen	T	16	SW1	0	0,0%	13,4%
	E	32	SW1	0	0,0%	6,7%
Seleen*	T	16	Streefwaarde	16	100%	NB
	E	31	Streefwaarde	31	100%	NB
Tin <sup>A</sup>	T	16	-	-	-	-
	E	32	-	-	-	-
Vanadium*	T	16	Streefwaarde	15	93,7%	NB
	E	31	Streefwaarde	4	12,9%	24,1%
<b>Anorganische parameters</b>						
Bromide	T	8	SW1	0	0,0%	25,0%
Chloride	T	8	SW1	8	100%	NB
Cyanide	T	16	SW1	0	0,0%	13,4%
	E	32	SW1	0	0,0%	6,7%
<b>Organische parameters</b>						
SomBTEX#	T	27	-	-	-	-
	E	9	-	-	-	-
EOX	T	16	SW1	0	0,0%	13,4%
	E	32	SW1	23	71,9%	NB
SOM OCB <sup>A</sup>	E	25	-	-	-	-
PCB(som7)	E	25	SW1	12	48,0%	NB
PAK(som10)	T	16	SW1	4	25,0%	43,4%
	E	32	SW1	30	93,8%	NB

Minerale olie	T	16	SW1	3	18,8%	37,1%
	E	32	SW1	30	93,8%	NB

NB Niet bepaald (omdat het gemiddelde overschrijdingspercentage groter is dan 30%; zie toelichting boven de tabel)

\* Voor de betreffende parameter is geen SW1-waarde beschikbaar. In plaats daarvan zijn de gehalten getoetst aan de streefwaarde

# Voor de betreffende parameter is geen SW1 en SW2 beschikbaar

^ Voor de betreffende parameter is geen SW1 (en geen vervangende streefwaarde) beschikbaar

### 3.3 Correleerbaarheid

Door Geochem Research BV is een studie uitgevoerd naar het natuurlijk voorkomen, mobiliteit en industrieel gebruik van ‘bijzondere parameters’ [2]. In deze studie is tevens aangegeven hoe een bepaalde parameter voorkomt in de Nederlandse bodem (secundaire omgeving). Tabel geeft een overzicht van de mogelijke correlaties van de bijzondere parameters met andere stoffen of bodemeigenschappen. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de mogelijke correlaties, zoals beschreven in het ‘Geochem-rapport’ zijn gebaseerd op totaalgehalten. Voor de metaalanalyses in milieuonderzoek wordt gebruik gemaakt van een destructie met koningswater. Afhankelijk van zowel het betreffende metaal als het type grond / bodem, is het ontsluitingspercentage van deze methode gelijk aan een totaal ontsluiting of ligt dit percentage (wezenlijk) lager. Hetgeen impliceert dat de theoretische relaties zoals afgeleid in het Geochem rapport niet direct kunnen of zelfs mogen worden vergeleken met de relaties zoals deze in dit gegevensbestand worden aangetoond. Naast de voorkomende correlaties in een natuurlijke omgeving zijn in tabel 7 per parameter enkele industriële toepassingen weergegeven. Dit geeft een indicatie van het potentieel voorkomen van deze parameters op (verontreinigde) bedrijfslocaties.

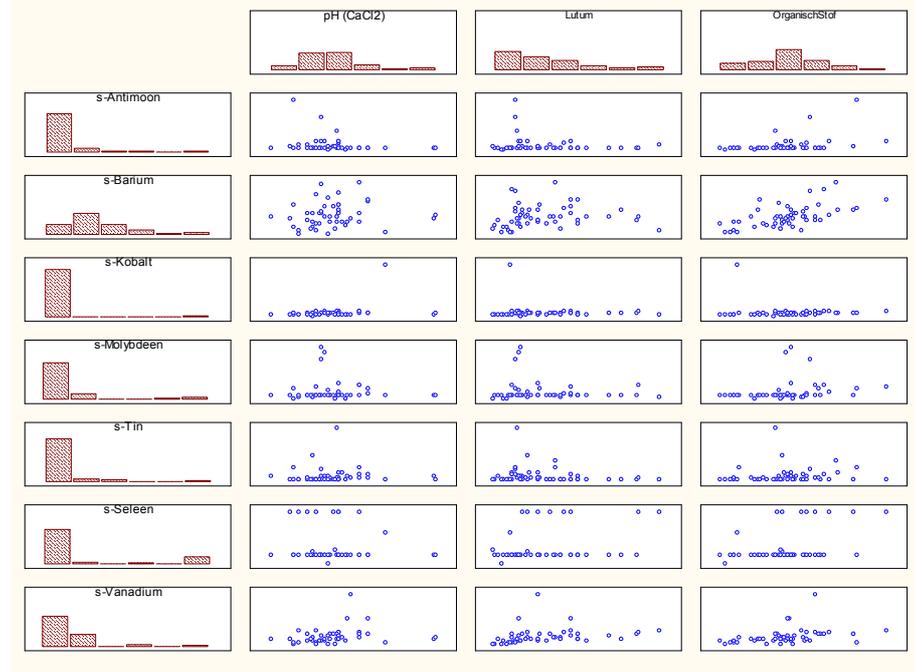
Tabel 3.6 Verwachte correlaties volgens de studie van Geochem

<b>Parameter</b>	<b>Correleert in natuurlijke omgeving met</b>	<b>Antropogene toepassingen</b>
Broom	Organisch materiaal Klei (in mindere mate) Zoute kwel	Brandvertragers Pesticiden en houtconserveringsmiddelen Desinfectanten en waterbehandeling Methylbromide in bodembehandeling Als calcium-, natrium- en zinkbromide in olie-industrie Fotografische chemicaliën Aditief voor rubber
Barium	Klei	Boorvloeistof in de olie- en gasindustrie (bariumsulfaat) Glas-, emaille- en keramiekindustrie (bariumcarbonaat) Waterbehandeling en magnesium productie (bariumchloride) Suikerwinning uit molasse (bariumhydroxide)
Antimoon	Pyriet (net als arseen)	Metallische producten: antimoon-loodlegering, lagers, pompen, tank bekleding, soldeer Niet metallische producten: primers, keramiek, glas, piment, plastics Als brandvertrager in adhesieven, plastics, rubber, textiel
Vanadium	Mn en K Organisch materiaal	Metallische producten: in staal-, aluminium en titanium legeringen Niet metallische producten: in katalysatoren voor de productie van o.a. zwavelzuur en synthetisch rubber
Tin		Metallische producten: vertind blik voor bier e.d., soldeer en tinlegeringen Niet metallische producten: organotinverbindingen als stabilisator in PVC, biocide, agrarische chemicaliën en glascoatings
Kobalt	IJzer- en mangaanhydroxiden Klei	Metallische producten: superlegeringen, legeringen voor magneten, cementering van carbides Niet metallische producten: in verf, keramiek en rubber. Toevoeging aan de bodem bij kobalt-arme gronden voor veevoerproductie (tekort veroorzaakt slijtageziekte bij schapen).
Molybdeen	IJzer- en mangaanhydroxiden Ca, Fe, Mn	Smeermiddel (molybdeniet) Staallegeringen, coatings en metaal/glaslijmstoffen Oranje pigmenten Katalysator voor oxydatie-reductiereacties.
Seleen	Klei	Glasindustrie IJzer-, koper-, en loodlegeringen Kunstmest Pharmaceutica, in shampoo en voedingssupplementen

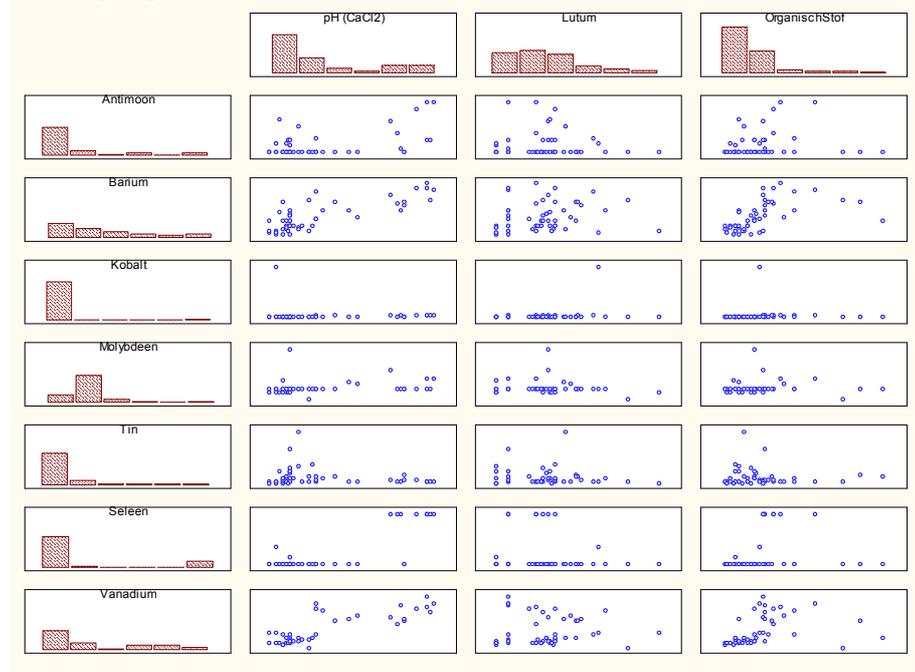
Tabel 3.6 laat zien dat op theoretische gronden er voor een aantal metalen een correlatie met het lutum- en organisch stof gehalte wordt verwacht. Onderstaande correlatiematrix (Figuur ) laat de correlatie zien tussen de metalen, het lutum- en organisch stof gehalte en de pH.

Figuur 3.1 laat voor de te reinigen en gereinigde grond zien dat er voor de meeste stoffen geen duidelijke correlatie bestaat met het lutum- en organisch stof gehalte of de pH. Overigens blijkt dat ook voor de metalen uit het huidige basispakket geen duidelijke correlatie bestaat met het lutum- en organisch stof gehalte. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door de antropogene belasting van de ernstig verontreinigde partijen en het reinigingsproces, waardoor de ‘natuurlijke’ correlatie tussen het metaalgehalte en het lutum- en organische stof gehalte is verstoord.

***Te reinigen grond***

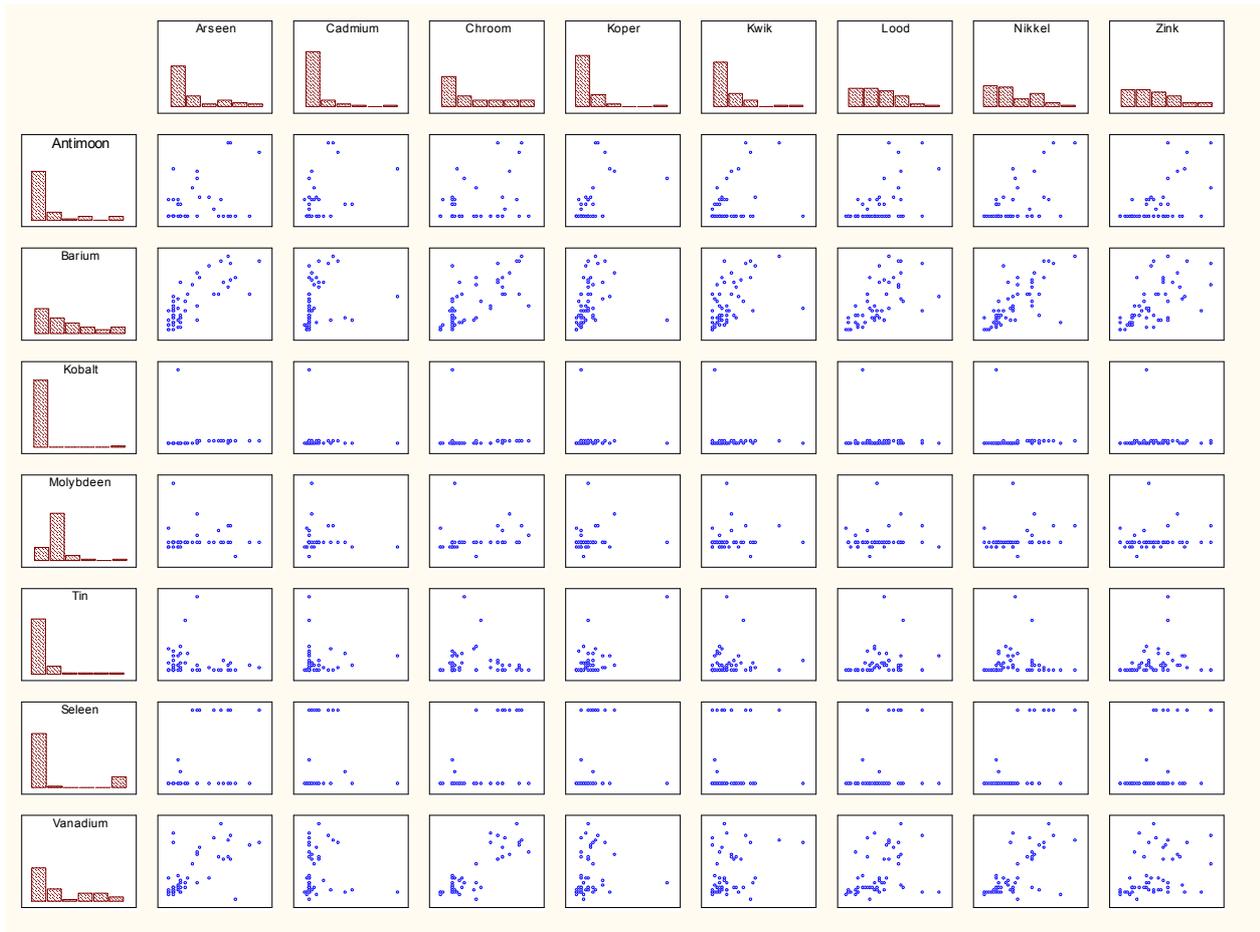


***Gereinigde grond***



Figuur 3.1 Te reinigen en gereinigde grond: correlatiematrix voor de bijzondere parameters (metalen) pH, lutum en organisch stof

Naast de correlatie van metalen in het 'bijzondere parameters onderzoek' met het lutumgehalte, het organische stof gehalte en de pH (Figuur 3.1), worden in Figuur 3.2 de correlaties van deze metalen met de metalen uit het huidige basispakket zichtbaar gemaakt (voor gereinigde grond). Deze figuur laat zien dat er bij een aantal metaalcombinaties sprake is van enige correlaties (zie bijvoorbeeld barium-nikkel). Voor te reinigen grond wijkt het beeld nauwelijks af van figuur 3.2 voor gereinigde grond. Ook voor te reinigen grond vallen met name de correlatie van barium met de metalen uit het huidige basispakket op. Voor het overige metaalcombinaties blijkt er nauwelijks tot geen sprake te zijn van onderlinge correlatie.



Figuur 3.2 Gereinigde grond: correlatiematrix voor de bijzondere parameters (metalen) en de metalen in het huidige basispakket

### 3.4 Verhouding tussen samenstelling bij in- en uitkeuring

In het NVPG-bestand zijn gegevens van zowel de inkeuring als uitkeuring opgenomen. Dit maakt het mogelijk om de samenstellingswaarde bij inkeuring en uitkeuring te vergelijken. Figuur 3.3 geeft voor vier stofgroepen (metalen in het huidige basispakket, bijzondere parameters (metalen), organische en anorganische parameters) de verhouding weer tussen de samenstellingswaarden bij in- en uitkeuring. Omdat voor relatief veel stoffen er een significant verschil bestaat tussen de samenstellingswaarden bij thermisch en extractief gereinigde grond, worden separate grafieken weergegeven voor thermisch en extractief gereinigde grond.

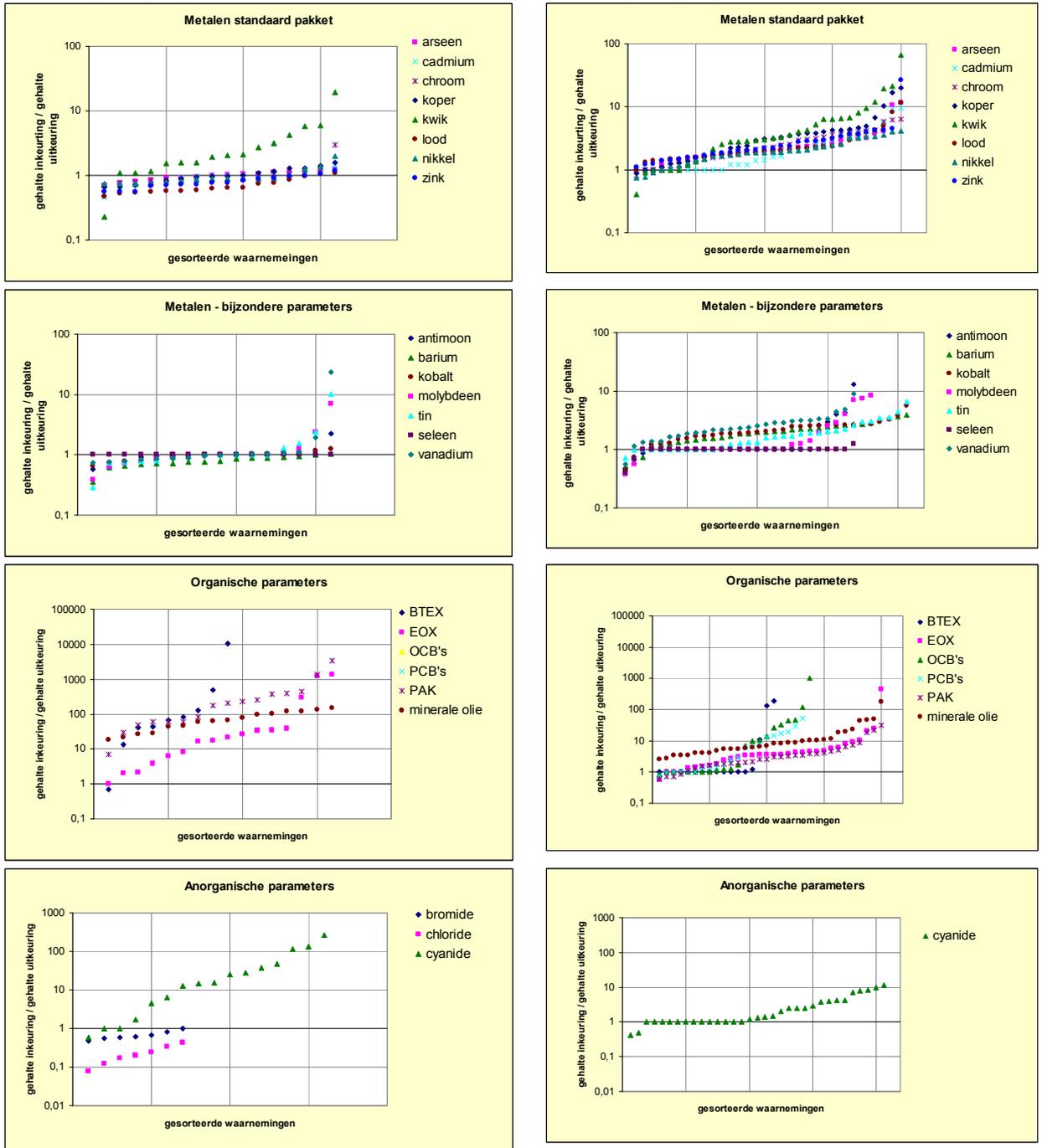
Bij het maken van de grafieken zijn de volgende stappen doorlopen:

- per partij en per individuele stof is de verhouding tussen het gehalte (niet gecorrigeerd voor humus en lutum) bij inkeuring en uitkeuring bepaald;
- De verhoudingsgetallen zijn per individuele stof oplopend gesorteerd;
- De gesorteerde verhoudingsgetallen zijn in een grafiek uitgezet, waarbij gebruik wordt gemaakt van een logaritmische schaalverdeling op de y-as. Hierbij worden de verhoudingsgetallen groter dan een factor 1 (samenstellingswaarde bij inkeuring groter dan bij uitkeuring) even zichtbaar als verhoudingsgetallen kleiner dan een factor 1 (samenstellingswaarde bij uitkeuring groter dan bij inkeuring).
- De verticale gridlijnen geven stappen weer van 10 waarnemingen. Voor de meeste stoffen zijn ca. 50 waarnemingen beschikbaar. De afstand tussen twee gridlijnen vertegenwoordigt dus ca. 20% van de waarnemingen (geldt niet voor bromide, chloride, BTEX, OCB's en PCB's).

Benadrukt moet worden dat uit de grafieken van Figuur 3.3 niet het reinigingsrendement van de betreffende reinigingstechnieken kan worden afgeleid. Om dit te kunnen beoordelen is informatie nodig over de stoffen waarvoor de grond is gereinigd en moeten de gehalten worden uitgedrukt ten opzichte van de normwaarden. Er kan in het algemeen en indicatief echter wel iets worden afgeleid over het effect van de reiniging. Tabel 3.3 laat zien dat in de partijen te reinigen grond vooral de organische parameters in hoge mate de SW2 overschrijden (minerale olie, PAK, EOX). De reiniging van de partijen grond zal in de meeste gevallen gericht zijn geweest op het verlagen van de gehalten aan deze stoffen (overigens ontbreekt deze informatie, dus per partij is niet exact bekend op welke stoffen de reiniging zich richtte). Figuur 3.3 laat duidelijk zien dat de verhouding tussen de gehalten bij inkeuring en uitkeuring voor de organische stoffen en cyanide het grootst is. Dit geldt zowel voor thermische als extractieve reiniging. Daarnaast valt op dat thermische reiniging slechts beperkte invloed heeft op de gehalten aan metalen (met uitzondering van kwik). Dit in tegenstelling tot de extractieve reiniging waarbij voor vrijwel alle metalen een duidelijk effect op de samenstellingswaarden wordt gevonden. Deze effecten zijn in overeenstemming met de karakteristieken van de reinigingstechnieken.

Thermisch gereinigde grond

Extractief gereinigde grond



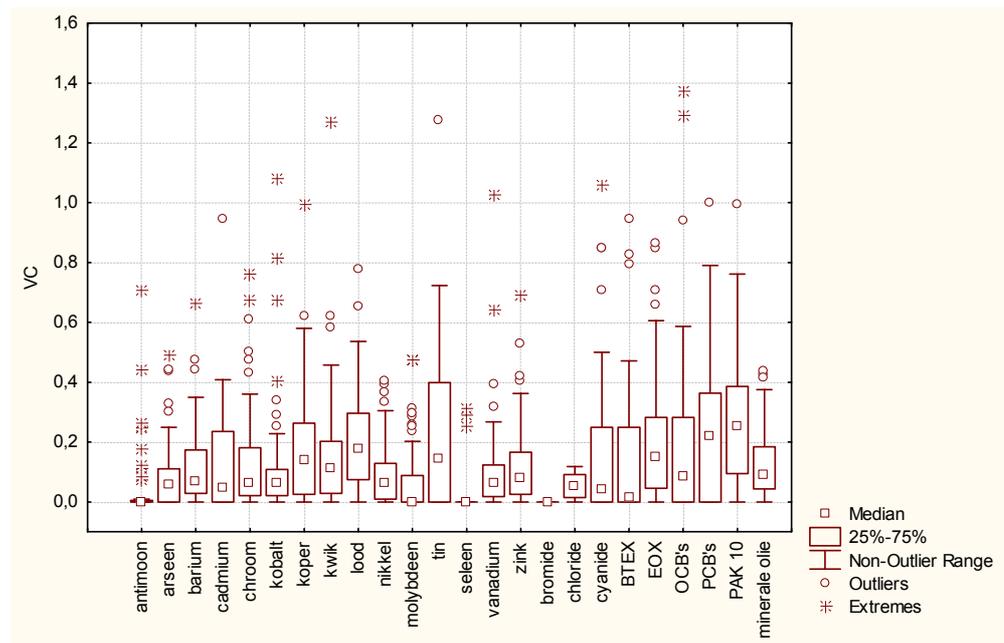
Figuur 3.3 Verhouding tussen de samenstellingswaarden bij in- en uitkeuring voor thermisch en extractief gereinigde grond.

### 3.5 Analyse van duplometingen

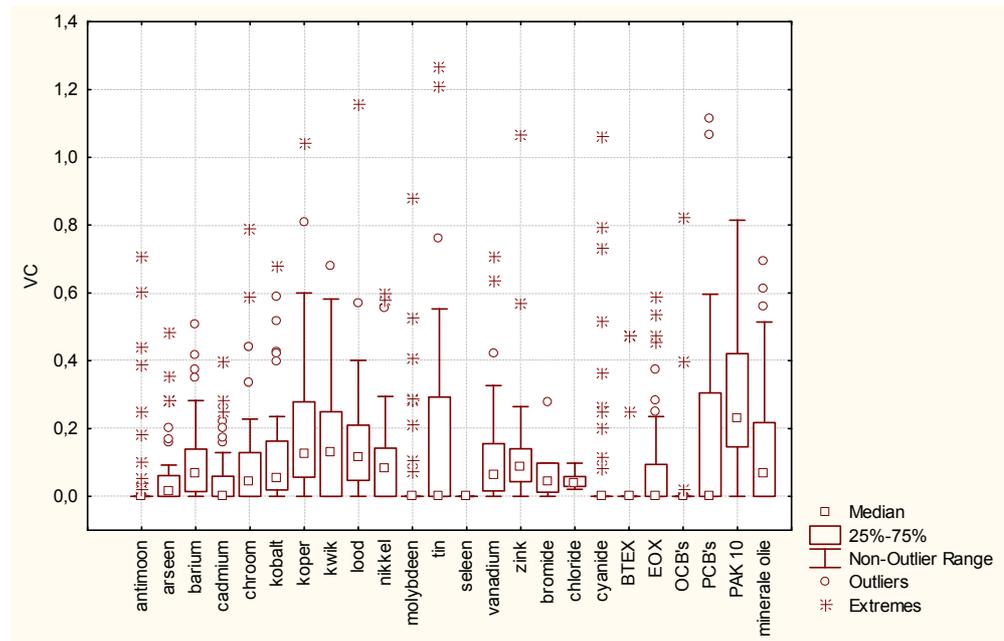
Binnen het NVPG-bestand zijn de analyses in duplo uitgevoerd. Het gaat hier om onafhankelijke duplo's waarbij per partij in het veld twee monsters zijn genomen (dus twee emmers). Dit betekent dat de variatie tussen de twee duplowaarnemingen wordt veroorzaakt door enerzijds de heterogeniteit van de partij en anderzijds door de variaties die voortkomen uit de uitgevoerde handelingen om tot een analyseresultaat te komen (monsterneming, monstervoorbehandeling, opwerking en analyse).

De variatie tussen de twee duplometingen kan worden berekend, door het bepalen van de variatiecoëfficiënt ( $VC = \text{standaarddeviatie} / \text{gemiddelde}$ ). De variatiecoëfficiënt is onafhankelijk van het gehalte, waarmee het dus mogelijk wordt om de spreiding van verschillende partijen en stoffen met elkaar te vergelijken (dus ook onafhankelijk van de reinigingstechniek). Het hanteren van de VC als maat voor de spreiding in de meetwaarden sluit bovendien aan bij de werkwijze die gevolgd is in het validatie-onderzoek uit 2000 [ref. 3]. Voor getallenparen is er sprake van een maximale waarde voor de VC. Deze maximale waarde bedraagt 1,41 en ontstaat wanneer er sprake is van één hoge en één zeer lage waarde, of wanneer één van de meetwaarden nul bedraagt.

Figuur 3.4 (te reinigen grond) en Figuur 3.5 (gereinigde grond) geven voor de onderzochte stoffen de spreiding weer, uitgedrukt als de variatiecoëfficiënt (VC).



Figuur 3.4 Te reinigen partijen: VC op basis van duplometingen



Figuur 3.5 Gereinigde partijen: VC op basis van duplometingen

In het validatie-onderzoek [TNO, rapport NITG 00-71-B] is de invloed van de grondsoort, het lutum en organische stofgehalte, het gehalte, de reinigingstechniek, het laboratorium en de stof op de variatie tussen twee duplowaarnemingen onderzocht. Geconcludeerd is dat alleen de stof (het onderscheid tussen metalen en organische parameters) een duidelijke invloed heeft op de hoogte van de VC. Voor anorganische stoffen is in het validatie-onderzoek een gemiddelde VC berekend van 0,1 (10%) en voor organische stoffen van 0,2 (20%). Dit verschil werd met name toegeschreven aan een verschillende werkwijze bij de monstervoorbehandeling, opwerking en analyse.

In tabel 3.7 zijn de gemiddelde VC's weergegeven voor de metalen en organische stoffen. De gemiddelde VC's die in het validatie-onderzoek zijn berekend blijken overeen te komen met de VC's uit dit onderzoek. De gemiddelde VC voor gereinigde grond blijkt lager te zijn dan de gemiddelde VC voor te reinigen grond. Dit wordt veroorzaakt doordat er bij gereinigde grond vaker gehalten beneden de bepalingsgrens worden gemeten. Wanneer beide duplometingen beneden de bepalingsgrens liggen is de berekende VC nul. Voor bijvoorbeeld EOX wordt voor te reinigen grond 10 keer een VC van 0 berekend, terwijl voor gereinigde grond 31 keer een VC van 0 wordt berekend. Tabel 3.7 laat zien dat wanneer de 0-waarden worden uitgesloten, het verschil in gemiddelde VC-waarde tussen ongereinigde en gereinigde grond grotendeels vervalt. Het verschil tussen de metalen en de organische parameters blijft wel gehandhaafd, na het verwijderen van de 0-waarden.

Tabel 3.7 Gemiddelde VC voor metalen en organische parameters in te reinigen en gereinigde grond

	Ongereinigd	Gereinigd
<b>Inclusief 0-waarde</b>		
Gemiddelde VC metalen	0,12	0,10
Gemiddelde VC organische stoffen	0,22	0,14
<b>Exclusief 0-waarden</b>		
Gemiddelde VC metalen	0,18	0,18
Gemiddelde VC organische stoffen	0,27	0,30

### 3.6 Interpretatie en conclusies

Het bijzondere parameters onderzoek beoogt inzicht te verschaffen in de aard en mate van het voorkomen van zowel de bijzondere parameters als de stoffen van het huidige basispakket in partijen grond in Nederland. Het NVPG-bestand bevat informatie over de samenstelling (en ook uitloging; zie volgend hoofdstuk) van te reinigen en gereinigde partijen grond. In hoofdstuk 2 is aangetoond dat er ten aanzien van samenstellingswaarden bij in- en uitkeuring voor relatief veel stoffen een significant verschil bestaat tussen thermisch en extractief te reinigen/gereinigde grond.

Tabel 3.3 en 3.4 geven een beeld van de samenstellingswaarden voor en na reiniging. De te reinigen grond is, zoals te verwachten, sterk verontreinigd. De kwaliteit van thermisch te reinigen grond wordt vooral bepaald door overschrijding van de SW2-waarde voor de organische parameters. De kwaliteit van de extractief te reinigen grond wordt eveneens voor een deel bepaald door SW2 overschrijdingen voor de organische parameters. Daarnaast kennen koper en zink relatief hoge overschrijdingspercentages ten opzichte van de SW2 (>10%).

Uit de statistische kentallen voor de gereinigde grond blijkt, zoals verwacht, dat zowel de thermische als de extractieve reiniging ertoe leidt dat de gehalten aan organische parameters sterk afnemen. Daarnaast worden de gehalten aan metalen vooral door extractieve reiniging verlaagd. Deze effecten sluiten aan bij de specifieke karakteristieken van de twee reinigingstechnieken. De reiniging van grond resulteert in een sterke afname van het aantal overschrijdingen van de SW2, tot overwegend gehalten beneden de SW2 (waarmee wordt voldaan aan de reinigingsdoelstelling). Echter, de gehalten aan OCB's en PCB's overschrijden in een deel van de extractief gereinigde partijen nog steeds de SW2 (OCB's en PCB's zijn bij thermisch gereinigde grond niet bepaald).

Verder blijkt dat bij de gereinigde grond een relatief groot deel van de waarnemingen de SW1 of streefwaarde overschrijdt (hetgeen in overeenstemming is met de te verwachten kwaliteit). Voor vijftien van de twintig genormeerde stoffen overschrijdt meer dan 30 % van de waarnemingen de SW1 of streefwaarde. Voor de metalen waarvoor er een significant verschil tussen de reinigingstechnieken is bepaald, valt op dat het percentage overschrijdingen van de SW1/streefwaarde bij thermisch gereinigde grond in alle gevallen hoger is dan voor extractief gereinigde grond. Voor de organische parameters geldt juist het omgekeerde: het percentage overschrijdingen van de SW1/streefwaarde is voor extractief gereinigde grond hoger dan voor thermisch gereinigde grond. Deze verschillen zijn verklaarbaar vanuit de toegepaste reinigingstechniek.

Onder de metalen valt op dat de overschrijdingspercentages van de SW1/streefwaarde voor arseen, chroom en molybdeen relatief laag zijn. De overschrijdingspercentages voor lood, zink, barium en seleen zijn relatief hoog. Het hoge overschrijdingspercentage voor seleen wordt voor een groot deel bepaald door de relatief hoge bepalingsgrens voor seleen ten opzichte van de streefwaarde (zie paragraaf 3.2).

Opvallend is dat voor alle organische verontreinigingen waarvoor een SW1 beschikbaar is, relatief hoge overschrijdingspercentages van de SW1 worden gevonden.

Uit de verhouding tussen de gehalten bij in- en uitkeuring blijkt dat de reiniging het grootste effect heeft op de samenstellingswaarden voor organische stoffen en cyanide.

Dit geldt zowel voor thermische als extractieve reiniging. Daarnaast valt op dat thermische reiniging slechts beperkte invloed heeft op de gehalten aan metalen (met uitzondering van kwik). Dit in tegenstelling tot de extractieve reiniging waarbij voor vrijwel alle metalen een duidelijk effect op de samenstellingswaarden wordt gevonden. Deze effecten zijn in overeenstemming met de karakteristieken van de reinigingstechnieken.

Uit de analyse van de duplometingen blijkt dat de spreiding tussen beide meetwaarden (uitgedrukt als de variatiecoëfficiënt VC) stofafhankelijk is. De VC is een maat voor de variatie in het traject van monsterneming tot en met analyse. De VC is voor de organische parameters groter dan voor de metalen. Dit is in overeenstemming met eerdere resultaten uit het validatie-onderzoek [TNO, rapport NITG 00-71-B].

## 4 Analyse van emissiewaarden

### 4.1 Beschrijvende statistiek

Om inzicht te geven in de verdeling van de emissiewaarden voor de in het NVPG-bestand opgenomen parameters is de verdeling voor iedere parameter weergegeven in een histogram (zie bijlage A).

Tabel 4.1 en tabel 4.3 geven voor de te reinigen en de gereinigde grond voor alle stoffen een overzicht van de statistische kentallen. Voor stoffen waarvoor er een significant verschil bestaat tussen de emissiewaarden van thermisch (T) en extractief (E) te reinigen of gereinigde grond, zijn de statistische kentallen separaat voor deze reinigingstechnieken weergegeven. Voor stoffen waarvoor er geen significant verschil tussen de reinigingstechnieken bestaat, zijn de statistische kentallen gebaseerd op de gezamenlijke emissiewaarden van de reinigingstechnieken (T+E+B).

Tabel 4.1 Te reinigen partijen: Statistische kentallen voor de gemeten emissiewaarden voor de onderzochte stoffen

	reinigingstechniek	Valid N	Minimum	P25	P50	Mean	P75	P90	P95	Maximum
<b>STANDAARD METALEN</b>										
Arseen	T+E+B	50	0,03	0,14	0,14	0,18	0,21	0,24	0,30	0,58
Cadmium	T+E+B	50	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,08
Chroom	T+E+B	50	0,01	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,10	0,23
Koper	T+E+B	50	0,07	0,07	0,09	0,14	0,19	0,29	0,34	0,87
Kwik	T+E+B	50	0,0003	0,0035	0,0035	0,0030	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035
Lood	T+E+B	50	0,02	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,40	0,79
Nikkel	T+E+B	50	0,02	0,14	0,14	0,13	0,14	0,18	0,19	0,31
Zink	T+E+B	50	0,14	0,49	0,49	0,79	0,53	1,10	2,00	7,65
<b>BIJZONDERE PARAMETERS</b>										
Antimoon	T+E+B	50	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,11
Barium	T	14	0,42	0,42	0,58	0,64	0,73	0,87	1,11	1,51
Barium	E	33	0,14	0,42	0,42	0,44	0,42	0,51	0,83	0,96
Kobalt	T+E+B	50	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,24
Molybdeen	T+E+B	50	0,04	0,08	0,14	0,16	0,18	0,26	0,45	0,60
Tin	T+E+B	50	0,014	0,014	0,014	0,019	0,017	0,021	0,070	0,070
Seleen	T+E+B	50	0,006	0,006	0,006	0,008	0,006	0,014	0,018	0,020
Vanadium	T+E+B	50	0,07	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,62	0,76
<b>ANIONEN</b>										
Bromide	T+E+B	50	0,35	0,56	0,56	0,63	0,56	0,78	1,10	1,80
Chloride	T+E+B	50	4,90	38,5	70,0	67,6	70,0	110	146	190
Fluoride	T	14	2,55	7,01	10,28	10,33	12,75	16,00	19,50	26,00
Fluoride	E	33	2,80	4,75	6,55	7,21	9,15	10,29	13,20	18,50
Cyanide	T	8	0,11	5,93	11,93	12,40	15,66	22,18	26,59	31,00
Cyanide	E	33	0,01	0,02	0,12	0,23	0,26	0,52	0,78	2,05
Sulfaat	T	14	255	615	1325	1444	1638	2355	3408	5000
Sulfaat	E	33	96	210	475	1178	795	1389	5110	12400

Tabel 4.2 Gereinigde partijen: Statistische kentallen voor de gemeten emissiewaarden voor de onderzochte stoffen

	reinigingstechniek	Valid N	Minimum	P25	P50	Mean	P75	P90	P95	Maximum
<b>STANDAARD METALEN</b>										
Arseen	T+E+B	55	0,03	0,14	0,14	0,18	0,18	0,30	0,49	1,1
Cadmium	T+E+B	55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Chroom	T+E+B	55	0,01	0,04	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,10
Koper	T	16	0,07	0,07	0,07	0,09	0,07	0,07	0,16	0,42
Koper	E	33	0,02	0,07	0,07	0,11	0,14	0,16	0,22	0,42
Kwik	T+E+B	55	0,0002	0,0023	0,0035	0,0027	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035
Lood	T+E+B	55	0,02	0,21	0,21	0,28	0,21	0,25	1,2	2,5
Nikkel	T+E+B	55	0,01	0,04	0,14	0,11	0,14	0,14	0,14	0,14
Zink	T+E+B	55	0,07	0,49	0,49	0,59	0,49	0,74	1,1	5,3
<b>BIJZONDERE PARAMETERS</b>										
Antimoon	T+E+B	55	0,006	0,025	0,032	0,05	0,05	0,09	0,14	0,20
Barium	T+E+B	55	0,07	0,41	0,42	0,38	0,42	0,52	0,70	0,97
Kobalt	T+E+B	55	0,007	0,035	0,049	0,040	0,049	0,049	0,049	0,049
Molybdeen	T	16	0,08	0,11	0,21	0,24	0,30	0,34	0,46	0,82
Molybdeen	E	33	0,01	0,04	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09	0,16
Tin	T+E+B	55	0,014	0,014	0,014	0,019	0,021	0,042	0,046	0,070
Seleen	T+E+B	55	0,0063	0,0063	0,0063	0,0075	0,0063	0,0102	0,0140	0,03
Vanadium	T	16	0,21	0,65	1,03	0,91	1,16	1,30	1,39	1,50
Vanadium	E	33	0,07	0,07	0,21	0,25	0,21	0,21	0,77	1,60
<b>ANIONEN</b>										
Bromide	T	16	0,56	2,56	3,55	4,14	5,48	7,40	8,76	10,5
Bromide	E	33	0,35	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	1,13
Chloride	T	16	35,00	98,9	186,0	242,6	259,9	485,5	668,8	826,0
Chloride	E	33	6,40	20,5	70,0	52,5	70,0	70,0	70,0	122,0
Fluoride	T	16	4,15	7,9	11,4	12,3	15,5	19,5	22,0	28,0
Fluoride	E	33	1,15	3,4	4,1	4,7	5,9	7,7	8,4	11,0
Cyanide	T+E+B	47	0,0007	0,007	0,024	0,07	0,08	0,14	0,15	0,70
Sulfaat	T	16	270	790	1425	1583	1888	3125	3538	4100
Sulfaat	E	33	15	125	210	404	405	968	1280	2800

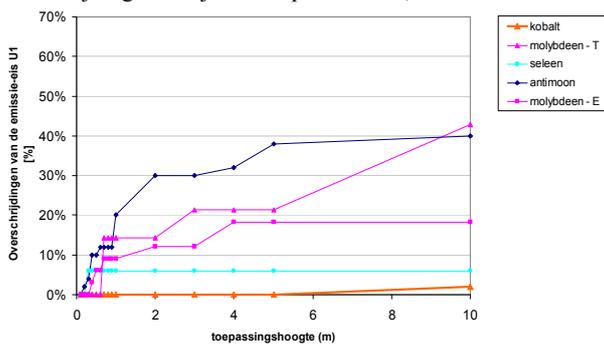
## 4.2 Toetsing aan de normwaarden voor uitloging

De eisen waaraan moet worden voldaan zijn in het Bouwstoffenbesluit geformuleerd als emissie-eisen. Deze eisen kunnen worden omgezet naar emissie-eisen bij verschillende toepassingshoogtes. In dit onderzoek worden de toepassingshoogtes binnen een range van 0,1 tot 10 meter in beschouwing genomen. De gemeten emissiewaarden kunnen vervolgens worden getoetst aan deze emissie-eisen.

In Figuur 4.1 is voor de stoffen waarvoor de emissie-eis U1 (bij overschrijding van deze eis is toepassing als categorie 1-bouwstof niet toegestaan) wordt overschreden het percentage overschrijdingen weergegeven als functie van de toepassingshoogte. Voor de stoffen waarvoor een significant verschil tussen de reinigingstechnieken is vastgesteld, zijn de overschrijdingen van de U1 separaat weergegeven voor thermisch en extractief gereinigde grond. Bij Figuur 4.1 dient te worden opgemerkt dat voor het beoordelen van de toepasbaarheid van een partij grond vrijstelling is verleend ten aanzien van de immissiewaarden voor cyanide, bromide, fluoride en sulfaat en gedeeltelijke vrijstelling (tot aan de tussenwaarde) voor de immissiewaarden voor antimoon, molybdeen, seleen en vanadium.

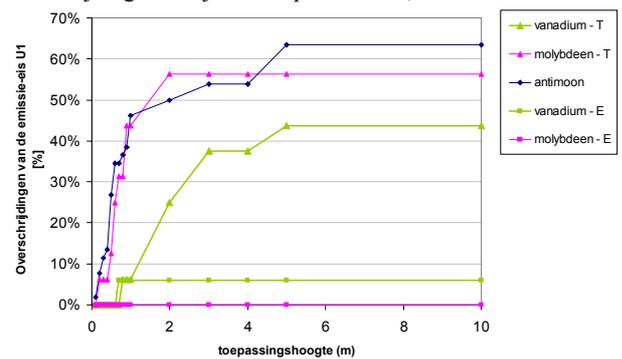
### Te reinigen grond

Overschrijding U1 'bijzondere parameters', metalen

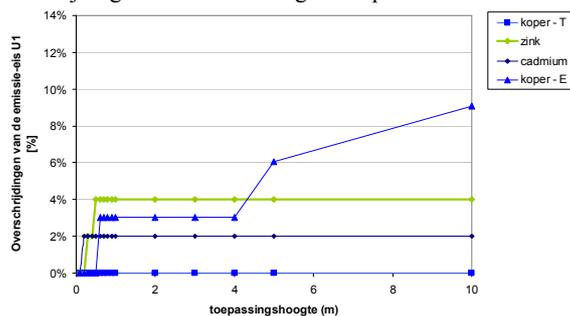


### Gereinigde grond

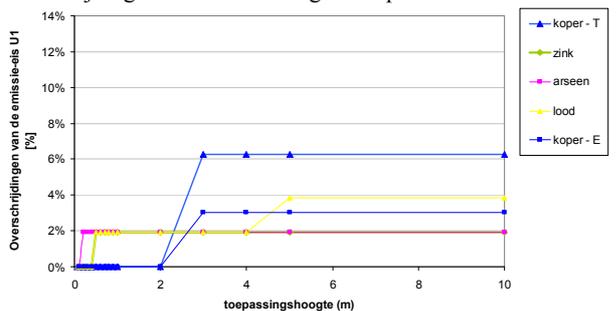
Overschrijding U1 'bijzondere parameters', metalen



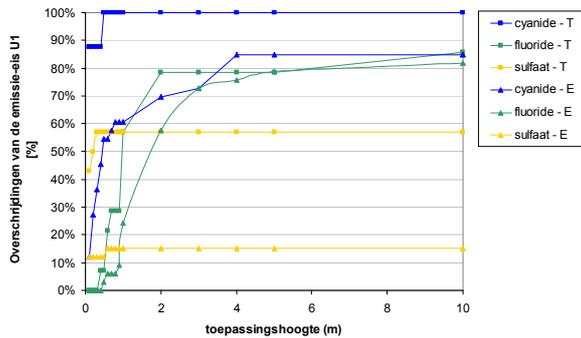
Overschrijding U1 metalen huidige basispakket



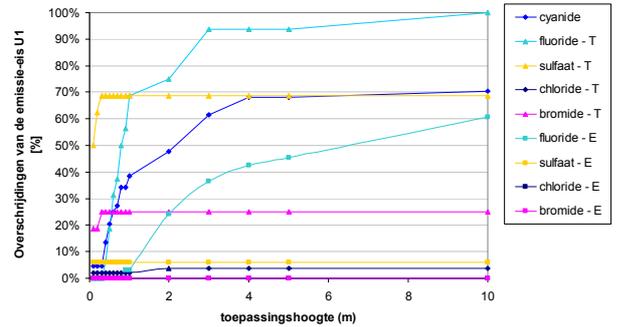
Overschrijding U1 metalen huidige basispakket



Overschrijding U1 anionen



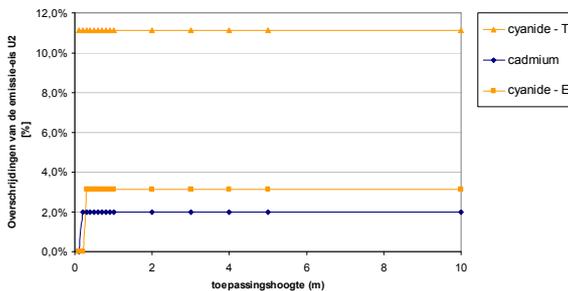
Overschrijding U1 anionen



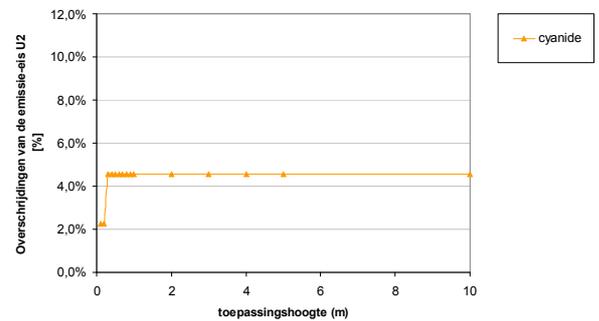
Figuur 4.1 Percentage overschrijding en van de emissie-eis (U1), als functie van de toepassingshoogte

In Figuur 4.2 is voor de stoffen waarvoor de emissie-eis U2 (bij overschrijding hiervan is de grond niet toepasbaar) wordt overschreden het percentage overschrijdingen weergegeven als functie van de toepassingshoogte. Het gaat hierbij alleen om de stoffen cyanide en cadmium bij inkeuring en cyanide bij uitkeuring. Voor de overige stoffen wordt de emissie-eis U2 bij de meest kritische toepassingshoogte (10 m) niet overschreden.

Te reinigen grond



Gereinigde grond

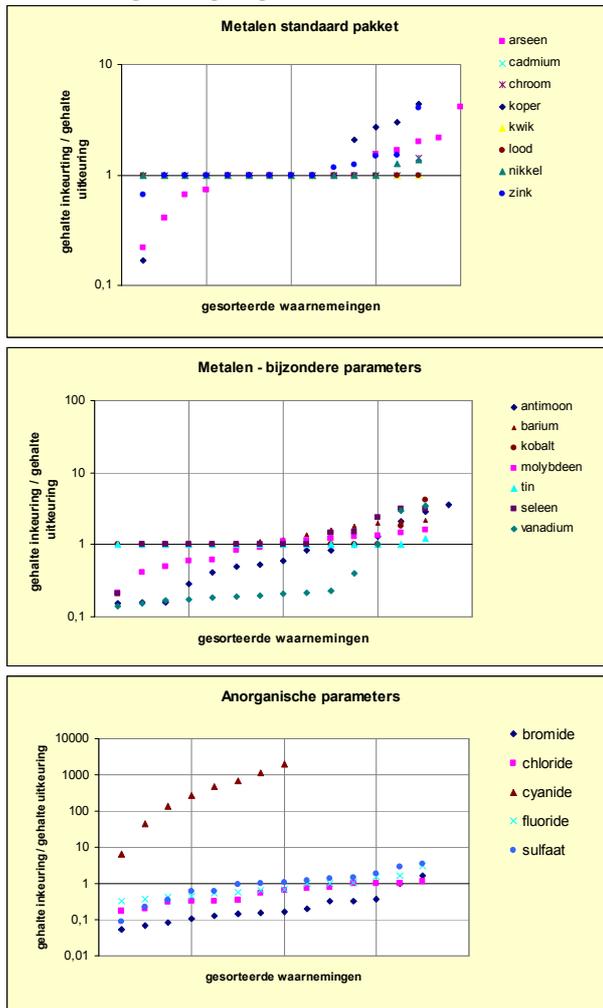


Figuur 4.2 Percentage overschrijding en van de emissie-eis (U2), als functie van de toepassingshoogte

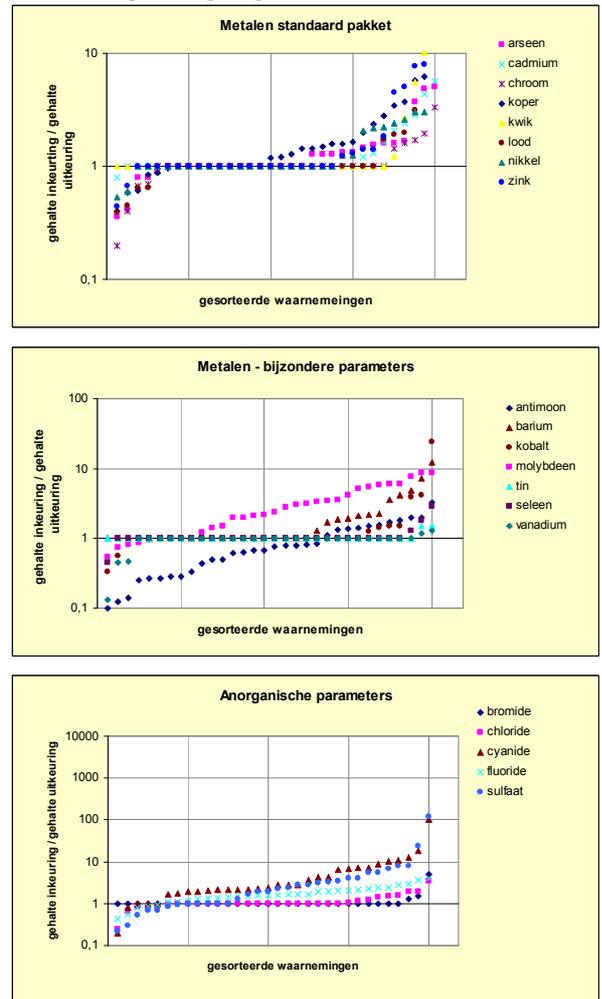
### 4.3 Verhouding tussen uitloging bij in- en uitkeuring

In het NVPG-bestand zijn uitlooggegevens van zowel de inkeuring als de uitkeuring opgenomen. Dit maakt het mogelijk om de verhouding tussen de uitloging bij inkeuring en uitkeuring te vergelijken. Figuur 4.3 geeft voor twee reinigingstechnieken (thermisch en extractief) en drie stofgroepen (metalen in het huidige basispakket, bijzondere parameters (metalen) en anorganische parameters) de verhouding tussen de emissiewaarden bij in- en uitkeuring weer. Voor de wijze waarop de grafieken van Figuur 4.3 zijn gemaakt wordt verwezen naar de toelichting in paragraaf 3.4.

## Thermisch gereinigde grond



## Extractief gereinigde grond



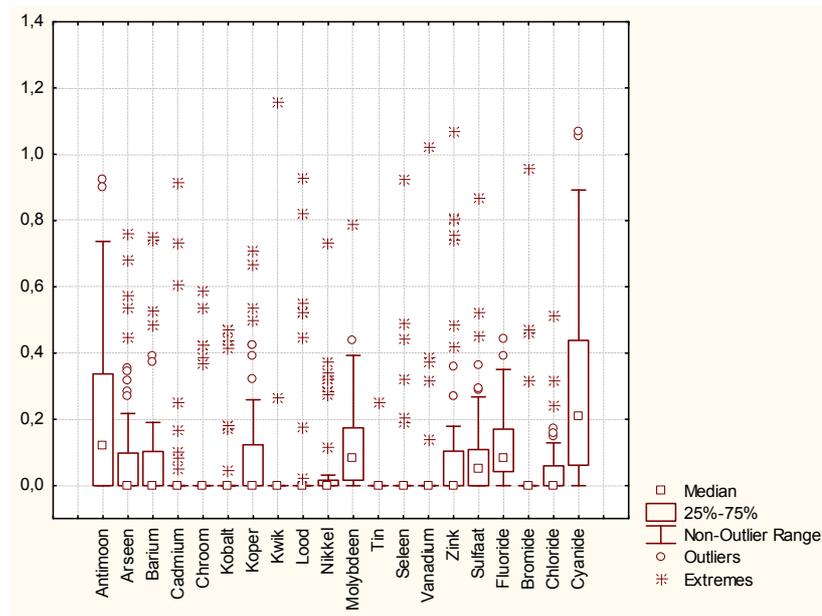
Figuur 4.3 Verhouding tussen de emissiewaarden bij in- en uitkeuring voor thermisch en extractief gereinigde grond

#### 4.4 Analyse van duplo metingen

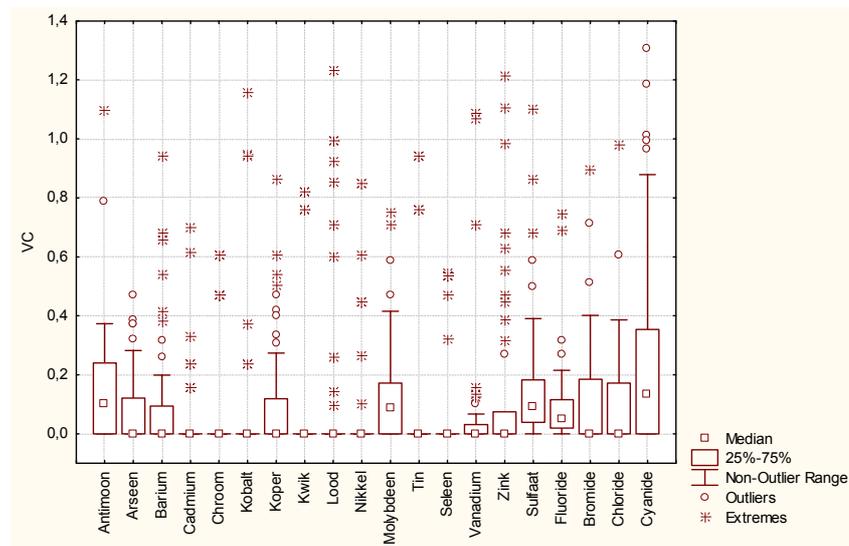
Binnen het NVPG-bestand zijn de emissiewaarden in duplo bepaald. Het gaat hier om onafhankelijke duplo's waarbij de monsters in het veld zijn gesplitst (zie ook de toelichting in paragraaf 3.5).

De variatie tussen de twee duplo metingen kan worden berekend, door het bepalen van de variatiecoëfficiënt ( $VC = \text{standaarddeviatie} / \text{gemiddelde}$ ). De variatiecoëfficiënt is onafhankelijk van het gehalte, waarmee het dus mogelijk wordt om de spreiding van verschillende partijen en stoffen met elkaar te vergelijken.

Figuur 4.4 (te reinigen grond) en Figuur 4.5 (gereinigde grond) geven voor de onderzochte stoffen de spreiding weer, uitgedrukt als de variatiecoëfficiënt (VC). Omdat voor veel metalen de duplo waarnemingen overwegend beneden de bepalingsgrens voorkomen, is de spreiding voor die metalen beperkt.



Figuur 4.4 Te reinigen grond: VC op basis van duplo metingen



Figuur 4.5 Gereinigde partijen: VC op basis van duplo metingen

## 4.5 Interpretatie en conclusies

Voor de gereinigde grond geldt dat voor drie van de zeven bijzondere parameters (metalen) overschrijdingen van de emissie-eisen (U1) voorkomen. Dit ligt in dezelfde orde van grootte als bij de metalen in het huidige basispakket, waarbij voor vier van de acht metalen een overschrijding van de emissie-eis (U1) voorkomt.

Voor stoffen waarvoor een significant verschil in emissiewaarden is bepaald, blijkt dat de overschrijdingen van de U1 bij thermisch gereinigde grond vaker voorkomen dan bij extractief gereinigde grond.

De mate waarin de U1 wordt overschreden is voor een aantal bijzondere parameters duidelijk hoger dan voor de overige metalen. Het percentage overschrijdingen van de U1 bedraagt voor molybdeen (bij thermisch gereinigde grond), vanadium (bij thermisch gereinigde grond) en voor antimoon meer dan 40% (bij de meest kritische toepassingshoogte van 10 meter). Voor deze metalen is het bovendien opvallend dat het percentage overschrijdingen van de U1 toeneemt na (thermische) reiniging. Het mogelijke (negatieve) effect hiervan op de hergebruiksmogelijkheden van grond is beperkt door de “Tijdelijke vrijstellingsregeling eisen grond en bagger”, waarin voor deze stoffen ten aanzien van de samenstelling een drempelwaarde is geïntroduceerd, waarboven getoetst moet worden op uitloging.

Voor de metalen van het basispakket heeft koper het hoogste overschrijdingspercentage (6% bij thermisch gereinigde grond).

Buiten de metalen vallen vooral de hoge percentages overschrijding van de U1 op voor de anorganische parameters. Fluoride (thermisch en extractief gereinigde grond), sulfaat (thermisch gereinigde grond) en cyanide overschrijden de U1 in meer dan 60% van de partijen. Voor bromide, fluoride en sulfaat valt bovendien op dat het percentage overschrijdingen van de U1 toeneemt na reiniging. De overschrijding van de U1 voor deze stoffen heeft binnen het huidige toetsingskader geen invloed op de hergebruiksmogelijkheden van de partijen grond, doordat deze stoffen zijn vrijgesteld voor de toetsing aan de immissiewaarden (“Tijdelijke vrijstellingsregeling eisen grond en bagger”).

De U2 wordt voor geen van de stoffen in hoge percentages overschreden. In gereinigde grond overschrijdt alleen cyanide in beperkte mate de U2 (4,5% bij de meest kritische toepassingshoogte van 10 meter).

Uit Figuur 4.3 blijkt dat voor de meeste metalen het effect van reiniging op de emissie minder is dan het effect op de samenstelling. Voor antimoon en vanadium valt op dat de emissie na reiniging toeneemt. Figuur 4.1 laat zien dat deze metalen in relatief hoge mate de U1 overschrijden.

Onder de anorganische parameters valt op dat de emissie voor sulfaat na extractieve reiniging en cyanide na thermische en extractieve reiniging aanzienlijk dalen. Voor met name bromide neemt de emissie toe na thermische reiniging.

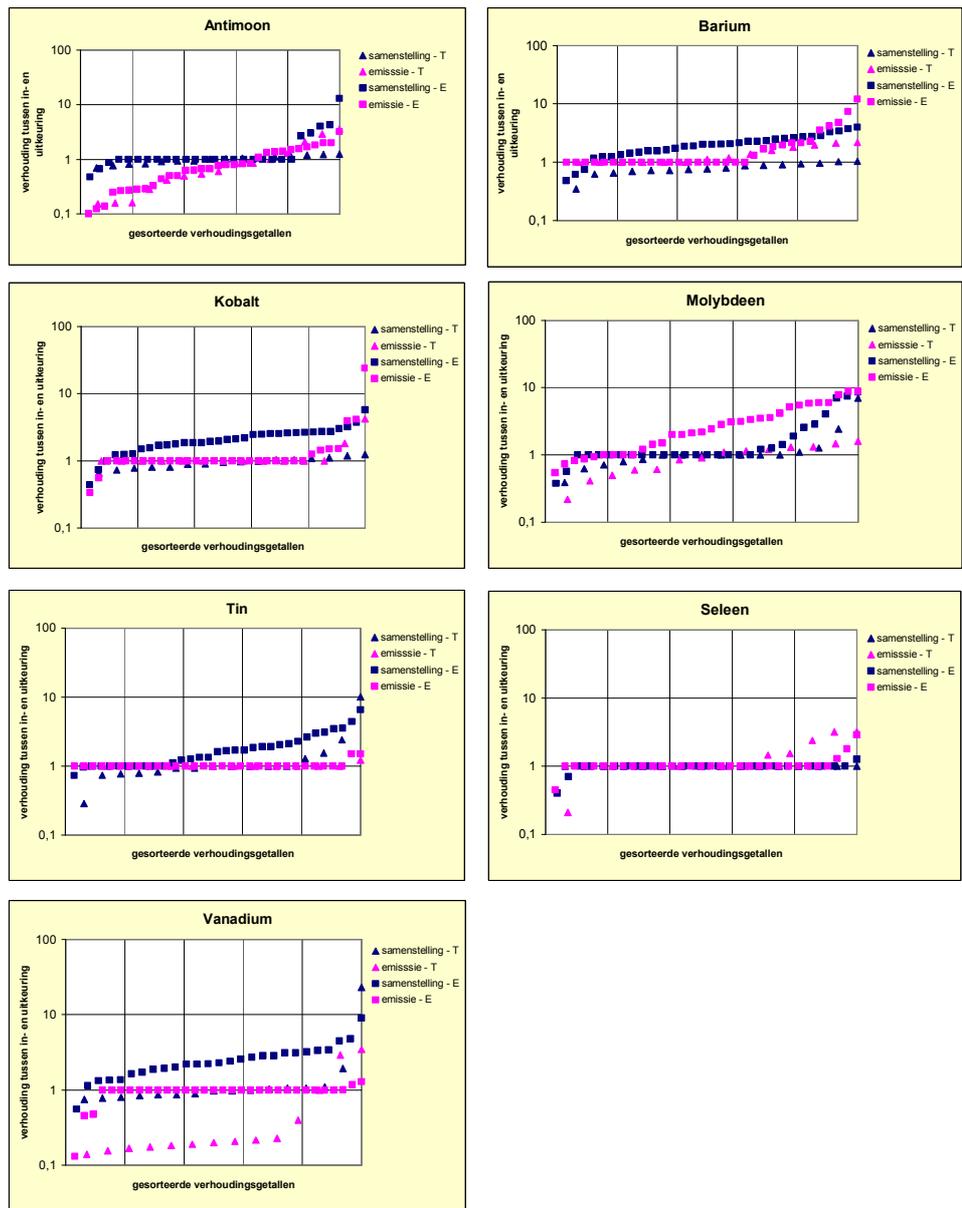
## 5 Samenstelling versus uitloging

### 5.1 Samenstelling versus uitloging

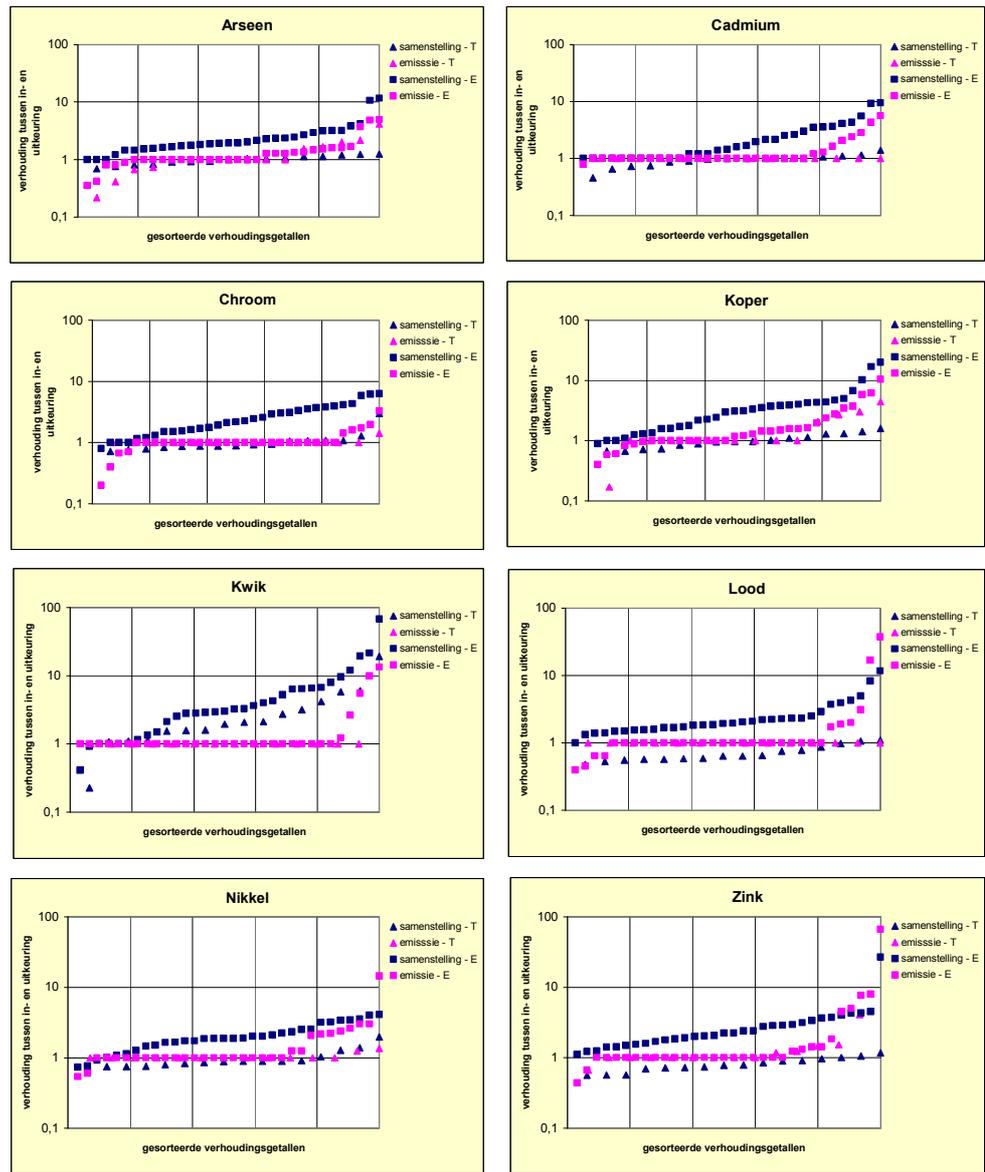
Het effect van de reiniging op de samenstelling en uitloging van een stof wordt inzichtelijk door het combineren van de Figuur 3.3 en Figuur 4.3 uit de voorgaande hoofdstukken. Deze figuren laten de verhouding zien tussen in- en uitkeuring voor de samenstellingswaarden (Figuur 3.3) en uitloogwaarden (Figuur 4.3). In Figuur 5.1 is per stof de verhouding tussen inkeurings- en uitkeuringswaarden voor zowel samenstelling als emissie weergegeven. Tevens is in deze figuren onderscheid gemaakt naar reinigingstechniek (in Figuur 5.1a voor de metalen in het basispakket, in Figuur 5.1b voor de bijzondere parameters (metalen) en in Figuur 5.1c voor de anorganische parameters).

De grafieken van Figuur 5.1 laten het effect van de thermische en extractieve reiniging op de samenstelling en uitloging zien. De figuur laat snel de bijzondere karakteristiek van een aantal stoffen zien:

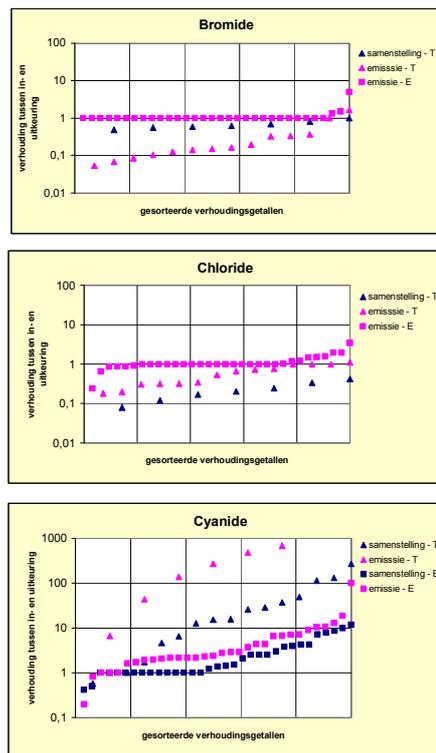
- Voor de meeste metalen is een duidelijk effect van de extractieve reiniging op de samenstellingswaarden waarneembaar.
- Voor molybdeen is bij extractief gereinigde grond de duidelijke afname in emissiewaarden opvallend, bij een beperkte afname van de samenstellingswaarden. Bij thermisch gereinigde grond neemt de emissie van molybdeen juist relatief sterk toe.
- Voor antimoon (zowel thermisch als extractief gereinigde grond) en vanadium (thermisch gereinigde grond) is de toename van de emissiewaarde opvallend, bij een beperkt effect op de samenstellingswaarden.
- Voor cyanide is de sterke afname van de emissiewaarden opvallend, bij eveneens een daling van de samenstellingswaarden (voor zowel thermisch als extractief gereinigde grond).



Figuur 5.1a Verhouding tussen de in- en uitkeuringswaarden voor zowel samenstelling als emissie, uitgesplitst naar reinigingstechniek (bijzondere parameters – metalen)



Figuur 5.1b Verhouding tussen de in- en uitkeuringswaarden voor zowel samenstelling als emissie, uitgesplitst naar reinigingstechniek (huidige basispakket – metalen)



Figuur 5.1c Verhouding tussen de in- en uitkeuringwaarden voor zowel samenstelling als emissie, uitgesplitst naar reinigingstechniek (bijzondere parameters – anorganische parameters)

## 5.2 Hergebruiksmogelijkheden

Op basis van de samenstellings- en emissiewaarden kan de kwaliteit en daarmee de hergebruiksmogelijkheid van de partijen gereinigde grond (na één procesgang) in het NVPG-bestand worden bepaald. De toetsingsregels die hierbij worden gehanteerd, zijn gebaseerd op de regels uit het Bouwstoffenbesluit, inclusief de Vrijstellingsregeling Samenstellings- en immissiewaarden (25 juni 1995) en de Tijdelijke vrijstelling eisen grond en baggerspecie (25 februari 2004). In tabel 12 zijn de onderdelen beschreven waarvoor de beide regelingen vrijstelling verlenen voor hergebruik grond.

Tabel 5.1 Overzicht van aanpassingen uit de Vrijstellingsregeling Samenstellings- en immissiewaarden en de Tijdelijke vrijstelling eisen grond en baggerspecie

<b>onderdeel</b>	<b>Uitwerking</b>
<b>Vrijstellingsregeling samenstellings- en immissiewaarden Bouwstoffenbesluit</b>	
Aanpassing toetsingsregel	Indien het aantal getoetste stoffen meer is dan negen en minder dan eenentwintig, dan is overschrijding van de toegestane samenstellingswaarde voor ten hoogste drie van deze stoffen toegestaan. Indien het aantal getoetste stoffen meer is dan twintig, dan is overschrijding van de toegestane samenstellingswaarden voor ten hoogste vier van deze stoffen toegestaan. Bij een overschrijding van de toegestane samenstellingswaarde, bedraagt de getoetste samenstellingswaarde voor: <ul style="list-style-type: none"> <li>- aldrin/endrin/dieldrin en DDT/DDE/DDD ten hoogste driemaal de toegestane samenstellingswaarde;</li> <li>- elk van de overige stoffen, ten hoogste tweemaal de toegestane samenstellingswaarde.</li> </ul> De getoetste samenstellingswaarde, overstijgt de tussenwaarde niet.
Emissiewaarde bromide	Voor het gebruik van bouwstoffen niet zijnde schone grond wordt vrijstelling verleend van de emissiewaarde voor bromide, voor zover de emissiewaarde voor bromide niet meer bedraagt dan 90 mg/m <sup>2</sup> per jaar.
Emissiewaarde cyanide	Voor het gebruik van bouwstoffen niet zijnde schone grond wordt vrijstelling verleend immissiewaarden voor: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. cyanide (vrij);</li> <li>b. cyanide (complex) (pH groter of gelijk aan 5);</li> <li>c. cyanide (complex) (pH kleiner dan 5).</li> </ol>
<b>Tijdelijke vrijstellingsregeling eisen grond en baggerspecie</b>	
de immissiewaarden voor bromide, fluoride en sulfaat	Voor het gebruiken van grond op of in de bodem wordt vrijstelling verleend van de immissiewaarden voor bromide, fluoride en sulfaat
immissiewaarden voor antimoon, molybdeen, seleen en vanadium	Voor het gebruiken van grond op of in de bodem wordt vrijstelling verleend van de immissiewaarden voor antimoon, molybdeen, seleen en vanadium, mits de concentratie van die stoffen in de betreffende grond de waarde, zoals aangegeven in bijlage A van deze regeling, niet overschrijdt.
	Voor het op of in de bodem gebruiken van thermisch gereinigde grond met een gemeten lutumgehalte van minder dan 10% geldt, in afwijking van bijlage 2, voor de omrekening van de samenstellingswaarden van de standaardgrond naar de samenstellingswaarden van de te beoordelen grond, voor barium een lutumgehalte van 10%.
<b>Tijdelijke vrijstellingsregeling Bouwstoffenbesluit 2004 (geldend op: 20-12-2005)</b>	
Lutumcorrectie barium	Voor het op of in de bodem gebruiken van thermisch gereinigde grond met een gemeten lutumgehalte van minder dan 10% geldt, in afwijking van bijlage 2, voor de omrekening van de samenstellingswaarden van de standaardgrond naar de samenstellingswaarden van de te beoordelen grond, voor barium een lutumgehalte van 10%.

### 5.2.1 Combinaties van stoffen

De hergebruiksmogelijkheden worden berekend op basis van verschillende groepen aan stoffen:

- Alle gerapporteerde stoffen
- 8 metalen uit het huidige basispakket
- Huidige basispakket
- Voorgestelde standaardpakket

In de eerste drie situaties is voor de betreffende stoffen gekeken naar zowel samenstelling als uitloging. Bij het voorgestelde ‘standaardpakket’ is hier, op basis van de voorgestelde pakketten voor samenstelling en uitloging, gedifferentieerd naar gekeken.

Onderstaande tabel geeft voor de vier onderscheiden situaties de stoffen weer die in de toetsing zijn meegenomen.

Tabel 5.2 Overzicht van stofgroepen die worden gebruikt bij het bepalen van de hergebruiksmogelijkheden.

	<i>Alle stoffen</i>	<i>Basispakket metalen</i>	<i>Basispakket</i>	<i>Standaardpakket</i>	
				<i>Samenstelling</i>	<i>Uitloging</i>
Antimoon	X			X	
Arseen	X	X	X		
Barium	X			X	X
Cadmium	X	X	X	X	X
Chroom	X	X	X	X	X
Kobalt	X			X	X
Koper	X	X	X	X	X
Kwik	X	X	X	X	
Lood	X	X	X	X	X
Molybdeen	X				
Nikkel	X	X	X	X	X
Seleen	X			X	X
Tin	X				X
Vanadium	X			X	
Cyanide	X				
Zink	X	X	X	X	X
Fluoride	X				
Bromide	X				
Chloride	X			X	X
Sulfaat	X				
minerale olie	X		X	X	
EOX	X		X	X	
Som-PAK	X		X	X	

### 5.2.2 *Berekening hergebruiksmogelijkheden*

Bij het bepalen van de hergebruiksmogelijkheden van de partijen grond worden de volgende stappen doorlopen:

### 1. hergebruiksmogelijkheid op stofniveau<sup>2</sup>

Per stof wordt berekend of de SW1/SW2, en/of de U1/U2 wordt overschreden. Op basis hiervan wordt de “kwaliteit” op stofniveau bepaald. De volgende categorieën worden daarbij onderscheiden:

1. “schoon”: samenstelling < SW1
2. “categorie 1”:  
SW1 < samenstelling < SW2 en uitloging < U1
3. “categorie 2”:  
SW1 < samenstelling < SW2 en U1 < uitloging < U2
4. “niet toepasbaar”:  
samenstelling >SW2 en/of uitloging >U2

Binnen het standaardpakket geldt voor een aantal stoffen dat alleen wordt getoetst op samenstelling of uitloging. Hierbij worden de volgende categorieën onderscheiden:

Toetsen op samenstelling:

1. “schoon”: samenstelling < SW1
2. “categorie 1”:  
SW1 < samenstelling < SW2
3. “niet toepasbaar”:  
samenstelling >SW2

Toetsen op uitloging:

1. “schoon”: uitloging < U1
2. “categorie 2”:  
U1 < uitloging < U2
3. “niet toepasbaar”:  
uitloging >U2

Indien er sprake is van categorie 1, dan wordt eveneens de mate van overschrijding van de SW1 berekend (in verband met de toetsingsregel).

### 2. Hergebruiksmogelijkheid op partijniveau

Op basis van de berekende hergebruiksmogelijkheden per stof wordt de hergebruiksmogelijkheid van een partij bepaald. Dit gebeurt aan de hand van de volgende stappen.

- Per partij wordt de meest kritische kwalificatie op stofniveau bepaald (niet toepasbaar is kritischer dan categorie 2, etc)
- voor de situaties waarvoor de kritische stof gekwalificeerd is als categorie 1, wordt de maximale overschrijding van de SW1 bepaald.
- Voor de situaties waarvoor de kritische stof gekwalificeerd is als categorie 1, wordt het aantal overschrijding van de SW1 bepaald.
- Op basis van voorgaande resultaten wordt de hergebruiksmogelijkheden van de partijen bepaald volgens de toetsingsregel uit de Vrijstellingsregeling samenstelling en emissiewaarden. Dit resulteert via onderstaand schema in de kwalificatie van de partijen.

<sup>2</sup> Let op: het betreft hier een beoordeling per individuele stof; de gebruikte termen zijn dus niet per definitie van toepassing op de getoetste grond (beoordeling op meerdere stoffen). De beoordeling op partijniveau wordt hierna besproken.

Tabel 5.3 Overzicht van toetsingsregels voor het bepalen van de hergebruiksmogelijkheden op partijniveau.

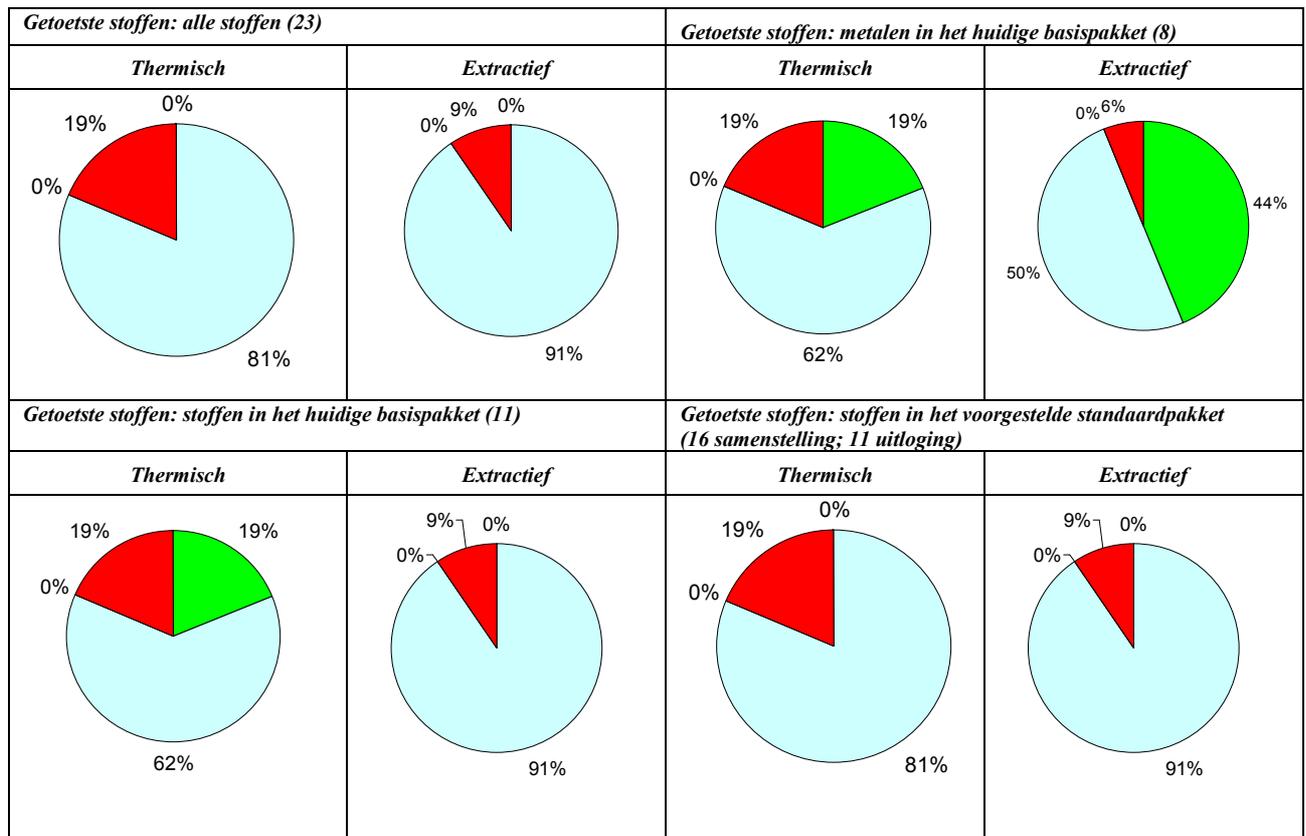
<b>Kritische kwalificatie op stofniveau</b>	<b>Maximale overschrijding van de SW1*</b>	<b>Aantal overschrijdingen van de SW1**</b>	<b>Kwaliteit van de partij</b>
"schoon"	n.v.t.		Schoon
"Categorie 1"	>2	n.v.t.	Categorie 1
	<2	>4 / >5	Categorie 1
		<4 / <5	Schoon
"Categorie 2"	n.v.t.		Categorie 2
"Niet toepasbaar"	n.v.t.		Niet toepasbaar

\* Voor de stoffen in het bestand geldt een maximale overschrijding van de SW1 met een factor 2 (voor aldrin/ndrin/dieldrin en DDT/DDE/DDD geldt een factor 3, maar deze stoffen maken geen onderdeel uit van het gegevensbestand)

\*\* Alleen in de situatie waarbij op alle stoffen wordt getoetst, is het aantal stoffen meer dan twintig. In die situatie is overschrijding van de toegestane SW1 voor vier stoffen toegestaan. In alle overige situaties is overschrijding van de toegestane SW1 voor drie stoffen toegestaan

Figuur 5.2 laat het toetsingsresultaat zien, waarbij de hergebruiksmogelijkheden van de partijen grond in vier klassen zijn ingedeeld: schoon (groen), categorie 1 (licht blauw), categorie 2 (donker blauw) en niet toepasbaar (rood).

De classificatie 'niet toepasbaar' wordt voor thermisch gereinigde grond veroorzaakt door het overschrijden van de SW2 voor koper (1 partij) en zink (2 partijen) en voor extractief gereinigde grond voor koper (2 partijen) en minerale olie (1 partij). Doordat deze stoffen onderdeel uitmaken van zowel het huidige 'basispakket' als het voorgestelde 'standaardpakket', is het verschil tussen de hergebruiksmogelijkheden op basis van toetsing met beide pakketten gering.



Figuur 5.2 Hergebruikmogelijkheden van partijen thermisch en extractief gereinigde grond: schoon (groen), categorie 1 (licht blauw), categorie 2 (donker blauw) en niet toepasbaar (rood).

## 6 Conclusies

De partijen die opgenomen zijn in het NVPG-bestand geven een doorsnee van partijen te reinigen en gereinigde grond in Nederland. In dit bestand zijn zowel samenstellingswaarden als emissiewaarden opgenomen. Op basis van de analyse van deze samenstellings- en emissiewaarden kan het volgende worden geconcludeerd:

- Voor relatief veel stoffen bestaat een significant verschil tussen de samenstellingswaarden van thermisch en extractief te reinigen en gereinigde grond. Dit verschil valt te verklaren uit de verschillende karakteristieken van beide reinigingstechnieken.
- Voor de emissiewaarden blijkt het aantal stoffen waarvoor er een significant verschil bestaat tussen de twee reinigingstechnieken beperkt. Het aantal stoffen neemt na reiniging wel toe, waarbij opvalt dat verschillen zich vooral voordoen bij de anorganische parameters.
- Zoals verwacht overschrijden de samenstellingswaarden voor de ongereinigde grond frequent de SW2. Dit geldt met name voor de organische parameters en koper (overschrijdingspercentage > 10%).
- Na reiniging zijn de samenstellingswaarden voor vrijwel alle stoffen in het grootste deel van de partijen afgenomen. Met name de gehalten aan organische parameters zijn sterk afgenomen tot gehalten beneden de SW2. OCB's en PCB's overschrijden de SW2 echter nog in een deel van de extractief gereinigde partijen (bij thermisch gereinigde grond niet bepaald). Verder blijkt dat bij de gereinigde grond een relatief groot deel van de waarnemingen de SW1 of streefwaarde overschrijdt. Voor vijftien van de in totaal twintig stoffen overschrijdt meer dan 30% van de waarnemingen de SW1 of streefwaarde (hetgeen in overeenstemming is met de te verwachten kwaliteit).
- Voor de gereinigde grond valt op dat arseen, chroom en molybdeen niet of nauwelijks de SW1 overschrijden. Lood, zink, barium en seleen vallen juist op door de hoge overschrijdingspercentages van de SW1. Het hoge overschrijdingspercentage voor seleen wordt voor een groot deel bepaald door de relatief hoge bepalingsgrens voor seleen ten opzichte van de streefwaarde.
- Voor de organische parameters in gereinigde grond (EOX, PCB's, PAK en minerale olie) worden relatief hoge overschrijdingspercentages van de SW1 gevonden (hetgeen in overeenstemming is met de te verwachten kwaliteit).
- Uit de verhouding tussen de gehalten bij in- en uitkeuring blijkt dat de reiniging het grootste effect heeft op de samenstellingswaarden voor organische stoffen en cyanide. Dit geldt zowel voor thermische als extractieve reiniging. Daarnaast wordt bevestigd dat thermische reiniging, zoals verwacht, slechts beperkte invloed heeft op de gehalten aan metalen (met uitzondering van kwik). Dit in tegenstelling tot de extractieve reiniging waarbij voor vrijwel alle metalen een duidelijk effect op de samenstellingswaarden wordt gevonden. Deze effecten zijn in overeenstemming met de karakteristieken van de reinigingstechnieken.
- Uit de analyse van de duplometingen van de samenstellingswaarden blijkt dat de spreiding tussen beide meetwaarden (uitgedrukt als de variatiecoëfficiënt VC) stofafhankelijk is. De VC is een maat voor de variatie in het traject van monsterneming tot en met analyse. De VC is voor de organische parameters groter dan voor de metalen. Dit is in overeenstemming met eerdere resultaten uit het validatieonderzoek [TNO rapport NITG 00-71-B]

- Voor de gereinigde grond geldt dat voor drie van de zeven bijzondere parameters (metalen) overschrijdingen van de emissie-eisen (U1) voorkomen. Dit aantal ligt in dezelfde orde van grootte als bij de metalen in het huidige basispakket, waarbij voor vier van de acht metalen een overschrijding van de emissie-eis (U1) voorkomt.
- Voor stoffen waarvoor een significant verschil in emissiewaarden is bepaald, blijkt dat de overschrijdingen van de U1 bij thermisch gereinigde grond vaker voorkomen dan bij extractief gereinigde grond.
- De mate waarin de U1 wordt overschreden is voor een aantal bijzondere parameters duidelijk hoger dan voor de overige metalen. Het percentage overschrijdingen van de U1 bedraagt voor molybdeen (bij thermisch gereinigde grond), vanadium (bij thermisch gereinigde grond) en voor antimoon meer dan 40% (bij de meest kritische toepassingshoogte van 10 meter). Voor de metalen van het basispakket heeft koper het hoogste overschrijdingspercentage (6% bij thermisch gereinigde grond).
- Voor antimoon, molybdeen en vanadium is opvallend dat het percentage overschrijdingen van de U1 toeneemt na (thermische) reiniging. Het mogelijke (negatieve) effect hiervan op de hergebruiksmogelijkheden van grond is beperkt door de “Tijdelijke vrijstellingsregeling eisen grond en bagger”, waarin voor deze stoffen ten aanzien van de samenstelling een drempelwaarde is geïntroduceerd, waarboven getoetst moet worden op uitlozing.
- Buiten de metalen vallen vooral de hoge percentages overschrijding van de U1 op voor de anorganische parameters. Fluoride (thermisch en extractief gereinigde grond), sulfaat (thermisch gereinigde grond) en cyanide overschrijden de U1 in meer dan 60% van de partijen.
- Voor bromide, fluoride en sulfaat valt op dat het percentage overschrijdingen van de U1 toeneemt na reiniging. De overschrijding van de U1 voor deze stoffen heeft binnen het huidige toetsingskader geen invloed op de hergebruiksmogelijkheden van de partijen grond, doordat deze stoffen zijn vrijgesteld voor de toetsing aan de immissiewaarden (“Tijdelijke vrijstellingsregeling eisen grond en bagger”).
- De U2 wordt voor geen van de stoffen in hoge percentages overschreden. In gereinigde grond overschrijdt alleen cyanide in beperkte mate de U2 (4,5% bij de meest kritische toepassingshoogte van 10 meter).
- De reiniging van partijen grond heeft voor de meeste stoffen slechts in een beperkt deel van de partijen effect op de emissiewaarden, waarbij zowel stijging als daling van de emissiewaarden voorkomen. Voor molybdeen is de duidelijke afname in emissiewaarden opvallend, bij een beperkte afname van de samenstellingswaarden (voor extractief gereinigde grond). Voor antimoon (zowel thermisch als extractief gereinigde grond) en vanadium (thermisch gereinigde grond) is de toename van de emissiewaarde opvallend, bij een beperkt effect op de samenstellingswaarden. Voor cyanide is de sterke afname van de emissiewaarden opvallend, bij eveneens een daling van de samenstellingswaarden (voor zowel thermisch als extractief gereinigde grond).
- Na reiniging in één procesgang is 81 (thermisch gereinigd) tot 91% (extractief gereinigd) van de partijen bruikbaar als schone of categorie 1-grond. Hierbij is er nauwelijks verschil of er getoetst wordt op basis van het huidige basispakket, of op basis van het voorgestelde standaardpakket aan stoffen.

## 7 Referenties

- [1] TNO-NITG, Onderzoeksopzet bijzondere parameters, rapportnummer NITG 03-240-B, december 2003
- [2] Geochem Research BV, Natuurlijk voorkomen, mobiliteit en industrieel gebruik van exoten, voorkomend in de Nederlandse bodem, 9 december 2003.
- [3] TNO, Analyse van het SCG-gegevensbestand in het kader van het onderzoek naar het voorkomen van 'bijzondere parameters' in grond, TNO-rapport 05-172-B0106, december 2005
- [4] TNO, Analyse van het BOG/BN-gegevensbestand in het kader van het onderzoek naar het voorkomen van 'bijzondere parameters' in grond, TNO-rapport 05-173-B0106, december 2005
- [5] TNO, Analyse van het FeNeLab-gegevensbestand in het kader van het onderzoek naar het voorkomen van 'bijzondere parameters' in grond, TNO-rapport 05-174-B0106, december 2005
- [6] TNO, Analyse van het ATM-gegevensbestand in het kader van het onderzoek naar het voorkomen van 'bijzondere parameters' in grond, TNO-rapport 05-169-B0106, december 2005
- [7] 'Bijzondere parameters' in grond; Overkoepelend rapport van het onderzoek naar de samenstelling en emissie van 'bijzondere parameters' in grond TNO-rapport 2006-U-R0002/B, januari 2006
- [8] TNO, Achtergrondwaarden 2000, TNO-rapport NITG 04-242-A, december 2004
- [9] VROM, Tijdelijke vrijstellingsregeling grond en baggerspecie, Staatscourant 27, februari 2004.