ECN-C--05-027

NUT EN NOODZAAK VAN ACCEPTATIECRITERIA VOOR KOBALT, TIN, VANADIUM, BROOM, WOLFRAAM EN CYANIDE (VRIJ EN TOTAAL) OP STORTPLAATSEN

J.J. Dijkstra, D.S. de Nie en H.A. van der Sloot

Revisies		
A		
B		
Opgesteld door: J.J. Dijkstra	Goedgekeurd door: R.N.J. Comans	ECN-Schoon Fossiel Risicobeoordeling Milieuverontreiniging
Geverifieerd door: A. van Zomeren	Vrijgegeven door: J.W. Erisman	

FEBRUARI 2005

Verantwoording

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM). ECN projectnummer 8.27502.

INHOUD

1. INLEIDING 5
   1.1 Doelstelling 5
   1.2 Leeswijzer 6
2. WERKWIJZE 7
   2.1 Literatuurverkenning en interviews met deskundigen 7
   2.2 Afleiden indicatieve acceptatiecriteria voor 'exoten' volgens de Annex-II systematiek en toetsing aan databestand met uitlooggegevens 7
      2.2.1 Achtergrond Annex-II systematiek voor het afleiden van acceptatiecriteria 8
      2.2.2 Afleiden van indicatieve acceptatiecriteria voor Co, Sn, Br, V, W, CN (vrij en totaal) 10
      2.2.3 Representativiteit van de gebruikte uitloogdatabase 13
      2.2.4 Wijze van toetsing 14
3. RESULTATEN 15
   3.1 (Eco)toxicologische grondslag voor opname Co, Sn, V, Br, W, CN-vrij en CN-totaal in het BSSA 15
   3.2 Methoden en technieken voor detectie 17
   3.3 Resultaten toetsing aan uitlooggegevens 19
      3.3.1 Kobalt (Co) 19
      3.3.2 Cyaniden (CN) 21
      3.3.3 Vanadium (V) 24
      3.3.4 Tin (Sn) 26
      3.3.5 Broom (Br) 28
      3.3.6 Wolfraam (W) 30
      3.3.7 Database scan voor de Annex-II criteria + combinatie Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-totaal (met indicatieve Annex-II criteria) 31
      3.3.8 Database scan voor de Annex-II criteria + huidige BSSA criteria (U1) norm voor Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-totaal 31
      3.3.9 Database scan voor de combinatie Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-totaal met de huidige U1 normen van het BSSA 31
4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 32

REFERENTIES 34

BIJLAGE A DATABASE SCAN KOBALT (CO) 36

BIJLAGE B DATABASE SCAN CYANIDE (TOTAAL EN VRIJ) 37

BIJLAGE C DATABASE SCAN VOOR VANADIUM (V) 39

BIJLAGE D DATABASE SCAN VOOR TIN (SN) 41

BIJLAGE E DATABASE SCAN VOOR BROOM 42

BIJLAGE F DATABASE SCAN VOOR DE COMBINATIE VAN CO, V, SN, CN (VRIJ+TOTAAL) EN BR 43

BIJLAGE G DATABASE SCAN ANNEX II CRITERIA + BSSA CRITERIA CO, SN, V, BR, CN-VRIJ EN CN-TOTAAL. 44

BIJLAGE H DATABASE SCAN BSSA CRITERIA MET EN ZONDER CO, SN, V, BR, CN-VRIJ EN CN-TOTAAL. 45

SAMENVATTING

De Annex II (Council decision 2003/33/EC) van de Europese Richtlijn storten (Directive 1999/31/EC) zal op korte termijn moeten worden geïmplementeerd in de nationale wet- en regelgeving. In de Annex II zijn geen acceptatiecriteria ontwikkeld voor een aantal elementen die momenteel wel onderscheidend zijn voor C2 of C3 afvalstoffen volgens het besluit stortplaatsen en stortverboden afvalstoffen (BSSA). Het betreft de stoffen kobalt, tin, vanadium, broom, wolfraam, cyanide (vrij en totaal). Het opnemen van acceptatiecriteria voor deze stoffen staat ter discussie.

In dit onderzoek is door middel van een groot bestand met uitlooggegevens gekeken naar de gevolgen van het wel of niet opnemen van acceptatiecriteria voor kobalt, tin, vanadium, broom, wolfraam, cyanide (vrij en totaal). Daartoe zijn volgens de model- en rekensystematiek waarmee de Annex-II criteria zijn berekend, ‘indicatieve’ acceptatiecriteria voor kobalt, tin, vanadium, broom, wolfraam, cyanide (vrij en totaal) afgeleid. Binnen de onzekerheden van de gebruikte uitloogdatabase blijkt dat met de ‘indicatieve’ criteria in relatief weinig gevallen een van de genoemde stoffen daadwerkelijk kritisch is voor acceptatie. Dit blijkt in nog sterkere mate het geval te zijn wanneer in plaats van de 'indicatieve' criteria de (veel ruimere) huidige BSSA criteria voor deze elementen worden gehandhaafd naast de Annex-II acceptatiecriteria voor de andere stoffen. Ook in het huidige BSSA lijken de genoemde stoffen weinig kritisch te zijn voor het onderscheid C2 en C3 afvalstoffen.

Tevens is literatuuronderzoek uitgevoerd en zijn interviews met deskundigen gehouden om de argumentatie te achterhalen van het opnemen van kobalt, tin, vanadium, broom, wolfraam, cyanide (vrij en totaal) in het BSSA. Daarnaast bevat dit rapport de resultaten van een korte literatuurverkenning om een indruk te geven van de chemisch-analytische meetbaarheid, de mobiliteit en de schadelijkheid van de betreffende stoffen voor mens en milieu.

1. INLEIDING

1.1 Doelstelling

De Annex II (Council decision 2003/33/EC) van de Europese Richtlijn storten (Directive 1999/31/EC) zal op korte termijn moeten worden geïmplementeerd in de nationale wet- en regelgeving. In de Annex II zijn geen acceptatie criteria ontwikkeld voor een aantal elementen die momenteel wel onderscheidend zijn voor het onderscheid tussen C2 en C3 afvalstoffen volgens het besluit stortplaatsen en stortverboden afvalstoffen (BSSA). Het betreft de stoffen kobalt, tin, vanadium, broom, wolfraam, cyanide (vrij en totaal)[1]. Het handhaven van deze stoffen bij het onderscheidend criterium tussen C2 en C3 afval staat ter discussie.

De doelstelling van deze verkennende studie is het verzamelen van informatie die als een milieuhygiënische onderbouwing kan dienen voor het wel of niet handhaven van Co, Sn, V, Br, W, CN-vrij en CN-totaal als onderscheidend criterium tussen C2 en C3 afvalstoffen. Drie trajecten zijn gevolgd om de benodigde informatie te verzamelen:

1. Literatuuronderzoek/interviews met derden

- Het achterhalen van de argumentatie die ten grondslag ligt aan de eisen die nu worden gesteld voor Co, Sn, V, Br, W, CN-vrij en CN-totaal in het huidige BSSA;
- Evaluatie van de regelgeving met betrekking tot Co, Sn, V, Br, W, CN-vrij en CN-totaal in andere beleidsvelden (bodembeleid, bouwstoffenbesluit);
- De analytische mogelijkheden en moeilijkheden om deze stoffen te meten;
- Een beperkte verkenning van de milieuhygiënische risico's van deze stoffen (verspreidingsgedrag en schadelijkheid)

2. Afleiden van indicatieve acceptatiecriteria voor Co, Sn, V, Br, W, CN-vrij en CN-totaal volgens de Annex-II berekeningssystematiek en toetsing aan een database met uitlooggegevens

Om te kijken wat het effect is op de acceptatie van afvalstromen wanneer er normen zouden worden opgenomen voor de stoffen die ter discussie staan, dienen er indicatieve normen te worden berekend volgens de Annex-II systematiek voor deze elementen. Vervolgens kan worden onderzocht of deze elementen kritisch zijn voor het wel of niet accepteren van afvalstromen door gebruik te maken van een groot databestand met uitlooggegevens. Er zal dus met name worden gelet op de aard van de afvalstromen die *uitsluitend* op basis van één (of meerdere) van deze stof(fen) wel of niet geaccepteerd kunnen worden. Er wordt dus rekening gehouden met het feit dat veel materialen al eerder zullen 'struikelen' op stoffen waarvoor reeds criteria zijn opgenomen in de Annex-II. Er wordt gebruik gemaakt van de acceptatiecriteria zoals die zijn gesteld in de Annex-II stortrichtlijn die, naast de stoffen die nu ter discussie staan, voor de meeste stoffen significant verschillen van de normen in het BSSA[2] (zie ook Hoofdstuk 2).

[1] Op het moment van schrijven staan ook in het beleidsveld bodem de criteria voor een aantal elementen ter discussie, die met de term 'exoten' worden aangeduid (Schuiling et al., 2003). Het gaat hier om de elementen Br, I, Ba, Sb, V, Sn, Co en Se, waarvoor de normering in de milieuwetgeving niet eenduidig is (Schuiling et al., 2003). Deze vormen gedeeltelijk overlap met de elementen die in deze studie in beschouwing worden genomen (Br, V, Sn, Co, W, CN-totaal en CN-vrij). Echter, alleen de laatstgenoemde elementen zijn relevant voor deze studie omdat, zoals vermeld, deze elementen in het BSSA zijn opgenomen, maar niet in de Europese stortrichtlijn Annex II. De Annex II stortrichtlijn bevat daarentegen *wel* acceptatiecriteria voor Ba, Sb en Se.

[2] Indien gecorrigeerd voor de L/S verhouding (BSSA: L/S 1, Annex II: LS 2 of 10).

3. Onderzoeken van de gevolgen van het wel/niet handhaven van de huidige BSSA acceptatiecriteria voor Co, Sn, V, Br, W, CN-vrij en CN-totaal.

De Annex-II stortcriteria zullen door de lidstaten worden geïmplementeerd, maar de lidstaten zijn vrij om aanvullende eisen te stellen. Indien Nederland aanvullende eisen zou stellen ten aanzien van Co, Sn, V, Br, W, CN-vrij en CN-totaal, zouden dit in de praktijk de bestaande BSSA stortcriteria (U1- normen) kunnen worden. Ook dit scenario is onderzocht (zie hoofdstuk 3). Met het databestand kan op dezelfde wijze als boven beschreven worden onderzocht hoe kritisch de elementen Co, Sn, V, Br, W, CN-vrij en CN-totaal zijn voor acceptatie van afvalstromen in het *huidige* BSSA (categorie C2 of C3).

1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de werkwijze van het onderzoek van de verschillende deelaspecten, zoals die van het rekenkundig afleiden van indicatieve criteria voor de exoten (waarvoor in de Annex II nu geen normen zijn opgenomen) volgens de rekenmethodiek van de Annex-II. **Hoofdstuk 3** bevat de resultaten van de verschillende deelaspecten. In de eerste paragraaf wordt ingegaan op de milieuhygiënische overwegingen die ten grondslag liggen aan het opnemen van exoten in het huidige BSSA. In de paragraaf daarna volgt een evaluatie van de chemisch analytische aspecten die mogelijk een rol kunnen spelen in de besluitvorming (detectielimieten, kostbaarheid van de analyse). In de laatste paragraaf worden de resultaten van de database 'scans' besproken. Tevens wordt per element samengevat wat de dominante verschijningsvorm, de mobiliteit en de te verwachten schadelijkheid is in bodem en grondwater. **Hoofdstuk 4** bevat de conclusies en aanbevelingen.

2. WERKWIJZE

2.1 Literatuurverkenning en interviews met deskundigen

Om te achterhalen wat de argumentatie is voor het opnemen van criteria voor Co, Sn, V, Br, W, CN-vrij en CN-totaal als onderscheidend criterium tussen C2 en C3 afvalstoffen in het BSSA is informatie verzameld uit de literatuur (rapporten en circulaires). In aanvulling hierop zijn een aantal personen geïnterviewd. Dhr. Theo Aalbers (RIVM) was destijds betrokken bij de totstandkoming van het BSSA. Dhr. Johannes Lijzen (RIVM) is gevraagd in hoeverre de Nederlandse grondwaterkwaliteitscriteria zijn gebaseerd op (eco/humaan) toxicologische risico's. Andere personen die zijn geraadpleegd zijn Dhr. Hans van der Sloot (ECN), dhr. Frits Bakker (hoofd Chemisch Analytisch laboratorium, ECN), dhr. Hans Meeussen (expert op het gebied van Cyaniden), dhr. J. Scheurs (expert Bouwstoffenbesluit). De resultaten van deze interviews zijn in de diverse paragrafen verwerkt.

Om een indicatie te verkrijgen van de *milieuhygiënische risico's* van Co, Sn, Br, V, W, CN (vrij en totaal) is een korte literatuurverkenning gedaan naar eco- en humane toxiciteit van deze elementen en de mobiliteit in het bodem- en grondwatermilieu. In een aantal gevallen bleken via het internet zgn. 'factsheets' te achterhalen voor de humane en/of ecotoxiciteit van stoffen. Een andere indicatie voor (humane) toxiciteit is verkregen door te kijken of, en zo ja welke, criteria er zijn gesteld voor drinkwater (WHO, EU guidelines). Hierbij is in de meeste gevallen te achterhalen waarom een bepaalde stof wel of niet is opgenomen; sommige stoffen blijken in lage concentraties uiterst toxisch (cyaniden), voor andere elementen zijn geen normen opgenomen omdat toxiciteit niet is bewezen (bijvoorbeeld wolfraam). Indicaties omtrent de *mobiliteit* van stoffen in bodem en grondwater is gebruik gemaakt van gegevens uit de (wetenschappelijke) literatuur. Tevens is gebruik gemaakt van de ervaring bij ECN op het gebied van het op wetenschappelijk niveau karakteriseren en modelleren van stofgedrag in reststoffen (bv. Meima, 1997; 1998) en natuurlijke media zoals bodems (bv. Dijkstra, 2004).

2.2 Afleiden indicatieve acceptatiecriteria voor 'exoten' volgens de Annex-II systematiek en toetsing aan databestand met uitlooggegevens

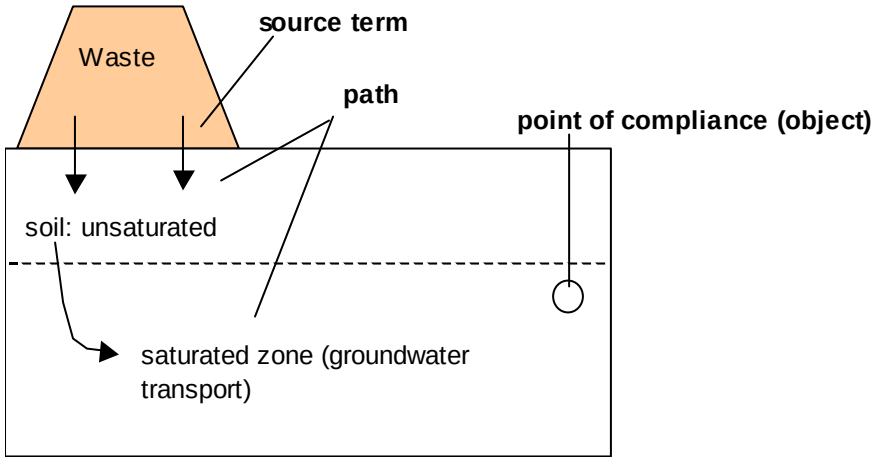
Om vast te stellen of een element daadwerkelijk kritisch is voor acceptatie, is er eerst een acceptatiecriterium nodig voor het betreffende element. Aangezien deze er voor Co, Sn, Br, V, W, CN (vrij en totaal) niet zijn in de Annex-II, dienen er voor deze elementen eerst 'indicatieve' acceptatiecriteria te worden vastgesteld. Vervolgens kan worden onderzocht of Co, Sn, Br, V, W, CN (vrij en totaal) kritiek zijn voor het wel of niet accepteren van afvalstromen door gebruik te maken van een groot databestand met uitlooggegevens. Een element is kritisch voor acceptatie wanneer de afvalstroom *uitsluitend* op basis van dat element niet geaccepteerd kan worden. Er wordt dus rekening gehouden met het feit dat veel materialen al in een eerder stadium zullen 'struikelen' op elementen waarvoor reeds criteria zijn opgenomen in de Annex-II.

In de eerstvolgende paragraaf zal de systematiek die ten grondslag ligt aan de Annex-II acceptatiecriteria kort worden toegelicht. ECN is nauw betrokken geweest bij de ontwikkeling van deze acceptatiecriteria en beschikt derhalve over het modelinstrumentarium dat hierbij is gebruikt. Dit instrumentarium zal worden aangewend om indicatieve criteria voor de betreffende elementen vast te stellen. In de paragrafen daarna wordt achtereenvolgens toegelicht met welke aannames de indicatieve criteria voor Co, Sn, Br, V, W, CN (vrij en totaal) zijn

afgeleid. Daarnaast zal aandacht besteed worden aan de inhoud en representativiteit van de uitlooggegevens uit het databestand waarmee de uiteindelijke database 'scan' is uitgevoerd.

2.2.1 Achtergrond Annex-II systematiek voor het afleiden van acceptatiecriteria

De totstandkoming van de emissie-eisen van de Annex-II stortrichtlijn is gebaseerd op de modellering van het specifieke uitlooggedrag van materialen op een stort, en de impact die dit heeft op de kwaliteit van grondwater stroomafwaarts van de stort. De Annex-II stortrichtlijn is daarmee nadrukkelijk gebaseerd op een risicobeoordeling. De modellering is uitgevoerd door een samenwerking tussen ECN (modellering uitlooggedrag en onverzadigde zone) en het Deense DHI (3D- modellering stoftransport verzadigde zone). De uitgangspunten van de modellering en de uiteindelijke criteria zijn door de TAC (Technical Adaptation Committee) vastgesteld. Figuur 1 geeft een sterk vereenvoudigd beeld van het gebruikte modelscenario.



Figuur 1. Sterk vereenvoudigde weergave van het modelscenario dat gebruikt is voor de berekeningen van de acceptatiecriteria voor de Annex-II stortrichtlijn. Emissie van stoffen uit afval leidt tot transport van stoffen door de onverzadigde en verzadigde zone van de bodem. Door processen zoals verdunning en adsorptie leidt dit tot een bepaalde piekconcentratie bij het "point of compliance" (POC, bedreigd object). De afname van de concentratie kan worden uitgedrukt in een 'attenuation factor', die wordt gebruikt om terug te rekenen wat de maximale emissie in de stort mag zijn zodat de kwaliteitseisen voor het grondwater bij het POC niet worden overschreden.

De emissie van een gestort materiaal leidt tot een bepaalde piekconcentratie op een punt op zekere afstand van de stort ('point of compliance', Figuur 1). Deze piekconcentratie is lager dan de beginconcentratie in de stort door o.a. verdunning en binding aan bodemdeeltjes. Deze mate van 'verdunning' van de piekconcentratie kan worden uitgedrukt in een zogenaamde 'attenuation factor'. De attenuation factor, die verschillend is voor verschillende stoffen, kan middels eenvoudige formules worden teruggerekend tot een waarde voor de maximale emissie van een materiaal, zodanig dat een bepaalde kwaliteitseis voor het grondwater niet wordt overschreden. In de modellering is rekening gehouden met een aantal gebruiksscenario's van de stort, zoals het gebruik van afdichtingen, levensduur van afdichtingsystemen, drainage van de stort, etcetera. Voor meer detail wordt verwezen naar het rapport dat zal worden uitgebracht door de TAC[3].

Er zijn drie parameters nodig om van een element om de 'attenuation factor' te berekenen. Dit zijn achtereenvolgens:

[3] Op het moment van schrijven (Januari 2005) is het TAC- rapport met daarin de beschrijving van de aanpak en verantwoording van de Annex-II modelsystematiek nog in voorbereiding.

1. De 'kappa' waarde

De 'kappa' waarde (-) is een parameter die de bronterm beschrijft (de uitloging uit de afvalstof). De afname van een concentratie van een element in een kolomproef (bv. NEN 7343) als functie van doorstroomd watervolume kan worden beschreven met een eerste orde vergelijking, het zgn. CSTR- model (Continuously Stirred Tank Reaction model). Deze methodiek wordt ook in het bouwstoffenbesluit toegepast (voor meer informatie zie Aalbers, 1998). De exponentiële factor in het CSTR model bevat de zgn. 'kappa' waarde. In het bouwstoffenbesluit zijn deze waarden geschat voor alle relevante elementen aan de hand van een grote set uitlooggegevens van verschillende reststoffen (RIVM- dataset). Deze kappa waarden uit het Nederlandse bouwstoffenbesluit zijn, op een enkele uitzondering na, gebruikt in de Annex-II berekeningen. In het BSB is de aanname gedaan dat de kappa-waarden elementspecifiek zijn en niet materiaalspecifiek. Voor de eenvoud is dit ook gedaan in de Annex-II berekeningen.

2. De 'Kd' waarde

De mobiliteit van de stof in het bodem- en grondwatermilieu kan worden uitgedrukt in een 'Kd'- waarde. De Kd (L/kg) is de lineaire distributiecoëfficiënt van een stof die verdeeld is over de vaste fase en de vloeistof (het poriewater). De Kd waarde is element- en bodemspecifiek. Er zijn een aantal studies verschenen, o.a. door het RIVM (Koops et al., 1998), waarin 'standaard' Kd waarden zijn afgeleid voor een range van elementen voor gemiddelde bodems. Een algemene richtlijn voor Kd waarden voor veel stoffen kan worden gevonden in Staatscourant 24 feb. 2000 (nr. 39, pag. 8), welke overigens gebaseerd zijn op een eerdere RIVM- studie. De Kd waarden die gekozen zijn in de Annex-II berekeningen zijn vastgesteld door de TAC en zijn veel conservatiever dan de RIVM waarden (factor 10 - 100).

3. De kwaliteitseis van het grondwater op het "point of compliance".

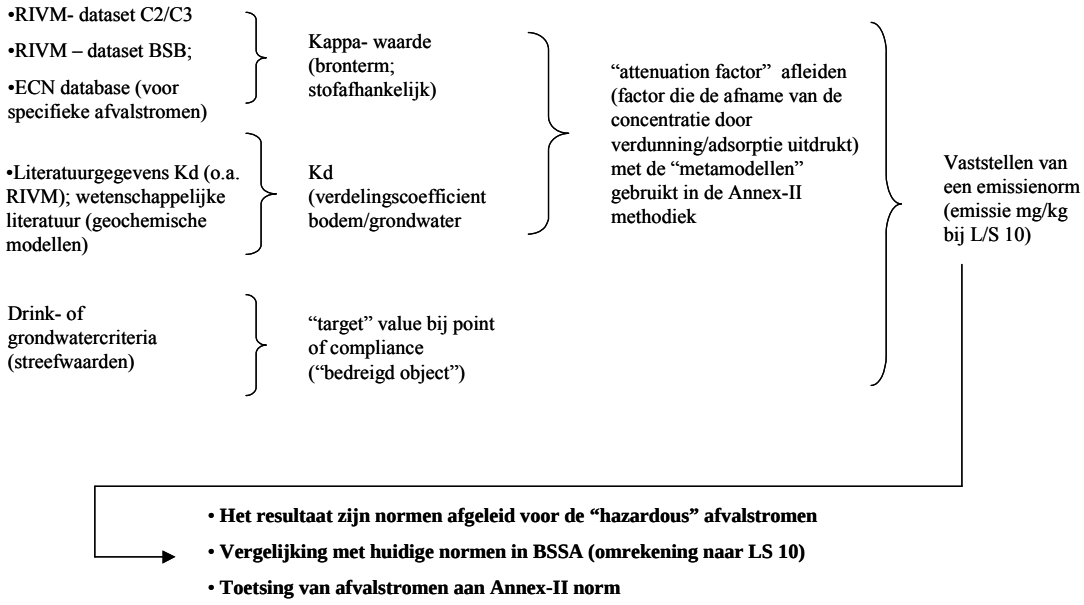
Op een zekere afstand van de stort ("point of compliance") dient het grondwater een bepaalde kwaliteitseis niet te overschrijden. De keuze van deze kwaliteitseis heeft dus invloed op de te stellen emissie-eisen van de te storten afvalstoffen. Er is in de TAC besloten dat de *toename* van de concentraties op het POC niet meer mag bedragen dan de kwaliteitseisen die aan drinkwater worden gesteld. Uitgangspunt hiervoor waren de kwaliteitseisen van de WHO (1999). Voor enkele elementen (zoals Cu) zijn meer conservatieve waarden gebruikt dan de WHO drinkwatercriteria.

De acceptatiecriteria die in de Annex-II zijn berekend voor verschillende typen stortscenario's (inert afval, niet- gevaarlijk afval, gevaarlijk afval), verschillen in een aantal gevallen van de uiteindelijk gepubliceerde waarden (hier niet getoond). Dit is met name het geval voor het scenario van 'gevaarlijk afval', waarbij de normen van vrijwel alle elementen in belangrijke mate zijn verruimd (gemiddeld een factor 5) ten opzichte van het 'ruwe' modelleringresultaat. Dit is het resultaat van het onderhandelingsproces tussen de verschillende lidstaten die vertegenwoordigd waren in de TAC. Hierbij is verantwoord gebruik gemaakt van de ruime veiligheidsmarges waarbinnen de modellering is uitgevoerd.

2.2.2 Afleiden van indicatieve acceptatiecriteria voor Co, Sn, Br, V, W, CN (vrij en totaal)

Voor het afleiden van indicatieve acceptatiecriteria voor Co, Sn, Br, V, W, CN (vrij en totaal) is op dezelfde wijze te werk gegaan als voor de andere elementen in de Annex-II stortrichtlijn (vorige paragraaf). Dit is mogelijk zonder tussenkomst van de geochemische- en stoftransportmodellen, omdat uit de ruwe berekeningsresultaten destijds zgn. 'metamodellen' zijn opgesteld. Dit zijn vereenvoudigde lineaire regressiemodellen waarmee een attenuation factor kan worden berekend voor iedere combinatie van kappa, Kd en target value. Dit is bovendien mogelijk voor alle doorgerekende stortscenario's (inerte stort, niet- gevaarlijk afval en gevaarlijk afval).

De gevolgde aanpak is schematisch weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2. Schematische weergave van de gevolgde aanpak voor het berekenen van de indicatieve acceptatiecriteria volgens de Annex-II methodiek voor Co, Sn, Br, V, W, CN (vrij en totaal).

Tabel 1 geeft de keuzes weer die gemaakt zijn voor elk van de genoemde elementen met betrekking tot de kappa-waarde, Kd waarde in de bodem en de gekozen 'target' waarde in het grondwater. De keuzes zullen in het hiernavolgende worden toegelicht.

Tabel 1. Keuze van de relevante parameters waarmee indicatieve criteria voor de Annex-II stortrichtlijn zijn berekend voor Co, Sn, Br, V, W, CN (vrij en totaal).

Element	kappa (-)	Kd (L/kg)	'target' (µg/L) in grondwater
Co	0.2	20	20
Sn	0.19	100	2.2
V	0.05	50	1.2
Br	0.35	0	300
W	0.35	10	7.5
CN (vrij)	0.35	0.1	70
CN (totaal)	0.35	0.1	70

De gekozen waarden voor kappa (Tabel 1) zijn, conform de berekeningswijze van de andere elementen in de Annex-II stortrichtlijn, de waarden die vastgelegd zijn in het Nederlandse bouwstoffenbesluit (Aalbers, 1998). Aalbers et al (1998) merken op dat het RIVM voor Br en CN (vrij en totaal) de waarde voor kappa niet kon berekenen door het ontbreken van gegevens en dat daarom in het bouwstoffenbesluit de gemiddelde van de constanten kappa van de anionen is gebruikt. Voor deze studie is dit ook gedaan voor W, waarvoor te weinig gegevens beschikbaar zijn.

De waarden voor Kd voor Co, Sn, Br, V, W, CN (vrij en totaal) zijn afgeleid aan de hand van literatuurgegevens over de mobiliteit van de elementen in bodem en grondwater. Dit zal per element in meer detail worden toegelicht in hoofdstuk 3.

Voor de waarden voor de "target' concentratie in het grondwater is, conform de berekeningswijze van de Annex-II criteria, waar mogelijk gebruik gemaakt van de drinkwatercriteria van de EU (richtlijn 98/93/EG). Voor Co, Sn, V en W zijn er in deze richtlijn echter geen drinkwatercriteria opgesteld. Er wordt tevens geen onderscheid gemaakt tussen vrij cyanide en totaal cyanide (er wordt alleen over 'cyanide' gesproken waardoor dit als 'totaal' cyanide opgevat dient te worden). Voor het element Br bestaat wel een limietwaarde voor bromaat (BrO_3^-) maar niet voor bromide (Br^-). Bromaat kan tijdens de drinkwaterbereiding gevormd worden uit bromide (Br-), maar niet bekend is of deze omzetting volledig is (zie ook hoofdstuk 3).

De keuze van de 'target' waarde beïnvloedt de af te leiden indicatieve emissiecriteria in sterke mate. Vanwege het ontbreken van drinkwatercriteria voor bovenstaande elementen, zou in lijn met de Annex-II uitgangspunten kunnen worden gekozen voor een waarde die anderszins als 'onschadelijk' valt aan te merken, bijvoorbeeld een (Nederlandse) streefwaarde voor grondwater. Omdat sommige streefwaarden in de buurt van de detectielimiet voor analyse liggen of gelijk zijn aan achtergrondwaarden, zijn de laatstgenoemde wellicht aan de 'lage' kant (te conservatief). Aan de andere kant zouden interventiewaarden of indicatief niveau voor ernstige verontreiniging duidelijk geen geschikte keuzes zijn. Gekozen is daarom om uit te gaan voor de streefwaarden voor ondiep grondwater voor Co, en bij afwezigheid van streefwaarde ondiep, voor streefwaarde diep grondwater voor V, Sn. Voor Br is de (Nederlandse) streefwaarde voor grondwater gehanteerd van 300 Br ug/L. Voor W konden geen drinkwatercriteria of (indicatieve) waarden voor grondwater worden achterhaald. Elke waarde zou daarom arbitrair zijn. Gekozen is voor een waarde van 7.5 ug/L; gebleken is dat het indicatieve Annex-II criterium dan gelijk is aan de huidige normen in het BSSA.

De uiteindelijk berekende indicatieve acceptatiecriteria voor Co, Sn, Br, V, W, CN (vrij en totaal) zijn samengevat in Tabel 2 berekend voor L/S 10. Daarnaast zijn ter vergelijking ook de naar L/S 10 omgerekende waarden van het BSSA in de tabel weergegeven. Of een bepaald element kritisch is voor acceptatie is mede afhankelijk van de andere elementen, waarvoor al acceptatiecriteria zijn vastgesteld. Daarom is voor een goede vergelijking ook de (omgerekende) criteria voor de andere elementen getoond.

Wat wordt vergeleken met wat?
De maximaal toegestane uitloogwaarden voor het storten van gevaarlijke afvalstoffen *(hazardous waste)* uit Annex II[4] zijn vergeleken met uitloogeisen voor het onderscheid tussen C2 en C3 afvalstoffen uit het BSSA[5]. Deze keuze is in overleg met de opdrachtgever gemaakt. Om deze vergelijking te kunnen maken via het modelscenario dat gebruikt is voor Annex II zijn er (indicatieve) waarden voor kobalt, tin, vanadium, broom, wolfraam en cyanide (vrij en totaal) berekend. Met deze methode wordt inzichtelijk gemaakt wat de consequenties zijn van het

[4] Criteria voor afval dat aanvaardbaar is op stortplaatsen voor gevaarlijke afvalstoffen; publicatieblad van de Europese gemeenschappen, L 11/38, 16.1.2003
[5] Grenswaardennotitie, storten gevaarlijk afval, versie April 1998, VROM.

wel/niet schappen van de genoemde elementen. Hiermee wordt inzicht gegeven in de mogelijkheden van het bovengronds storten van gevaarlijke afvalstoffen met en zonder uitloogeisen voor kobalt, tin, vanadium, broom, wolfraam en cyanide (vrij en totaal).

Tabel 2. Acceptatiecriteria voor stoffen in de Annex-II stortrichtlijn en in het BSSA (waarden BSSA omgerekend naar L/S 10). De indicatieve acceptatiecriteria voor de stoffen Co, Sn, V, Br, W, CN-vrij en CN-totaal (berekend volgens de Annex-II methodiek) zijn vetgedrukt weergegeven. De getoonde Annex-II waarden gelden voor afval dat geaccepteerd mag worden op stortplaatsen voor gevaarlijk afval (Publicatieblad Europese Gemeenschappen, 16.1.2003).

Element:	Annex-II (Gev) mg/kg (LS 10)	BSSA (U1) mg/kg (LS 10)
As	25	79
Ba	300	335
Cd	5	0.5
Cr	70	152
Cu	100	38
Hg	2	0.8
Mo	30	10
Ni	40	38
Pb	50	99
Sb	5	5.1
Se	7	0.9
Zn	200	154
Cl	25000	114696
F	500	1261
SO4	50000	274123
DOC[1]	1000	-
Co	**7.3**	29
Sn	**3.5**	29
V	**0.5 / 3.8**[3]	161
Br	**10.5**	525
W	**1.6**	1.6
CN tot	**2.6**	16
CN vrij	**2.6**	10

1. Er is in het BSSA geen norm opgenomen voor DOC (dissolved organic carbon)
2. In de Annex-II stortrichtlijn zijn nog overige criteria gesteld, nl. LOI (gloeiverlies) of TOC (totaal organisch koolstof). Door gebrek aan meetgegevens van deze parameters konden deze niet in de verdere analyse worden meegenomen en zijn buiten beschouwing gelaten.
3. Omdat uit de database scans gebleken is dat het criterium voor V aan de lage kant was, is er tevens gerekend met een hogere waarde; voor verdere verantwoording wordt verwezen naar Hoofdstuk 3.

Uit Tabel 2 blijkt dat er voor de meeste stoffen (niet alleen Co, Sn, V, Br, W, CN-vrij en CN-totaal) soms zeer grote verschillen bestaan tussen de acceptatiecriteria uit de Annex-II en het BSSA, wanneer de laatstgenoemde zijn omgerekend naar een L/S van 10 L/kg. Voor sommige stoffen zijn de Annex-II criteria hoger (Cd, Hg, Mo, Se). In andere gevallen zijn de acceptatiecriteria van het BSSA hoger (Cl, SO4, F, As, Cr en Pb) of bijna gelijk (Sb).

De 'indicatieve' criteria voor Co, Sn, V, Br, W, CN-vrij en CN-totaal resulteren in getalswaarden die lager zijn dan nu in het BSSA is vastgesteld. Dit is met name het geval voor Br en V. Niettemin is er voor gekozen om deze conservatieve waarden te gebruiken om vast te stellen in hoeverre deze elementen kritisch kunnen zijn voor acceptatie.

2.2.3 Representativiteit van de gebruikte uitloogdatabase

Om te onderzoeken welke stoffen kritisch zijn voor acceptatie is gebruik gemaakt van een omvangrijke set uitlooggegevens. Met de daaraan gekoppelde spreadheets kan worden onderzocht wat het effect is van een uitloognorm op het al dan niet accepteren van een afvalstroom. Dit instrumentarium is eerder gebruikt bij het opstellen van de Annex-II acceptatiecriteria. De dataset (786 monsters) bevat uitsluitend uitlooggegevens die bepaald zijn bij een L/S verhouding van 10 l/kg, bepaald met gestandaardiseerde uitloogproeven. Dit zijn in de meeste gevallen kolomproeven (NEN 7343 en gelijkwaardige proeven zoals de prEN14405) maar ook met batchproeven (o.a. EN 12457-2, concise test, NF X 31-210, S4) die gelijkwaardige resultaten opleveren als kolomproeven.

De dataset bestaat uit t/m 2002 bijgewerkte meetgegevens verzameld door ECN uit diverse nationale en internationale projecten (o.a. data uit de UK, Oostenrijk, Frankrijk en Duitsland); de set die door RIVM gebruikt is bij het opstellen van de normen van het BSSA (C2/C3) en de set die door RIVM is gebruikt in een evaluatie van de milieuhygiënische kwaliteit van (secundaire) bouwstoffen en beschreven is in 'bouwstoffen nader bekeken' (Aalbers e.a., 1998). Tabel 3 geeft een overzicht van het aantal monsters en de verschillende typen afval in de gebruikte dataset.

Tabel 3. Overzicht van de verschillende typen afvalstoffen in de gebruikte dataset en het aantal monsters binnen elke soort afvalstof.

Afvalstof	**Aantal**	**Afvalstof**	**Aantal**
Aggregate	47	Filter dust	21
Gypsum waste	3	Mine stone	8
Blast furnace slag	9	Pigment waste	5
Breaker sand	9	MSWI bottom ash	90
CN waste	6	MSWI fly ash	27
C&D	23	Other	55
Desulfurization waste	7	P slag	17
Distillation residue	12	Polluted soil	70
Construction materials	16	Hg waste	5
HW bottom ash	3	Oil sludge	9
Drinking water purification sludge	6	Sand blasting waste	13
E bottom ash	11	Shredder waste	7
E fly ash	16	Sieve sand	30
Stabilized waste	23	Sewage sludge	20
Foundry sand	5	Soil	30
Metallurgical slag	1	Industrial sludge	71
Metal rich waste	9	Steel slag	6
APC waste	26	Treated soil	26
LD-slag	35		
Wood ash	9		

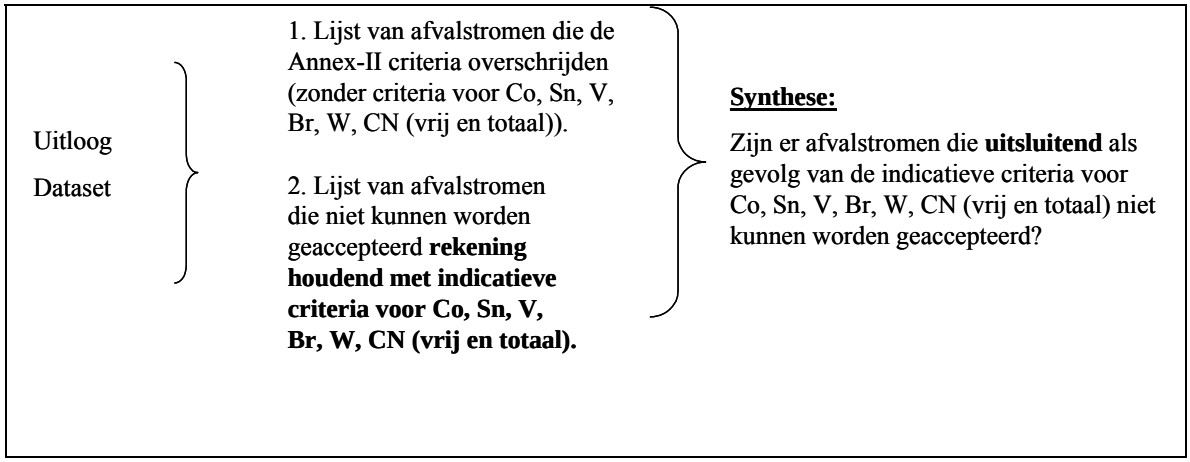
De categorie "other" bevat kleine, specifieke afvalstromen. Het gaat hier om afvalstromen zoals slib uit de metallurgische industrie, fluorescentiepoeder, Zn-Mn batterijen, afval dat vrijkomt bij de productie van injectienaalden, etcetera. Het is moeilijk om aan te geven in hoeverre een gemiddelde stort te maken krijgt met al deze typen afvalstromen en de (relatieve) hoeveelheden daarvan. We hebben aangenomen dat de dataset uitgebreid genoeg is en voldoende diverse afvalstromen bevat om te achterhalen of de verschillende elementen die ter discussie staan kritisch zijn voor acceptatie, en voor welk type afvalstof(fen) dat al dan niet het geval is.

Niet alle elementen zijn in alle monsters gemeten, in andere woorden, de dataset bevat 'gaten'. We verwachten niet dat dit tot een vertekend beeld leidt, aangezien er vaak een reden is waarom

een bepaald element niet wordt gemeten (vaak juist omdat niet wordt verwacht dat het kritisch is voor acceptatie). Aan de andere kant kan het *wel* meten van elementen die er schijnbaar niet toe doen er in de toekomst voor zorgen dat er meer bekend is over het uitlooggedrag van stoffen uit diverse materialen. Dit kan ongewenste verrassingen voorkomen en bovendien kan daarmee de normstelling beter onderbouwd worden (zie ook de aanbevelingen). In de resultaten per element (hoofdstuk 4) is samengevat in hoeveel monsters het betreffende element is gemeten.

2.2.4 Wijze van toetsing

Met de (indicatieve) acceptatiecriteria en de uitloogdatabase is vastgesteld welke elementen voor welke afvalstromen kritisch zijn voor acceptatie. Er zal worden gelet op de aard van de afvalstromen die *uitsluitend* op basis van (een of meerdere) elementen wel of niet geaccepteerd kunnen worden. Er wordt dus rekening gehouden met het feit dat veel materialen al eerder zullen 'struikelen' op elementen waarvoor reeds criteria zijn opgenomen in de Annex II stortrichtlijn. Dit is gedaan door de lijst van elementen en acceptatiecriteria uit Tabel 2 in het spreadsheetprogramma in te voeren *met* en *zonder* de indicatieve criteria van een (of meerdere) elementen. Hiermee wordt het mogelijk om de afvalstromen op te sporen waarvoor de betreffende elementen kritisch zijn voor acceptatie. Deze werkwijze is schematisch weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3. werkwijze bij het toetsen of een element wel of niet kritisch is voor acceptatie van een afvalstroom.

De toetsing is uitgevoerd voor de onderstaande situaties:

- Annex-II criteria + indicatieve acceptatiecriteria (Annex-II), telkens voor de individuele elementen Co, Sn, V, Br, W, CN (vrij en totaal). De resultaten hiervan zijn beschreven in **paragraaf 3.3.1 t/m 3.3.6.**
- Annex-II criteria + *Combinatie* van de indicatieve acceptatiecriteria (Annex-II) van Co, Sn, V, Br, W, CN (vrij en totaal). De resultaten hiervan zijn beschreven in **paragraaf 3.3.7.**
- Annex-II criteria + acceptatiecriteria uit het huidige BSSA (U1 norm) voor de combinatie van Co, Sn, V, Br, W, CN (vrij en totaal). De resultaten hiervan zijn beschreven in **paragraaf 3.3.8.**
- De acceptatiecriteria van het huidige BSSA met en zonder de elementen Co, Sn, V, Br, W, CN (vrij en totaal). De resultaten hiervan zijn beschreven in **paragraaf 3.3.9.**

3. RESULTATEN

3.1 (Eco)toxicologische grondslag voor opname Co, Sn, V, Br, W, CN-vrij en CN-totaal in het BSSA

De notitie "Uitloging van zware metalen en anionen uit afvalstoffen in relatie tot bodem- en grondwater bescherming: grenswaarden C2-, C3, en C4 afvalstoffen" (Aalbers, 1992) beschrijft de uitgangspunten van het BSSA. Hieruit en uit het interview met Theo Aalbers blijkt dat voor het stortbesluit dezelfde uitgangspunten zijn gekozen als eerder voor het bouwstoffenbesluit is gedaan, namelijk die van de "marginale bodem- en grondwaterbelasting". Hierbij is als eerste gekeken naar de mogelijke effecten van emissies op de bodembelasting, daarna is gekeken naar de mogelijke effecten op de grondwaterbelasting. Het beleidsconcept "marginale bodembelasting" is rekenkundig vertaald naar: "Een belasting die ten gevolge van uitloging uit een bouwstof die leidt tot een toename in de vaste fase van de bodem van 1% ten opzichte van de referentiewaarde bodemkwaliteit in 100 jaar gemiddeld over de bovenste meter van een als homogeen te beschouwen bodem." (Ontwerp Bouwstoffenbesluit Wet Bodembescherming; Aalbers, 1992)[6]. Een referentiewaarde kan worden uitgelegd als een bovengrens aan het natuurlijke achtergrondgehalte van stoffen in bodems, met de bedoeling “een (voorlopige) grens aan te geven tussen een als multifunctioneel en een niet-multifunctioneel beschouwde bodem” (discussienota bodemkwaliteit, geciteerd in Lexmond en Edelman, 1986). De bijbehorende getalswaarden zijn ingevuld door metingen van het achtergrondgehalte in verschillende bodemtypen afkomstig van natuurterreinen en landbouwgronden. Referentiewaarden zijn derhalve niet gebaseerd op een (eco)toxicologische risicobeoordeling.

De genoemde referentiewaarden en achtergrondgehalten in de bovengrond van natuurterreinen zijn opgesteld door Lexmond en Edelman (1986) voor As, Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Hg en Pb. Voor het bouwstoffenbesluit is de lijst van Lexmond en Edelman (1986) in de loop van de tijd uitgebreid met meer elementen (o.a. met de elementen Ba, Mo, Sb, Se, Cl, F, SO4, maar ook met de elementen die in deze studie relevant zijn, nl. Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-complex), waarvan men vermoedde dat de deze milieurisico's zouden kunnen opleveren. Er zijn geen publicaties/circulaires gevonden waaruit blijkt waarop deze vermoedens voor juist *deze* stoffen waren gebaseerd. Waarschijnlijk gaat het hier om een aantal individuele 'cases' waarbij het betreffende element in onverwacht hoge concentraties bleek uit te logen zodanig dat dit milieurisico's zou kunnen opleveren; voor deze uitbreidingen zijn opnieuw achtergrondwaarden bepaald in bodem (pers. comm H.A. van der Sloot - ECN).

De lijst met elementen uit het bouwstoffenbesluit is rechtstreeks in het BSSA overgenomen. Wolfraam (W) is een uitzondering. Dit element komt nl. niet voor in het Bouwstoffenbesluit, en ook niet in de streefwaarden voor grond/sediment (Staatscourant 39, p. 8). Het blijkt dat Wolfraam destijds in het BSSA is opgenomen op verzoek van de halfgeleiderindustrie, die wolfraam houdend afval wilde kunnen storten (pers. comm. dhr Aalbers - RIVM). In dezelfde serie monsters als van Edelman is ook W bepaald, om zodanig een achtergrondwaarde op te stellen (pers. comm. dhr. Aalbers - RIVM). Daarnaast zijn is er in het BSSA normen opgenomen voor CN-totaal, maar in het BSB (tot 1999, zie Tabel 4) en in de streefwaarden voor grond/sediment (Staatscourant 39, p. 8) staan waarden genoemd voor CN-*complex* in plaats van CN-*totaal*[7]. De reden hiervan is niet duidelijk geworden.

Na het bepalen van de marginale bodembelasting is door Aalbers (1992) een controle uitgevoerd om de invloed van de grenswaarden op grondwaterbelasting te toetsen. De

[6] Op het moment van schrijven (Februari 2005) wordt het Bouwstoffenbesluit herzien. Het concept van marginale bodembelasting waarop de criteria is gebaseerd staat daarbij ook ter discussie (H. van der Sloot, pers. comm.)
[7] CN-totaal - CN-complex + CN-vrij

rekenregel voorgesteld door Aalbers (1992) om marginale grondwaterbelasting kwantitatief te vertalen[8] zijn gebaseerd op de referentiewaarden voor grondwater. Deze referentiewaarden voor grondwater zijn op soortgelijke wijze tot stand gekomen als voor bodem, en berusten derhalve niet op ecotoxicologische risicobeoordelingen (pers. comm. dhr. Lijzen - RIVM).

Samenvattend kan worden gesteld dat het niet voor alle elementen duidelijk is geworden waarom *deze* elementen in het BSSA zijn opgenomen. Wel is duidelijk geworden dat de acceptatiecriteria tot stand zijn gekomen door middel van het concept van marginale bodembelasting en een controleberekening voor de grondwaterkwaliteit. Deze benadering berust weliswaar op referentiewaarden, maar niet op een (eco)toxicologische risicobeoordeling.

In de onderstaande Tabel is weergegeven in hoeverre de hier ter discussie staande elementen voorkomen andere relevante beleidsvelden.

Tabel 4. Voorkomen van Co, Sn, V, Br, W, CN (vrij en totaal) in andere relevante beleidsvelden.

Element	BSSA[1] mg/kg ds C2/C3 LS1 U1	BSB[2] mg/kg ds cat1	cat2	Grondwater referentie waarde	Bodem referentie waarde	Drinkwater norm WHO	EU[7]
Co	6	0.42	2.5	ja	ja	-	-
Sn	6	0.27	2.4	ja	ja[6]	-[8]	-
V	20	4.7[3]	96.9[4]	ja	ja	-	-
W	0.5	-	-	-	-	-	-
Br	160	3.5[4]	44.2[5]	ja	ja	ja	ja[9]
CNtot	5	-	-	-	-	ja[10]	ja[10]
CNcom	-	-[5]	-[5]	ja	ja	-	-
CNvrij	3	-[5]	-[5]	ja	ja	-	-

[1]Grenswaardennotitie, storten gevaarlijk afval, april 1998 (VROM).
[2] Afgeleid voor granulair materiaal bij een toepassingshoogte van 0.7 m.
[3] In de Tijdelijke Vrijstellings Regeling (TVR '04, gepubliceerd in de Staatscourant 209 dd. 29 oktober 2004) zijn de maximale immissie-eisen voor vanadium driemaal verruimd.
[4] In het BSSA is Br niet nader gespecificeerd (broom (Br), bromide (Br-) of bromaat (BrO_3^-)). In het BSB en in de Nederlandse bodem- en grondwaterregelgeving wordt onder Br het (weinig schadelijke) bromide (Br^-) verstaan. In het BSSA is Br niet gespecificeerd. Daarentegen geldt voor drinkwater een norm voor bromaat (BrO_3^-). Immissie-eisen voor Br zijn in het BSB recentelijk verruimd.
[5] Emissienormen voor vrij en complex CN zijn in het BSB komen te vervallen voor bouwstoffen niet zijnde schone grond (Staatscourant 126, 26-5-1999)
[6] Voor Sn geldt alleen een interventiewaarde.
[7] Richtlijn 98/83/EG betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemt water.
[8] In the WHO guidelines for drinking water quality is een kleine statement opgenomen dat anorganisch tin van dermate lage toxiciteit is dat het geen humane risico oplevert in drinkwater, gebaseerd op een risicobeoordeling van anorganisch tin, uitgevoerd in 2003.
[9] Voor drinkwater geldt een norm voor bromaat (BrO_3^-), niet voor bromide (Br^-), de dominante verschijningsvorm van Br in bodem- en grondwater.
[10] Het betreft hier 'cyanide' zonder verdere specificatie (vermoedelijk dus totaal cyanide).

Het is enigszins verwarrend dat er in de verschillende beleidsvelden verschillende verschijningsvormen van een stof worden gehanteerd (zie Tabel 4). In de WHO en EU drinkwatercriteria worden criteria gesteld aan het toxische bromaat (BrO_3^-), in de bodem- en grondwaterregelgeving en het bouwstoffenbesluit het relatief onschadelijke bromide (Br^-) en in

[8] Voor grondwater was er destijds nog geen rekenkundige invulling, die is echter wel voorgesteld: "een belasting ten gevolge van uitloging uit een bouwstof die leidt tot een emissie naar stromend grondwater mag gemiddeld in 10 jaar bij een effectieve infiltratie van 400 mm/jr niet groter zijn dan de referentiewaarde grondwaterkwaliteit plus 10% van de referentiewaarde grondwaterkwaliteit, rekening houdend met de verdunning door het grondwater door vermenigvuldiging van het percentage met een factor 2". (Aalbers, 1992).

het BSSA 'broom' (niet nader gespecificeerd). Ook wordt in het ene geval gesproken over cyanide-totaal (BSSA, bouwstoffenbesluit) terwijl in de bodem- en grondwaterregelgeving over cyanide-complex wordt gesproken, hetgeen niet hetzelfde is (cyanide-totaal = cyanide-vrij + cyanide-complex). Elk van deze species heeft zijn eigen (eco)toxiciteit en mobiliteit (zie paragraaf 3.3).

3.2 Methoden en technieken voor detectie

ICP-AES (Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry) is een snelle analysemethode die algemeen wordt toegepast in (commerciële) laboratoria. Het monster (eluaat of digestaat) wordt met behulp van een slangetje in het plasma gespoten. Het plasma bestaat uit deels geïoniseerd argon gas, en bereikt een enorm hoge temperatuur (ca. 10.000˚C) Bij deze hoge temperatuur geven de meeste elementen licht met eigen karakteristieke golflengtes. De licht emissie wordt gemeten met een optische spectrometer die gekalibreerd is voor bepaalde standaarden. Het voordeel van deze techniek is dat op deze wijze zeer veel elementen (tot 40 elementen) *tegelijk* kunnen worden geanalyseerd. De detectielimieten van element analyse in een vloeistof liggen meestal laag, in de µg/L range (zie Tabel 5). Van de elementen die momenteel ter discussie staan bij de implementatie van Annex II zijn Co, Sn, V en W meetbaar met de ICP techniek. De extra kosten voor het meten van deze elementen zijn minimaal, omdat de voorbehandeling van het monster en de meting toch al moet worden gedaan voor de analyse van andere elementen (bijv. zware metalen). Het is echter wel zo dat veel commerciële laboratoria per element kosten in rekening brengen (indicatie: 20 á 25 Euro per element). De componenten CN (vrij en totaal) en Br^- kunnen niet met ICP worden gemeten.

Voor de meting van CN-tot, CN-vrij en CN-complex worden aparte metingen verricht. Het complexgebonden cyanide wordt bij een pH van 3.8 door de inwerking van UV-licht ontsloten. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een UV-B-lamp en een ontsluitingsspiraal van boorsilikaatglas. De vrijgekomen HCN wordt met behulp van een kleuromslag fotometrisch gemeten. De extinctie van de oplossing wordt gemeten bij 600 nm, met een matrixcorrectie bij 400 nm, en is een maat voor de aanwezige hoeveelheid totaal cyanide, met uitzondering van thiocyanaat-verbindingen. Bij de bepaling van het gehalte aan vrij cyanide wordt voorafgaande aan de destillatie een zinksulfaat oplossing aan de monsterstroom toegevoegd. Hierdoor slaan de aanwezige ijzercyaniden neer als zinkcyanoferraatcomplex, zodat de bepaling van deze ijzercyaniden wordt voorkomen. Vervolgens wordt het waterstofcyanide, dat beschikbaar komt bij een pH van 3,8 en een temperatuur van 118 °C, overgedestilleerd en fotometrisch bepaald. De kosten van een cyanide bepaling in een waterige oplossing ligt rond de 37 Euro per constituent voor CN-vrij, CN-tot en CN-complex.

Bromide wordt veelal met behulp van ionchromatografie (IC) bepaald (evenals fluoride, chloride en sulfaat). Met de IC worden ionen gescheiden in een kolom gevuld met een ionenwisselaar. De gescheiden ionen worden gedetecteerd door meting van de soortelijke (elektrische) geleiding van de vloeistofstroom. Per constituent zijn de kosten (zonder monster voorbewerking) ca. 45 Euro. Voor bromide ligt de uitloognorm voor vaste stof vrij laag (BSB 3,5 mg Br/kg en BSSA 15 mg/kg). De detectielimiet van de IC is soms onvoldoende laag om waarden rondom de uitloognorm van het BSB te kunnen meten.

Uit de berekende maximale emissie conform de Annex-II methodiek kan worden berekend wat bij die emissie de concentratie in de uitloogoplossing van een kolomproef wordt (het laatste meetpunt, bij een L/S van 10 L/kg). Tabel 5 geeft een overzicht van deze waarden in vergelijking tot detectielimieten van gangbare meettechnieken voor deze elementen. Het dient te worden opgemerkt dat de berekende concentraties gelden voor de situatie waarbij de emissie gelijk is aan de maximum toelaatbare emissie voor "gevaarlijk afval". Bij routinecontroles zullen dus veelal lagere concentraties worden gemeten (in de orde van ruim een factor 10).

Tabel 5 Overzicht van de te verwachten concentraties in de vloeistof bij een kolomproef (bij L/S 10) wanneer een emissie wordt gemeten gelijk aan de indicatieve acceptatiecriteria van de Annex-II (maximaal toegestane emissie voor gevaarlijk afval) versus detectielimieten van gangbare meettechnieken.

Element	berekende waterconcentraties in kolomproef bij LS 10 (indicatieve Annex-II criteria gevaarlijk afval, ug/L)	Detectielimieten (bron: dhr. F Bakker, hoofd afdeling Chemische Analyse ECN), ug/L
Co	228	0,2 (ICP-AES)
Sn	117	1 (ICP-AES)
V	41	0,1 (ICP-AES)
Br	116	50 (IC)
W	23	1 (ICP-AES)
CN-vrij	29	0,5 (Fotometrisch)
CN-totaal	29	0,5 (Fotometrisch)

Uit Tabel 5 blijkt dat de waarden in de vloeistof voor Co, Sn, V, W en CN (vrij en totaal) goed meetbaar zullen zijn. Voor Br kunnen bij routinecontrole problemen ontstaan (te lage concentraties om goed meetbaar te kunnen zijn). Tevens moet worden bedacht dat de detectielimieten niet voor alle laboratoria gelijk zijn en bovendien afhankelijk van factoren zoals het zoutgehalte (in zoute milieus kunnen detectielimieten een factor 5 - 10 hoger zijn).

3.3 Resultaten toetsing aan uitlooggegevens

3.3.1 Kobalt (Co)

(Eco)toxiciteit van Co
Kobalt lijkt in zijn gedrag sterk op nikkel en komt van nature voor in gesteenten met een laag silicium gehalte en bijbehorende verweringsproducten (Schuiling, 2003). Kobalt is een essentieel element voor micro-organismen en blauwalgen voor de fixatie van stikstof. Op hogere planten werkt kobalt groeibevorderend. Ook voor herkauwers is kobalt een essentieel element (voor de aanmaak van vitamine B12). Er zijn zelfs grasland bemestingsadviezen voor Co (NMI, 2004). Bij te hoge concentraties kan toxiciteit voor planten optreden, de toxische kobaltconcentraties zijn per plant verschillend (Schuiling, 2003).

De menselijke gezondheidsrisico's van kobalt zijn vrij laag in vergelijking tot andere metalen in de bodem. Blootstelling aan zeer hoge concentraties Co in de lucht kan gezondheidsproblemen veroorzaken zoals longaandoeningen (astma, longontsteking, kortademigheid). Van kobalt is niet aangetoond dat dit een carcinogeen is. Schattingen van blootstellingroutes geven aan dat 99 procent van de kobaltblootstelling via het voedsel gaat. Blootstelling via drinkwater, lucht en contact met bodem is klein (ATSDR, ToxFAQ's 2004).

Voor Co zijn geen drinkwatercriteria vastgesteld door de WHO en de EU. Op EU niveau is Co niet opgenomen in de Richtlijn betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water (98/83/EG). De oude richtlijn, 80-778-EEG waarin Co stond opgenomen in de tabel voor stoffen die expliciet aandacht behoeven, is komen te vervallen per 25 december 2003. Op nationaal niveau zijn voor Co streef- en interventiewaarden (voor grond en sediment en grondwater) opgesteld, evenals humane MTR- waarden en HC-50 waarden (Staatscourant nr. 39, p. 8). Deze criteria zijn gebaseerd op eco/humaan toxicologische risico's en geven aan dat Co in de Nederlandse wetgeving wel als een potentieel ongewenst element wordt beschouwd.

Mobiliteit van kobalt in bodem en grondwater
Van nature komen er twee oxidatievormen voor Co (Co^{2+} en Co^{3+}); onder normale condities in bodem en grondwater is de Co^{2+} vorm dominant. De mobiliteit van Co is iets hoger dan die van nikkel, d.w.z. nog altijd weinig mobiel. Dit blijkt onder anderen uit de partitiecoëfficiënten zoals die zijn gepubliceerd in de Staatscourant (februari 2000, nr. 39, p. 8), die gebaseerd zijn op een RIVM literatuurstudie (van den Berg en Roels(1991), RIVM 725201007; in Koops et al (1998), RIVM 711401005). Hieruit blijkt dat kobalt iets mobieler is dan nikkel (Kd = 120 en 560, respectievelijk). Dit blijkt ook uit specifieke bindingsconstanten aan adsorberende oppervlakken in de bodem zoals ijzeroxide (Dzombak en Morel, 1990) en organische stof (Milne, 2003). Bij het afleiden van alternatieve Annex-II criteria voor Co is een Kd van 20 aangehouden conform het verschil tussen Co en Ni (waarvoor in de TAC[9] een Kd = 100 is aangehouden).

Toetsing voor welke specifieke afvalstromen de uitloging van Kobalt bepalend is voor de beoordeling van afvalstoffen.
Bijlage A bevat de ruwe resultaten van de 'database scan' waarmee is onderzocht voor welke afvalstromen Co exclusief bepalend is voor acceptatie. De linkerkolommen geven aan welke afvalstromen kunnen worden geaccepteerd (en welke niet) zonder een acceptatiecriterium voor Co, de rechter kolommen de situatie wanneer er wel een (indicatief) acceptatiecriterium is meegenomen. Eventuele verschillen tussen beide situaties geven aan dat Co exclusief bepalend is voor acceptatie.

[9] TAC = Technische commissie, bestaande uit deskundigen uit diverse lidstaten, die de criteria heeft vastgesteld voor de Annex-II normen van de Europese stortrichtlijn.

In het geval van Co blijkt dat er geen verschillen zijn tussen het aantal geaccepteerde afvalstromen wanneer er wel of niet een indicatief acceptatiecriterium voor kobalt wordt meegenomen (Bijlage A). Dit betekent dat, binnen de onzekerheden van het gebruikte bestand aan uitlooggegevens, Co voor geen enkele afvalstroom onderscheidend is voor acceptatie. Vanzelfsprekend is dit ook het geval wanneer een ruimer acceptatiecriterium zou worden gebruikt (bijvoorbeeld het huidige criterium in het BSSA), zie paragraaf 3.3.8.

Dit betekent overigens niet dat kobalt nergens de gestelde emissienorm overschrijdt. Uit nadere analyse blijkt dat kobalt in 136 van de 796 monsters is gemeten; daarbij is in totaal 18 keer een overschrijding van de Co norm geconstateerd. Echter, in deze gevallen zijn andere elementen, waarvoor reeds een norm bestaat, onderscheidend voor de acceptatie.

Concept- advies
Binnen de beperkingen van de gebruikte dataset kan worden geconcludeerd dat kobalt in geen van de monsters of afvalstromen kritisch is voor de acceptatie wanneer een (indicatief) acceptatiecriterium van de Annex-II stortrichtlijn wordt meegenomen. Hoewel kobalt een geringe toxiciteit bezit voor mens en omgeving en weinig mobiel is, lijkt het om voornoemde reden niet noodzakelijk om een uitloognorm op te nemen voor kobalt. Andere stoffen, waarvoor in de Annex-II stortrichtlijn reeds normen zijn opgesteld, zijn reeds kritisch voor acceptatie.

3.3.2 Cyaniden (CN)

Wat zijn cyaniden?
Cyaniden omvatten een breed spectrum aan verbindingen welke de -C≡N groep gemeen hebben. Sommige cyaniden komen van nature voor en worden op natuurlijke wijze door planten, bacteriën, schimmels en algen geproduceerd. Cyaniden worden ook op grote schaal gebruikt en als afval geproduceerd in de chemische industrie (historische gasfabrieken, metallurgische industrie). De verschillende vormen van cyaniden verschillen ook in hun reactiviteit en toxiciteit, enkelen kunnen vrij cyanide afgeven na humane inname en enkelen blijven chemisch inactief (Köster, 2001; Faust 1994). Thiocyanaten (SCN) vallen niet onder de verzamelterm 'cyaniden' en hebben een lagere toxiciteit (H. Meeussen, pers. comm.).

Met de term *vrij cyanide* wordt bedoeld de verschijningsvormen HCN(s), HCN(g) of CN^-. Vrij cyanide kan ook ontstaan door het oplossen van enkelvoudige cyaniden (bijv. cyanidezouten NaCN of KCN). Een belangrijke bron van vrij cyanide is MFI-afval (afval uit de metallurgische, verf- en fotografische industrie). MFI afval kan tot 200 g/kg CNvrij bevatten, merendeels NaCN. De levensduur van vrij cyanide in de bodem gebracht door het storten van afval is echter beperkt. Bij hoge concentraties worden metaalcyanide complexen gevormd die makkelijk kunnen uitspoelen. Bij lagere concentraties zal vrij cyanide ook afgebroken worden door bodemorganismen (Köster, 2001).

De *complexe* cyaniden zijn bijvoorbeeld $Fe(CN)_6^{3-}$, $Co(CN)_6^{2-}$. Deze complexe cyaniden zijn thermodynamisch niet stabiel en kunnen onder bepaalde omstandigheden dissociëren tot vrij cyanide. De snelheid waarmee dat gebeurd is afhankelijk van de blootstelling aan licht, de pH en de redoxpotentiaal. In het donker kan de vorming van vrij cyanide uit complex cyanide afhankelijk van pH en redoxpotentiaal zeer langzaam gaan met een halfwaardetijd variërend van enkele jaren tot enkele honderden jaren (Meeussen, 1992). In de Nederlandse regelgeving is de pH van de bodem onderscheidend voor de interventiewaarde voor complex CN.

Met *Cyanide-totaal* wordt bedoeld de som van vrij cyanide en complex cyanide.

(Eco)toxiciteit van CN
De Nederlandse wetgeving stelt streef- en interventiewaarden voor zowel complex- als vrij cyanide. Vrij cyanide wordt gezien als de meest toxische vorm van cyanide (Meeussen, 1992). De acute humane toxiciteit van cyanide is hoog (WHO, guidelines for drinking water quality). De humane toxiciteit van Fe- cyanide complexen, dat dominant is in gasfabriekgronden door het oplossen van 'berlijns blauw', is laag. Exemplarisch hiervoor is dat 'berlijns blauw' (meest voorkomende, blauw kleurende, Fe- cyanide neerslag in gasfabriekgronden) zelfs als medicijn (500 mg capsules) wordt voorgeschreven ter behandeling van de inname van radioactief Cesium en Thallium (o.a. website Food and drug Administration, FDA). Echter, met name de werking van licht kunnen Fe-complexen in vrij cyanide omzetten (zie boven). Vermoedelijk om die reden worden er vaak grenzen gesteld aan 'totaal' cyanide (som vrij + complex), zoals in de WHO guidelines for drinking water quality waar de term 'cyanide' niet nader is gespecificeerd, en in de Nederlandse wetgeving waar onderscheidt wordt gemaakt tussen vrij en complex cyanide (bodem en grondwater) of totaal cyanide (BSSA en BSB).

In de Wet op bodembescherming wordt de interventiewaarde (bodem en sediment) gebaseerd op de potentiële risico's van blootstelling aan bodemverontreiniging voor mensen en ecosystemen. In Köster (2001) wordt de Nederlandse regelgeving met betrekking tot de interventiewaarden voor CN-vrij en CN-complex tegen het licht gehouden. Er blijken onvoldoende gegevens beschikbaar om de natuurlijke achtergrond waarden van cyanide in de bodem vast te kunnen stellen, waardoor een vergelijking van CN concentraties van verontreinigde locaties niet kan worden vergeleken met de natuurlijke achtergrond waarden. Het onderscheid in pH van de bodem voor verontreiniging met CN-complex komt voort uit de theoretisch hogere

oplosbaarheid van deze complexen bij toenemende pH. Echter, de oplosbaarheid is niet alleen afhankelijk van de bodem pH, maar ook van verschillende andere factoren zoals de aanwezigheid van Mn, de hydrologie in de bodem en kinetische parameters. Zo stelt Köster (2001) dat er dus geen duidelijke reden is om onderscheid te maken in de interventiewaarden alleen op basis van bodem pH. Bij gebrek aan gegevens over ecotoxiciteit zijn de huidige interventiewaarden volledig gebaseerd op humane blootstelling aan CN (Köster, 2001).

Mobiliteit van CN
Vrij cyanide is de meeste mobiele vorm van cyanide en tevens de meest toxische. Echter, deze vorm van cyanide komt in verontreinigde bodems veel minder voor dan de ijzercyanide complexen. De oorzaak van de cyanide verontreinigde bodems in Nederland ligt veelal in de industriële sector (voormalige gasfabrieken), en de verontreiniging is meestal in de vorm van ijzercyanidecomplexen (maar niet altijd!), welke zeer stabiel zijn in de bodem. Bij lage pH is de mobiliteit beperkt tot colloïdaal transport met percolerend water, over korte afstand. Echter, bij hoge pH is de oplosbaarheid en dus de mobiliteit van ijzercyanidecomplexen hoger.

Voor het berekenen van de indicatieve acceptatiecriteria is uitgegaan van een Kd waarde van 0.1 L/kg (zie Tabel 1) conform de waarde gepubliceerd in de staatscourant voor zowel vrij als complex cyanide (Staatscourant 24.2.2000, nr. 39). Deze is aangenomen voor zowel vrij als *totaal* cyanide. Deze waarde reflecteert een zeer hoge mobiliteit (nauwelijks binding aan de bodemmatrix).

Toetsing voor welke specifieke afvalstromen de uitloging van vrij en totaal Cyanide bepalend is voor de beoordeling van afvalstoffen
Bijlage B bevat de resultaten van de databasescan voor vrij en totaal cyanide. In onderstaande tabel zijn de uiteindelijke resultaten samengevat.

	Cyanide totaal	**Cyanide vrij**
Stof gemeten in:	173 monsters	111 monsters
Stof overschrijd criterium in	23 monsters	13 monsters
Stof is kritisch in:	4 monsters	3 monsters
Afvalstromen waarvoor deze stof kritisch is:	• verontreinigde grond (2 van de 70) • APC afval (2 van de 26)	• pigment waste (1 van de 5) • Hg waste (1 van de 5) • Industrial sludge (1 van de 71)

Het blijkt dat vrij en totaal cyanide voor slechts zeer weinig monsters kritisch zijn voor acceptatie, hoewel in 23 monsters een overschrijding van het acceptatiecriterium plaatsvindt. In de meeste monsters zijn dus andere stoffen dan cyanide kritisch voor acceptatie.

Totaal cyanide overschrijdt het indicatieve acceptatiecriterium in verontreinigde grond (2 van de 70 gronden) en in afval die vrijkomt bij rookgasreiniging (APC waste, 2 van de 26 APC wastes). APC wastes zijn ook zonder de criteria voor CN-totaal voor het grootste deel niet acceptabel (zie Tabel B, linkerkolom: 16 van de 26 APC wastes zijn niet acceptabel als gevaarlijk afval). Daarentegen is een kleine minderheid van de verontreinigde gronden niet acceptabel als gevaarlijk afval (5 van de 70, zie Tabel B, linkerkolom), waarvan dus een relatief groot deel op basis van cyanide-totaal (2 van die 5). Deze laatste zouden bijvoorbeeld gronden van voormalige gasfabrieken kunnen zijn, maar dat kon niet worden achterhaald.

Vrij cyanide overschrijdt het acceptatiecriterium in 13 monsters, maar is slechts kritisch voor acceptatie in 3 monsters; pigment waste (glazuren en verfindustrie, fotografie; 1 van de 5), kwikhoudend afval (1 van de 5) en in 1 van de 71 industriële slibben. In de laatste categorie zijn

op basis van andere stoffen al 31 van de 71 niet acceptabel (Bijlage B, tweede tabel, eerste kolom). Ook pigment waste is in 2 van de 5 gevallen niet acceptabel op andere gronden dan vrij cyanide. Het Hg waste (kwikhoudend afval) is zonder het criterium voor CN-vrij in alle 5 gevallen wel acceptabel, opmerkelijk is dat *kwik* in dit afval niet kritisch is. Indien een criterium voor CN-vrij geldt, is CN-vrij duidelijk een kritisch element.

Wanneer in plaats van de indicatieve Annex-II acceptatiecriteria de *huidige* BSSA criteria zouden gelden voor CN- totaal en CN- vrij, is CN totaal en CN-vrij niet onderscheidend voor een van de afvalstromen uit de gebruikte dataset (zie paragraaf 3.3.9)

Concept-advies voor vrij en totaal cyanide
Er zijn specifieke afvalstromen (uit de metallurgische, verf- en fotografische industrie, ook wel samengevat als MFI afval; kan tot 200 g/kg CN-vrij bevatten) waarbij *CN-vrij* (dat acuut schadelijk kan zijn voor mens en milieu) kritisch voor acceptatie kan zijn. Galvanische slibben kunnen ook een bron van cyanide zijn (H. van der Sloot, pers. comm.) Het verdient aanbeveling om CN-vrij als onderscheidend criterium op te nemen, *of* om er voor te kiezen om dit type afval apart in te zamelen en te behandelen.

Ditzelfde kan ook worden gezegd voor *CN-totaal* (dat *potentieel* schadelijk kan zijn voor mens en milieu). CN aanwezig in verontreinigde gasfabriekgronden en stadsgasfabriek-afval (SGF-afval) zijn meestal aanwezig in de complexe vorm (berlijns blauw). Het is niet te verwachten dat in stortcondities (donker, lage pH die berlijns blauw oplegt aan de omgeving) dit een risico voor de omgeving vormt. De concentraties CN-totaal die in dit afval wordt aangetroffen bedraagt maximaal ca 50 tot 80 g/ kg (Köster, 2001; Meeussen, 1992). Ook APC- afval (rookgasreiniging afval) blijkt CN te bevatten, vermoedelijk voornamelijk in een of andere complexe vorm (welke is niet bekend). Er kan worden gekozen om CN-totaal als onderscheidend criterium op te nemen, *of* om er voor te kiezen om (een of beide) van de genoemde typen afval apart in te zamelen en te behandelen.

3.3.3 Vanadium (V)

(Eco)toxiciteit van V
Vanadium is een overgangselement dat vele valenties kent (V^{+2}, V^{+3}, V^{+4}, V^{+5}). Metallisch vanadium komt in de natuur niet voor, in legeringen (ferrovanadium) wordt vanadium veel toegepast in gehard staal in machines en gereedschappen. Vanadium is een lichtgrijs, corrosie resistent metaal en wordt voornamelijk geproduceerd als bijproduct van andere metalen als ijzer, fosfor of uranium.

Voedsel is, ondanks de lage concentraties in voedsel, de belangrijkste bron voor menselijke inname van vanadium. Vanadium hoopt niet op in het menselijk lichaam en de humane toxiciteit van vanadiumverbindingen is relatief laag (Barceloux, 1999, Schuiling 2003). Er zijn geen aanwijzingen dat V een carcinogeen is (Opresko, 1991). Er zijn geen criteria opgenomen voor V door de WHO (guidelines for DW quality, 3rd edition) en de EU (richtlijn 98/93/EG).

Vanadium kan makkelijk worden opgenomen door gewassen en zich in bepaalde soorten ophopen. In normale gevallen treden geen nadelige effecten op. Alleen bij vanadiumconcentraties in het bodemvocht van 140 ug/L of meer treden er nadelige effecten (o.a. dwerggroei) op (Schuiling, 2003). In de Nederlandse wetgeving is een streefwaarde (gelijk aan de achtergrondwaarde, 1.2 ug/L) en een indicatief niveau voor verontreiniging opgenomen (70 ug/L), dat aangeeft dat hoge concentraties van vanadium in grondwater als ongewenst wordt beschouwd. Ter vergelijking, in zeewater komen concentraties voor van 0.2 tot 2.1 ug/L, in grondwater van 0 tot 1.4 ug/L; schoon oppervlaktewater in de Noord Europese laagvlakte bevat gemiddeld 1 ug/L vanadium (Schuiling et al., 2003).

Mobiliteit van V
Vanadiumhoudende mineralen zijn over het algemeen slecht oplosbaar. De mobiliteit van de vanadium in het milieu is dan ook gering. Dat deel van vanadium dat kan oplossen komt vaak voor in de bodem als het vanadyl ion (VO^{2+}). Transport van vanadyl in de bodem gebeurt als complex met humuszuren. In mindere mate kan vanadium worden gemobiliseerd als metavanadaat en vanadaationen (VO_3^- en VO_4^{3-}). Deze twee vormen zijn relatief giftig voor bodembacteriën, maar komen in geringe mate voor (Schuiling, 1993).

Voor de berekening van de indicatieve acceptatiecriteria is voor vanadium een Kd waarde van 50 L/kg aangenomen. Dit is gebaseerd op het adsorptiegedrag van vanadaat (dat sterk adsorbeert aan ijzer(hydr)oxide, en qua sterkte en gedrag enigszins lijkt op fosfaat en arsenaat (Dzombak en Morel, 1990)). Voor arsenaat is in de Annex-II berekeningen destijds eveneens een Kd waarde van 50 aangenomen. De Kd waarde voor V gepubliceerd in de Staatscourant (nr. 24.2.2000, nar 39, pag. 8) bedraagt 309. Ten opzichte van die waarde is de keuze voor Kd = 50 L/kg conservatief maar in lijn met de keuzes voor Kd voor de andere elementen (zoals arseen).

Toetsing voor welke specifieke afvalstromen de uitloging van Vanadium bepalend is voor de beoordeling van afvalstoffen

De resultaten van de database scan zijn weergegeven in Bijlage C (eerste blad). V is gemeten in 206 monsters en overschrijdt in 59 gevallen het indicatieve acceptatiecriterium. V blijkt in maar liefst 40 gevallen kritisch te zijn voor acceptatie op basis van het indicatieve acceptatiecriterium volgens de Annex-II methodiek. Op zich is dat niet verassend als men het relatief scherpe indicatieve Annex-II criterium (0.5 mg/kg) vergelijkt met die van het BSSA (Tabel 2, 161 mg/kg bij L/S 10) en die van het BSB (96.9 mg/kg, cat. 2 bij 0.7m toepassingshoogte). Desondanks is dit voor de huidige praktijk geen realistisch scenario en zou een dergelijk criterium te vergaande consequenties opleveren voor de acceptatie van afval en (her)gebruik van reststoffen. Zoals eerder is opgemerkt in Hoofdstuk 2 zijn de uiteindelijke Annex-II modelresultaten door onderhandeling van de lidstaten verruimd voor bijna alle elementen; in

geval van 'gevaarlijk afval' was dit gemiddeld een factor 5, voor het vergelijkbare geval van arseen een factor 7.5.

Om meer 'onderscheid' te krijgen tussen sterk en minder sterk vanadium uitlogende materialen is daarom ook een run gedaan met een indicatief criterium dat met een factor 7.5 is verruimd (conform de overeenkomsten in stofgedrag en 'target' waarde voor As, die 10 ug/L bedroeg), d.w.z. 7,5 * 0.5 mg V/kg = 3.8 mg/kg. Dit is nog steeds een stuk strenger dan de BSSA criteria en die van het bouwstoffenbesluit. Een dergelijke verhoging zou tevens vertaald kunnen worden naar een 'verruimde' target waarde voor grondwater. Dit zou een verruiming betekenen van de huidige aangenomen 1.2 ug/L (streefwaarde) naar 9 ug/L, hetgeen nog steeds ruim onder het niveau ligt van het indicatief niveau van ernstige verontreiniging (70 ug/L).

De resultaten met een verruimd acceptatiecriterium leiden tot een duidelijker onderscheid, d.w.z. vanadium is minder vaak een kritisch element en alleen de sterk V uitlogende materialen springen er uit (Bijlage C, tweede blad). Onderstaande tabel vat de resultaten samen.

	vanadium
Stof gemeten in:	206 monsters
Stof overschrijd criterium in	25 monsters
Stof is kritisch in:	7 monsters
Afvalstromen waarvoor deze stof kritisch is:	• Bouwproducten (1 van de 15; betreft hier 1 van de 3 monsters van kalkzandsteen) • E bodemas (2 van de 11) • E vliegas (2 van de 16) • Industrial sludge (1 van de 71); niet nader gespecificeerd • Other (1 van de 55), betreft Cr- containing waste

Met het aangepaste Annex-II acceptatiecriterium blijkt V in 7 monsters kritisch te zijn voor acceptatie. Opmerkelijk is dat V kritisch blijkt te zijn in kalkzandsteen (bouwproduct). V is ook kritisch voor acceptatie in een E- vliegas en bodemas, een industrieel slib en in een chroomhoudend afval (metallurgische industrie).

Wanneer in plaats van het indicatieve Annex-II acceptatiecriterium het ruimere *huidige* BSSA criterium zou gelden voor V, is V niet langer onderscheidend voor een van de afvalstromen uit de gebruikte dataset (zie paragraaf 3.3.9)

Concept-advies
Uit de geraadpleegde literatuur blijkt V uit humaan- en ecotoxicologisch oogpunt een relatief onschuldig element te zijn. De mobiliteit van V is bovendien laag. In enkele (algemeen gebruikte) bouwstoffen (kalkzandsteen) is V kritisch; dit geldt ook voor een Cr houdend afval en een industrieel slib (niet nader gespecificeerd). In het algemeen kan worden gezegd dat V 'weinig kritisch' is voor acceptatie van afvalstromen, dit uiteraard binnen de grenzen van de gebruikte dataset.
Het is bekend dat V in (gehard) staal voorkomt. Als alternatief voor het opnemen van een norm voor V in het BSSA zou men metaalhoudend afval of slibben uit de metallurgische industrie (zoals het Cr- houdend afval) apart kunnen behandelen.

3.3.4 Tin (Sn)

(Eco)toxiciteit van Sn
Tin is een grijs tot wit metaal met een relatief laag smeltpunt en is goed oplosbaar in zowel een zuur als basisch milieu. Tin komt in de natuur voor als oxide en als sulfide, waarvan de oxidische vorm, het mineraal cassiteriet (SnO_2), de meest voorkomende is. Tin komt voor in natuurlijke gesteenten en ook in de bodemmaterialen die daaruit gevormd zijn. De natuurlijke achtergrondconcentraties van Sn in de bodem zijn vrij laag (1- 5 ppm). In veen zijn waarden van 50-300 ppm aangetroffen (Schuiling, 2003). In zeer hoge concentraties is tin toxisch voor hogere planten en schimmels. Voor de mens is elementair tin niet toxisch, evenals de anorganische tincomplexen die weinig of niet toxisch zijn. Anorganisch tin accumuleert niet in het menselijk lichaam. De belangrijkste blootstellingroutes voor tin is via voedsel in blikverpakking (WHO). Een commissie van experts van de FAO en WHO hebben in 1989 de PWTI (*provisional tolerable weekly intake*) voor (anorganisch) tin op 14 mg/kg per kilo lichaamsgewicht vastgesteld (WHO, 2001). Concentraties in drinkwater zijn over het algemeen erg laag, waarden hoger dan 1-2 µg/L zijn uitzonderlijk. Er is sinds 1993 geen WHO richtlijn voor anorganisch tin in drinkwater opgenomen vanwege de lage humane toxiciteit. Er zijn streefwaarden en indicatieve niveaus voor verontreiniging voor bodem, sediment en grondwater opgesteld voor tin in de Nederlandse wetgeving.

Overigens zijn de *organo*tinverbindingen (bijv. tributyltin (TBT) welke worden toegepast o.a. als anti-fouling voor scheepsrompen en als biociden) in lage concentraties wel toxisch voor de mens en het milieu en bovendien persistent. TBT kan tot de organische verbindingen worden gerekend, voor TBT zijn geen normen voor uitloging opgesteld.

Mobiliteit van Sn
Anorganisch tin is chemisch gezien zeer weinig mobiel. Transport in bodem en water vindt voornamelijk plaats door adsorptie aan colloïden. De lage concentraties van tin die worden aangetroffen in het oppervlaktewater geven ook blijk van de lage mobiliteit van Sn in het milieu (Schuiling, 2003).
Voor Sn is een relatief hoge Kd aangenomen van 100 L/kg, even hoog als destijds is aangenomen voor een in de bodem zeer weinig mobiel element als Cr. Sn en Cr hebben in de circulaire streef- en interventiewaarden de hoogste Kd waarden van de metalen, respectievelijk 1906 en 14400 L/kg (deze waarden zijn verzameld door RIVM uit een compilatie van gepubliceerde constanten).

Toetsing voor welke specifieke afvalstromen de uitloging van tin bepalend is voor de beoordeling van afvalstoffen

De resultaten van de database scan zijn weergegeven in bijlage D en zijn in onderstaande tabel samengevat.

	Tin
Stof gemeten in:	167 monsters
Stof overschrijd criterium in	16 monsters
Stof is kritisch in:	3 monsters
Afvalstromen waarvoor deze stof kritisch is:	• E bodemas (1 van de 11) • Sand blasting waste (straalgrit, 1 van de 13) • Other (1 van de 55), betreft een slib uit de metallurgische industrie (CaO- type).

Sn kan kritisch zijn voor acceptatie voor straalgrit (in 1 van de 13 monsters onderscheidend voor acceptatie), E- bodemas en in slibben uit de metaalverwerkende industrie. Ook bleek tin eenmaal kritisch te zijn in een bodemas van een elektriciteitscentrale. Ook hier geldt dat de gehanteerde acceptatiecriterium (3.5 mg/kg) zeer laag is in vergelijking met de huidige normen in het BSSA (29 mg/kg bij L/S 10). De norm valt echter iets hoger uit dan in het huidige bouwstoffenbesluit (cat 2: 2.4 mg/kg bij toepassingshoogte 0.7 m).

Wanneer in plaats van het indicatieve Annex-II acceptatiecriterium het veel ruimere *huidige* BSSA criterium zou gelden voor Sn (29 mg/kg), is Sn nog steeds kritisch voor twee afvalstromen uit de gebruikte dataset, nl. sand blasting waste (straalgrit) en een metaalhoudend slib (CaO-type) (categorie "other"), zie paragraaf 3.3.9.

Concept- advies
Uit de geraadpleegde literatuur blijkt dat anorganisch tin weinig toxisch is voor mens en milieu. In de gebruikte dataset blijkt tin bovendien een weinig kritisch element te zijn. Men zou ook hier kunnen kiezen voor het opnemen van Sn als onderscheidend criterium of voor het apart behandelen van straalgrit en slibben en afval uit de metaalverwerkende industrie.

3.3.5 Broom (Br)

(Eco)toxiciteit van Br
Broom behoort tot de halogenen. Elementair broom is een sterk rokende donkerrode vloeistof die zeer sterk ruikt (1 volume ppm is al waarneembaar). In de natuur zijn zeewater, zeewier en plankton en zoutafzettingen de belangrijkste bronnen van broom. In vaste gesteenten komt broom nauwelijks voor. De Br gehalten in de bodem kunnen variëren tussen de 0.6-500 ppm. Zeewater bevat gemiddeld 65 mg/L Br; zoute kwel en neerslag in de buurt van de zee kunnen daarom een belangrijke (natuurlijke) bron zijn van Br in de bodem. Antropogene bronnen van Br zijn toepassingen als o.a. vlamvertragers, pesticiden, kunstmest, houtconserveringsmiddelen, additief in rubber, methylbromide bij bodembehandeling, desinfectanten en fotografische chemicaliën (Schuiling, 2003).
De voornaamste anorganische verbindingen van broom zijn bromide (Br^-) en bromaat (BrO_3^-). Deze zouten zijn goed oplosbaar en komen daarom vooral in de waterige fase voor, maar kunnen ook in de dampfase voorkomen. Beide vormen zijn dus zeer mobiel. Omdat bromaat een sterke oxidant is, vindt in de bodem een reactie met organische stof plaats waarbij bromide wordt gevormd (Schuiling, 2003). Men kan dus stellen dat in de bodem de dominante verschijningsvorm bromide is.

Van bromaat is niet onomstotelijk vastgesteld dat het kankerverwekkend is voor mensen, maar de IARC (*International Agency for Research on Cancer*) heeft kaliumbromaat ondergebracht onder Groep 2B; stoffen die mogelijk kankerverwekkend zijn. Daarom is er in 1993 besloten om voorlopige drinkwaternorm op te stellen voor bromaat van 0.025 mg/L. Hierbij dient te worden opgemerkt dat bij de drinkwaterbereiding bromide door ozonatie wordt omgezet in bromaat (WHO, 2004 II). De norm is voorlopig omdat de berekende maximaal toegestane concentratie lager is dan de analysetechnieken routinematig kunnen meten. Voor bromide, voor deze studie de meest relevante vorm, zijn geen drinkwatercriteria vastgesteld door de EU of de WHO. De Nederlandse wetgeving kent streefwaarden voor *bromide* voor bodem/sediment en grondwater, maar geen interventiewaarden (evenals voor chloride en fluoride). Vermoedelijk ligt de lage humane en (eco)toxiciteit van bromide daaraan ten grondslag.

Mobiliteit van Br
Br^- gedraagt zicht vergelijkbaar met Cl^- en is dus zeer mobiel in het milieu. Broom wordt ook makkelijk opgenomen door planten. Voor broom is, evenals voor chloride in de Annex-II berekeningen, een Kd waarde van 0 aangehouden.

Toetsing voor welke specifieke afvalstromen de uitloging van broom bepalend is voor de beoordeling van afvalstoffen

De resultaten van de database scan zijn weergegeven in bijlage E en zijn in onderstaande tabel samengevat.

	Broom
Stof gemeten in:	24 monsters
Stof overschrijd criterium in	12 monsters
Stof is kritisch in:	5 monsters
Afvalstromen waarvoor deze stof kritisch is:	• CN- afval • Metaalhoudend afval (1 van de 9) • Industrial sludge (niet nader gespecificeerd) • 'Other', niet nader gespecificeerd

Wanneer in plaats van het indicatieve Annex-II acceptatiecriterium het ruimere *huidige* BSSA criterium zou gelden voor Br, is Br niet langer onderscheidend voor een van de afvalstromen uit de gebruikte dataset (zie paragraaf 3.3.9)

Concept- advies
Uit de geraadpleegde literatuur blijkt dat broom (dat in bodem en grondwater als bromide aanwezig is) relatief weinig toxisch is voor mens en milieu. Hoewel Br kritisch blijkt te zijn in een aantal afvalstromen zoals CN- afval (afhankelijk van het gekozen acceptatiecriterium), is bromide maar in een beperkt aantal monsters gemeten (24). Tevens kon voor een aantal categorieën afval de precieze aard van de afvalstroom niet worden achterhaald.

Bekende afvalstromen die in beeld komen m.b.t. de uitloging van broom zijn, zoals eerder genoemd, broomhoudende vlamvertragers, pesticiden, kunstmest, houtconserveringsmiddelen, additief in rubber, methylbromide bij bodembehandeling, desinfectanten en fotografische chemicaliën (Schuiling, 2003).

Samenvattend kan worden gesteld dat er meer meetgegevens nodig zijn om een goed beeld te krijgen van de uitloging van broom uit verschillende afvalstromen.

3.3.6 Wolfraam (W)

Achtergrond van wolfraam (uit: Factsheet Tungsten, University of Nevada)
Puur wolfraam is een relatief zwaar en zilvergrijs metaal. Wolfraam heeft het hoogste smeltpunt van alle metalen (3430 ^{o}C) hetgeen de belangrijkste toepassing verklaart als gloeidraad (gloeilampen). Daarnaast wordt wolfraam toegepast samen met nikkel en kobalt om harde staallegeringen te maken (toepassing: ballpoints, snij- apparatuur). Wolfraamcarbide (WC) is een harde, tamelijk inerte, verbinding die wordt gebruikt in maal- graaf- en boorapparatuur. In poedervorm wordt het gebruikt als polijstmiddel.

(Eco)toxiciteit van wolfraam
De Factsheet Tungsten (University of Nevada) gaat vrij diep in op de humane en ecotoxiciteit van wolfraam. De studies die zijn verricht naar de humane toxiciteit van wolfraam geven met redelijke zekerheid aan dat de acute toxiciteit van wolfraam voor mensen erg laag is. Dat wil zeggen, relatief non-toxisch bij dagelijkse orale inname van grote hoeveelheden. Er zijn zeer weinig studies verricht naar de lange termijn effecten van bloostelling aan wolfraam (opgelost in het milieu of via een andere blootstellingroute). Er is geen overeenstemming dat wolfraam een carcinogeen is, hoewel die link wel is gelegd in een studie naar de blootstelling van mensen aan wolfraam en kobalt- houdend stof in een werkomgeving.

W kan in de bodem als anion voorkomen (wolframaat, WO_4^{-2}). De binding van WO_4^{-2} aan ijzer(hydr)oxiden is qua gedrag en sterkte te vergelijken met die van molybdaat (MoO_4^{-2}), hetgeen redelijk mobiel is in bodem en grondwater. Voor het berekenen van indicatieve acceptatiecriteria is gekozen voor een Kd van 10 L/kg, gelijk aan de Kd aangenomen voor Mo in de berekeningen van de Annex-II acceptatiecriteria (TAC, in voorbereiding).

De notitie van dr. van Vliet (Grontmij) bevat eveneens een verkennend www literatuuronderzoek naar de toxiciteit van wolfraam. De conclusie van deze studie is dat wolfraam voor mensen weinig toxisch is. Op basis van een vijftal studies concludeert van Vliet dat er geen enkel milieuhygiënisch risico aan wolfraam is verbonden.

Voor wolfraam zijn er, behalve in het BSSA, geen normen gesteld voor bouwstoffen, land- of waterbodems, grond- en oppervlaktewater (van Vliet). Ook de EU en WHO drinkwater guidelines geven geen criterium voor wolfraam.

Concept advies wolfraam uitlogende afvalstoffen

Zoals eerder vermeld is W in de lijst van het BSSA terechtgekomen vanwege de wens van de halfgeleiderindustrie om W- houdend afval te mogen storten. Gebleken is dat de gebruikte dataset slechts 2 monsters bevat waarin de uitloging van wolfraam is gemeten (twee AVI-bodemassen). Om een zinvolle conclusie te trekken zijn er daarom meer meetgegevens nodig.

Hoewel er klaarblijkelijk weinig studies zijn verricht naar de (eco)toxiciteit van wolfraam, lijkt het er op dat er geen sprake is van een humaan- of ecotoxicologisch risico van wolfraam dat uitloogt naar bodem- en grondwater. Daarnaast komt wolfraam niet voor in andere beleidsvelden. Op basis daarvan kan een acceptatiecriterium van wolfraam worden geschrapt.

Echter, wolfraam wordt veelal toegepast samen met nikkel en kobalt (zie boven). Daarom moet men wel bedacht zijn dat afval aangemerkt als "wolfraamhoudend" (dat is niet alleen de halfgeleiderindustrie) wel degelijk kritisch kan zijn voor acceptatie op basis van de uitloging van nikkel en/of kobalt (en mogelijk andere stoffen).

3.3.7 Database scan voor de Annex-II criteria + combinatie Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-totaal (met indicatieve Annex-II criteria)

Het is mogelijk dat het al dan niet kritisch zijn van een van de elementen Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-totaal, ook afhangt van een van de andere elementen die ter discussie staan. Deze mogelijke 'overlap' is onderzocht door Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-totaal als 'groep' te toetsen met de indicatieve acceptatiecriteria. Hierbij is geen rekening gehouden met W (zie vorige paragraaf). Voor V is het 'verruimde' acceptatiecriterium gehanteerd. De resultaten van deze scan zijn weergegeven in Bijlage F.

Het blijkt dat de situatie met en zonder de groep van elementen Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-totaal leidt tot 22 monsters waarin één van de voornoemde elementen kritisch is (Bijlage F). De individuele database scans (voorgaande paragrafen) blijken te leiden tot een totaal van eveneens 22 monsters waarin een van de elementen kritisch is. Er is dus geen overlap tussen Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-totaal. Dit betekent dat het steeds verschillende monsters zijn waarin een of meer van de genoemde elementen kritisch is.

3.3.8 Database scan voor de Annex-II criteria + huidige BSSA criteria (U1) norm voor Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-totaal

Vervolgens is onderzocht wat het effect is op het al dan niet accepteren van afvalstromen wanneer de *Annex-II criteria* worden uitgebreid met de *U1- normen uit het BSSA* voor Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-totaal (dit in plaats van de indicatieve Annex-II criteria). De resultaten van de database scan zijn weergegeven in bijlage H. Het blijkt dat de set van elementen slechts kritisch is in twee monsters. Dit lage aantal in vergelijking met de resultaten in paragraaf 3.3.7 (indicatieve criteria Annex-II) is niet verwonderlijk, aangezien uit tabel 2 is gebleken dat de BSSA normen een stuk ruimer zijn dan de indicatieve criteria volgens de Annex-II methodiek. In beide gevallen betreft het hier Sn, dat kritisch is in sand blasting waste (straalgrit) en een metaalhoudend slib (CaO-type) (categorie "other"). De overige elementen zijn, althans in deze dataset, niet kritisch gebleken voor acceptatie.

3.3.9 Database scan voor de combinatie Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-totaal met de huidige U1 normen van het BSSA

Tenslotte is onderzocht wat het effect op het al dan niet accepteren van afvalstromen is wanneer de acceptatiecriteria van Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-totaal zouden worden geschrapt uit het huidige BSSA. De resultaten zijn weergegeven in bijlage G. Ter vergelijking zijn ook de resultaten opgenomen van de Annex-II criteria (zonder Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-totaal).

Het blijkt uit bijlage G dat, verassend genoeg, dat de verzameling Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-totaal slechts in twee monsters kritisch blijkt te zijn voor acceptatie. Dit betreffen Br in metaalhoudend afval en Sn in een slib van de metallurgische industrie. Dit dus in tegenstelling tot wanneer de Annex-II criteria zouden worden uitgebreid met indicatieve criteria voor Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-totaal, waarbij deze elementen in 22 monsters kritisch blijken te zijn. Eveneens opmerkelijk is het relatief kleine verschil tussen het aantal monsters dat geaccepteerd wordt wanneer de criteria uit de Annex-II stortrichtlijn gelden (dus zonder Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-totaal) en de huidige U1 norm van het BSSA (dus zowel met als zonder Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-totaal). Dit is opmerkelijk gezien het feit dat beide sets van acceptatiecriteria op veel punten significant van elkaar verschillen (zie Tabel 2). Er zijn echter wel (relatief beperkte) verschillen op het niveau van de afvalstoffen.

4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

- De huidige acceptatiecriteria voor Co, Sn, V, Br, W, CN-vrij en CN-totaal zijn niet gebaseerd op een *ecotoxicologische* risicobeoordeling, maar op het concept van 'marginale bodem- en grondwaterbelasting'. Dit concept is gebaseerd op referentiewaarden voor bodem- en grondwater (bovengrens voor achtergrondgehalten) afgeleid voor natuur- en landbouwgronden. Niet in alle gevallen is duidelijk geworden waarom juist voor *deze* stoffen criteria zijn opgesteld.

- Door middel van een korte literatuurverkenning is een beeld geschetst van de (eco)toxiciteit en mobiliteit van Co, Sn, V, Br, W, CN-vrij en CN-totaal. Van de genoemde stoffen zijn CN-totaal en CN-vrij respectievelijk potentieel en acuut toxisch voor mens. Voor Co, Sn, W, V en Br (in de vorm van bromide, de dominante vorm in bodem- en grondwater) geldt dat deze weinig toxisch zijn voor mens en milieu. Daarnaast zijn Co, V en Sn weinig mobiel in bodem- en grondwater; CN (vrij en totaal), W en met name Br kunnen als (potentieel) mobiel worden aangemerkt. Voor een volledige risicobeoordeling van deze elementen zijn echter meer gegevens nodig.

- De chemische vorm (speciatie) van een stof is van groot belang voor (eco)toxiciteit en mobiliteit. Het is enigszins verwarrend dat in de verschillende beleidsvelden verschillende verschijningsvormen van een stof worden gehanteerd. Een voorbeeld is broom: in de WHO en EU drinkwatercriteria worden criteria gesteld aan het toxische bromaat (BrO3-), in de bodem- en grondwaterregelgeving en het bouwstoffenbesluit het relatief onschadelijke bromide (Br-) en in het BSSA broom (niet nader gespecificeerd). Ook wordt in het ene geval gesproken over cyanide-totaal (BSSA, bouwstoffenbesluit) terwijl in de bodem- en grondwaterregelgeving over cyanide-complex wordt gesproken, hetgeen niet hetzelfde is (cyanide-totaal = cyanide-vrij + cyanide-complex). Elk van deze species heeft zijn eigen (eco)toxiciteit en mobiliteit.

- De stoffen Co, Sn, V, Br, W, CN-vrij en CN-totaal komen voor in de bodem- en grondwaterregelgeving en/of het bouwstoffenbesluit. CN-vrij een CN-*complex* (niet *totaal* zoals in het BSSA) zijn recentelijk geschrapt uit het BSB (behalve voor schone grond). De imissienorm voor Br in het BSB is recentelijk verruimd. W komt in geen van de andere beleidsvelden voor.

- Er is nagegaan in hoeverre Co, Sn, V, Br, W, CN-vrij en CN-totaal kunnen worden gemeten indien indicatieve Annex-II acceptatiecriteria gelden voor Co, Sn, V, Br, W, CN-vrij en CN-totaal. Co, V, Sn en W zijn analytisch eenvoudig meetbaar tot voldoende lage concentraties. Br en CN worden met andere, kostbaarder technieken gemeten. Voor Br kan analyse van concentraties die kunnen voorkomen in het percolaat problematisch zijn gevolg van de relatief hoge detectielimieten. CN-vrij en CN-totaal zijn recentelijk geschrapt als criterium uit het bouwstoffenbesluit (BSB) voor bouwstoffen niet zijnde schone grond vanwege veel voorkomende analytische problemen.

- Binnen de beperkingen van de gebruikte dataset zijn de stoffen Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-totaal in weinig (22 van de 786 monsters) gevallen kritisch gebleken voor acceptatie indien voor deze stoffen 'indicatieve' criteria volgens de Annex-II methodiek zouden gelden naast de Annex-II criteria voor de andere stoffen. Wanneer de huidige BSSA criteria voor Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-totaal zouden worden gehandhaafd naast de Annex-II criteria voor de overige stoffen, blijkt alleen Sn kritisch te zijn in 2 monsters. Bij de huidige regelingen in het BSSA zijn Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-

totaal eveneens in zeer weinig gevallen (2 van de 786) kritisch gebleken voor acceptatie.

Aanbevelingen

- Omdat de elementen die nu ter discussie staan in weinig gevallen kritisch blijken, kan ervan worden afgezien deze elementen op te nemen in de regelgeving. Hiermee wordt het onnodig meten van niet kritische parameters vermeden, wat leidt tot een kostenreductie. Er zijn een paar afvalstoffen waar deze elementen wel kritisch zijn. Het is mogelijk om voor deze afvalstoffen een apart regime van toepassing te verklaren. Opgemerkt wordt dat het wel/niet verplicht voorschrijven van het meten van elementen die niet in de Annex zijn opgenomen of vaststellen van een apart regime een beleidsmatige keuze is.

- Een alternatieve aanpak bestaat uit het opnemen van *alle* potentieel kritische parameters, maar via een classificatie middels een database (zie punt hierna) vast te stellen dat voor bepaalde stromen slechts een *beperkte set* parameters relevant is. Indien gewenst kan dan het meten van parameters tot die set beperkt worden (onder referentie naar de beschikbare informatie). Uiteraard staat het de handhaver dan altijd vrij ook de bredere set parameters te controleren.

- De conclusies van dit onderzoek zijn gebaseerd op een breed bestand van uitlooggegevens. Verwacht wordt dat er in de toekomst meer behoefte is aan dergelijke gegevensbestanden. Voorgesteld wordt om de kwaliteit van het databestand te verbeteren door verzamelde data (inclusief oudere data die nu weinig toegankelijk zijn) beschikbaar te maken middels een database/expert- systeem. Een dergelijk systeem bestaat reeds bij ECN (in samenwerking met Vanderbilt University (Nashville, U.S.A.) en DHI Water & Environment, Denemarken). Voor meer informatie zie http://www.leaching.net/. Het is de bedoeling dat delen hiervan in de nabije toekomst *public domain* worden en dat bedrijven en instellingen (via internet en op vrijwillige basis) uitgebreidere meetgegevens (geanonimiseerd) aan de database beschikbaar kunnen stellen. Via een jaarlijkse abonnementsprijs kan toegang tot de bredere dataset (> 100 materialen) verkregen worden. Hierdoor ontstaat voor een breed spectrum aan materialen een beter beeld van welke elementen kritisch zijn voor een bepaald materiaal en/of toepassing. Daarnaast ontstaat er meer zicht op waar momenteel gaten zitten in de kennis (bijvoorbeeld nooit of zelden gemeten parameters). Bedrijven kunnen baat hebben bij dit systeem, doordat testgegevens kunnen worden afgezet tegen een bandbreedte van andere metingen en tevens tegen de relevante regelgeving. Hierdoor wordt het bijvoorbeeld mogelijk om het aantal metingen te beperken. Voor regelgevers is een dergelijk systeem zinvol om beleid goed te kunnen onderbouwen. Momenteel wordt getracht om het database/expert systeem via een aanvraag voor financiering bij de EU naar Europees niveau te brengen.

REFERENTIES

Aalbers, Th., et al., 1992. Uitloging van zware metalen en anionen uit afvalstoffen in relatie tot bodem- en grondwater bescherming; grenswaarden C2-, C3, en C4-afvalstoffen. RIVM rapport: 771401002.

Aalbers, Th., et al., 1998. Bouwstoffen nader bekeken. Milieuhygienische kwaliteit en toepasbaarheid van bouwstoffen in relatie tot het bouwstoffenbesluit. Eburon, Delft, 1998. ISBN 90 5166 620 9.

ATSDR ToxFAQs - Cobalt; Environmental Health Center, A Division of the National Safety Council, Washington DC Cobalt Chemical Backgrounder.
URL: http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts33.html

Barceloux, D.G., 1999. Vanadium. J Toxicol Clin Toxicol. 1999;37(2):265-78.

Dijkstra, J. J.; Meeussen, J. C. L.; Comans, R. N. J. Leaching of heavy metals from contaminated soils: an experimental and modeling study. Environmental Science and Technology 2004, 38, 4390-4395.

Dzombak, D.A., Morel, F.M.M. Surface complexation modeling: hydrous ferric oxide. John Wiley &Sons, NY, 1990.

Factsheet Wolfraam, http://www.unce.unr.edu/publications/SP03/SP0317.pdf; "tungsten", Art Fisher et al., University of Nevada, 2000.

Grenswaardennotitie, storten gevaarlijk afval, herziene versie April 1998, VROM.

Koops, R., et al., Evaluatie van door het RIVM gehanteerde partitiecoefficienten voor metalen. RIVM, rapportnr. 711401005, 1998.

Lexmond, Th. M., Th. Edelman en W. van Driel, 1986. Voorlopige referentiewaarden en huidige achtergrondgehalten voor een aantal zware metalen en arseen in de bovengrond van natuurterreinen en landbouwgronden. Vakgroep bodemkunde en plantenvoeding, LUW Wageningen.

Meeussen, J.C.L. Chemical Speciation and Behaviour of Cyanide in Contaminated Soils. proefschrift Universiteit Wageningen, 1992.

Meima, J. A.; Comans, R. N. J. Geochemical modelling of weathering reactions in MSWI bottom ash. Environmental Science and Technology 1997, 31, 1269-1276.

Meima, J. A.; Comans, R. N. J. Application of surface complexation/precipitation modelling to contaminant leaching from weathered municipal solid waste incinerator bottom ash. Environmental Science and Technology 1998, 32, 688-693.

Milne, C.J. et al., Environmental Science and Technology 2003; 37: 688-693.

Opresko, D M., 1991. Toxicity summary for V and V compounds, oak Ridge National Laboratories, TN, USA.

Richtlijn 98/83/EG van de Raad van 3 november 1998 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water Publicatieblad Nr. L 330 van 05/12/1998 blz. 0032 - 0054.

Schuiling, R.D., van Enk, R J., Bergsma, H L T. 2003. Natuurlijk voorkomen, mobiliteit en industrieel gebruik van "exoten" voorkomend in de nederlandse bodem (Br, I, Ba, Sb, V, Sn, Co, Mo, Se). http://www.geochem.nl/

Staatsblad 1995, 567. Bouwstoffenbesluit Bodem- en oppervlaktewaterbescherming.

TAC (Technical Adaptation Committee), Limit values for landfilling (*verantwoording Annex-II berekeningen*). In voorbereiding.

Vliet, H.P.M. (Grontmij, de Bilt). "De uitloging van wolfraam als criterium voor het onderscheid tussen gevaarlijke afvalstoffen van de categorie C2 en C3", juni 2004.

VNO/NCW, werkgroep bouwstoffenbesluit. Voorstellen rationalisatie bouwstoffenbesluit, 2001.

VROM, Bijlage A Circulaire streefwaarden en interventiewaarden bodemsanering. (via: http://www.vrom.nl/)

VROM, Grenswaardennotitie storten gevaarlijk afval, april 1998.

WHO, 2004 (I). Guidelines for drinking-water quality, third edition. Chemical factsheets URL: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3/en/

WHO, 2004 (II). Bromate in drinking-water. Background document for the development of WHO guidelines for drinking-water quality. WHO/SDE/WSH/03.04/78.

WHO, 2001. Fifty-fifth report of the joint FAO/WHO expert committee on food additives, Geneva 6 - 15 june. WHO EB109/33.

http://risk.lsd.ornl.gov/cgi-bin/eco/ECO_select

Website Food and Drug administration, (FDA), Prussian Blue FAQ, http://www.fda.gov/cder/drug/infopage/prussian_blue/Q&A.htm - 1

Faust, R. Chemical Hazard Evaluation and Communication Group, Biomedical and Environmental Information Analysis Section, Health and Safety Research Division, *, Oak Ridge, Tennessee February 1994

BIJLAGE A DATABASE SCAN KOBALT (CO)

Annex-II Acceptatiecriteria voor gevaarlijk afval + *indicatieve* Annex-II acceptatiecriteria voor Co.

	Zonder Co		**met Co**	
Type afvalstof:	**NA**	**A**	**NA**	**A**
Aggregate	0	47	0	47
Gypsum waste	2	1	2	1
Blast furnace slag	0	9	0	9
Breaker sand	0	9	0	9
CN waste	3	3	3	3
C&D	0	23	0	23
Desulfurization waste	0	7	0	7
Destillation residue	9	3	9	3
Construction materials	0	16	0	16
HW bottom ash	0	3	0	3
Drinking water purification sludge	0	6	0	6
E bottom ash	0	11	0	11
E fly ash	0	16	0	16
Stabilized waste	6	17	6	17
Foundry sand	1	4	1	4
Metalurgical slag	1	0	1	0
Metal rich waste	8	1	8	1
APC waste	16	10	16	10
LD-slag	0	35	0	35
Wood ash	0	9	0	9
Filter dust	15	6	15	6
Mine stone	0	8	0	8
Pigment waste	2	3	2	3
MSWI bottom ash	7	83	7	83
MSWI fly ash	22	5	22	5
Other	17	38	17	38
P slag	0	17	0	17
Polluted soil	5	65	5	65
Hg waste	0	5	0	5
Oil sludge	3	6	3	6
Sand blasting waste	2	11	2	11
Shredder waste	5	2	5	2
Sieve sand	0	30	0	30
Sewage sludge	2	18	2	18
Soil	0	30	0	30
Industrial sludge	31	40	31	40
Steel slag	0	6	0	6
Treated soil	0	26	0	26
Totaal	**157**	**629**	**157**	**629**

NA = Kan niet worden geaccepteerd als gevaarlijk afval
A = Kan worden geaccepteerd als gevaarlijk afval

BIJLAGE B DATABASE SCAN CYANIDE (TOTAAL EN VRIJ)

Annex-II Acceptatiecriteria voor gevaarlijk afval + *indicatieve* Annex-II acceptatiecriteria voor CN-totaal (onderstaande tabel) en CN- vrij (volgende pagina).

	Zonder CN-tot		**Met CN-tot**	
Type afvalstof:	**NA**	**A**	**NA**	**A**
Aggregate	0	47	0	47
Gypsum waste	2	1	2	1
Blast furnace slag	0	9	0	9
Breaker sand	0	9	0	9
CN waste	3	3	3	3
C&D	0	23	0	23
Desulfurization waste	0	7	0	7
Destillation residue	9	3	9	3
Construction materials	0	16	0	16
HW bottom ash	0	3	0	3
Drinking water purification sludge	0	6	0	6
E bottom ash	0	11	0	11
E fly ash	0	16	0	16
Stabilized waste	6	17	6	17
Foundry sand	1	4	1	4
Metalurgical slag	1	0	1	0
Metal rich waste	8	1	8	1
APC waste	16	10	18	8
LD-slag	0	35	0	35
Wood ash	0	9	0	9
Filter dust	15	6	15	6
Mine stone	0	8	0	8
Pigment waste	2	3	2	3
MSWI bottom ash	7	83	7	83
MSWI fly ash	22	5	22	5
Other	17	38	17	38
P slag	0	17	0	17
Polluted soil	5	65	7	63
Hg waste	0	5	0	5
Oil sludge	3	6	3	6
Sand blasting waste	2	11	2	11
Shredder waste	5	2	5	2
Sieve sand	0	30	0	30
Sewage sludge	2	18	2	18
Soil	0	30	0	30
Industrial sludge	31	40	31	40
Steel slag	0	6	0	6
Treated soil	0	26	0	26
Totaal	**157**	**629**	**161**	**625**

NA = Kan niet worden geaccepteerd als gevaarlijk afval
A = Kan worden geaccepteerd als gevaarlijk afval

Afvalstromen waarvoor dit element een of meer keer kritisch is zijn rood weergegeven.

De tabel die geldt voor vrij cyanide:

	Zonder CN-vrij		Plus CN-vrij	
Type afvalstof:	**NA**	**A**	**NA**	**A**
Aggregate	0	47	0	47
Gypsum waste	2	1	2	1
Blast furnace slag	0	9	0	9
Breaker sand	0	9	0	9
CN waste	3	3	3	3
C&D	0	23	0	23
Desulfurization waste	0	7	0	7
Destillation residue	9	3	9	3
Construction materials	0	16	0	16
HW bottom ash	0	3	0	3
Drinking water purification sludge	0	6	0	6
E bottom ash	0	11	0	11
E fly ash	0	16	0	16
Stabilized waste	6	17	6	17
Foundry sand	1	4	1	4
Metalurgical slag	1	0	1	0
Metal rich waste	8	1	8	1
APC waste	16	10	16	10
LD-slag	0	35	0	35
Wood ash	0	9	0	9
Filter dust	15	6	15	6
Mine stone	0	8	0	8
Pigment waste	2	3	3	2
MSWI bottom ash	7	83	7	83
MSWI fly ash	22	5	22	5
Other	17	38	17	38
P slag	0	17	0	17
Polluted soil	5	65	5	65
Hg waste	0	5	1	4
Oil sludge	3	6	3	6
Sand blasting waste	2	11	2	11
Shredder waste	5	2	5	2
Sieve sand	0	30	0	30
Sewage sludge	2	18	2	18
Soil	0	30	0	30
Industrial sludge	31	40	32	39
Steel slag	0	6	0	6
Treated soil	0	26	0	26
Totaal	**157**	**629**	**160**	**626**

NA = Kan niet worden geaccepteerd als gevaarlijk afval
A = Kan worden geaccepteerd als gevaarlijk afval

Afvalstromen waarvoor dit element een of meer keer kritisch is zijn rood weergegeven.

BIJLAGE C DATABASE SCAN VOOR VANADIUM (V)

Annex-II Acceptatiecriteria voor gevaarlijk afval + *indicatieve* Annex-II acceptatiecriteria voor V.

Tabel berekend met acceptatiecriterium van 0.5 mg V /kg (zie ook volgende pagina)

	Zonder V		Met V		Verschillen:
Type afvalstof:	**NA**	**A**	**NA**	**A**	
Aggregate	0	47	4	43	4
Gypsum waste	2	1	2	1	
Blast furnace slag	0	9	3	6	3
Breaker sand	0	9	2	7	2
CN waste	3	3	4	2	1
C&D	0	23	0	23	
Desulfurization waste	0	7	1	6	1
Destillation residue	9	3	9	3	
Construction materials	0	16	4	12	4
HW bottom ash	0	3	0	3	
Drinking water purification sludge	0	6	0	6	
E bottom ash	0	11	4	7	4
E fly ash	0	16	5	11	5
Stabilized waste	6	17	7	16	1
Foundry sand	1	4	1	4	
Metalurgical slag	1	0	1	0	
Metal rich waste	8	1	8	1	
APC waste	16	10	16	10	
LD-slag	0	35	2	33	2
Wood ash	0	9	0	9	
Filter dust	15	6	16	5	1
Mine stone	0	8	0	8	
Pigment waste	2	3	2	3	
MSWI bottom ash	7	83	8	82	1
MSWI fly ash	22	5	22	5	
Other	17	38	18	37	1
P slag	0	17	1	16	1
Polluted soil	5	65	6	64	1
Hg waste	0	5	2	3	2
Oil sludge	3	6	3	6	
Sand blasting waste	2	11	3	10	1
Shredder waste	5	2	5	2	
Sieve sand	0	30	3	27	3
Sewage sludge	2	18	2	18	
Soil	0	30	1	29	1
Industrial sludge	31	40	32	39	1
Steel slag	0	6	0	6	
Treated soil	0	26	0	26	
Totaal	**157**	**629**	**197**	**589**	**40**

NA = Kan niet worden geaccepteerd als gevaarlijk afval
A = Kan worden geaccepteerd als gevaarlijk afval

Afvalstromen waarvoor dit element een of meer keer kritisch is zijn rood weergegeven.

Tabel berekend met acceptatiecriterium van 3.8 mg V /kg

	Zonder V		met V		Verschillen:
Type afvalstof:	**NA**	**A**	**NA**	**A**	
Aggregate	0	47	0	47	
Gypsum waste	2	1	2	1	
Blast furnace slag	0	9	0	9	
Breaker sand	0	9	0	9	
CN waste	3	3	3	3	
C&D	0	23	0	23	
Desulfurization waste	0	7	0	7	
Destillation residue	9	3	9	3	
Construction materials	0	16	1	15	1
HW bottom ash	0	3	0	3	
Drinking water purification sludge	0	6	0	6	
E bottom ash	0	11	2	9	2
E fly ash	0	16	2	14	2
Stabilized waste	6	17	6	17	
Foundry sand	1	4	1	4	
Metalurgical slag	1	0	1	0	
Metal rich waste	8	1	8	1	
APC waste	16	10	16	10	
LD-slag	0	35	0	35	
Wood ash	0	9	0	9	
Filter dust	15	6	15	6	
Mine stone	0	8	0	8	
Pigment waste	2	3	2	3	
MSWI bottom ash	7	83	7	83	
MSWI fly ash	22	5	22	5	
Other	17	38	18	37	1
P slag	0	17	0	17	
Polluted soil	5	65	5	65	
Hg waste	0	5	0	5	
Oil sludge	3	6	3	6	
Sand blasting waste	2	11	2	11	
Shredder waste	5	2	5	2	
Sieve sand	0	30	0	30	
Sewage sludge	2	18	2	18	
Soil	0	30	0	30	
Industrial sludge	31	40	32	39	1
Steel slag	0	6	0	6	
Treated soil	0	26	0	26	
Totaal	**157**	**629**	**164**	**622**	

NA = Kan niet worden geaccepteerd als gevaarlijk afval
A = Kan worden geaccepteerd als gevaarlijk afval

Afvalstromen waarvoor dit element een of meer keer kritisch is zijn rood weergegeven.

BIJLAGE D DATABASE SCAN VOOR TIN (SN)

Annex-II Acceptatiecriteria voor gevaarlijk afval + *indicatieve* Annex-II acceptatiecriteria voor Sn.

	Zonder Sn		Met Sn		Verschillen:
Type afvalstof:	**NA**	**A**	**NA**	**A**	
Aggregate	0	47	0	47	
Gypsum waste	2	1	2	1	
Blast furnace slag	0	9	0	9	
Breaker sand	0	9	0	9	
CN waste	3	3	3	3	
C&D	0	23	0	23	
Desulfurization waste	0	7	0	7	
Destillation residue	9	3	9	3	
Construction materials	0	16	0	16	
HW bottom ash	0	3	0	3	
Drinking water purification sludge	0	6	0	6	
E bottom ash	0	11	1	10	1
E fly ash	0	16	0	16	
Stabilized waste	6	17	6	17	
Foundry sand	1	4	1	4	
Metalurgical slag	1	0	1	0	
Metal rich waste	8	1	8	1	
APC waste	16	10	16	10	
LD-slag	0	35	0	35	
Wood ash	0	9	0	9	
Filter dust	15	6	15	6	
Mine stone	0	8	0	8	
Pigment waste	2	3	2	3	
MSWI bottom ash	7	83	7	83	
MSWI fly ash	22	5	22	5	
Other	17	38	18	37	1
P slag	0	17	0	17	
Polluted soil	5	65	5	65	
Hg waste	0	5	0	5	
Oil sludge	3	6	3	6	
Sand blasting waste	2	11	3	10	1
Shredder waste	5	2	5	2	
Sieve sand	0	30	0	30	
Sewage sludge	2	18	2	18	
Soil	0	30	0	30	
Industrial sludge	31	40	31	40	
Steel slag	0	6	0	6	
Treated soil	0	26	0	26	
Totaal	**157**	**629**	**160**	**626**	

NA = Kan niet worden geaccepteerd als gevaarlijk afval
A = Kan worden geaccepteerd als gevaarlijk afval

Afvalstromen waarvoor dit element een of meer keer kritisch is zijn rood weergegeven.

BIJLAGE E DATABASE SCAN VOOR BROOM

Annex-II Acceptatiecriteria voor gevaarlijk afval + *indicatieve* Annex-II acceptatiecriteria voor Br.

	Zonder Br		Met Br		Verschillen:
Type afvalstof:	**NA**	**A**	**NA**	**A**	
Aggregate	0	47	0	47	
Gypsum waste	2	1	2	1	
Blast furnace slag	0	9	0	9	
Breaker sand	0	9	0	9	
CN waste	3	3	5	1	2
C&D	0	23	0	23	
Desulfurization waste	0	7	0	7	
Destillation residue	9	3	9	3	
Construction materials	0	16	0	16	
HW bottom ash	0	3	0	3	
Drinking water purification sludge	0	6	0	6	
E bottom ash	0	11	0	11	
E fly ash	0	16	0	16	
Stabilized waste	6	17	6	17	
Foundry sand	1	4	1	4	
Metalurgical slag	1	0	1	0	
Metal rich waste	8	1	9	0	1
APC waste	16	10	16	10	
LD-slag	0	35	0	35	
Wood ash	0	9	0	9	
Filter dust	15	6	15	6	
Mine stone	0	8	0	8	
Pigment waste	2	3	2	3	
MSWI bottom ash	7	83	7	83	
MSWI fly ash	22	5	22	5	
Other	17	38	18	37	1
P slag	0	17	0	17	
Polluted soil	5	65	5	65	
Hg waste	0	5	0	5	
Oil sludge	3	6	3	6	
Sand blasting waste	2	11	2	11	
Shredder waste	5	2	5	2	
Sieve sand	0	30	0	30	
Sewage sludge	2	18	2	18	
Soil	0	30	0	30	
Industrial sludge	31	40	32	39	1
Steel slag	0	6	0	6	
Treated soil	0	26	0	26	
	157	**629**	**162**	**624**	**5**

NA = Kan niet worden geaccepteerd als gevaarlijk afval
A = Kan worden geaccepteerd als gevaarlijk afval

Afvalstromen waarvoor dit element een of meer keer kritisch is zijn rood weergegeven.

BIJLAGE F DATABASE SCAN VOOR DE COMBINATIE VAN CO, V, SN, CN (VRIJ+TOTAAL) EN BR

Annex-II Acceptatiecriteria voor gevaarlijk afval + *indicatieve* Annex-II acceptatiecriteria voor Co, V, Sn, CN (vrij+totaal) en Br (als groep) .

	Zonder Co, Sn, CN(v+t), Br, V		**Met Co, Sn, CN(v+t), Br, V**		
Type afvalstof:	**NA**	**A**	**NA**	**A**	**Verschillen:**
Aggregate	0	47	0	47	
Gypsum waste	2	1	2	1	
Blast furnace slag	0	9	0	9	
Breaker sand	0	9	0	9	
CN waste	3	3	5	1	2
C&D	0	23	0	23	
Desulfurization waste	0	7	0	7	
Destillation residue	9	3	9	3	
Construction materials	0	16	1	15	1
HW bottom ash	0	3	0	3	
Drinking water purification sludge	0	6	0	6	
E bottom ash	0	11	3	8	3
E fly ash	0	16	2	14	2
Stabilized waste	6	17	6	17	
Foundry sand	1	4	1	4	
Metalurgical slag	1	0	1	0	
Metal rich waste	8	1	9	0	1
APC waste	16	10	18	8	2
LD-slag	0	35	0	35	
Wood ash	0	9	0	9	
Filter dust	15	6	15	6	
Mine stone	0	8	0	8	
Pigment waste	2	3	3	2	1
MSWI bottom ash	7	83	7	83	
MSWI fly ash	22	5	22	5	
Other	17	38	20	35	3
P slag	0	17	0	17	
Polluted soil	5	65	7	63	2
Hg waste	0	5	1	4	1
Oil sludge	3	6	3	6	
Sand blasting waste	2	11	3	10	1
Shredder waste	5	2	5	2	
Sieve sand	0	30	0	30	
Sewage sludge	2	18	2	18	
Soil	0	30	0	30	
Industrial sludge	31	40	34	37	3
Steel slag	0	6	0	6	
Treated soil	0	26	0	26	
Totaal:	**157**	**629**	**179**	**607**	**22**

NA = Kan niet worden geaccepteerd als gevaarlijk afval
A = Kan worden geaccepteerd als gevaarlijk afval

BIJLAGE G DATABASE SCAN ANNEX II CRITERIA + BSSA CRITERIA CO, SN, V, BR, CN-VRIJ EN CN-TOTAAL.

Annex-II acceptatiecriteria met en zonder BSSA criteria voor Co, Sn, V, Br, CN(vrij+totaal).

	Zonder Co, Sn, CN(v+t), Br, V (BSSA)		**Met Co, Sn, CN(v+t), Br, V (BSSA)**		:
	NA	**A**	**NA**	**A**	**verschillen**
Aggregate	0	47	0	47	
Gypsum waste	2	1	2	1	
Blast furnace slag	0	9	0	9	
Breaker sand	0	9	0	9	
CN waste	3	3	3	3	
C&D	0	23	0	23	
Desulfurization waste	0	7	0	7	
Destillation residue	9	3	9	3	
Construction materials	0	16	0	16	
HW bottom ash	0	3	0	3	
Drinking water purification sludge	0	6	0	6	
E bottom ash	0	11	0	11	
E fly ash	0	16	0	16	
Stabilized waste	6	17	6	17	
Foundry sand	1	4	1	4	
Metallurgical slag	1	0	1	0	
Metal rich waste	8	1	8	1	
APC waste	16	10	16	10	
LD-slag	0	35	0	35	
Wood ash	0	9	0	9	
Filter dust	15	6	15	6	
Mine stone	0	8	0	8	
Pigment waste	2	3	2	3	
MSWI bottom ash	7	83	7	83	
MSWI fly ash	22	5	22	5	
Other	17	38	18	37	1
P slag	0	17	0	17	
Polluted soil	5	65	5	65	
Hg waste	0	5	0	5	
Oil sludge	3	6	3	6	
Sand blasting waste	2	11	3	10	1
Shredder waste	5	2	5	2	
Sieve sand	0	30	0	30	
Sewage sludge	2	18	2	18	
Soil	0	30	0	30	
Industrial sludge	31	40	31	40	
Steel slag	0	6	0	6	
Treated soil	0	26	0	26	
	157	**629**	**159**	**627**	2

NA = Kan niet worden geaccepteerd als gevaarlijk afval
A = Kan worden geaccepteerd als gevaarlijk afval
Verschillen zijn in rood aangegeven (voor U1 met en zonder Co, Sn, V, Br, CN-vrij en CN-tot).

BIJLAGE H DATABASE SCAN BSSA CRITERIA MET EN ZONDER CO, SN, V, BR, CN-VRIJ EN CN-TOTAAL.

BSSA acceptatiecriteria (U1- norm) met en zonder acceptatiecriteria voor Co, V, Sn, CN (vrij+totaal) en Br.

	Annex-II		U1		U1 - zonder Co, Sn, V, Br, CN-t, CN-v	
	NA	A	NA	A	NA	A
Aggregate	0	47	0	47	0	47
Gypsum waste	2	1	0	3	0	3
Blast furnace slag	0	9	0	9	0	9
Breaker sand	0	9	0	9	0	9
CN waste	3	3	4	2	4	2
C&D	0	23	0	23	0	23
Desulfurization waste	0	7	0	7	0	7
Destillation residue	9	3	9	3	9	3
Construction materials	0	16	0	16	0	16
HW bottom ash	0	3	0	3	0	3
Drinking water purification sludge	0	6	0	6	0	6
E bottom ash	0	11	2	9	2	9
E fly ash	0	16	6	10	6	10
Stabilized waste	6	17	0	23	0	23
Foundry sand	1	4	1	4	1	4
Metallurgical slag	1	0	1	0	1	0
Metal rich waste	8	1	8	1	7	2
APC waste	16	10	15	11	15	11
LD-slag	0	35	0	35	0	35
Wood ash	0	9	1	8	1	8
Filter dust	15	6	11	10	11	10
Mine stone	0	8	0	8	0	8
Pigment waste	2	3	3	2	3	2
MSWI bottom ash	7	83	9	81	9	81
MSWI fly ash	22	5	23	4	23	4
Other	17	38	16	39	15	40
P slag	0	17	0	17	0	17
Polluted soil	5	65	5	65	5	65
Hg waste	0	5	1	4	1	4
Oil sludge	3	6	1	8	1	8
Sand blasting waste	2	11	3	10	3	10
Shredder waste	5	2	2	5	2	5
Sieve sand	0	30	0	30	0	30
Sewage sludge	2	18	0	20	0	20
Soil	0	30	0	30	0	30
Industrial sludge	31	40	20	51	20	51
Steel slag	0	6	0	6	0	6
Treated soil	0	26	1	25	1	25
Totaal	157	629	142	644	140	646

NA = Kan niet worden geaccepteerd als gevaarlijk afval
A = Kan worden geaccepteerd als gevaarlijk afval