



Centraal Bureau  
voor de Statistiek

**Folder**

# **Chroom in afvalwater en slib**

Kathleen Geertjes

Kees Baas

Stephan Verschuren

Remco Kaashoek

Cor Graveland

**CBS Den Haag**  
Henri Faasdreef 312  
2492 JP Den Haag  
Postbus 24500  
2490 HA Den Haag  
+31 70 337 38 00  
[www.cbs.nl](http://www.cbs.nl)

Projectnummer: 14159

Datum: 22 maart 2016

Kennisgeving: De in dit rapport weergegeven opvattingen zijn die van de auteur(s) en komen niet noodzakelijk overeen met het beleid van het Centraal Bureau voor de Statistiek.

# 1. Inleiding

Deze informatiefolder beoogt een indicatie te geven van de hoeveelheden en gehalten van chroom op verschillende plekken in de afvalwaterketen. Met deze informatie zijn plekken in de afvalwaterketen aan te wijzen die mogelijk geschikt zijn om chroom terug te winnen.

Deze folder is tevens opgenomen als hoofdstuk in het rapport "*Kritische materialen in afvalwater en slib*" dat het Centraal Bureau voor de Statistiek in opdracht van het Ministerie van Economisch Zaken heeft gepubliceerd <link>. In het rapport kan met terecht voor meer informatie over de gehanteerde methoden en bronnen bij de totstandkoming van de cijfers in deze folder. Naast deze folder zijn er folders over andere kritische materialen.

De folder is als volgt samengesteld. In hoofdstuk 2 staat algemene informatie over de verschijningsvorm, de waarde van de stof en het wereldproductie- en importvolume. Hoofdstuk 3 geeft de hoeveelheden en gehalten van de stof in het *afvalwater* weer, al dan niet uitgesplitst naar bedrijfstak. De hoeveelheden en gehalten van de stof in het *slib* worden in hoofdstuk 4 behandeld. Tot slot volgt een korte samenvatting.

## 2. Kenmerken chroom

Chroom is een zilverkleurig overgangsmetaal met symbool Cr<sup>1</sup>.

### *Verschijningsvorm*

De belangrijkste bron van chroom is het mineraal chromiet dat voornamelijk in Zuid-Afrika, Kazachstan, India en Turkije wordt gedolven. In 2000 werd er jaarlijks ongeveer 15 miljoen ton chromiet uit de grond gehaald, dat ongeveer 4 miljoen ton metallisch chroom oplevert. Soms wordt metallisch chroom in de aardbodem aangetroffen. De wereldvoorraad kan naar schatting nog eeuwen aan de vraag voldoen<sup>2</sup>.

Chroom wordt voornamelijk gewonnen door chromiet in aanwezigheid van aluminium of silicium te verhitten. Door de reductie met aluminium ontstaat ferrochroom. Circa 90 procent van het chroom wordt als ferrochroom gewonnen<sup>3</sup>. Vervolgens kan door middel van bijvoorbeeld elektrolyse zuiver chroom worden verkregen.

Van nature komen chroomverbindingen, die moeilijk en soms zelfs niet oplosbaar zijn in water, slechts in kleine hoeveelheden voor in het water<sup>4</sup>. Chroom vervult een onmisbare functie in het menselijk lichaam, onder meer in de koolhydraat- en vetstofwisseling.

---

<sup>1</sup> [https://nl.wikipedia.org/wiki/Chroom\\_\(element\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Chroom_(element))

<sup>2</sup> <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2013/mcs2013.pdf>

<sup>3</sup> <http://www.meraferesources.co.za/bus-perating-context.php#.VngXkDqYZaR>

<sup>4</sup> <http://www.lenntech.nl/periodiek/water/chroom/chroom-en-water.htm#ixzz3SIOZCmDk>

Tabel 2.1 De wereldproductie en Nederlandse invoer en uitvoer van chroom

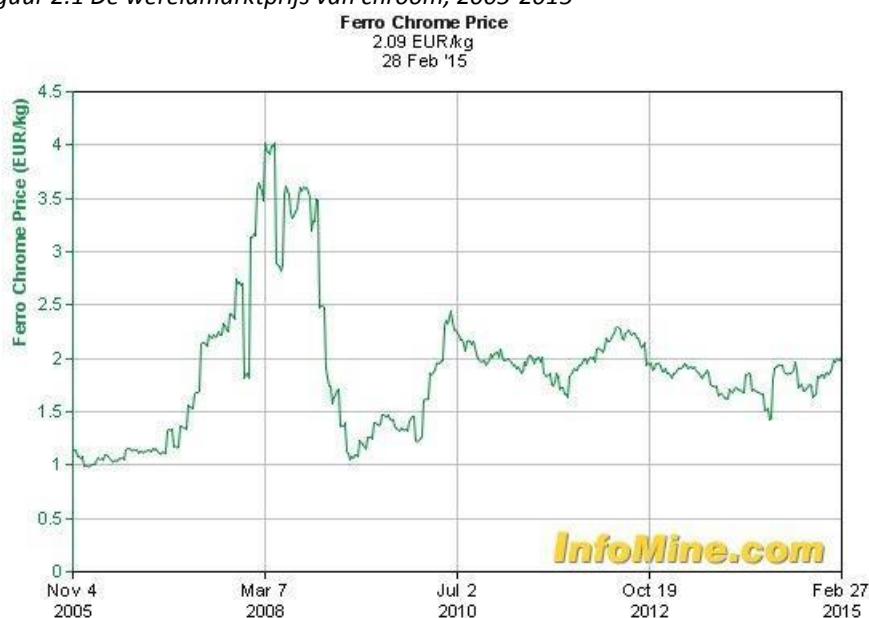
	Wereldproductie		Nederland			
	2012	2013	Invoer		Uitvoer	
			2012	2013	2012	2013
	<i>miljoen kg</i>					
Ertsen en concentraten	25 700	28 800	180,7	150,9	157,0	175,7
Metaal chroom	.	.	0,5	0,5	0,3	0,6

Bron: British Geological Survey.

#### Waarde chroom

De prijs van puur chroom is niet bekend op InfoMine. Als indicatie voor de waarde van chroom is de prijsontwikkeling van ferrochroom weergegeven (figuur 2.1). De prijs van ferrochroom fluctueert sterk en bedroeg 2,00 euro per kilogram op 31 december 2014.

Figuur 2.1 De wereldmarktprijs van chroom, 2005-2015



#### Toepassingen

Chroom is een hard, corrosie/zuurstof resistent en zeer hittebestendig metaal. Daarom wordt chroom ook vaak als beschermende laag gebruikt op andere metalen. Chroom wordt onder meer toegepast als vuurvast materiaal (bekleding ovens) en aan staal toegevoegd om het harder te maken en roestvrij staal te creëren. 60 procent van het ferrochroom wordt voor het laatstgenoemde doel ingezet<sup>5</sup>.

Verder kan chroom vele verschillende verbindingen aangaan en kent het hierdoor een verscheidenheid aan industriële toepassingen. Bijvoorbeeld als pigment in verf, als kleurstof in de glasindustrie, als beits, als mal bij het produceren van vuurvaste bakstenen, als katalysator van chemische reacties en voor het looien van leer<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> <http://www.chemischefeitelijkheden.nl/Uploads/Magazines/h069-Chroom.pdf>

<sup>6</sup> <http://www.lennotech.nl/periodiek/elementen/cr.htm#ixzz3RvSuXApF>

#### Hergebruik chroom

Er zijn enkele onderzoeken uitgevoerd naar het herwinnen van chroom en dan in het bijzonder uit afvalwater van de leerindustrie. In looierijen in Duitsland, Portugal en Italië wordt chroomsulfaat terug gewonnen uit het afvalwater via de techniek van neerslaan en afscheiding. Hierdoor kan 20 tot 35 procent van de chroominput vervangen worden door teruggewonnen chroom. Bepaalde soorten leer (bijvoorbeeld split) kunnen worden gelooid met 100 procent gerecycled chroom<sup>7</sup>.

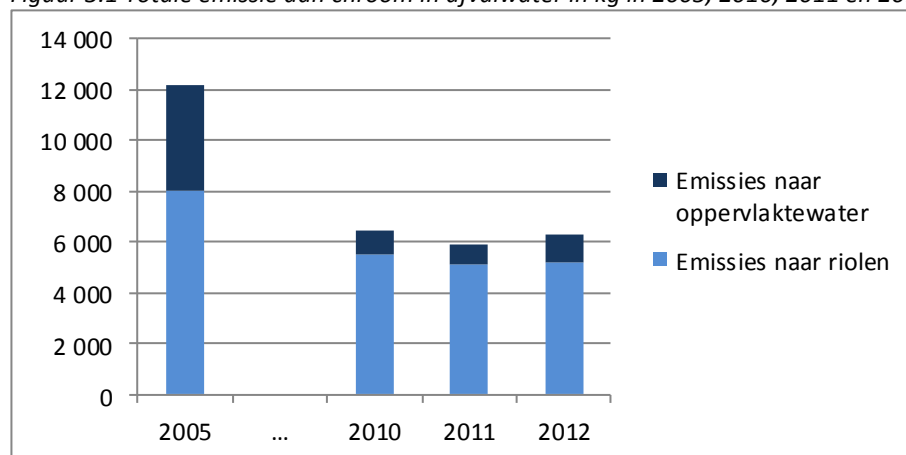
In een haalbaarheidsonderzoek (1992) naar het terugwinnen van chroom in afvalwater door middel van pertractie bleek dat de kosten van het zuurverbruik alleen al hoger waren dan de kosten van het verwerken van chroomhoudend afvalwater. Pertractie werd alleen zinvol gevonden indien een extractant gevonden wordt die onder minder extreme condities (minder zuur) het chroom bij het strippen weer loslaat<sup>8</sup>.

### 3. Chroom in afvalwater

#### Totale emissie aan chroom

De totale emissie aan chroom in Nederland in afvalwater bedroeg circa 6,3 ton in 2012, waarvan 83 procent op het riool gelooid is. In vergelijking met 2005 is de emissie in afvalwater gehalveerd. Consumenten lozen het meeste chroom door corrosie van leidingen<sup>9</sup> en roestvaststaal (RVS). In de industrie komt chroom vrij via corrosie van RVS procesinstallaties en het gebruik van chroom als katalysator in reinigingsmiddelen. De meeste emissies komen vrij bij de bedrijfstakken vervaardiging basischemicaliën, metaalproductenindustrie en voedings- en genotmiddelenindustrie. Voorts komt ook chroom vrij bij de doelgroep verkeer & vervoer (slijtage remvoeringen en banden) en bij de afvalbehandeling. De bedrijfstak vervaardiging basischemicaliën loost vooral chroom op het oppervlaktewater, terwijl de metaalproductenindustrie en voedings- en genotmiddelenindustrie afvalwater op het riool lozen. Een andere belangrijke bron voor aanvoer op riool is atmosferische depositie op verhard oppervlak, maar dit is niet in de onderstaande figuren opgenomen. Zie de volgende drie figuren.

Figuur 3.1 Totale emissie aan chroom in afvalwater in kg in 2005, 2010, 2011 en 2012

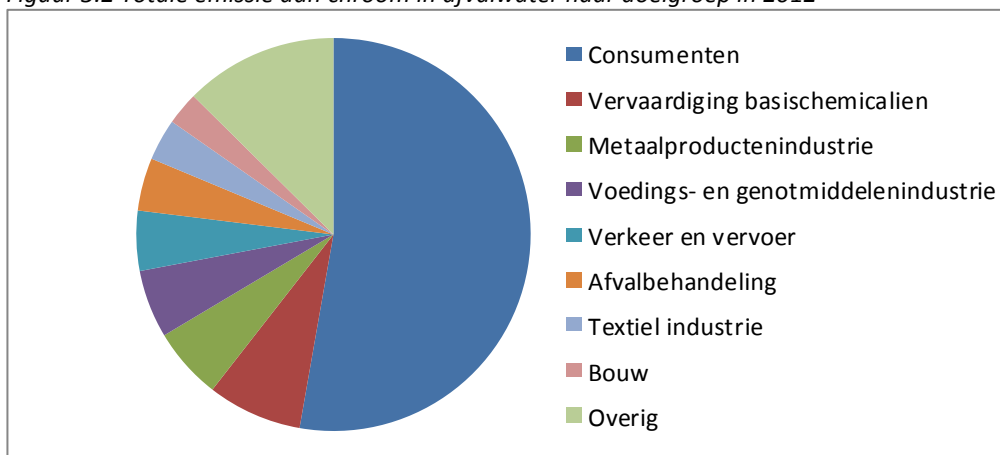


<sup>7</sup> [http://emis.vito.be/sites/emis.vito.be/files/pages/migrated/BREF\\_tanneries\\_samenvatting.pdf](http://emis.vito.be/sites/emis.vito.be/files/pages/migrated/BREF_tanneries_samenvatting.pdf)

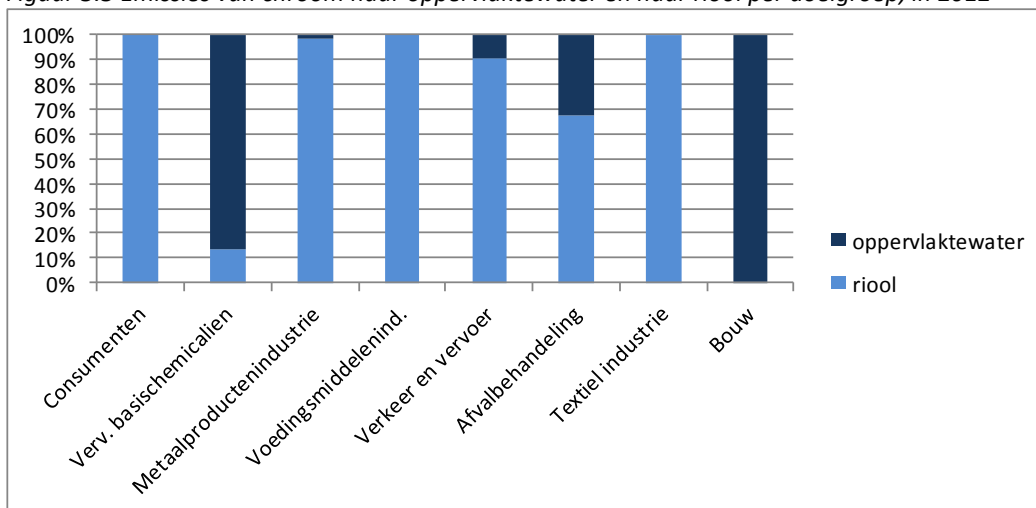
<sup>8</sup> RIZA 1995. Een samenvattende rapportage van de watergerelateerde projecten uit de Stimuleringsregeling Milieutechnologie van 1992 tot 1994.

<sup>9</sup> Wortmann, E., Nieuwe sanitatie Westland, STOWA, 2010-10

Figuur 3.2 Totale emissie aan chroom in afvalwater naar doelgroep in 2012



Figuur 3.3 Emissies van chroom naar oppervlaktewater en naar riool per doelgroep, in 2012



#### Gehalte aan chroom in afvalwater bij industriële bedrijven

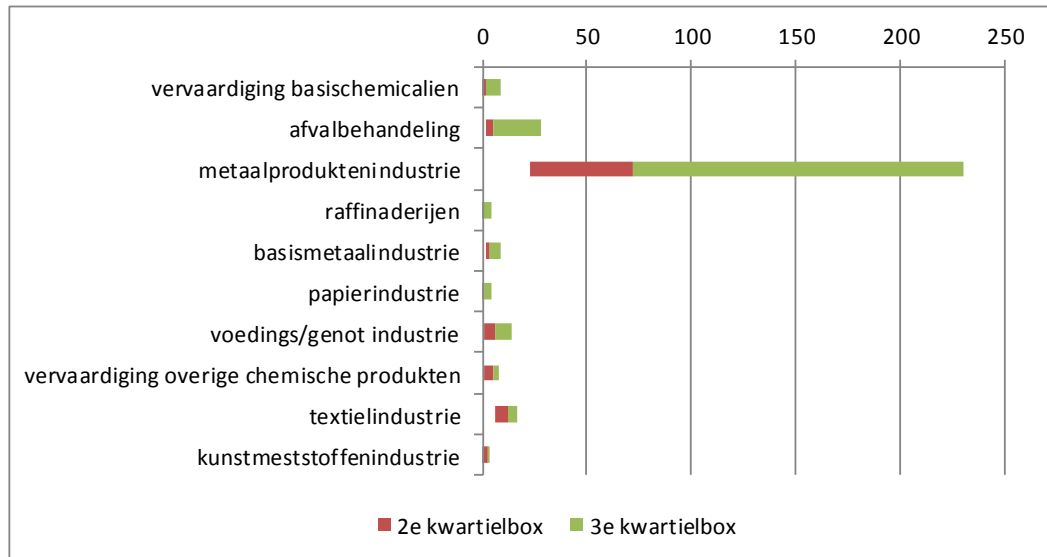
Bedrijven in de bedrijfstakken B Winning van delfstoffen, C Industrie, D Energievoorziening en E Waterbedrijven & afvalbeheer (SBI2008) hebben met circa 41 procent een redelijk groot aandeel in de emissie van chroom in afvalwater.

Van de bedrijfstakken met de hoogste emissies geeft figuur 3.4 een beeld van de gehalten aan chroom in het afvalwater. Hierbij is geen onderscheid gemaakt naar lozing op riool of oppervlaktewater en wel/geen eigen AWZI (afvalwaterzuiveringsinstallatie). Door de grote verschillen in gehalten tussen bedrijven geven we, na sortering op gehalte, de gehalten van de middelste helft van de waarnemingen weer: tweede en derde kwartielbox. De mediaan (middelste waarneming) is ook weergegeven en is de overgang van het tweede naar derde kwartiel.

Niet van alle bedrijven zijn de emissies in afvalwater en daarmee de gehalten bekend. Voor opgave aan de Emissieregistratie geldt voor chroom een drempelwaarde van 50 kg per jaar. In 2012 is circa 25 procent van de totale emissie aan chroom (chroom- en chroom-VI-verbindingen) waargenomen via individuele registratie door industriële bedrijven. Er zijn dat jaar 9 bedrijven met een emissie aan chroom boven de drempelwaarde. Naast deze bedrijven die verplicht zijn de emissie op te geven, waren er nog 136 bedrijven bekend in de Emissieregistratie met een uitstoot lager dan de drempelwaarde (tabel 3.1). Over 2008, 2010 en

2012 zijn 539 waarnemingen over de emissie van chroom in afvalwater. Deze gegevens zijn afkomstig van 215 verschillende industriële bedrijven (tabel 3.2).

*Figuur 3.4 Gehalte aan chroom in afvalwater in  $\mu\text{g}$  (microgram) per liter (alle stromen) voor de 10 industriële bedrijfstakken met de grootste geregistreerde emissie aan chroom in 2008, 2010 en 2012<sup>10</sup>*



Het gehalte aan chroom in het afvalwater is relatief hoog in de bedrijfstak metaalproductenindustrie. In de metaalproductenindustrie loost de helft van de bedrijven in de registratie 23 tot 230  $\mu\text{g}$  Cr per liter afvalwater. Het aanbrengen van chroomlaagjes op ijzer (verchromen) is een belangrijke activiteit binnen deze bedrijfstak. De mediaan ligt binnen deze bedrijfstak op 72  $\mu\text{g}$  Cr per liter en het gemiddelde ligt op 477  $\mu\text{g}$  Cr per liter afvalwater. Het gehalte aan chroom in het afvalwater verschilt dus behoorlijk tussen de bedrijven in deze bedrijfstak. Sommige andere bedrijfstakken zoals vervaardiging basischemicaliën en afvalbehandeling hebben wel een hoge emissie aan chroom, maar het gehalte aan chroom in het afvalwater is laag.

Enkele bedrijfstakken met een relatief hoge emissie en/of een hoog gehalte aan chroom in het afvalwater zijn nader beschreven, namelijk de vervaardiging basischemicaliën, metaalproductenindustrie en afvalbehandeling.

In tabel 3.1 staan het aantal industriële bedrijven en het aantal waarnemingen bij deze bedrijfstakken waarop de emissies van chroom in afvalwater in 2012 zijn gebaseerd. Voor de gehalten is uitgegaan van de waarnemingen in 2008, 2010 en 2012 en die staan in tabel 3.2.

<sup>10</sup> De bedrijfstakken Winning van overige niet energiedragers (3<sup>de</sup> plek) en Leder industrie (8<sup>ste</sup> plek) zijn door te weinig waarnemingen niet weergegeven, maar behoren wel tot de top 10.

Tabel 3.1 Waarnemingen van chromemissie in afvalwater door bedrijven in 2012

	Bedrijven in Emissieregistratie		Emissies in afvalwater		
	Totaal	w.v. emissie	Totaal	w.v.	
		> 50 kg/jaar		Waargenomen	Geschat
	aantal		kg	%	
Totaal industrie <sup>1</sup>	145	9	2 544	61	39
w.o.					
Vervaardiging basischemicaliën	28	3	488	99	1
Metaalproductenindustrie	28	0	371	13	87
Afvalbehandeling	22	1	273	70	30

1) SBI bedrijfstakken B Delfstoffen, C Industrie, D Energievoorziening en E Waterbedrijven & afvalbeheer.

Tabel 3.2 Waarnemingen van chroomgehalten in afvalwater door bedrijven in 2008, 2010 en 2012

	Bedrijven in Emissie-registratie	Gerapporteerde waarden		Gehaltes in afvalwater			
		Totaal	w.v. emissie > 50 kg/jaar	Q1	Q2	Q3	Gemiddelde
	aantal			µg/liter			
Totaal industrie <sup>1</sup>	215	539	27	1	6	26	>Q3
w.o.							
Vervaardiging basischemicaliën	36	95	12	0	2	9	>Q3
w.o. organische basischemicaliën <sup>2</sup>	14	24	5	2	11	23	>Q3
Metaalproductenindustrie	37	84	2	23	72	230	>Q3
Afvalbehandeling	35	85	2	2	5	28	>Q3

1) SBI bedrijfstakken B Delfstoffen, C Industrie, D Energievoorziening en E Waterbedrijven & afvalbeheer.

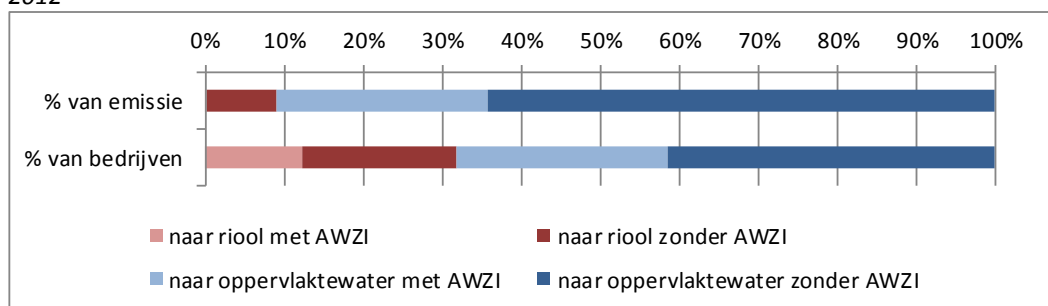
2) SBI 20.14 Vervaardiging van petrochemische producten en overige organische basischemicaliën, in 2010 en 2012.

### Vervaardiging van basischemicaliën

Met een emissie-aandeel van 8 procent (490 kg Cr) in 2012 is de vervaardiging van basischemicaliën de bedrijfstak met de hoogste chromemissie in water, na de hoge emissie door huishoudens. Deze bedrijfstak heeft een laag gehalte aan chroom in het afvalwater in vergelijking met andere bedrijfstakken en het gehalte is vaak even hoog als in het influent van de RWZI's (zie volgend hoofdstuk).

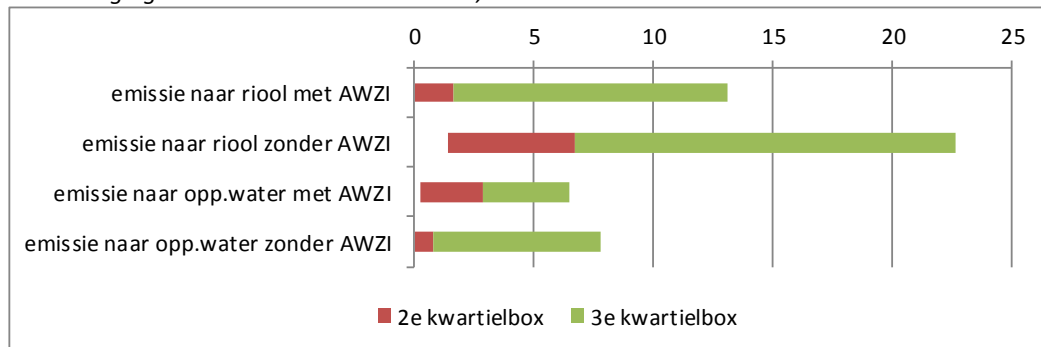
In figuur 3.6 is te zien dat het gehalte aan chroom in afvalwater het hoogst is bij bedrijven die lozen op het riool zonder eigen AWZI. Deze afvalwaterstroom betreft 20 procent van het aantal bedrijven en 9 procent van de totale emissie aan chroom van de bedrijven in de registratie (figuur 3.5).

Figuur 3.5 Procentuele verdeling van emissiestromen van chroom in afvalwater met het percentage bedrijven met die stroom, in de vervaardiging van basischemicaliën in 2008, 2010 en 2012





Figuur 3.6 Gehalte aan chroom in afvalwater in  $\mu\text{g}$  per liter per afvalwaterstroom in de vervaardiging van basischemicaliën in 2008, 2010 en 2012



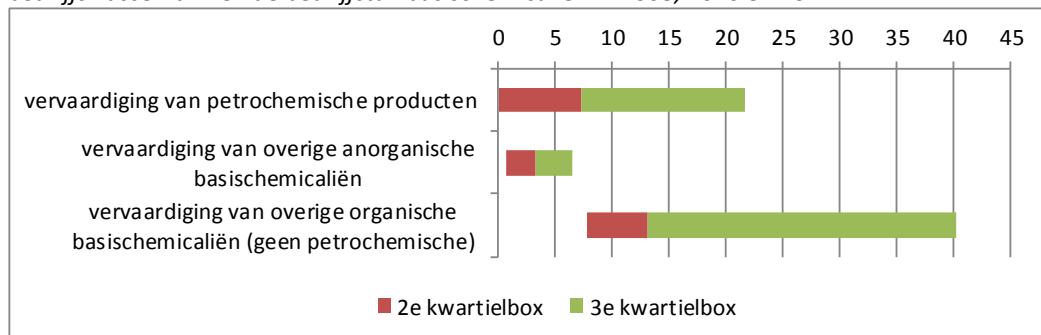
Bij uitsplitsing naar bedrijfsklasse zien we vooral hoge emissies en/of hoge gehalten bij de vervaardiging van:

- overige anorganische basischemicaliën (SBI 20.13);
- petrochemische producten (SBI 20.14.1);
- overige organische basischemicaliën (SBI 20.14.9).

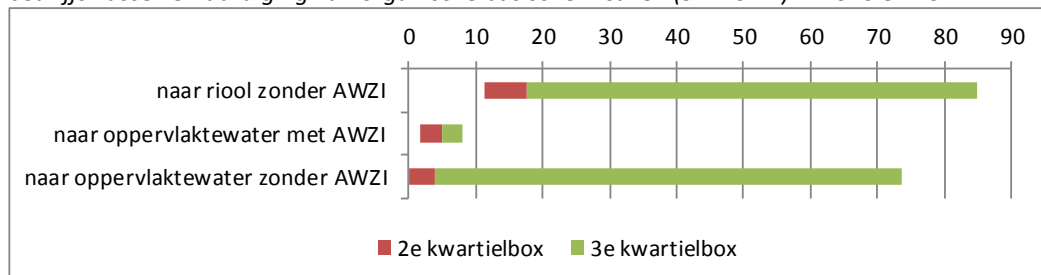
De emissies van chroom in afvalwater bij de vervaardiging van overige anorganische basischemicaliën, petrochemische producten en overige organische basischemicaliën zijn in 2012 respectievelijk 179, 161 en 20 kg.

De bedrijven die organische basischemicaliën (SBI 20.14) vervaardigen, laten vooral bij lozing op het riool zonder eigen AWZI hoge gehalten aan chroom in het afvalwater zien. Zie figuren 3.7 en 3.8.

Figuur 3.7 Gehalte aan chroom in afvalwater in  $\mu\text{g}$  per liter (alle stromen) voor enkele bedrijfsklassen binnen de bedrijfstak basischemicaliën in 2008, 2010 en 2012



Figuur 3.8 Gehalte aan chroom in afvalwater in  $\mu\text{g}$  per liter per afvalwaterstroom in de bedrijfsklasse vervaardiging van organische basischemicaliën (SBI 20.14) in 2010 en 2012

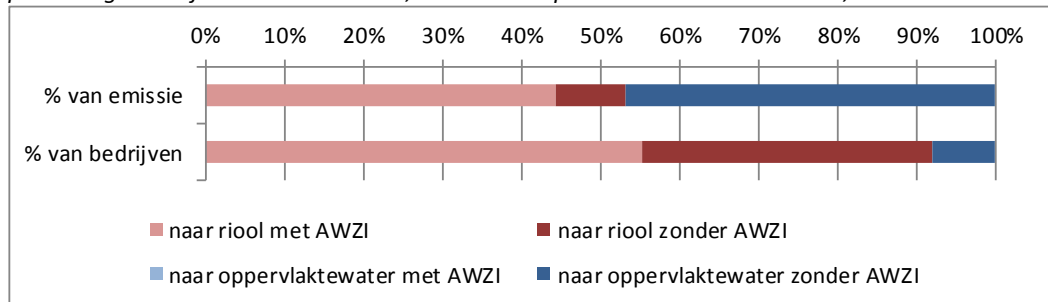


### Metaalproductenindustrie

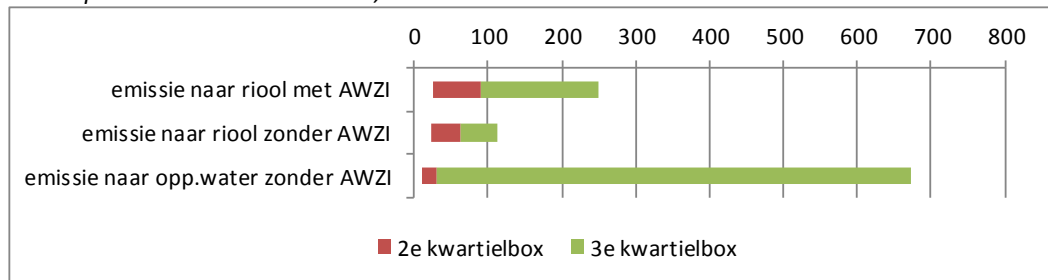
De metaalproductenindustrie en in het bijzonder de galvanische industrie (verchromen) kenmerkt zich door hoge emissiegehaltes van chroom in het afvalwater. In 2012 heeft deze bedrijfsgroep een aandeel van 6 procent (370 kg Cr) in de totale emissie van chroom in afvalwater.

In figuur 3.10 is te zien dat het gehalte aan chroom in afvalwater het hoogst is bij bedrijven met een eigen AWZI die lozen op het riool. Deze afvalwaterstroom betreft 55 procent van het aantal bedrijven en 44 procent van de totale emissie aan chroom van de bedrijven in de registratie (figuur 3.9).

*Figuur 3.9 Procentuele verdeling van emissiestromen van chroom in afvalwater met het percentage bedrijven met die stroom, in de metaalproductenindustrie in 2008, 2010 en 2012*



*Figuur 3.10 Gehalte aan chroom in afvalwater in µg per liter per afvalwaterstroom in de metaalproductenindustrie in 2008, 2010 en 2012*

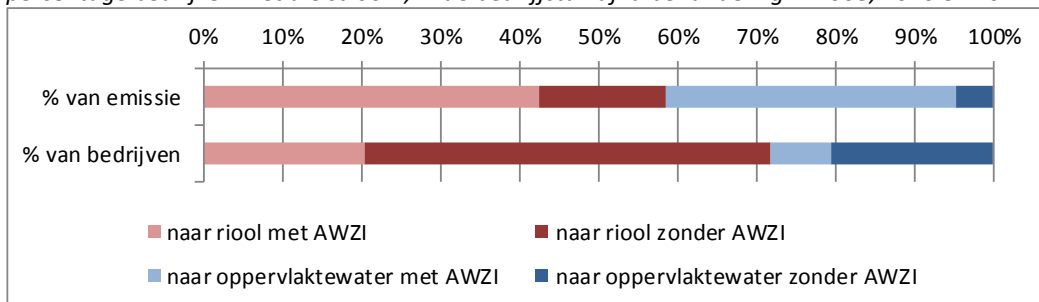


### Afvalbehandeling

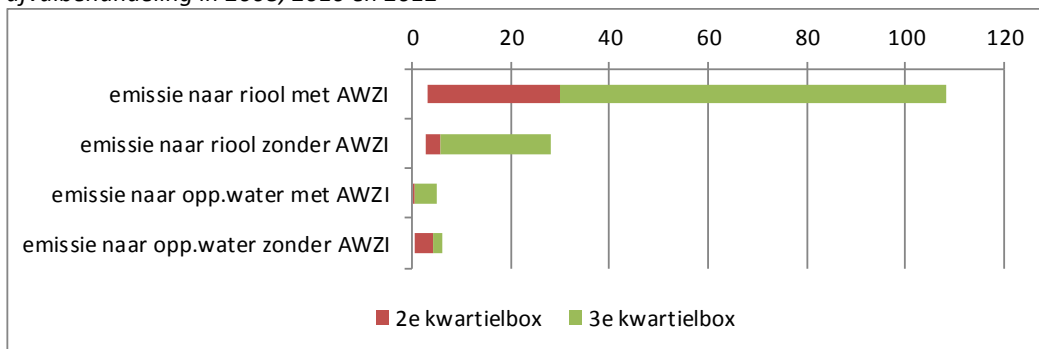
Bij de afvalbehandelingsbedrijven komen vrij hoge emissiegehaltes van chroom in het afvalwater voor. In 2012 heeft deze bedrijfsgroep een aandeel van 4 procent (270 kg Cr) in de totale emissie van chroom in afvalwater.

In figuur 3.12 is te zien dat het gehalte aan chroom in afvalwater het hoogst is bij bedrijven met een eigen AWZI die lozen op het riool. Deze afvalwaterstroom betreft 21 procent van het aantal bedrijven en 42 procent van de totale emissie aan chroom van de bedrijven in de registratie (figuur 3.11).

Figuur 3.11 Procentuele verdeling van emissiestromen van chroom in afvalwater met het percentage bedrijven met die stroom, in de bedrijfstak afvalbehandeling in 2008, 2010 en 2012



Figuur 3.12 Gehalte aan chroom in afvalwater in  $\mu\text{g}$  per liter per afvalwaterstroom in de afvalbehandeling in 2008, 2010 en 2012

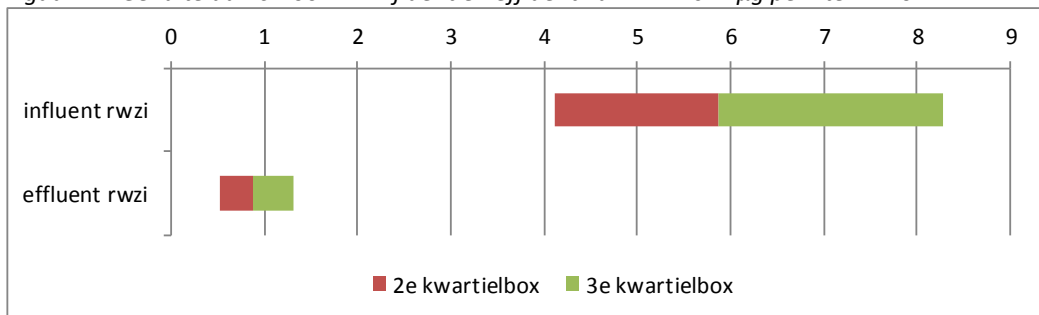


## 4. Chroom in slib

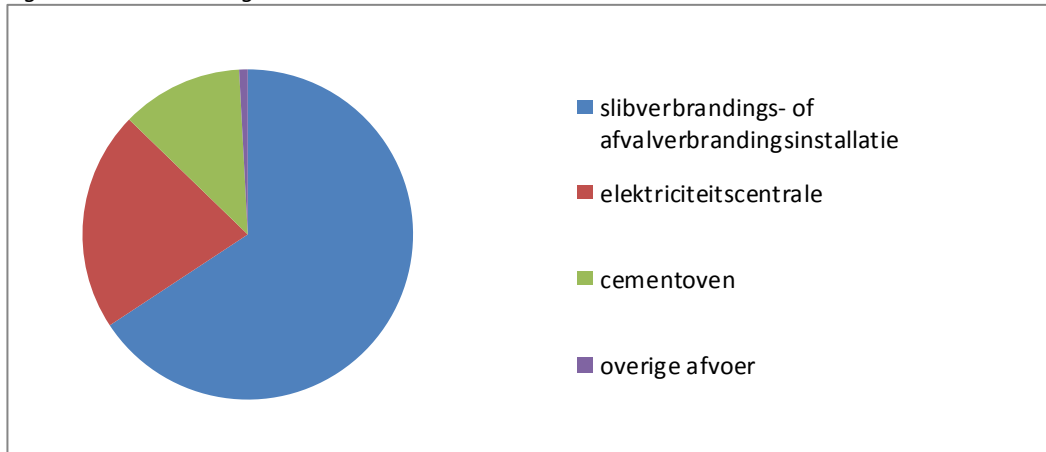
### Bij RWZI's

De rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) zuiveren het afvalwater van huishoudens, bedrijven en ander afvalwater dat via het openbaar riool wordt aangevoerd. Het gemiddelde gehalte in het influent is  $7,2 \mu\text{g Cr}$  per liter; in totaal  $15,8 \text{ ton}$  chroom in 2012. Na zuivering is het gehalte omlaag gebracht tot gemiddeld  $1,1 \mu\text{g}$  per liter in het effluent (figuur 4.1). Het zuiveringsrendement bedraagt daarmee 85 procent. De rest komt terecht in het zuiveringsslib. Dit slib van de RWZI's bevat in 2012  $13,8 \text{ ton}$  chroom. Twee derde van het chroom in slib belandt in een slibverbrandings- of afvalverbrandingsinstallatie (figuur 4.2). De resterende hoeveelheid wordt ook verbrand maar dan in cementovens of elektriciteitscentrales.

Figuur 4.1 Gehalte aan chroom in influent en effluent van RWZI's in  $\mu\text{g}$  per liter in 2012



Figuur 4.2 Bestemming chroom in slib van RWZI's in 2012

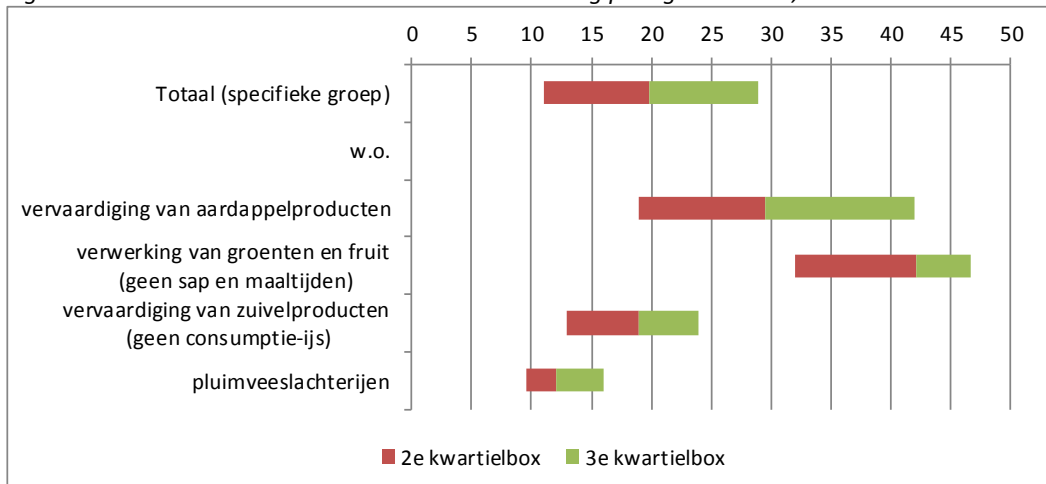


**Bij AWZI's**

Van 44 bedrijven in de slibregistratie zijn waarnemingen over gehalten aan chroom in het slib bekend. Het is een enigszins specifieke groep, want het zijn bedrijven in de voedingsmiddelen-industrie met een eigen AWZI die voor een groot deel hun slib afzetten in de landbouw. In totaal zijn er 218 waarnemingen over chroom in 2008, 2010 en 2012. De AWZI's halen een groot deel van het chroom uit het afvalwater. Van de hoeveelheid chroom na zuivering zit circa 97 procent in het slib en 3 procent in het effluent.

Het gemiddelde gehalte aan chroom in het zuiveringsslib van deze specifieke groep bedrijven bedraagt 24 mg per kg droge stof. De gehalten aan chroom in het slib verschillen behoorlijk tussen bedrijfstakken en ook binnen een bedrijfstak. De bedrijfstak verwerking van groenten en fruit laat in figuur 4.3 de hoogste gehalten aan chroom in het slib zien.

Figuur 4.3 Gehalte aan chroom in slib van AWZI's in mg per kg ds in 2008, 2010 en 2012



Van 21 bedrijven in de mini-enquête zijn 52 waarnemingen bekend over het chroomgehalte in het slib. De gehalten liggen tussen de 0 en 87 mg per kg droge stof, met een gemiddelde van 23 mg per kg droge stof (ongewogen naar volume). Dit gemiddelde is vrijwel gelijk aan die van de bedrijven in de slibregistratie. Hoge gehalten zijn aangetroffen in de bedrijfstak verwerking basischemicaliën. Het aantal bedrijven is te beperkt om de gehalten per bedrijfstak weer te geven.

#### *Bij slibverbranders*

In 2012 is 66 procent van het slib van RWZI's verbrand in een slibverbrandings- of afvalverbrandingsinstallatie. Het slib bij SVI Dordrecht en SNB, de twee bedrijven waar CBS gegevens van heeft ontvangen, bevat in 2012 in totaal 7,9 ton chroom. In de verbrandingsas zit 6,3 ton chroom (81 procent). Gemiddeld over de jaren 2012, 2013 en 2014 is dat 8,5 ton chroom in het slib en 7,6 ton chroom in de as (90 procent). De verschillen tussen de hoeveelheden in het aangevoerde slib en in de as zijn voornamelijk toe te schrijven aan onnauwkeurigheden in de metingen.

Het gehalte aan chroom in het slib bedraagt 47 mg/kg ds en in de as 130 mg/kg ds. Dit zijn de gewogen gemiddelde gehalten over 2012, 2013 en 2014.

#### **4.1.1 Samenvatting chroom**

Consumenten zijn door corrosie van leidingen en RVS de belangrijkste emissiebron van chroom in het afvalwater. Belangrijke industriële emissiebronnen zijn de basischemicaliënindustrie, de metaalproductenindustrie, de voedings- en genotmiddelenindustrie en de afvalbehandeling. Hoge gehalten aan chroom in het afvalwater zijn aangetroffen in de metaalproductenindustrie. Relatief hoge gehalten in het slib zijn aangetroffen bij bedrijven met een eigen AWZI die groente en fruit verwerken, aardappelproducten vervaardigen en bedrijven die overige organische basischemicaliën (geen petrochemische producten) vervaardigen.