

bron :

Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen

PB C 311 E van 31/10/2000

Voorstel voor een besluit van de Raad betreffende de sluiting door de Europese Gemeenschap van het protocol van 1998 inzake zware metalen bij het Verdrag van 1979 betreffende grensoverschrijdende luchtverontreiniging over lange afstand

Bijlage III

Beste beschikbare technieken voor de beperking van de emissie van zware metalen en verbindingen daarvan door in bijlage II vermelde categorieën van bronnen

I. INLEIDING

1. Deze bijlage is bedoeld om de partijen bij het verdrag richtsnoeren te geven bij de bepaling van de beste beschikbare technieken zodat ze kunnen voldoen aan de verplichtingen van het protocol.

2. Onder "beste beschikbare technieken" (BBT) wordt verstaan het meest doeltreffende en geavanceerde ontwikkelingsstadium van de activiteiten en exploitatiemethoden, waarbij de praktische bruikbaarheid van speciale technieken om in beginsel het uitgangspunt voor de emissiegrenswaarden te vormen is aangetoond, met het doel emissies en effecten op het milieu in zijn geheel te voorkomen, of wanneer dat niet mogelijk blijkt algemeen te beperken:

- onder "technieken" wordt verstaan zowel de toegepaste technieken als de wijze waarop de installatie wordt ontworpen, gebouwd, onderhouden, geëxploiteerd en ontmanteld;
- onder "beschikbare" technieken wordt verstaan op zodanige schaal ontwikkeld dat de betrokken technieken, kosten en baten in aanmerking genomen, economisch en technisch haalbaar in de betrokken industriële context kunnen worden toegepast, onafhankelijk van de vraag of die technieken al dan niet op het grondgebied van de betrokken lidstaat worden toegepast of geproduceerd, mits zij voor de exploitant op redelijke voorwaarden toegankelijk zijn;
- onder "best" wordt verstaan het meest doeltreffend voor het bereiken van een hoog algemeen niveau van bescherming van het milieu in zijn geheel.

Bij de bepaling van de beste beschikbare technieken moet in het algemeen of in specifieke gevallen bijzondere aandacht worden besteed aan onderstaande factoren, waarbij rekening moet worden gehouden met de te verwachten kosten en baten van een maatregel en het voorzorg- en het preventiebeginsel:

- het gebruik van technologie die weinig afval oplevert;

- het gebruik van minder gevaarlijke stoffen;
- de bevordering van terugwinning en recycling van stoffen die tijdens het proces ontstaan en worden gebruikt en van afvalstoffen;
- vergelijkbare procédés, installaties of exploitatiemethoden die met succes op industriële schaal zijn beproefd;
- de vooruitgang van de techniek en de ontwikkeling van de wetenschappelijke kennis;
- de aard, de effecten en de omvang van de emissie;
- de data van ingebruikneming van de nieuwe of bestaande installaties;
- de tijd die nodig is voor het omschakelen op een betere beschikbare techniek;
- het verbruik en de aard van de grondstoffen (met inbegrip van water) die bij het proces worden gebruikt en de energie-efficiëntie daarvan;
- de noodzaak om de algehele milieueffecten en milieurisico's van de emissie te voorkomen of tot een minimum te beperken;
- de noodzaak om ongevallen te voorkomen en de gevolgen daarvan voor het milieu tot een minimum te beperken.

Het is niet de bedoeling om aan de hand van het begrip beste beschikbare technieken bepaalde technieken of technologie voor te schrijven, maar om rekening te houden met de technische karakteristieken van de desbetreffende installatie, de geografische locatie en de plaatselijke milieusituatie.

3. De informatie over de effectiviteit en de kosten van beperkende maatregelen is gebaseerd op officiële documentatie van het uitvoerend orgaan en daaraan ondergeschikte lichamen, met name documenten die door de Task force emissie van zware metalen en de voorbereidende werkgroep ad hoc zware metalen zijn ontvangen en geëvalueerd.

Voorts is andere internationale informatie over beste beschikbare technieken voor emissiebeheersing in aanmerking genomen (bijvoorbeeld de technische notities inzake BBT van de Europese Gemeenschap, de PARCOM-aanbevelingen voor BBT en rechtstreeks door deskundigen verstrekte informatie) .

4. Aangezien voortdurend nieuwe ervaring wordt opgedaan met nieuwe producten en nieuwe installaties waarin technieken met geringe emissie worden toegepast, alsook met de aanpassing van bestaande installaties, zal deze bijlage naar alle waarschijnlijkheid moeten worden gewijzigd en bijgewerkt.

5. De bijlage bevat een aantal qua kosten en doeltreffendheid uiteenlopende maatregelen. De keuze van maatregelen voor een bepaald geval is afhankelijk van en kan worden beperkt door een aantal factoren, zoals economische omstandigheden, technologische infrastructuur, eventueel bestaande voorzieningen voor emissiebeheersing, veiligheid, energieverbruik en of het een nieuwe dan wel bestaande bron betreft.

6. In deze bijlage wordt rekening gehouden met de emissies van cadmium, lood en kwik en verbindingen daarvan in vaste (deeltjesgebonden) en/of gasvorm. Verdere ontwikkeling van deze verbindingen is hier in het algemeen buiten beschouwing gelaten. Er is niettemin rekening gehouden met de efficiëntie van voorzieningen voor emissiebeheersing met betrekking tot de fysische eigenschappen van het zware metaal, vooral in het geval van kwik.

7. Emissiewaarden, uitgedrukt in mg/m^3 , hebben betrekking op standaardomstandigheden (volume bij 273, 15 K, 101, 3 kPa, droog gas), niet gecorrigeerd voor zuurstofgehalte, tenzij anders vermeld, en zijn berekend overeenkomstig ontwerp-CEN (Comité européen de normalisation) en, in bepaalde gevallen, nationale bemonsterings- en monitoringtechnieken.

II. ALGEMENE OPTIES VOOR DE BEPERKING VAN DE EMISSIE VAN ZWARE METALEN EN VERBINDINGEN DAARVAN

8. Er zijn verschillende mogelijkheden voor beheersing of voorkoming van emissies van zware metalen. Maatregelen voor emissiebeperking zijn toegespitst op toegevoegde technologieën en wijzigingen in het proces (waaronder onderhoud en bedrijfsvoering). De volgende maatregelen, die afhankelijk van de bredere technische en/of economische omstandigheden kunnen worden geïmplementeerd, zijn beschikbaar:

- a. Toepassing van procestechologieën met geringe emissie, vooral in nieuwe installaties;
- b. Reiniging van afvalgas (secondaire beperkingsmaatregelen) met filters, wassers, absorbers enz.;
- c. Aanpassing of voorbehandeling van grondstoffen, brandstoffen en/of andere basismaterialen (bijvoorbeeld gebruik van grondstoffen met geringe gehalte aan zware metalen);
- d. Beste managementpraktijken zoals een goed beheer, preventieve onderhoudsprogramma's of primaire maatregelen zoals het omhullen van stofproducerende eenheden;
- e. Geschikte milieumanagementtechnieken voor toepassing en verwijdering van bepaalde producten die Cd, Pb en/of Hg bevatten.

9. Het is noodzakelijk controle uit te oefenen op beperkingsprocedures om ervoor te zorgen dat geschikte beheersingsmaatregelen en -praktijken op de juiste wijze worden geïmplementeerd en tot een daadwerkelijke emissievermindering leiden. Onder monitoring van beperkingsprocedures vallen:

- a. Opstelling van een inventaris van de hierboven vermelde beperkingsmaatregelen die reeds zijn geïmplementeerd;
- b. Vergelijking van de werkelijke verminderingen in emissie van Cd, Pb en Hg met de doelstellingen van het protocol;
- c. Karakterisering van gekwantificeerde emissies van Cd, Pb en Hg uit relevante bronnen met behulp van passende technieken;

- d. Periodieke audit van bestrijdingsmaatregelen door de regelgevingsinstanties om de blijvende efficiëntie van de maatregelen te waarborgen.

10. Maatregelen voor emissiebeperking moeten kosteneffectief zijn. Strategische kostenbaten overwegingen moeten zijn gebaseerd op de totale kosten per jaar per eenheid emissiebeperking (inclusief investeringen en bedrijfskosten) . De kosten van emissieverminderingen moeten eveneens in samenhang met het algehele proces worden gezien.

III. BEHEERSINGSTECHNIEKEN

11. De belangrijkste categorieën van beschikbare beheersingstechnieken voor bestrijding van Cd, Pb en Hg-emissies zijn primaire maatregelen, zoals vervanging van grondstoffen en/of brandstoffen en procestechologieën met geringe emissie, alsmede secundaire maatregelen, zoals beheersing van vluchtige emissies en rookgasreiniging. Sectorspecifieke technieken zijn in hoofdstuk IV vermeld.

12. De efficiëntiegegevens zijn gebaseerd op ervaring en worden geacht de mogelijkheden van bestaande installaties weer te geven. De totale efficiëntie inzake beperking van vluchtige en rookgasemissies is grotendeels afhankelijk van het afvoervermogen van de gas- en stofvangers (bijvoorbeeld afzuigkappen) . Er is aangetoond dat een opvang efficiëntie van meer dan 99 % kan worden bereikt. In bepaalde gevallen blijkt uit de ervaring dat beheersingsmaatregelen de totale emissie met 90 % of meer kunnen verminderen.

13. Bij deeltjesgebonden emissies van Cd, Pb en Hg kunnen de metalen worden opgevangen door stoffilters. Tabel 1 geeft enkele karakteristieke stofconcentraties na gasreiniging met behulp van geselecteerde technieken. De meeste metingen hebben doorgaans betrekking op verschillende sectoren. Tabel 2 geeft de minimaal verwachte prestatie van geselecteerde technieken voor het opvangen van gasvormig kwik. De toepassing van deze maatregelen is afhankelijk van de specifieke processen en is vooral van betekenis indien de kwikconcentraties in het rookgas hoog zijn.

Tabel 1
Prestatie van ontstoppingssystemen, uitgedrukt in gemiddelde stofconcentratie per uur

	Stofconcentraties na reiniging (mg/m ³)
Doekfilters	< 10
Doekfilters, membraantype	< 1
Droge elektrostatische stofvangers	< 50
Natte elektrostatische stofvangers	< 50
Efficiënte wassers	< 50
Opmerking: Wassers en cyclonen onder middelhoge en lage druk blijken doorgaans minder efficiënt voor ontstopping.	

Tabel 2
Minimaal verwachte prestatie van kwikafscheiders, uitgedrukt in gemiddelde kwikconcentratie per uur

	Kwikgehalte na reiniging (mg/m ³)
Seleniumfilter	< 0,01
Seleniumwasser	< 0,2
Koolstoffilter	< 0,01
Koolstofinjectie + stofscheider	< 0,05
Odda Norzink chlorideproces	< 0,1
Loodsulfideproces	< 0,05
Bolkem (Thiosulfaat) proces	< 0,1

14. Er moet voor worden gezorgd dat deze beheersingstechnieken geen andere milieuproblemen veroorzaken. De keuze van een bepaald proces op grond van de geringe emissie in de lucht moet worden vermeden indien daardoor het totale milieu-effect van de lozing van zware metalen wordt verergerd, bijvoorbeeld sterkere waterverontreiniging door het lozen van zware metalen als vloeibaar afval. De bestemming van het stof dat wordt opgevangen dankzij de verbeterde gasreiniging, moet eveneens in aanmerking worden genomen. Een negatief milieueffect ten gevolge van de behandeling van dergelijk afval doet de winst teniet die met de verminderde emissie van processtof en rookgas in de lucht is bereikt.

15. Emissiebeperkingsmaatregelen kunnen zowel op procestechnieken als op afvalgasreiniging worden toegespitst. De twee zijn niet onafhankelijk van elkaar; de keuze van een bepaald proces kan tot uitsluiting van bepaalde gasreinigingsmethoden leiden.

16. De keuze van een beheersingstechniek is afhankelijk van parameters zoals de concentratie en/of vorming van verontreinigende stoffen in het ruw gas, de gasvolumestroom, de gastemperatuur en andere. De toepassingsgebieden kunnen bijgevolg elkaar overlappen; in dat geval moet de meest geschikte techniek worden geselecteerd op basis van de specifieke omstandigheden.

17. Hieronder zijn adequate maatregelen ter beperking van rookgasemissie in verschillende sectoren beschreven. Er moet rekening worden gehouden met vluchtige emissies. Stofemissiebeheersing bij het lossen, de behandeling en de opslag van grondstoffen of bijproducten, hoewel niet relevant voor transport over lange afstand, kan voor het plaatselijke milieu belangrijk zijn. De emissie kan worden verminderd door deze activiteiten over te brengen naar volledig gesloten gebouwen, die kunnen worden voorzien van ventilatie- en ontstoffingsinstallaties, sproeisystemen of andere geschikte beheersingsmiddelen. Bij opslag in niet-overdekte ruimten moet het materiaaloppervlak op een andere wijze tegen de wind worden beschermd. Opslagterreinen en -wegen moeten schoon worden gehouden.

18. De cijfers in de tabellen betreffende investeringen en kosten komen uit verschillende bronnen en zijn zeer specifiek voor elk afzonderlijk geval. Zij zijn uitgedrukt in USD van 1990 (1 USD (1990) = 0,8 ecu (1990)) en afhankelijk van factoren zoals capaciteit van de installatie, efficiëntie inzake verwijdering, ruwgasconcentratie, type technologie en de keuze tussen nieuwe installaties of aanpassing van bestaande installaties.

IV. SECTOREN

19. Dit hoofdstuk bevat een tabel per betrokken sector met de voornaamste emissiebronnen, beheersingsmaatregelen op basis van de beste beschikbare technieken, de specifieke efficiëntie inzake

beperking en de daaraan verbonden kosten, voor zover beschikbaar. Tenzij anders vermeld, heeft de in de tabellen opgegeven beperkingsefficiëntie betrekking op rechtstreekse rookgasemissie.

Het stoken van fossiele brandstoffen in nutsbedrijven en industriële ketels (bijlage II, categorie 1)

20. Het stoken van steenkool in nutsbedrijven en industriële ketels is een belangrijke bron van antropogene kwikemissie.

Het gehalte aan zware metalen in steenkool is gewoonlijk verschillende orden van grootte hoger dan in olie of aardgas.

21. Betere efficiëntie inzake energieomzetting en maatregelen voor energiebehoud moeten resulteren in minder emissie van zware metalen, aangezien minder brandstof is vereist. Het stoken van aardgas of alternatieve brandstoffen met een laag gehalte aan zware metalen in plaats van steenkool zou eveneens leiden tot een duidelijke vermindering in de emissie van zware metalen zoals kwik. De technologie van warmtekrachtcentrales met geïntegreerde vergassing is een nieuwe technologie met geringe emissie.

22. Met uitzondering van kwik worden zware metalen uitgestoten in vaste vorm in combinatie met vliegasaandelen.

Verschiede kolenstooktechnologieën leveren verschillende hoeveelheden vliegasaandelen op: roosterketels 20-40 %; wervelbedverbranding 15 %; droge ketels (met poederkool gestookt) 70-100 % van de totale as. Het gehalte aan zware metalen in de kleine-aandelenfractie van de vliegasaandelen blijkt hoger te zijn.

23. Voorbehandeling, bijvoorbeeld "wassen" of "bio-behandeling", van steenkool vermindert het gehalte aan zware metalen die aan anorganische materie in de steenkool zijn gebonden. De mate waarin zware metalen met behulp van deze technologie worden verwijderd, loopt evenwel sterk uiteen.

24. Met behulp van elektrostatische stofvangsters (ESP) of doekfilters (DF) kan een totale stofverwijdering van meer dan 99,5 % worden verkregen, waarbij in veel gevallen stofconcentraties van ongeveer 20 mg/m³ worden bereikt. Met uitzondering van kwik kunnen emissies van zware metalen met ten minste 90-99 % worden vermindert, waarbij het laagste cijfer geldt voor de gemakkelijker vervluchtigde elementen. Lage filtertemperatuur draagt bij tot het verminderen van het gehalte aan gasvormig kwik in rookgassen.

25. De toepassing van technieken ter vermindering van emissies van stikstofoxiden, zwaveldioxide en aandelen uit rookgassen kan eveneens zware metalen verwijderen. Mogelijke effecten op andere media moeten worden vermeden door behandeling van het afvalwater.

26. Zoals uit tabel 3 blijkt vertoont de efficiëntie inzake kwikverwijdering, bij toepassing van de hierboven vermelde technieken, van installatie tot installatie aanzienlijke verschillen. Er wordt volop onderzoek verricht met het oog op de ontwikkeling van kwikverwijderingstechnieken, maar zolang dergelijke technieken niet op industriële schaal beschikbaar zijn, kan speciaal voor kwikverwijdering geen beste beschikbare techniek worden aangewezen.

Tabel 3

Beheersingsmaatregelen, efficiëntie van de beperking en kosten in verband met emissies door het stoken van fossiele brandstoffen

Emissiebron	Beheersingsmaatregel(en)	Efficiëntie beperking (%)	Bestrijdingskosten
Stookolie	Van stookolie op gas overschakelen	Cd, Pb: 100; Hg: 70-80	Sterk afhankelijk van het geval
Steenkool	Van steenkool op brandstoffen met geringere emissie van zware metalen overschakelen	Stof: 70-100	Sterk afhankelijk van het geval
	ESP (koude kant)	Cd, Pb: > 90; Hg: 10-40	Specifieke investering 5-10 USD/m ³ afvalgas per uur (> 200,000 m ³ /h)
	Natte rookgasontzwaveling (1)	Cd, Pb: > 90; Hg: 10-90 (2)	
	Doekfilters (DF)	Cd: > 95; Pb: > 99; Hg: 10-60	Specifieke investering 8-15 USD/m ³ afvalgas per uur (> 200,000 m ³ /h)

(1) De efficiëntie inzake kwikverwijdering neemt toe naarmate er meer ionisch kwik is. Installaties voor sterk stofselectieve katalytische reductie vergemakkelijken de vorming van Hg(II).

(2) Dit geldt in de eerste plaats voor SO₂-vermindering. Vermindering van de emissie van zware metalen is een bijkomend voordeel. (Specifieke investering 60-250 USD/kW_{el}.)

Primaire ijzer- en staalindustrie (bijlage II, categorie 2)

27. Dit deel heeft betrekking op emissies uit sinterinstallaties, pelletinstallaties, hoogovens en staalfabrieken met een oxystaaloven. Emissies van Cd, Pb en Hg komen voor in combinatie met deeltjes. Het gehalte aan deze zware metalen in het uitgestoten stof is afhankelijk van de samenstelling van de grondstoffen en de soorten legeringsmetalen die bij de staalproductie worden toegevoegd. Tabel 4 bevat een overzicht van de meest relevante maatregelen voor emissiebeperking. Er moet zoveel mogelijk gebruik worden gemaakt van doekfilters; indien de omstandigheden dat niet toelaten kunnen elektrostatische stofvangers en/of efficiënte wassers worden gebruikt.

28. Bij toepassing van de BBT in de primaire ijzer- en staalindustrie kan de totale specifieke stofemissie die rechtstreeks met het proces samenhangt, tot de volgende niveaus worden verminderd:

Sinterinstallaties: 40-120 g/Mg
 Pelletinstallaties: 40 g/Mg
 Hoogovens: 35-50 g/Mg
 Oxystaalovens: 35-70 g/Mg.

29. Reiniging van gassen met gebruikmaking van doekfilters vermindert het stofgehalte tot minder dan 20 mg/m³, terwijl elektrostatische stofvangers en wassers het stofgehalte tot 50 mg/m³ verlagen (uurgemiddelde). Er zijn echter talrijke toepassingen van doekfilters in de primaire ijzer- en staalindustrie die veel lagere waarden mogelijk maken.

Tabel 4

Emissiebronnen, beheersmaatregelen, efficiëntie inzake stofvermindering en kosten voor de primaire ijzer- en staalindustrie

Emissiebron	Beheersingsmaatregel(en)	Efficiëntie stofvermindering (%)	Bestrijdingskosten (totale kosten USD)
Sinter installaties	Sintering met optimale emissie	ca. 50	
	Wassers en ESP	> 90	
	Doekfilters	> 99	
Pelletinstallaties	ESP+kalkreactor+doekfilters	> 99	
	Wassers	> 95	
Hoogovens	DF/ESP	> 99	ESP: 0,24-1/Mg ruw ijzer
Reiniging hoogovengas	Natte wassers	> 99	
	Natte ESP	> 99	
Oxystaalovens	Primaire ontstopping: natte separator/ESP/DF	> 99	Droge ESP: 2,25/Mg staal
	Secundaire ontstopping: droge ESP/DF	> 97	DF: 0,26/Mg staal
Vluchtige emissies	Gesloten transportbanden, omhulling, bevochtiging van opgeslagen basismaterialen, schoonmaken van wegen	80-99	

30. Directe reductie en directe smelting zijn in ontwikkeling en kunnen de behoefte aan sinterinstallaties en hoogovens in de toekomst doen afnemen. De toepassing van deze technologieën is afhankelijk van de ertseigenschappen en het resulterende product moet worden verwerkt in een vlamboogoven, die van de geëigende regelsystemen moet zijn voorzien.

Secundaire ijzer- en staalindustrie (bijlage II, categorie 3)

31. Het is zeer belangrijk alle emissies op efficiënte wijze op te vangen. Dat is mogelijk door het installeren van hondenhokken of verstelbare kappen of een afvoersysteem voor het gehele gebouw. De opgevangen emissies moeten worden gereinigd. Voor alle stofuitstotende processen in de secundaire ijzer- en staalindustrie moet ontstopping in doekfilters, die het stofgehalte tot minder dan 20 mg/m³ terugdringt, als BBT worden beschouwd. Wanneer de BBT tevens wordt gebruikt voor het minimaliseren van vluchtige emissies, mag de specifieke stofemissie (inclusief vluchtige emissies die rechtstreeks met het proces samenhangen) niet buiten het gebied van 0, 1 tot 0, 35 kg/Mg staal vallen. Er zijn talrijke voorbeelden van schoon gas met een stofgehalte van minder dan 10 mg/m³ bij gebruik van doekfilters. De specifieke stofemissie in dergelijke gevallen is normaliter

lager dan 0,1 kg/Mg.

32. Voor het smelten van schroot worden twee verschillende soorten ovens gebruikt: martinovens en vlamboogovens, waarbij steeds minder gebruik zal worden gemaakt van martinovens.

33. Het gehalte aan de vermelde zware metalen in het uitgestoten stof is afhankelijk van de samenstelling van het ijzer- en staalschroot en de soorten legeringsmetalen die bij de staalproductie worden toegevoegd. Metingen bij vlamboogovens tonen aan dat 95 % van het uitgestoten kwik en 25 % van de cadmiumemissie in dampvorm voorkomen.

Tabel 5 bevat een overzicht van de meest relevante maatregelen ter beperking van de stofemissie.

Tabel 5
Emissiebronnen, beheersingsmaatregelen, efficiëntie inzake stofvermindering en kosten voor de secundaire ijzer- en staalindustrie

Emissiebron	Beheersingsmaatregel(en)	Efficiëntie stofvermindering (%)	Bestrijdingskosten (totale kosten USD)
Vlamboogoven	ESP	> 99	
	DF	> 99,5	DF: 24/Mg staal

Ijzergieterijen (bijlage II, categorie 4)

34. Het is zeer belangrijk alle emissies op efficiënte wijze op te vangen. Dat is mogelijk door het installeren van hondenhokken of verstelbare kappen of een afvoersysteem voor het gehele gebouw. De opgevangen emissies moeten worden gereinigd. In ijzergieterijen wordt gebruik gemaakt van koepelovens, vlamboogovens en inductieovens.

Directe emissie van deeltjes en gasvormige zware metalen doet zich voornamelijk voor bij het smelten en soms, in geringe mate, bij het gieten. Vluchtige emissies komen voor bij het behandelen van grondstoffen, smelten, gieten en afbramen. De meest relevante maatregelen voor emissievermindering zijn in tabel 6 weergegeven met de haalbare efficiëntie inzake vermindering en kosten voor zover beschikbaar. Deze maatregelen kunnen stofconcentraties tot 20 mg/m³ of minder terugdringen.

35. Onder ijzergieterijen valt een zeer uiteenlopende waaier van installaties. Voor bestaande kleinere installaties is het mogelijk dat de vermelde maatregelen niet de BBT zijn, indien zij niet economisch verantwoord zijn.

Tabel 6
Emissiebronnen, beheersingsmaatregelen, efficiëntie inzake stofvermindering en kosten voor ijzergieterijen

Emissiebron	Beheersingsmaatregel(en)	Efficiëntie stofvermindering (%)	Bestrijdingskosten (totale kosten USD)
-------------	--------------------------	----------------------------------	--

Vlamboogoven	ESP	> 99	
	DF	> 99,5	DF: 24/Mg ijzer
Inductieoven	DF/droge absorptie + DF	> 99	
Koudelucht koepeloven	Aftap onder de deur: DF	> 98	
	Aftap boven de deur:		
	DF + ontstopping vooraf	> 97	8-12/Mg ijzer
	DF + chemisorptie	> 99	45/Mg Eisen 45/Mg ijzer
Hetelucht koepeloven	DF + ontstopping vooraf	> 99	23/Mg ijzer
	Desintegrator/venturiwasser	> 97	

Primaire en secundaire non-ferro metaalindustrie (bijlage II, categorieën 5 en 6)

36. Dit deel heeft betrekking op emissie en emissiebeheersing van Cd, Pb en Hg bij de primaire en secundaire productie van non-ferrometalen zoals lood, koper, zink, tin en nikkel. Gezien het grote aantal verschillende grondstoffen die worden gebruikt en de talrijke processen die worden toegepast kunnen vrijwel alle soorten zware metalen en verbindingen daarvan door deze sector worden uitgestoten. In verband met de zware metalen waar het in deze bijlage over gaat is vooral de productie van koper, lood en zink hier van belang.

37. Kwikertsen en concentraten worden bij de verwerking in een eerste fase gebroken en soms gezeefd. Ertsverrijkingstechnieken worden niet algemeen toegepast, hoewel sommige installaties die laagwaardig erts verwerken gebruik maken van flotatie. Het gebroken erts wordt vervolgens verhit in retorten, bij kleine installaties, of ovens, bij grote installaties, tot de temperatuur waarbij kwiksulfide sublimeert. De resulterende kwikdamp wordt gecondenseerd in een koelsysteem en als kwikmetaal opgevangen. Roet uit de condensoren en bezinktanks moet worden verwijderd en na behandeling met kalk naar de retort of de oven teruggaan.

38. Voor efficiënte terugwinning van kwik kunnen de volgende technieken worden toegepast:

- Maatregelen ter vermindering van stofontwikkeling bij het ontginnen en opslaan, waarbij ernaar wordt gestreefd de voorraden zo klein mogelijk te houden;
- Indirecte verhitting van de oven;
- Het erts zo droog mogelijk houden;
- De gastemperatuur bij de inlaat van de condensor niet hoger laten stijgen dan 10 tot 20 °C boven het dauwpunt;
- De uitlaattemperatuur zo laag mogelijk houden;
- Reactiegassen door een wasser na condensatie en/of een seleniumfilter sturen.

Stofvorming kan worden tegengegaan door indirecte verhitting, afzonderlijke verwerking van fijnkorrelige ertssoorten en beheersing van het ertswatergehalte. Voordat het in de kwikcondensatie-eenheid gaat moet het

hete reactiegas worden ontstoft met behulp van cyclonen en/of elektrostatische stofvangers.

39. Voor goudproductie door middel van amalgamatie kunnen soortgelijke strategieën als bij kwik worden toegepast.

Goud wordt eveneens geproduceerd met behulp van andere technieken dan amalgamatie en voor nieuwe installaties moet daar dan ook de voorkeur aan worden gegeven.

40. Non-ferrometalen worden voornamelijk geproduceerd uit zwavelhoudende ertsen. Om redenen van techniek en productkwaliteit moet het afvoergas grondig worden ontstoft ($< 3 \text{ mg/m}^3$) en moet er eventueel nog kwik uit worden verwijderd voordat het aan een SO_3 -contactinstallatie wordt toegevoerd, waardoor tevens de emissie van zware metalen tot een minimum wordt beperkt.

41. Wanneer dat mogelijk is moet gebruik worden gemaakt van doekfilters. Er kan een stofgehalte van minder dan 10 mg/m^3 worden verkregen. Het stof van alle pyrometallurgische productie moet binnen het bedrijf of elders worden gerecycled, zonder de gezondheid van de werknemers in gevaar te brengen.

42. Voor primaire loodproductie blijkt uit de eerste ervaringen dat er interessante nieuwe directe smeltreductietechnologieën zijn zonder sintering van de concentraten. Deze processen zijn voorbeelden van een nieuwe generatie van directe autogene loodsmelttechnologieën die minder verontreinigen en minder energie verbruiken.

43. Secundair lood wordt voornamelijk gewonnen uit gebruikte voertuigaccu's, die uit elkaar worden gehaald voordat zij in de smeltoven worden geladen. Deze BBT moet één smeltbewerking in een korte draaioven of schachtoven omvatten. Zuurstof-brandstofbranders kunnen het volume afvalgas en de productie van vlieggas met 60 % verminderen. Rookgasreiniging met doekfilters maakt stofconcentratieniveaus van 5 mg/m^3 mogelijk.

44. Primaire zinkproductie vindt plaats met behulp van roost-loog elektrowintechnologie. Uitloging onder druk kan een alternatief vormen voor het roosten en kan worden beschouwd als een BBT voor nieuwe installaties, afhankelijk van de eigenschappen van het concentraat. Emissies van pyrometallurgische zinkproductie in Imperial Smelting (IS) ovens kunnen tot een minimum worden beperkt door gebruikmaking van een dubbele klokoventop en reiniging met behulp van efficiënte wassers, efficiënte afvoer en reiniging van de gassen van de slakken en het loodgieten alsook grondige reiniging ($< 10 \text{ mg/m}^3$) van de CO-rijke ovengassen.

45. Voor het terugwinnen van zink uit geoxideerde residuen worden deze in een IS-oven bewerkt. Zeer laagwaardige residuen en vlieggas (bijvoorbeeld van de staalindustrie) worden eerst behandeld in draaiovens (Waelz-ovens) waarin een hoogwaardig zinkoxide is vervaardigd. Metaalhoudende materialen worden gerecycled door smelten in een inductieoven of een oven met directe of indirecte verhitting door aardgas of vloeibare brandstoffen dan wel in een verticale New Jersey retort, waarin een groot aantal soorten van oxidisch en metallisch secundair materiaal kan worden gerecycled. Zink kan eveneens worden teruggewonnen uit loodovenslakken door middel van afroking.

Tabel 7a)

Emissiebronnen, beheersingsmaatregelen, efficiëntie inzake stofvermindering en kosten voor de primaire non-ferro metaalindustrie

Emissiebron	Beheersingsmaatregel(en)	Efficiëntie stofvermindering (%)	Bestrijdingskosten (totale kosten USD)
Vluchtige emissies	Afzuigkappen, inkapseling, enz. afgasreiniging door DF	> 99	
Roosten/sinteren	Opwaarts sinteren: ESP + wassers (voor dubbelcontact zwavelzuurinstallatie) + DF voor uitlaatgassen		7-10/Mg H ₂ SO ₄
Conventioneel smelten (hoogovenreductie)	Schachtoven: gesloten top/ efficiënte afvoer van aftapopeningen + DF, overdekte transportgoten, dubbele klokoventop		
Imperial smelting	Efficiënte wassers	> 95	
	Venturiwassers		
	Dubbele klokoventop		4/Mg geproduceerd metaal
Uitloging onder druk	Toepassing hangt af van uitlogingseigenschappen van concentraten	> 99	afhankelijk van de installatie
Directe reductie processen	Flash smelting, bijvoorbeeld Kivcet-, Outo- kumpu- en Mitsubishi- processen		
	Badsmelting, bijvoorbeeld kantelbare zuurstofconvector, Ausmelt-, Isas- melt-, QSL-, en Noranda- processen	Ausmelt: Pb 77, Cd 97; QSL: Pb 92, Cd 93	QSL: bedrijfskosten 60/Mg Pb

Tabel 7 b)

Emissiebronnen, beheersingsmaatregelen, efficiëntie inzake stofvermindering en kosten voor de secundaire non-ferro metaalindustrie

Emissiebron	Beheersingsmaatregel(en)	Efficiëntie stofvermindering (%)	Bestrijdingskosten (totale kosten USD)
Loodproductie	Korte draaioven: afzuigkappen voor aftapopeningen + DF; pijpencondensor, brandstofzuurstofbrander	99,9	45/Mg Pb
Zinkproductie	Imperial smelting	> 95	14/Mg Zn

46. In het algemeen moeten processen worden gecombineerd met een efficiënte stofvanger voor primaire gassen en vluchtige emissies. De meest relevante emissiebeperkingsmaatregelen zijn weergegeven in de tabellen 7 a) en b) . In bepaalde gevallen zijn met doekfilters stofconcentraties van minder dan 5 mg/m³ bereikt.

Cementindustrie (bijlage II, categorie7)

47. Cementovens kunnen secundaire brandstoffen zoals afvalolie of oude banden gebruiken. Wanneer gebruik wordt gemaakt van afval, kunnen de emissievoorschriften voor afvalverbrandingsprocessen van toepassing zijn en wanneer gevaarlijk afval wordt gebruikt, kunnen, afhankelijk van de in de installatie gebruikte hoeveelheid, de emissievoorschriften voor verbrandingsprocessen van gevaarlijk afval van toepassing zijn. Dit deel heeft echter betrekking op met fossiele brandstoffen gestookte ovens.

48. Deeltjes worden uitgestoten in alle stadia van het cementproductieproces, dat bestaat uit materiaalbehandeling, voorbereiding van de grondstoffen (brekers, drogers), klinkerproductie en cementbereiding. Zware metalen worden samen met de grondstoffen, fossiele en afvalbrandstoffen in de cementoven gebracht.

49. Voor klinkerproductie zijn de volgende oventypen beschikbaar: lange natte draaioven, lange droge draaioven, draaioven met cycloonvoorverhitter, draaioven met roostervoorverhitter en schachtoven. Uit een oogpunt van energiebehoefte en mogelijkheden voor emissiebeheersing moet de voorkeur worden gegeven aan draaiovens met cycloonvoorverhitter.

50. Voor warmteterugwinning wordt het afvoergas van de draaioven door het voorverhittingssysteem en de drogers (voor zover aanwezig) geleid, voordat het wordt ontstoft. Het opgevangen stof wordt naar het basismateriaal teruggevoerd.

51. Minder dan 0,5 % van het lood en het cadmium dat in de oven wordt gevoerd, komt vrij in de uitlaatgassen. Het hoge alkaligehalte en het wassen in de oven zorgen ervoor dat het metaal wordt vastgehouden in het klinker- of ovenstof.

52. Emissie van zware metalen in de lucht kan worden teruggedrongen door bijvoorbeeld een ontluichtingsstroom af te voeren en het opgevangen stof op te slaan in plaats van het naar het basismateriaal terug te voeren. In elk geval moeten deze overwegingen worden afgewogen tegen de gevolgen van het storten van de zware metalen op de afvalhoop. Een andere mogelijkheid is de bypass van de hete pap, waarbij gecalcineerde hete pap ten dele vlak voor de oveningang wordt ontladen en aan de cementbereidingsinstallatie wordt toegevoerd. Het stof kan ook aan de klinker worden toegevoegd. Een andere belangrijke maatregel is een zeer goed geregelde gelijkmatige werking van de oven teneinde noodonderbrekingen van de elektrostatische stofvangers te vermijden. Deze kunnen worden veroorzaakt door te grote CO-concentraties. Het is belangrijk dat bij dergelijke noodonderbrekingen hoge pieken in de emissie van zware metalen worden vermeden.

53. Tabel 8 bevat een overzicht van de meest relevante emissiebeperkingsmaatregelen. Voor het terugdringen van directe stofemissie uit brekers, molens en drogers worden voornamelijk doekfilters gebruikt, terwijl uit de oven en van de klinkerkoeling afkomstige afvalgassen met behulp van elektrostatische stofvangers worden behandeld. Met ESP kan het stof worden beperkt tot concentraties van minder dan 50 mg/m³. Bij gebruik van DF kan het stofgehalte in het gereinigde gas worden verminderd tot 10 mg/m³.

Tabel 8
Emissiebronnen, beheersingsmaatregelen, efficiëntie inzake beperking en kosten voor de cementindustrie

Emissiebron	Beheersingsmaatregel(en)	Efficiëntie beperking (%)	Bestrijdingskosten (totale kosten)
Directe emissie van brekers, molens, drogers	DF	Cd, Pb: > 95	
Directe emissie van roterende ovens, klinkerkoelers	ESP	Cd, Pb: > 95	
Directe emissie van roterende ovens	Kooladsorptie	Hg: > 95	

Glasindustrie (bijlage II, categorie 8)

54. In de glasindustrie zijn loodemissies bijzonder belangrijk gezien de verschillende soorten glas waarin lood als grondstof voorkomt (bijvoorbeeld kristalglas, kathodestraalbuizen) . Bij hol glas van natriumkalksilicaat is de loodemissie afhankelijk van de kwaliteit van het gerecycleerde glas dat in het proces wordt gebruikt. Het loodgehalte in stof dat van het smelten van kristalglas afkomstig is, bedraagt gewoonlijk circa 20-60 %.

compositiebereiding, ovens, diffuse lekkage uit ovenopeningen en het polijsten en stralen van glasproducten. Zij zijn met name afhankelijk van de gebruikte brandstof, het oventype en het geproduceerde glastype. Brandstof-zuurstofbranders kunnen het afvalgasvolume en de productie van rookgas met 60 % verminderen. Bij elektrische verhitting is de loodemissie aanzienlijk lager dan bij het stoken met olie of gas.

56. De compositie wordt gesmolten in continu gestookte ovens, dagovens of kroezen. Tijdens de smeltcyclus waarbij gebruik wordt gemaakt van niet-continu gestookte ovens, varieert de stofemissie aanzienlijk. Stofemissies van kristalglasovens (< 5 kg/Mg gesmolten glas) zijn groter dan van andere ovens (< 1 kg/Mg gesmolten wit en kaliglas) .

57. Enkele maatregelen ter beperking van directe metaalhoudende stofemissies zijn: pelletiseren van de compositie, overschakeling van olie of gas op elektriciteit voor het verhittingssysteem, het aandeel van retourglas in de compositie vergroten en een betere selectie van grondstoffen (grootte- distributie) en gerecycleerd glas (vermijden van loodhoudende fracties) . Uitlaatgassen kunnen in doekfilters worden gereinigd, waarbij de emissie wordt teruggedrongen tot minder dan 10 mg/m³ . Met elektrostatische stofvangers wordt 30 mg/m³ bereikt. Tabel 9 bevat een overzicht van de efficiëntie inzake emissievermindering van de verschillende maatregelen.

58. Momenteel wordt kristalglas zonder loodverbindingen ontwikkeld.

Tabel 9
Emissiebronnen, beheersingsmaatregelen, efficiëntie inzake stofvermindering en kosten voor de glasindustrie

Emissiebron	Beheersingsmaatregel(en)	Efficiëntie stofvermindering (%)	Bestrijdingskosten (totale kosten)
Directe emissie	DF	> 98	
	ESP	> 90	

Chloor-alkali-industrie (bijlage II, categorie 9)

59. In de chloor-alkali-industrie, Cl_2 , worden alkalihydroxiden en waterstof geproduceerd door middel van elektrolyse van een zoutoplossing. In bestaande installaties wordt gewoonlijk gebruik gemaakt van het kwikproces en het diafragma proces, waarbij telkens goede praktijken moeten worden gehanteerd om milieuproblemen te voorkomen.

Het membraanproces leidt niet tot directe kwikemissie. Bovendien blijkt de elektrolyse-energie lager te zijn en zijn er hogere temperaturen vereist voor de concentratie van alkalihydroxide (de totale energiebalans levert een licht voordeel voor membraanceltechnologie op in de orde van 10 tot 15 %), terwijl met compactere cellen kan worden gewerkt. Deze technologie wordt derhalve als de te verkiezen optie voor nieuwe installaties beschouwd. Besluit 90/3 van 14 juni 1990 van de Commissie voor de voorkoming van verontreiniging van de zee vanaf het land (PARCOM) beveelt aan bestaande chloor-alkali-installaties met kwikcellen zo spoedig mogelijk geleidelijk uit te schakelen en wel zodanig dat er in 2010 geen meer zijn.

60. De specifieke investering voor de vervanging van kwikcellen door het membraanproces wordt geraamd op 700 tot 1 000 USD/Mg Cl_2 capaciteit. Hoewel extra kosten kunnen voortvloeien uit onder andere hogere utiliteitskosten en pekelzuiveringskosten, zullen de bedrijfskosten in de meeste gevallen afnemen, vooral dankzij besparingen door minder energieverbruik en lagere kosten van afvalwaterbehandeling en afvalverwijdering.

61. De bronnen van kwikemissies in het milieu bij het kwikproces zijn: celkamerventilatie, procesuitstoot, producten, met name waterstof, en afvalwater. Wat de emissie in de lucht betreft is vooral het diffuus uit de cellen naar de celkamer geëmitteerde Hg van betekenis. Preventieve maatregelen en beheersing zijn van groot belang en daaraan moet naar gelang van het relatieve belang van elke bron in een bepaalde installatie prioriteit worden gegeven. In elk geval zijn specifieke beheersingsmaatregelen vereist wanneer kwik wordt teruggewonnen uit slib dat van het proces afkomstig is.

62. De volgende maatregelen kunnen worden genomen om emissies van bestaande kwikprocesinstallaties terug te dringen:

- Procesregeling en technische maatregelen voor optimale celwerking, onderhoud en efficiëntere bedrijfsmethoden;
- Afdekking, afdichting en gecontroleerde ontluchting door middel van afzuiging;
- Reiniging van celkamers en maatregelen die het gemakkelijker maken deze schoon te houden;
- Reiniging van een aantal gasstromen (bepaalde verontreinigde luchtstromen en waterstofgas) .

63. Deze maatregelen kunnen kwikemissies terugdringen tot waarden ver beneden 2,0 g/Mg Cl_2 -productiecapaciteit, uitgedrukt als jaargemiddelde. Er zijn voorbeelden van installaties die tot emissies ver beneden 1,0 g/Mg Cl_2 -productiecapaciteit komen. Ingevolge PARCOM-besluit 90/3 dienden bestaande chloor-alkali-installaties die kwik gebruiken, uiterlijk op 31 december 1996 aan een niveau van 2 g Hg/Mg Cl_2 te voldoen voor emissies die onder het verdrag ter voorkoming van verontreiniging van de zee vanaf het land vallen. Aangezien emissies voor een groot gedeelte afhankelijk zijn van goede bedrijfspraktijken, zou het

gemiddelde onderhoudsperioden van 1 jaar of minder moeten omvatten en daar ook door moeten worden bepaald.

Verbranding van stedelijk, medisch en gevaarlijk afval (bijlage II, categorieën 10 en 11)

64. Verbranding van stedelijk, medisch en gevaarlijk afval leidt tot emissies van cadmium, lood en kwik. Kwik, een aanzienlijke hoeveelheid cadmium en geringere hoeveelheden lood worden daarbij gevolatiliseerd. Zowel vóór als na de verbranding moeten bepaalde maatregelen worden genomen om deze emissies terug te dringen.

65. Doekfilters in combinatie met een droge of natte methode ter bestrijding van vluchtige stoffen wordt als de beste beschikbare technologie voor ontstopping beschouwd. Elektrostatische stofvangers in combinatie met natte systemen kunnen eveneens worden ingeschakeld om een lage stofemissie te bereiken, maar zij bieden minder mogelijkheden dan doekfilters, vooral met voorbekleding voor adsorptie van vluchtige verontreinigingen.

66. Wanneer de BBT wordt toegepast voor het reinigen van rookgassen, wordt de stofconcentratie vermindert tot 10 à 20 mg/m³; in de praktijk worden lagere concentraties bereikt en in bepaalde gevallen is melding gemaakt van concentraties van minder dan 1 mg/m³. De kwikconcentratie kan worden teruggedrongen tot 0, 05 à 0, 10 mg/m³ (genormaliseerd tot 11 % O₂).

67. Tabel 10 bevat een overzicht van de meest relevante secundaire emissiebeperkingsmaatregelen. Het is moeilijk algemeen geldige gegevens te verstrekken, omdat de relatieve kosten in USD/ton afhankelijk zijn van een bijzonder brede waaier van variabelen die specifiek voor de installatie zijn, zoals samenstelling van het afval.

68. Zware metalen komen voor in alle fracties van de stedelijke afvalstroom (bijvoorbeeld producten, papier, organische materialen). Door de te verbranden hoeveelheid stadsafval te verminderen kan dan ook de emissie van zware metalen worden teruggedrongen. Dit kan worden bewerkstelligd door verschillende afvalbeheersstrategieën, waaronder recyclingprogramma's en het composteren van organische materialen. Bovendien staan sommige VN/ECE-landen toe dat stadsafval wordt gestort. Op een correct beheerd stortterrein worden emissies van cadmium en lood uitgeschakeld en kunnen kwikemissies lager zijn dan bij verbranding. In verschillende VN/ECE-landen wordt onderzoek verricht naar kwikemissies uit stortterreinen.

Tabel 10

Emissiebronnen, beheersingsmaatregelen, efficiëntie inzake beperking en kosten bij verbranding van stedelijk, medisch en gevaarlijk afval

Emissiebron	Beheersingsmaatregel(en)	Efficiëntie beperking (%)	Bestrijdingskosten (totale kosten USD)
Rookgassen	Efficiënte wassers	Pd, Cd: > 98; Hg: ca. 50	
	ESP (3 velden)	Pb, Cd; 80-90	10-20/Mg afval
	Natte ESP (1 veld)	Pb, Cd: 95-99	
	Doekfilters	Pb, Cd: 95-99	15-30/Mg afval

	Koolinjectie + DF	Hg: > 85	bedrijfskosten: ca. 2-3/Mg afval
	Koolbedfiltratie	Hg: > 99	bedrijfskosten: ca. 50/Mg afval

Voor vragen en/of opmerkingen over EMIS kunt u mailen naar emis@vito.be

Copyright © [VITO](#) 09/11/2000

Ontwerp [EMIS](#).