

Protocol 0057 Aluminiumproductie
t.b.v. NIR 2010
uitgave maart 2010

2C3: PFK-Emissies bij Primaire Aluminiumproductie



Voorwoord

Onder het Kyoto Protocol is Nederland verplicht om een nationaal systeem op te zetten en te onderhouden voor de monitoring van broeikasgassen. Een van de elementen hierin is een transparante en controleerbare beschrijving van de methoden en processen, die daarbij gehanteerd worden. De methoden moeten daarbij voldoen aan de internationale richtlijnen, welke zijn vastgesteld door de Verenigde Naties (UN) en de Europese Unie (EU).

In Nederland wordt aan deze eisen onder meer invulling gegeven in de vorm van Monitoring Protocollen, waarin de methoden en werkprocessen zijn beschreven voor de vaststelling van emissies en de hoeveelheid vastlegging (sinks) van broeikasgassen. Er zijn protocollen voor ongeveer 40 verschillende bronnen of sinks van broeikasgassen. Dit document beschrijft het protocol voor een van deze bronnen of sinks.

De protocollen zijn opgesteld in een nauw samenwerkingsverband tussen experts vanuit diverse sectoren van de Nederlandse samenleving. Met name de experts van de Emissieregistratie (ER) zijn hier bij betrokken. De ER is een samenwerkingsverband van onder meer CBS, WUR, RIVM en PBL. Tot 31 december 2009 werd dit gecoördineerd door het Planbureau voor de Leefomgeving; per 1 januari 2010 is de coördinatie overgegaan naar RIVM. Aan de protocollen is verder bijgedragen door Agentschap NL, het Ministerie van Landbouw, Natuur & Voedselkwaliteit en het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM).



Planbureau voor de Leefomgeving



Agentschap NL
Ministerie van Economische Zaken



Inhoudsopgave

1	SCOPE EN BELANG EMISSIEBRONNEN/ACTIVITEITEN	4
1.1	SCOPE EN DEFINITIE	4
1.2	BELANG EN INVLOEDSFACTOREN	4
1.2.1	<i>Bijdrage aan de totale nationale emissies</i>	4
1.2.2	<i>Relevante factoren van invloed op de emissie</i>	4
2	METHODIEK, EMISSIEFACTOREN EN ACTIVITEITENDATA	5
2.1	BEREKENINGSMETHODIEK	5
2.2	EMISSIEFACTOREN	6
2.3	RELEVANTE ACTIVITEITENDATA	6
3	WERKPROCESSEN	6
4	KWALITEIT EN VERIFICATIE	7
4.1	ONZEKERHEIDSINSCHATTING	7
4.2	KWALITEITSBEWAKING EN BORGING	8
4.3	VERIFICATIE	8
4.4	VERBETERPUNTEN T.A.V. HUIDIGE BEREKENINGSMETHODE	9
4.4.1	<i>Historie</i>	9
4.4.2	<i>Toekomst</i>	9
5	OVERIGE ASPECTEN	9
5.1	PUNTBONCRITERIA	9
5.2	STOFPROFIELEN	9
5.3	REGIONALISERING	9
5.4	TIJDGEBONDEN VARIATIES IN BRONSTERKTE	9
6	REFERENTIES EN AANVULLENDE INFORMATIE	10
6.1	REFERENTIES	10
6.2	AANVULLENDE INFORMATIE	10



Protocol

2C3: PFK-Emissies bij Primaire Aluminiumproductie

IPCC Categorie:	2C3
NFR Code:	n.v.t.
NOSE Code:	n.v.t.
NACE Code 2008	2442

1 Scope en belang emissiebronnen/activiteiten

1.1 Scope en definitie

Dit protocol betreft een beschrijving van de monitoring van de emissie van PFK (CF_4 en C_2F_6), die vrijkomt bij de industriële productie van primair aluminium (IPCC code 2C3). Het betreft SBI-code 2442 (vervaardiging van aluminium).

In Nederland zijn twee producenten van aluminium gevestigd, elk op één productielocatie.

Bij de productie van primair aluminium worden PFK's uitgestoten, voornamelijk (80-90%) tetrafluoromethaan (CF_4) en in mindere mate (10-20%) hexafluoroethaan (C_2F_6). In de literatuur worden ook hogere PFK's als C_3F_8 genoemd, die – echter in veel kleinere hoeveelheden - bij dit proces kunnen vrijkomen.

De PFK's worden gevormd gedurende het zogenaamde anode-effect, wanneer de concentratie van aluminiumoxide in het elektrolytbad met de smelt te laag is. Tijdens het anode-effect worden vonken getrokken waarbij de temperatuur zo hoog oploopt dat PFK's gevormd worden. De frequentie en duur waarmee het anode-effect optreedt is afhankelijk van het processtype (Søderberg of Prebake), de wijze van aluinaardedosering en de mate van procesautomatisering.

1.2 Belang en invloedsfactoren

1.2.1 Bijdrage aan de totale nationale emissies

De PFK-emissie door de aluminiumindustrie levert een jaarlijkse bijdrage van ongeveer 1% aan de totale Nederlandse broeikasgasemissies.

1.2.2 Relevante factoren van invloed op de emissie

Anode-effecten en hiermee samenhangende emissies van genoemde PFK's kunnen worden voorkomen door de dosering van aluinaarde zo gelijkmatig mogelijk te laten verlopen. Met een aluinaardedosering-systeem vanuit het midden, zogenaamde middenvoeding of Center Worked Prebaked (CWPB), is de emissie van PFK 95% lager dan een doseringssysteem van de zijkant of Side Worked Prebaked (SWPB).

De Nederlandse aluminiumproducenten gebruiken beide voorgebakken (prebake) anoden. Beide waren oorspronkelijk voorzien van zijvoeding. Bedrijf 1 is vanaf 1999 voorzien van middenvoeding en bedrijf 2 vanaf begin 2003.



2 Methodiek, emissiefactoren en activiteitendata

2.1 Berekeningsmethodiek

De twee bedrijven in Nederland gebruiken elk hun eigen methodiek voor de berekening van de PFK-emissie. Bedrijf 1 past een methode toe die overeenkomt met de Tier-2-methode, met uitzondering van de volgende punten:

- er worden alleen CF₄ emissies berekend en geen C₂F₆;
- bij de berekening van de Emissiefactor wordt met een andere slope gewerkt.

De methode van Bedrijf 2 komt volledig overeen met de Tier-2-methode zoals beschreven in de Good Practice Guidance van de IPCC (IPCC, 2001, p.3.39 e.v.).

Bedrijf 1

De emissies van bedrijf 1 worden met de volgende formules bepaald:

$$\text{Emissie CF}_4 = \text{Emissiefactor CF}_4 * \text{Productie} / 1000$$

$$\text{Emissie C}_2\text{F}_6 = \text{Gewichtsfractie C}_2\text{F}_6 / \text{CF}_4 * \text{emissie CF}_4$$

Waarbij: Emissie C₂F₆/CF₄: de emissie CF₄ of C₂F₆ (ton/jaar)
Emissiefactor CF₄: de emissiefactor voor CF₄ (kg/ton aluminium)
Gewichtsfractie C₂F₆/CF₄: tot 1999 (bij zijvoeding) bedroeg deze 0,10;
na 1999 (bij middenvoeding) is deze 0,121.

De emissiefactor CF₄ wordt daarbij als volgt bepaald:

$$\text{Emissiefactor CF}_4 = \text{Slope CF}_4 * \text{AEF} * \text{AED}$$

Waarbij: Slope CF₄: De Slope CF₄ is een technologie specifieke waarde voor CF₄ (IPCC, 2001, p.3.39 e.v.). Bedrijf 1 hanteert hierbij eigen specifieke waarden, welke afwijken van de IPCC Tier-2- methode.
AEF: aantal anode effecten per dag (anode effecten/oven/dag)
AED: duur anode effecten (minuten).

Bedrijf 2

De emissies van bedrijf 2 worden met de volgende formules bepaald:

$$\text{Emissie CF}_4 = \text{Emissiefactor CF}_4 * \text{Productie} / 1000$$

$$\text{Emissie C}_2\text{F}_6 = \text{Emissiefactor C}_2\text{F}_6 * \text{Productie} / 1000$$



De emissiefactoren worden via de overvoltage methode bepaald:

$$\text{Emissiefactor } CF_4 = \text{Overvoltage_coëfficiënt } CF_4 * AEO / CE$$

$$\text{Emissiefactor } C_2F_6 = \text{Overvoltage_coëfficiënt } C_2F_6 * AEO / CE$$

Waarbij: Emissiefactor CF_4 of C_2F_6 : de emissiefactor voor CF_4 of C_2F_6 (kg/ton aluminium)
 Overvoltage_coëfficiënt: dit is een technologische specifieke (IPCC, 2001, p.3.39 e.v.) waarde per ton aluminium per mV per oven/dag.
 AEO: anode effect overvoltage (mV/oven/dag)
 CE: current efficiency van de aluminiumproductie (als fractie)

2.2 Emissiefactoren

Zie voor de gehanteerde emissiefactoren paragraaf 2.1.

2.3 Relevante activiteitendata

N.v.t.

3 Werkprocessen

Proces voor raming (t-1)

Indien op een bepaald moment voorlopige cijfers nodig zijn wordt het onderstaande proces gevolgd om tot een raming van t-1 te komen. De voorlopige data van de werkveldtrekker zijn berekend door extrapolatie van de cijfers van het voorgaande jaar op basis van prognoses in de ontwikkelingen in de belangrijkste activiteitendata (afkomstig uit CBS- of andere statistieken).

INPUT	PROCES	OUTPUT	WIE
Voorlopige data werkveldtrekker (t-1)	Opnemen t-1 gegevens in Emissieregistratiedatabase	ER-db met (t-1) data	Werkveldtrekker
ER-db met (t-1) data	Controle emissiecijfers: vergelijking met vorige jaren (trend) eventueel aanpassen en documenteren van het geheel	ER-db (t-1) met eventueel aangepaste cijfers	Taakgroep

Proces voor definitieve vaststelling (t-2)

De definitieve emissiecijfers (zoals beschreven in dit protocol) worden berekend volgens het volgende proces.



INPUT	PROCES	OUTPUT	WIE
Binnen bedrijf vastgestelde Emissiecijfers	Rapporteren in MJV	MJV	Bedrijf
MJV	Valideren MJV	Gevalideerd MJV	Bevoegd Gezag (Provincie)
Gevalideerd MJV	Opnemen in bestand FOI	Bestand FOI	FOI
Bestand FOI	Controle emissiecijfers: vergelijking MJVs met MJVs uit voorgaande jaren (trend) Bij niet onderbouwde afwij- kingen in tekst MJV contact met Provincie en/of Bedrijf opnemen → emissiecijfer eventueel aanpassen en documenteren van het geheel.	Definitieve data werkveldtrekker (t-2)	Werkveldtrekker
Definitieve data werkveldtrekker (t-2)	Opnemen t-2 gegevens in Emissieregistratiedatabase	ER-db met (t-2) data	Werkveldtrekker
ER-db met (t-2) data	Controle en trendanalyse lucht- emissies: afwijkingen verklaren of cijfers aanpassen	Definitief vastgestelde emissiecijfers t-2	Taakgroepen en PBL-deskundigen

Aanleveren gegevens via MJV

De bedrijven rapporteren de emissies per fabriek als onderdeel van hun milieujaarverslag (MJV), met onderscheid in vertrouwelijke gegevens en openbare gegevens. Dit wordt uiterlijk 1 april van het jaar volgend op het rapportagejaar ingediend bij het bevoegd gezag voor de betreffende vestiging.

Per bedrijf worden de gebruikte methoden, (meet)resultaten en -frequenties, calibratierecords, de karakteristieken en eventueel de efficiency van de gebruikte technologieën voor PFK-reductie, en andere belangrijke aannames of gegevens bijgehouden en vastgelegd. Vertrouwelijke gegevens over gebruikte technologie worden binnen het bedrijf vastgelegd en bijgehouden. Deze gegevens zijn volgens procedure in te zien door bevoegd gezag, de werkgroep ENINA en mogelijke reviewteams.

4 Onzekerheid en kwaliteit

4.1 Onzekerheidsinschatting

Jaarlijks wordt voor submittie van de NIR door de ER een Tier 1 onzekerheidsanalyse uitgevoerd op de broeikasgasinventarisatie volgens de IPCC richtlijnen. De gebruikte aannames en resultaten worden beschreven in een achtergrondrapport bij het National Inventory Report (NIR). In aanvulling hierop worden, voorzover opgenomen in het QA/QC programma voor de betreffende periode, regelmatig in specifieke situaties extra analyses uitgevoerd, waaronder eventuele actualisering van Tier 2 onzekerhedenanalyses.



In 2006 is de Tier 2 onzekerheidsanalyse geactualiseerd. Deze analyse toonde aan dat de Tier 1 onzekerheidsanalyse voldoende betrouwbaar is en dat de Tier 2 onzekerheidsanalyse slechts met een tussenpoos van ongeveer 5 jaar hoeft te worden uitgevoerd, tenzij een grote verandering bij een belangrijke bron aanleiding geeft tot een eerdere actualisatie.

Bronspecifieke onzekerheid

De onzekerheidsschatting_{totaal} betreft de wortel van de optelsom van onzekerheid in de gebruikte databronnen (AD_{onz}) in het kwadraat en de onzekerheid van de emissiefactor (EF_{onz}) in het kwadraat. De grootte van de totale onzekerheid wordt hierbij voornamelijk bepaald door de grootste AD- of EF-onzekerheid.

$$\text{Onzekerheidsschatting}_{\text{totaal}} = \sqrt{EF_{onz.}^2 + AD_{onz.}^2}$$

De onzekerheidsschattingen ten aanzien van de gebruikte databronnen (AD) en emissiefactoren (EF) en totale onzekerheidsschatting is terug te vinden in onderstaande tabel.

IPCC	Categorie	Gas	AD _{onz.}	EF _{onz.}	Onzekerheid schatting _{totaal}
2C3	PFK door aluminiumproductie	PFK	2	20	20

De onzekerheid in de PFK-emissies van de productie van aluminium werd geschat op ongeveer 20% (2% in activiteitendata en 20% in de PFK-emissiefactor).

4.2 Kwaliteitsbewaking en –borging (QA/QC)

De werkveldtrekkers van de ER checken:

1. of basisdata goed zijn gedocumenteerd en overgenomen (check op typefouten, gebruik van juiste eenheden en goede omrekening);
2. of de berekeningen juist zijn uitgevoerd;
3. of aannames consistent zijn, alsmede of specifieke parameters (zoals activiteiten data) consistent zijn gebruikt;
4. of complete en consistente datasets zijn aangeleverd.

Eventuele hieruit voortvloeiende acties worden bijgehouden op een 'actielijst'. Alvorens de dataset wordt vastgesteld, wordt gecheckt of de relevante acties op deze lijst en de QC checks zijn afgehandeld. Vaststelling hiervan vindt plaats in de Werkgroep Emissie Monitoring (WEM), dan wel schriftelijk door een e-mail van de instituutvertegenwoordigers aan de projectleider ER bij PBL.

Bij het toevoegen van nieuwe data wordt door de werkveldtrekker een documentatiesheet ingevuld. Om efficiencyredenen geldt een ondergrens voor verplichte documentatie van wijzigingen van 5% op doelgroepniveau en 0,5% op niveau van het nationale totaal. Deze documentatiesheets vormen een onderdeel van de trendanalyse en van de uiteindelijke vaststelling van de dataset.

De werkveldtrekkers van de ER communiceren per e-mail over deze QC-checks, resultaten en acties. Zij sturen daarvan een afschrift aan de secretaris van de ER, die een logboek bijhoudt en deze e-mails bundelt in een "actielijst". Daarmee wordt expliciet gemaakt dat de benodigde checks en correcties zijn uitgevoerd.

4.3 Verificatie

Om de kwaliteit van de emissiecijfers voor de bronnen in dit protocol te checken worden algemene QA/QC-procedures gevolgd in lijn met de IPCC guidelines. Deze zijn nader beschreven in het QAQC programma voor het National System en de jaarlijkse werkplannen van de Emissieregistratie.



- Sectorspecifieke QC

Voor de bronnen in dit protocol worden daarnaast geen aanvullende specifieke verificatieprocedures uitgevoerd.

4.4 Verbeterpunten t.a.v. huidige berekeningsmethode

4.4.1 Historie

Bedrijf 1

Bij bedrijf 1 worden alleen de CF₄ emissies bepaald. Dit werd pas eind 2005 bekend. Daarvoor werd dit als de totale PFK emissie opgegeven. Daarom zijn tot en met 2005 de CF₄ en CF₆ als volgt bepaald:

CF₄ emissies: 0,9 * de totale PFK emissie;

C₂F₆ emissie: 0,1 * de totale PFK emissie.

In de NIR2006 (Brandes et al, 2006) is dit gecorrigeerd en zijn de ontbrekende C₂F₆ emissies vanaf 1990 toegevoegd.

Hierbij is voor de gehele periode gebruik gemaakt van een C₂F₆/CF₄ Gewichtsfractie van 0,10.

Bedrijf 2

Tot en met 2006 hanteerde bedrijf 2 voor de emissiebepaling tot en met 2002 een vaste verhouding tussen CF₄ en CF₆. Voor elke kg CF₄ werd 0,1 kg C₂F₆ geëmitteerd. De emissies na 2002 werden toen bepaald via metingen.

In de NIR2006 (Brandes et al, 2006) zijn de emissies op basis van in 1999 uitgevoerde periodieke metingen herberekend.

Deze metingen, welke pas later beschikbaar kwamen, resulteerden in een C₂F₆/CF₄ gewichtsfractie van 0,24. De herberekeningen zijn gedaan voor de periode 1990-1998 en de jaren 2000 en 2001.

4.4.2 Toekomst

N.v.t.

5 Overige aspecten

5.1 Puntbroncriteria

N.v.t.

5.2 Stofprofielen

N.v.t.

5.3 Regionalisering

N.v.t.

5.4 Tijdgebonden variaties in bronsterkte

N.v.t.



6 Referenties en aanvullende informatie

6.1 Referenties

Brandes L.J. et al, Greenhouse Gas Emissions in the Netherlands 1990-2004, National Inventory Report 2006, MNP report 500080001 / 2006

IPCC, 1997: Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Emission Inventories, Three volumes: Reference Manual, Reporting Guidelines and Workbook. IPCC/OECD/IEA. IPCC WG1 Technical Support Unit, Hadley Centre, Meteorological Office, Bracknell, UK

IPCC, 2001: Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, IPCC-TSU NGGIP, Japan

Kroeze, C., 1995: Fluorocarbons and SF₆. Global emission inventory and options for control. RIVM report 773001-007. Bilthoven, the Netherlands.

Matthijsen, A.J.M.C. en C. Kroeze, 1996: Emissies van HFK's, PFK's FIK's en SF₆ in Nederland in 1990, 1994, 2000, 2005, 2010 en 2020. RIVM rapport 773001-008. Bilthoven, Nederland.

Olivier, J.G.J. and J. Bakker, 2000: Historical emissions of HFC, PFC, and SF₆ 1950-1995. Consumption and emission estimates per country 1950-1995 and global emissions on 1° x 1° in EDGAR 3.0. RIVM, Bilthoven, the Netherlands.

Olivier J.G.J., L.J. Brandes and R.A.B. te Molder, 2009 (in print) Uncertainty in the Netherlands' greenhouse gas emissions inventory: Estimate of annual and trend uncertainty for Dutch sources of greenhouse gas emissions using the IPCC Tier 1 approach, PBL-Report 500080013, Bilthoven

Pechiney, 1999: Rapport over de metingen van de emissie van PFC's van de electrolyse-ovens van Pechiney Nederland N.V. (PNL/ML/AD/HFI./in2682) d.d. 29 november 1999

Research Triangle Institute, Cadmus, 1998: Performance standards for determining emissions of HFC-23 from the production of HCFC-22. Prepared for USEPA.

Van Amstel, A.R., J.G.J. Olivier and P.G. Ruysenaars (editors), 2000: Monitoring greenhouse gases in the Netherlands: Uncertainty and priorities for improvement. WIMEK/RIVM report 773201-003.

US-EPA 2002; Protocol for measurement of Tetrafluoromethane and Hexafluorethane from Primary Aluminium Production, draft May 2002.

6.2 Aanvullende informatie

N.v.t.