

Facultatieve Technologies BV
Emissieonderzoek 2006
Crematorium Rhijnhof, Leiden

30 maart 2006

**Facultatieve Technologies BV
Emissieonderzoek 2006
Crematorium Rhijnhof, Leiden**

Verantwoording

Titel

Opdrachtgever	Facultatieve Technologies
Projectleider	ing. Roger Stoeltie
Auteur(s)	ing. Robert Schram
Uitvoering meet- en inspectiewerk	ing. Robert Schram en Roy Tijhuis
Projectnummer	4444100
Aantal pagina's	22 (exclusief bijlagen)
Datum	30 maart 2006
Handtekening	

Colofon

Tauw bv
afdeling Milieu & Veiligheid
Handelskade 11
Postbus 133
7400 AC Deventer
Telefoon (0570) 69 99 11
Fax (0570) 69 96 66

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001;
- VCA**-certificering voor veilig werken bij meet- en inspectieactiviteiten en bodemsaneringen, ook in risicogebieden railinfra;
- NEN-EN-ISO 17025 accreditatie (L429) voor de meet- en bemonsteringsactiviteiten zoals aangegeven op de lijst van verrichtingen bij deze accreditatie;
- Er zijn analyses uitgevoerd door het NEN-EN-ISO 17025 geaccrediteerde milieulaboratorium van AL-West.

Inhoud

Verantwoording en colofon	5
1 Inleiding.....	9
2 Opzet en uitvoering onderzoek	11
2.1 Opzet onderzoek	11
2.2 Uitvoering onderzoek	12
3 Kwaliteit.....	15
4 Procesomstandigheden	17
5 Resultaten onderzoek	19
5.1 Meetvlakbeoordeling en –beschrijving	19
5.2 Afgaskarakteristieken	19
5.3 Meetresultaten.....	20
6 Beschouwing	21

Bijlage(n)

1. Kopie accreditatie certificaat
2. Meetvlakbeoordeling en -beschrijving
3. Grafische weergaven continue metingen
4. Toelichting meetonnauwkeurigheden

1 Inleiding

Op verzoek van Facultatieve Technologies BV heeft Tauw een emissieonderzoek bij Crematorium Rhijnhof te Leiden. Het emissieonderzoek is uitgevoerd in het kader van de vigerende vergunning en is opgesteld conform de bijzondere regeling in de NeR.

De emissiemetingen hebben plaatsgevonden op 27 en 28 februari 2006.

Kenmerk R001-4444100RSA-sbk-V01-NL

2 Opzet en uitvoering onderzoek

2.1 Opzet onderzoek

In tabel 2.1 is het uitgevoerde meetprogramma gegeven. Hierin zijn de emissierelevante stoffen uit de Nederlandse emissie Richtlijnen (NeR) opgenomen. Tevens is de meetfrequentie en meetduur gegeven.

Tabel 2.1 Meetprogramma.

Parameter	Bemonsteringsvoorschrift/ -methode	RVA	Analysemethode/ -methode	RVA	Meetfrequentie en meetduur
C _x H _y	NEN-EN 13546	Q	FID	-	3 x 1 crematie (continu)
NO _x	NEN-ISO 10849	Q	Chemoluminescentie	-	3 x 1 crematie (continu)
SO ₂	NEN-ISO 7935	Q	Pulsfluoriscentie	-	3 x 1 crematie (continu)
CO	NEN-ISO 12039	Q	Gasfilterkorrelatie	-	3 x 1 crematie (continu)
O ₂	NEN-ISO 12039	Q	Paramagnetisch	-	continu
Totaal stof	NEN-EN 13284-1	Q	Gravimetrisch	Q	3 x 1 crematie
Hg	NEN-EN 13284-1 NVN 2817/ NEN-EN 13211	Q	Koude damp	Q	3 x 1 crematie
HCl	NEN-EN 1911	Q	Ionchromatografie	Q	3 x 1 crematie
HF	NEN 2819	Q	Potentiometrisch	Q	3 x 1 crematie
PCDD/F	NEN-EN 13284-1 NEN-EN 1948	Q	GC/LR HRMS	Q	3 x 1 crematie
Debiet	ISO 10780	Q	Drukverschil	-	Tweevoud
Temperatuur	ISO 8756	Q	Thermokoppel	-	Tweevoud
Vochtgehalte	EPA Methode 4	Q	Gravimetrisch	-	3 x 1 crematie

Q:Accreditatie

:-Niet van toepassing

2.2 Uitvoering onderzoek

SO₂, CO, O₂, NO_x en C_xH_y

De bepaling van de concentraties in de rookgassen van SO₂, CO, O₂, NO_x en C_xH_y is uitgevoerd met meetapparatuur conform respectievelijk NEN-ISO 7935, NEN-ISO 12039, NEN-ISO 10849, NEN-EN 13526. Voorgaande componenten zijn continu geanalyseerd en geregistreerd. De monstergasconditionering heeft plaatsgevonden conform NEN-ISO 10396 (extractief middels een rookgaskoeler).

Stof en kwik

De bemonstering van totaal stof en kwik is isokinetisch uitgevoerd conform NEN-EN 13284-1. Hierbij is een deelstroom van het rookgas isokinetisch afgezogen en over een stoffilter geleid. Het op het stoffilter afgevangen stof is gravimetrisch bepaald.

De bemonstering op stofgebonden Hg heeft plaats gevonden conform NVN 2817 gecombineerd met de stofbemonsteringen. Na het stoffilter is de deelstroom van de rookgassen door impingers met specifieke absorptievloeistoffen geleid. Het stoffilter en de absorptievloeistof zijn vervolgens afzonderlijk conform NEN-voorschriften geanalyseerd op kwik. Ten behoeve van de bepaling van het gehalte aan gasvormig kwik is een afzonderlijke nat-chemische bemonstering uitgevoerd conform NEN-EN 13211.

HCL en HF

De bemonstering van HCl en HF heeft natchemisch plaatsgevonden door een deelvolume van de afgassen door impingers gevuld met geschikte wasvloeistoffen te leiden conform respectievelijk NEN-EN 1911 en NEN 2819. De metingen zijn isokinetisch uitgevoerd in combinatie met de metingen naar stof. De wasvloeistoffen zijn geanalyseerd conform gestandaardiseerde analysetechnieken. De bemonsteringen naar HCl en HF hebben gecombineerd met de bemonsteringen naar stof en kwik plaats gevonden en zijn isokinetisch uitgevoerd.

PCDD/F

De bemonsteringen van PCDD/F zijn uitgevoerd conform NEN-EN 1948 (gekoelde lansmethode). De bemonstering heeft plaatsgevonden door een deelstroom van het rookgas isokinetisch af te zuigen over een kwartfilter en met waterkoeling te koelen. Hierbij worden de stofgebonden dioxines en furanen op het filter afgevangen en condenseren de gasvormige (filtergāngig) verbindingen in een kwartslans uit en worden achteréenvolgend afgevangen in condensflessen, op een laagje glasvezel en op XAD-2. De monstermedia zijn geëxtraheerd en vervolgens na opwerking geanalyseerd op PCDD/F met behulp van GC/HRMS/SIM conform NEN-EN 1948.

Om contaminatie te voorkomen is bij de monsternamen van PCDD/F's gebruik gemaakt van nieuw glaswerk. Na iedere bemonstering op een meetlocatie zijn de monstergasvoerende (glazen) onderdelen gereinigd met aceton en tolueen. Na een serie van monsternemingen op één en dezelfde locatie, is al het glaswerk vernietigd.

De bemonsteringen van PCDD/F zijn isokinetisch uitgevoerd conform NEN-EN 13284-1 en NEN-EN 1948.

Afgaskarakteristieken

Het debiet van de afgassen is bepaald met een pitotbuis en precisieanometer. De temperatuur is met een thermokoppel bepaald.

Het vochtgehalte is gravimetrisch bepaald conform EPA methode 4. Hierbij is een deelstroom van de afgassen door een condenstrap en droogtoren geleid.

Kenmerk R001-4444100RSA-sbk-V01-NL

3 Kwaliteit

De werkzaamheden in het kader van onderhavig project zijn door de Raad van Accreditatie gecertificeerd conform de NEN-EN-ISO/IEC 17025 en zijn uitgevoerd conform gestandaardiseerde werkvoorschriften.

In bijlage 1 is het certificaat opgenomen.

De analyses zijn uitbesteed aan het laboratorium van AL West Laboratories C.V.

Kenmerk R001-4444100RSA-sbk-V01-NL

4 Procesomstandigheden

Het crematorium beschikt over één crematieoven. De emissiemetingen zijn uitgevoerd tijdens het in bedrijf zijn van de oven. In totaal zijn drie metingen uitgevoerd tijdens drie crematies. De duur van iedere crematie bedroeg circa 80 minuten.

Relevante procesparameters zijn geregistreerd door de opdrachtgever.

Kenmerk R001-4444100RSA-sbk-V01-NL

5 Resultaten onderzoek

5.1 Meetvlakbeoordeling en –beschrijving

Om na te gaan of het meetvlak geschikt is voor het uitvoeren van de emissiemetingen zijn voorafgaande aan de bemonsteringen een aantal temperatuur- en debietmetingen uitgevoerd. In bijlage 2 is de uitgebreide meetvlakbeoordeling gegeven op basis van uitgevoerde metingen.

5.2 Afgaskarakteristieken

Tabel 5.1 Afgaskarakteristieken 27 en 28 februari 2006

Grootheid	Eenheid	Meting 1	Meting 2	Meting 3	Meting 4
Datum	[dd-mm-jj]	27-02-06	27-02-06	28-02-06	28-02-06
Tijd	[hh:mm]	14:00	18:00	14:15	16:00
Atmosferische druk	[kPa]	101,6	101,6	100,0	100,0
Temperatuur rookgas	[°C]	101	103	92	93
Vochtgehalte rookgas	[kg/m ³ ₀]	0,04	0,04	0,04	0,04
Statische druk kanaal	[Pa]	-90	-90	-60	-60
Snelheid rookgas	[m/s]	8,3	8,7	10,7	10,0
Debiet rookgas bij:					
– Bedrijfsomstandigheden	[m ³ /h]	5.900	6.100	7.500	7.100
– Standaardomstandigheden	[m ³ ₀ /h]	4.100	4.200	5.300	4.900
	[m ³ ₀ /h, 11 vol %]	2.100	2.200	3.100	2.900
O ₂ -gehalte rookgas	[vol. %]	15,8	15,8	15,2	15,2

5.3 Meetresultaten

In tabel 5.2 zijn de resultaten van de emissiemetingen gegeven. In bijlage 3 zijn de grafische weergaven van de continue metingen gegeven.

Tabel 5.2 Meetresultaten 27 en 28 januari 2006

Parameter	Eenheid	Meting 1	Meting 2	Meting 3	Gemiddelde
Datum	[dd-mm-jj]	27-02-06	27-02-06	28-02-06	-
Tijd	[hh:mm – hh:mm]	15:00 – 16:30	17:47-18:15	14:28 – 15:47	-
C _x H _y	[mg/m ³ ₀]	< 2	< 2	< 2	< 2
	[mg/m ³ ₀ , 11 vol % O ₂]	< 2	< 2	< 2	< 2
NO _x (als NO ₂)	[mg/m ³ ₀]	220	190	186	200
	[mg/m ³ ₀ , 11 vol % O ₂]	485	370	380	410
SO ₂	[mg/m ³ ₀]	21	18	10	16
	[mg/m ³ ₀ , 11 vol % O ₂]	44	31	21	32
CO	[mg/m ³ ₀]	4	2	8	5
	[mg/m ³ ₀ , 11 vol % O ₂]	9	7	41	19
O ₂	[vol %, droog]	16,4	15,7	15,2	15,8
Datum	[dd-mm-jj]	27-02-06	27-02-06	28-02-06	-
Tijd	[hh:mm – hh:mm]	15:41 – 16:30	16:50-18:16	14:29 – 15:31	-
Totaal stof	[mg/m ³ ₀]	< 1	< 1	< 1	< 1
	[mg/m ³ ₀ , 11 vol % O ₂]	< 1	< 1	1	1
Kwik (Hg)	[mg/m ³ ₀]	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
	[mg/m ³ ₀ , 11 vol % O ₂]	0,01	< 0,003	< 0,003	0,005
HCl	[mg/m ³ ₀]	1	2	< 1	1
	[mg/m ³ ₀ , 11 vol % O ₂]	7	6	< 1	5
HF	[mg/m ³ ₀]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	[mg/m ³ ₀ , 11 vol % O ₂]	< 0,05	< 0,06	< 0,05	< 0,05
O ₂	[vol %, droog]	19,0	16,7	15,2	16,7
Datum	[dd-mm-jj]	27-02-06	27-02-06	28-02-06	-
Tijd	[hh:mm – hh:mm]	15:10 – 16:30	16:50-18:13	14:28 – 15:47	-
PCDD/F	[ng TEQ/m ³ ₀ , act. vol % O ₂]	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	[ng TEQ/m ³ ₀ , 11 vol % O ₂]	< 0,07	< 0,04	< 0,03	< 0,05
O ₂	[vol %, droog]	18,0	16,8	14,9	16,6

6 Beschouwing

In §3.3 bijlage F3 van de Nederlandse emissie Richtlijnen (NeR) (september 2004) is met betrekking tot crematoria het volgende gezegd over de emissie:

‘Voor de meeste stoffen, genoemd in de regeling, geldt dat bij een goed functionerende crematie-oven de emissies over het algemeen onder de grenswaarden van de algemene eisen in de NeR blijven. Voor deze stoffen wordt dan zonder nadere maatregelen aan de NeR voldaan. De enige uitzondering hierop is kwik. De kwikemissie ligt, vanwege het kwik in amalgaamvullingen, boven de algemene eisen in de NeR. Voor kwik is daarom een emissieconcentratie-eis opgenomen, terwijl dit voor de andere emissies niet nodig is. Bij de ‘warme-start oven’ ligt het zuurstofgehalte in de afgassen rond de 17 %. Bij andere oventypen is dit aanmerkelijk lager, rond de 12 %. Om de emissies op een eenduidige manier te kunnen controleren is gekozen voor een vaste referentiewaarde van de zuurstofconcentratie van 11 %.’

In tabel 6.1 is een vergelijking aan de emissiegrenswaarden uit de NeR opgenomen. In de NeR is een eis opgenomen voor de ongereinigde grensmassastroom en de gereinigde emissieconcentratie. Aangezien alleen gemeten is aan de gereinigde vracht zal derhalve alleen getoetst worden aan de eis voor gereinigde emissies. Voor de componenten NO_x , C_xH_y , SO_2 , HCl en HF zullen door de nageschakelde techniek (actief kool en doekenfilter) niet gereinigd worden. Voor deze componenten zal een vergelijking worden uitgevoerd aan de ongereinigde vracht (tabel 6.1). Indien de emissie van deze componenten niet voldoet aan de vrachteis, zal de emissieconcentratie getoetst worden aan de emissie-eis uit de NeR (conform NeR-methodiek) (tabel 6.2). Een toelichting op de door Tauw gehanteerde meetonnauwkeurigheden is opgenomen in bijlage 4.

Bij de toetsing aan de vrachteis is uitgegaan van een afgasdebiet bij 11 vol. % O_2 van $2.600 \text{ m}^3/\text{h}$. Dit is het gemiddelde debiet berekend over de vier debietmetingen welke verspreid over twee meerdagen zijn uitgevoerd (zie pagina 24, tabel 6.1).

Tabel 6.1 Vergelijking van gemiddelde emissievrachten met emissievracht-eisen uit de NeR

Component (klasse)	Ongereinigde vrachteis [g/uur]	Gemiddelde gemeten emissieconcentratie [mg/m ³ ₀ , 11 vol % O ₂]	Gemiddelde vracht ⁴⁾ [g/uur]	95 %-BI ²⁾	Vergelijking
C ₂ H ₄ (gO.1) ¹⁾	100	< 2	< 9	- ³⁾	Ok
NO _x (gA.5)	2.000	410	1.050	815 – 1.285	Ok
SO ₂ (gA.4)	2.000	32	82	64 - 100	Ok
HCl (gA.3)	150	5	0,013	0,010 - 0,016	Ok
HF (gA.2)	15	< 0,05	< 0,1	- ³⁾	Ok

1) Uitgaande van de zwaarste klasse gO.1

2) 95 %-Betrouwbaarheidsinterval, zoals in de NeR wordt gehanteerd

3) Aangezien de concentraties lager zijn dan de detectiegrens is geen betrouwbaarheidsinterval opgenomen

4) Berekend op basis van een gemiddeld debiet van 2.600 [m³₀/uur, 11 vol % O₂]

Tabel 6.2 Vergelijking van gemiddelde emissieconcentraties met emissie-eisen uit de NeR

Component (klasse)	Emissie-eis [mg/m ³ ₀ , 11 vol % O ₂]	Gemiddelde gemeten emissieconcentratie [mg/m ³ ₀ , 11 vol % O ₂]	95 %-BI	Vergelijking
Totaal stof (s)	5	1	0,6 – 1,4	Ok
Kwik	0,2	0,005	0,003 – 0,007	Ok
Component (klasse)	Emissie-eis [ng TEQq/m ³ ₀ , 11 vol % O ₂]	Gemiddelde gemeten emissieconcentratie [ng TEQq/m ³ ₀ , 11 vol % O ₂]	95 %-BI	Vergelijking
PCDD/F (ERS)	0,1 ²⁾	< 0,05	- ³⁾	Ok

1) 95 %-Betrouwbaarheidsinterval, zoals in de NeR wordt gehanteerd

2) Minimalisatieverplichting, 0,1 ng TEQq/m³₀ emissie-eis op basis van de stand der techniek, streven naar nulmissie

3) Aangezien de concentraties lager zijn dan de detectiegrens is geen betrouwbaarheidsinterval opgenomen

Alle emissies voldoen aan de emissierichtlijnen zoals genoemd in de nieuwe NeR.

Bijlage

1

Kopie accreditatie certificaat

RAAD VOOR ACCREDITATIE



PO Box 2768 NL-3500 GT Utrecht

De Stichting Raad voor Accreditatie, opererend als accreditatieverlener voor testlaboratoria, verklaart hierbij dat

Tauw B.V.

**Afdelingen: Milieu & Veiligheid (te Deventer) en
Bedrijven (te Capelle aan den IJssel)
Statutair gevestigd te DEVENTER**

voldoet aan de accreditatiecriteria voor testlaboratoria zoals vastgelegd in NEN-EN-ISO/IEC 17025:2000. De accreditatie omvat het kwaliteitssysteem van het laboratorium alsmede de specifieke verrichtingen en onderzoeksgebieden zoals omschreven in de gewaarmerkte bijlage die is voorzien van het accreditatienummer.

De accreditatie is van kracht, vooropgezet dat het laboratorium blijft voldoen aan de door de Stichting Raad voor Accreditatie vastgestelde criteria.

Dit certificaat met accreditatienummer:

L429

is verleend op 27 oktober 2004 en is geldig tot

27 oktober 2008

De accreditatie is voor het eerst verleend op

27 oktober 2004

De Algemeen Directeur

Ir. J.C. van der Poel

ACCREDITATIE CERTIFICAAT

Bijlage

2

Meetvlakbeoordeling en -beschrijving

Meetvlak

Bij crematorium Rhijnhof te Leiden is een verticale schoorsteen op de oven geplaatst. De lengte van de schoorsteen bedraagt circa drie meter met een diameter van 0,3 meter. De schoorsteen steekt circa 1,5 meter boven het dak uit. Er zijn geen geschikte meetopeningen in de schoorsteen aanwezig welke goed bereikbaar zijn voor personeel en apparatuur. Derhalve is gebruik gemaakt van een opzet stuk. Het opzet stuk heeft een lengte van circa twee meter en een diameter van 0,5 meter. In het opzet stuk zijn twee meetopeningen (90° graden ten opzichte van elkaar geplaatst). De meetopeningen bevinden zich circa 0,5 meter voor de uitstroomopening. De onderstaande meetvlak beschrijving beschrijft de situatie waarbij het opzet stuk op de bestaande schoorsteen is geplaatst.

Het meetvlak bevindt zich in het verticaal geplaatste opzet stuk. Het opzetstuk is circa 0,5 meter over de bestaande schoorsteen geplaatst. Het meetvlak bevindt zich circa 4 meter na de laatste verstoring (bocht) en circa 0,5 meter voor de uitstroomopening. De diameter ter plaatse van het meetvlak bedraagt 0,5 meter. In het opzet stuk zijn twee meetopeningen (90° graden ten opzichte van elkaar geplaatst).

Om na te gaan of het meetvlak geschikt is voor het uitvoeren van debiet- en stofemissiemetingen zijn voorafgaande aan de bemonsteringen een aantal temperatuur- en debietmetingen uitgevoerd conform ISO 10780. In tabel B.2.1 is de meetvlakbeoordeling gegeven op basis van uitgevoerde metingen.

Tabel B.2.1 Meetasbeoordeling

Meting	Beoordeling
Hoek gassnelheid is $< 15^{\circ}$	Voldoet
Geen negatieve gassnelheden	Voldoet
Het minimaal gemeten drukverschil is > 5 Pa (gassnelheid > 2 m/s)	Voldoet
De verhouding tussen de minimaal en de maximaal gemeten gassnelheid is < 3	Voldoet
De temperatuurvariatie is < 5 %	Voldoet
Meetvlak geschikt volgens NEN-EN 13284-1 (stof)	Ja
Gassnelheid > 5 m/s en < 50 m/s	Voldoet
Fluctuaties drukverschil < 24 Pa	Voldoet
Meetvlak geschikt volgens ISO 10780 (debiet)	Ja

Conclusie: Het meetvlak is geschikt conform ISO 10780 voor het uitvoeren van debiet- en stofemissiemetingen.

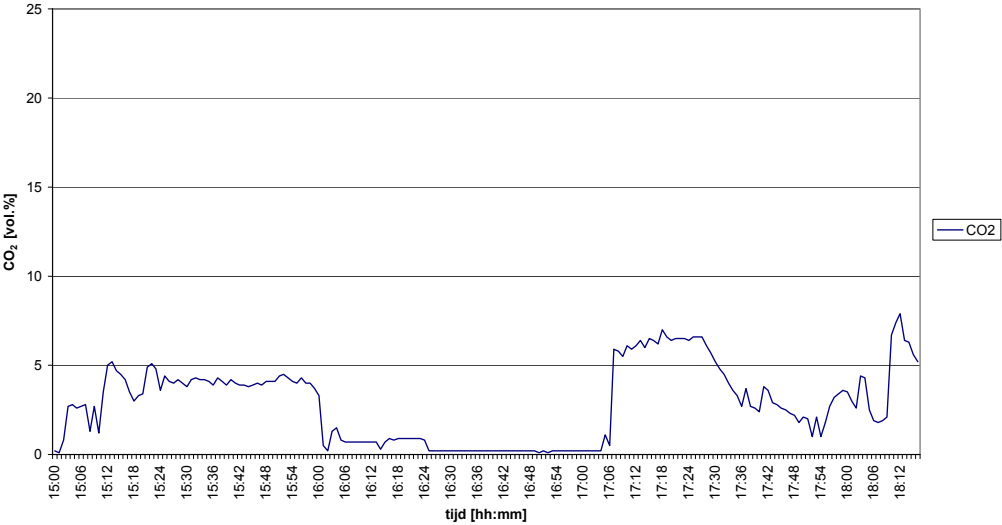
De continue metingen zijn uitgevoerd op een meetpunt (circa 30 cm van kanaalwand). Door de geringe afmetingen van het kanaal is het niet aannemelijk dat er in het kanaal een concentratieprofiel aanwezig is. Het meetvlak voldoet aan de eisen uit de NEN-ISO 10396.

Bijlage

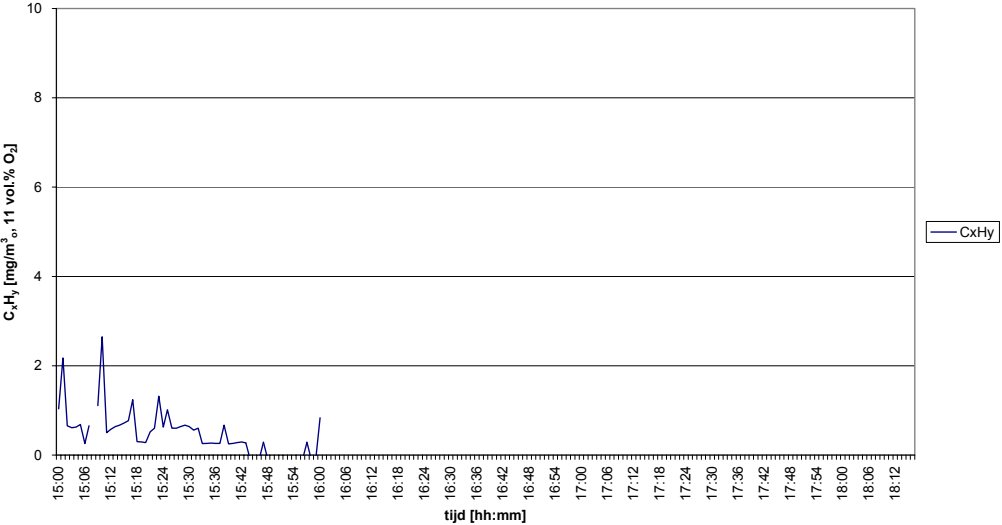
3

Grafische weergaven continue metingen

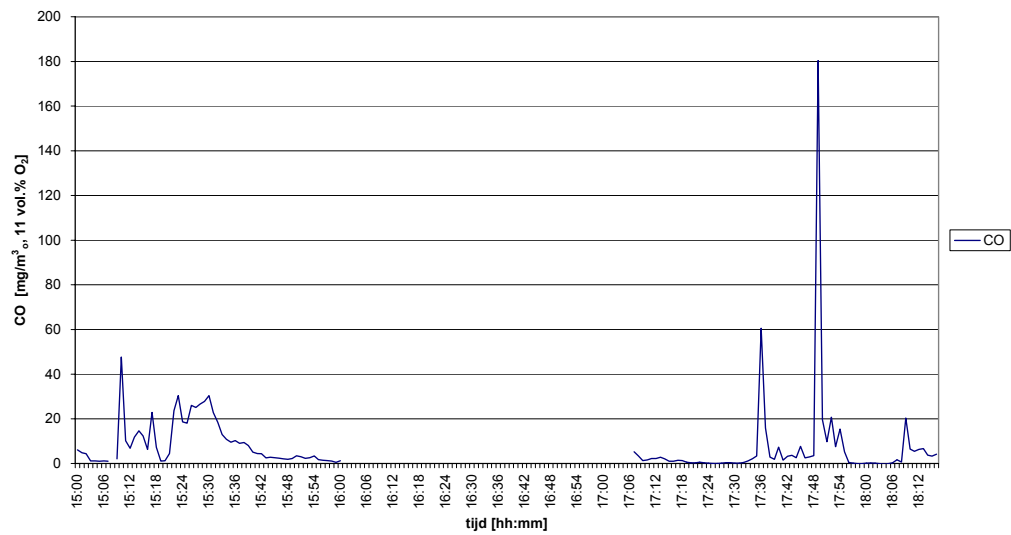
Facultatieve Leiden
Schoorsteen; 27-02-06



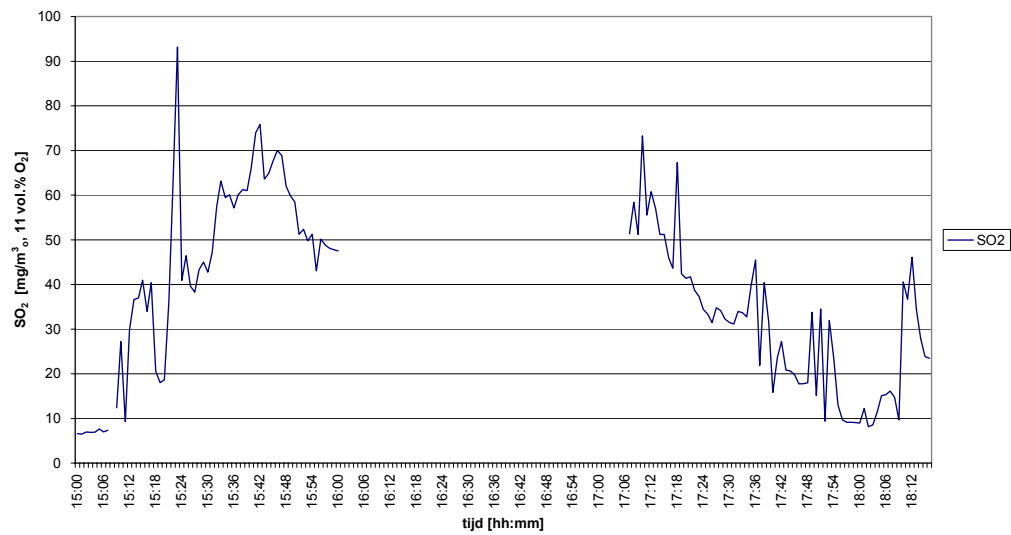
Facultatieve Leiden
Schoorsteen; 27-02-06



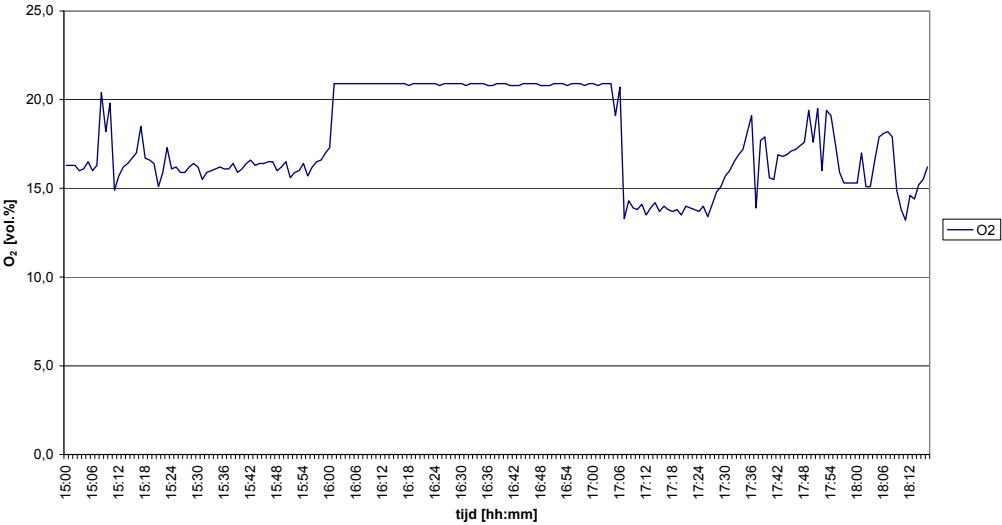
Facultatieve Leiden
Schoorsteen; 27-02-06



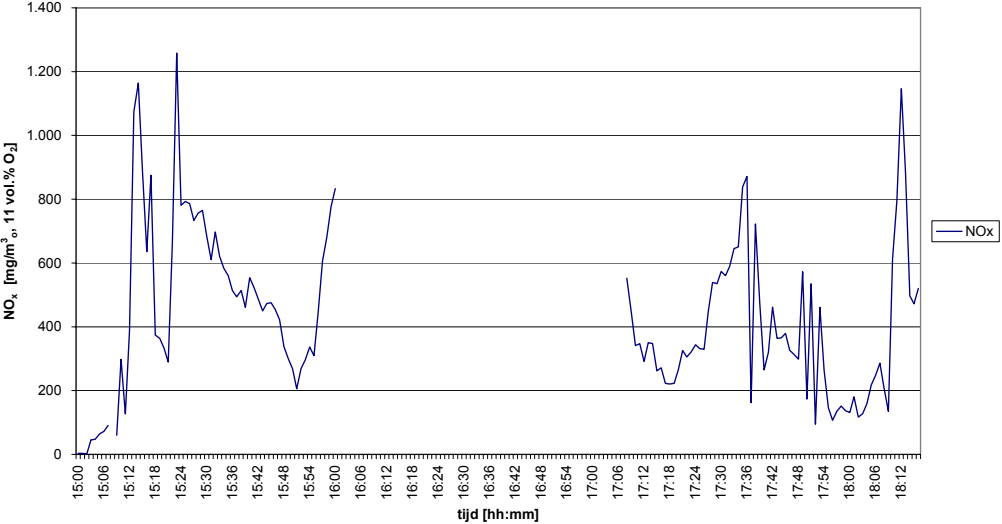
Facultatieve Leiden
Schoorsteen; 27-02-06



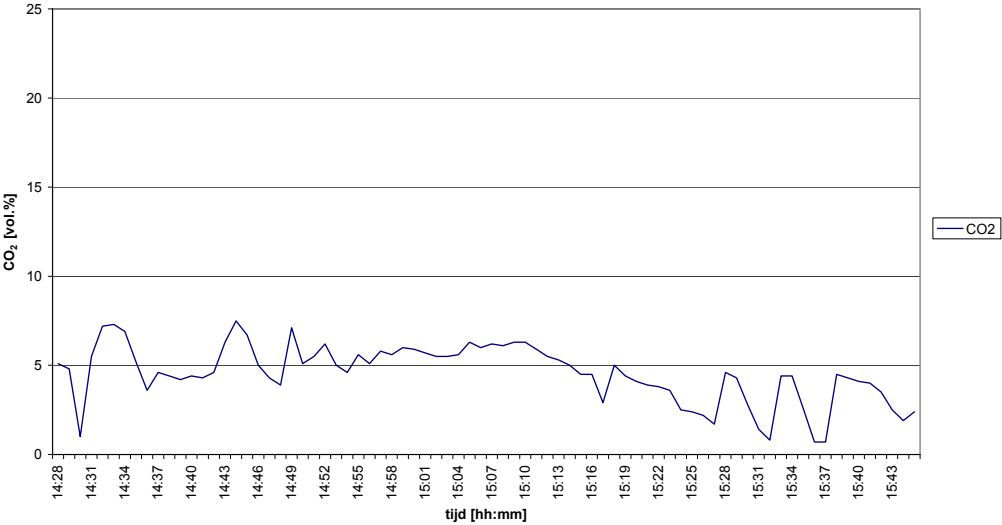
Facultatieve Leiden
Schoorsteen; 27-02-06



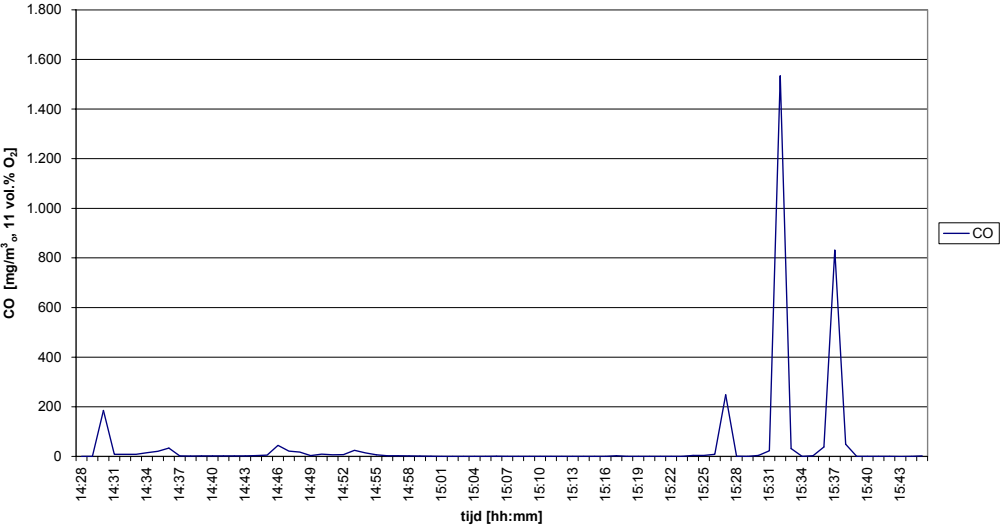
Facultatieve Leiden
Schoorsteen; 27-02-06



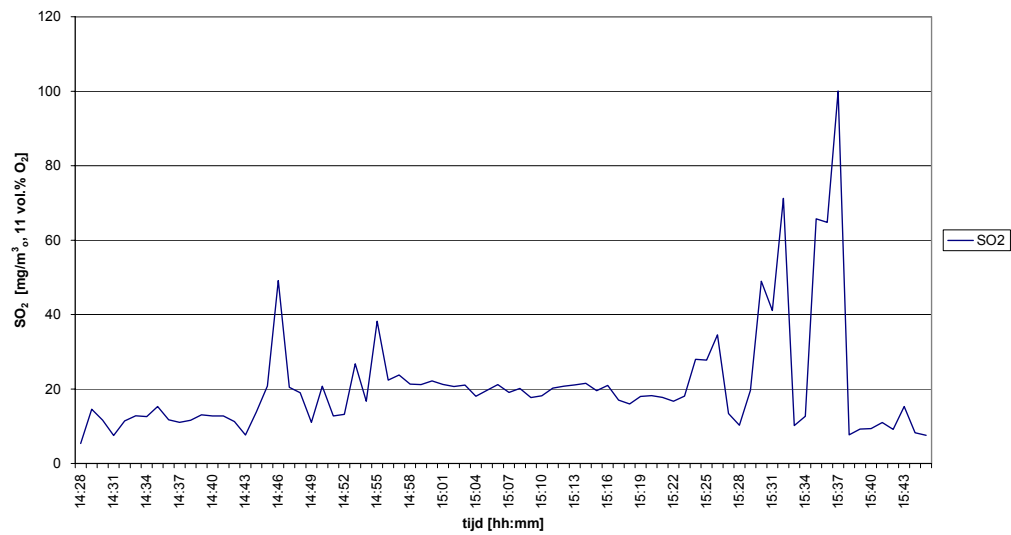
Facultatieve Leiden
Schoorsteen; 28-02-06



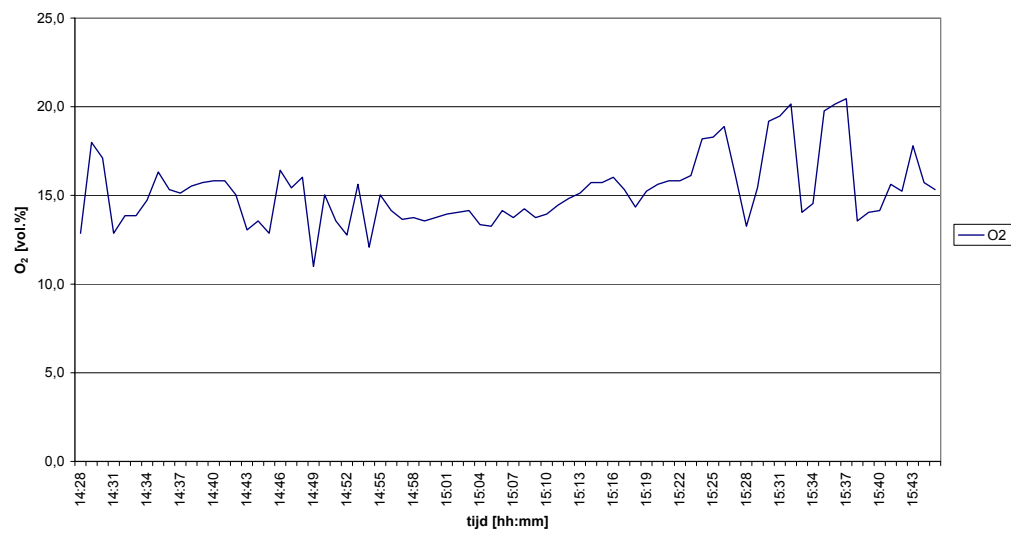
Facultatieve Leiden
Schoorsteen; 28-02-06



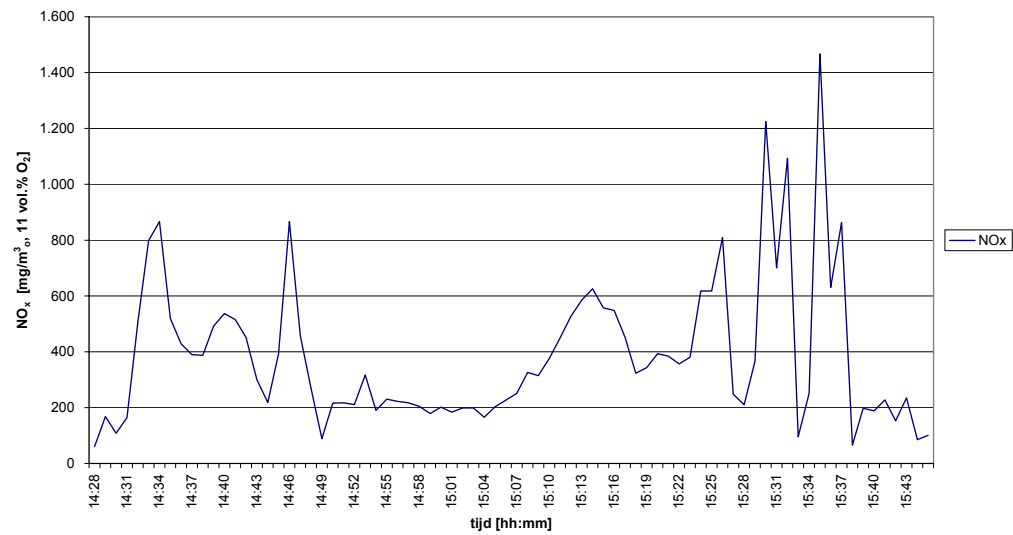
Facultatieve Leiden
Schoorsteen; 28-02-06



Facultatieve Leiden
Schoorsteen; 28-02-06



Facultatieve Leiden
Schoorsteen; 28-02-06



Bijlage

4

Toelichting meetonnauwkeurigheden

1 ONNAUWKEURIGHEID VAN LUCHTMETINGEN

1.1 Inleiding

In het Besluit luchtemissies afvalverbranding (Bla), de Nederlandse emissie Richtlijnen (NeR) en het Besluit Emissie Eisen Stookinstallaties (BEES) is aangegeven dat de meeton nauwkeurigheid in het voordeel van de vergunninghouder mag worden uitgelegd en dat de te hanteren meeton nauwkeurigheid dient te worden ontleend aan de meetnorm.

Indien het bovenstaande wordt toegepast worden de volgende knelpunten geconstateerd:

- Het is in principe niet mogelijk om statistiek te bedrijven op de resultaten van luchtmetingen omdat de steekproefgrootte tekens 1 is. De metingen worden veelal in drievoud uitgevoerd maar de populatie waaraan gemeten wordt, is vaak niet constant zodat de steekproefgrootte niet toeneemt met het vergroten van het aantal metingen
- Het merendeel van de te hanteren meetmethoden is niet of zeer beperkt gevalideerd. Dit betekent dat de prestatiekenmerken van de methode meestal niet bekend zijn of zijn gebaseerd op een beperkt aantal metingen uitgevoerd bij één type installatie. In de toegepaste normvoorschriften is in veel gevallen een meeton nauwkeurigheid aangegeven bij een bepaald meetbereik. Het is echter niet altijd duidelijk op welke manier deze onnauwkeurigheid is vastgesteld. In een aantal gevallen is slechts een duurttest met een bepaald kalibratiegas uitgevoerd. De samenstelling van kalibratiegas is niet vergelijkbaar met de afgassamenstelling in de praktijk
- Elke meetlocatie heeft een unieke afgassamenstelling. De invloed van deze afgassamenstelling op de nauwkeurigheid van de meetresultaten is in het algemeen niet bekend

Ondanks het feit dat het bedrijven van statistiek op luchtmetingen in principe niet mogelijk is, zijn (gezien het in het Bla, de NeR en het BEES vermelde ten aanzien van meeton nauwkeurigheden) door Tauw meeton nauwkeurigheden opgesteld waarbij conform het Bla en de NeR is uitgegaan van hetgeen in de meetnorm is opgenomen. In een aantal gevallen is gemotiveerd afgeweken van de norm.

1.2 Te hanteren meeton nauwkeurigheden

Conform het Bla/NeR/BEES kan de meetwaarde dus worden gecorrigeerd voor de meeton nauwkeurigheid (95 %-betrouwbaarheidsinterval). Hieruit is af te leiden dat in gevallen waarin de meetwaarde zelf boven de gestelde eis ligt (overschrijding van de eis), er niet direct sprake is van 'overtreding' van de gestelde eis. De meeton nauwkeurigheid dient hiertoe te worden ontleend aan het genormaliseerde meetvoorschrift. In het geval in de meetnorm geen informatie met betrekking tot de meeton nauwkeurigheid is opgenomen dient er in overleg met betrokkenen (meetinstantie, bedrijf en bevoegd gezag) nadere afspraken te worden gemaakt.

In dergelijke gevallen bestaat geen nationale consensus ten aanzien van de toe te passen meetonnauwkeurigheid.

Door Tauw wordt in de gevallen dat geen relevante informatie in de meetnorm is opgenomen, een gemotiveerde schatting gemaakt.

De meetonnauwkeurigheid is afhankelijk van de te meten component. Over het algemeen kan onderscheid worden gemaakt in twee categorieën componenten:

- Gasvormig
- Stof en –gebonden

Met name in geval van stof en –gebonden componenten bepaald het meetvlak (massatraagheid van deeltjes) voor een belangrijk gedeelte de meetonnauwkeurigheid.

Eveneens kan algemeen worden opgemerkt dat het concentratieniveau voor een belangrijk deel de meetonnauwkeurigheid bepaald. Lage concentratieniveaus resulteren over het algemeen in hogere meetonnauwkeurigheden.

Voor de meetonnauwkeurigheden wordt een praktische benadering gehanteerd waarbij de standaardafwijkingen zijn opgebouwd uit de volgende aspecten:

- Onnauwkeurigheid van het bemonsteringssysteem
- Onnauwkeurigheid van de analyse
- Onnauwkeurigheid van de kalibratie (bij toepassing van een continu meetsysteem)

In tabel 1, 2 en 3 zijn de meetonnauwkeurigheden per component(groep)/bepaling gegeven welke gehanteerd worden door Tauw. Hieronder volgt een toelichting.

Toelichting tabel 1, 2 en 3

In de tabellen 1, 2 en 3 zijn alleen de meetonnauwkeurigheden opgenomen van de meest relevante componenten c.q. parameters.

De in de tabel gegeven meetonnauwkeurigheid is gelijk aan het 95 %-betrouwbaarheidsinterval. Dit interval is berekend op basis van de meetonnauwkeurigheid behorend bij het 65 % betrouwbaarheidsinterval (1σ) vermenigvuldigd met 1,96.

In geval van een discontinue meting worden de meetonnauwkeurigheden uitgedrukt in een percentage van meetwaarde.

De componenten O₂, CO₂, SO₂, NO_x, CO en C_xH_y worden gemeten middels een continue meetsysteem. Afhankelijk van de te meten concentraties kunnen verschillende meetbereiken worden ingesteld. De gegeven meetonnauwkeurigheden zijn uitgedrukt in het percentage van het meetbereik.

Indien in de tabel bij zowel 'meetnorm' als bij 'Tauw' een meetonnauwkeurigheid wordt vermeld, wordt de meetonnauwkeurigheid van Tauw gehanteerd.

Tabel 1 Meetonnauwkeurigheid afgaskarakteristieken (95 % betrouwbaarheid)

Parameter	Meetnorm	Meetprincipe	Meetonnauwkeurigheid (95 % betrouwbaarheid)	
			Tauw	meetnorm
Temperatuur	ISO 8756	Thermokoppel	-	2 %
Vochtgehalte	NEN-ISO 9096/ EPA methode 4	Gravimetrisch	20 % ²⁾	-
Afgasdebiet	ISO 10780/ NEN-ISO 9096/ o-NPR 2786	Drukmeting	20 % ²⁾	4 % ¹⁾

1 Conform het NEN-voorblad van de ISO 9096 is een debietnauwkeurigheid van 2 % in de praktijk niet haalbaar. Bovendien betreft het hier het actuele debiet en niet het gestandaardiseerde debiet

2 Op basis van praktijkervaring Tauw

Tabel 2 Meetonnauwkeurigheid (95 % betrouwbaarheid)

Component	Meetnorm	Meetprincipe	Meetonnauwkeurigheid (95 % betrouwbaarheid)	
			Tauw	meetnorm
Zware metalen	NEN-ISO 9096/ NVN 2817	Gravimetrie/absorptie	39 % ²⁾	-
HCl	NEN-EN 1911/VDI 3480	Absorptie	-	43 %
NH ₃	NEN 2826	Absorptie	-	16 %
HF	VDI 2470	Absorptie	-	10 %
Stof	NEN-ISO 9096	Gravimetrie	39 % ¹⁾	20-39 %
PCDD/F	NEN-EN 1948	Gekoelde lansmethode	69 % ²⁾	196 %

1 Voor de onnauwkeurigheid wordt in de ISO 9096 20 % aangegeven. Dit kan echter onder zeer ideale omstandigheden worden gehaald, conform het NEN-voorblad van de ISO 9096 ligt de praktijkwaarde eerder tussen de 20 % en 39 %

2 De geldende meetnorm voor PCDD/F biedt geen éénduidige informatie ten aanzien van de meetonnauwkeurigheid. Zo geldt voor de reproduceerbaarheid zoals gesteld in de NEN-EN 1948 (met een 95 %-betrouwbaarheidsinterval) voor een gemiddelde concentratie van 0,035 ng TEQ/m³ ± 0,05 ng TEQ/m³ (meetfout is 100 %). Hierbij zijn echter alle mogelijke meetmethoden conform de NEN-EN 1948 toegepast waardoor de gegeven reproduceerbaarheid mogelijk niet representatief is voor de gekoelde lansmethode. In de norm zijn eveneens herhaalbaarheden gegeven. Uit deze herhaalbaarheden blijkt dat bij de gekoelde lansmethode de laagste meetonnauwkeurigheid is vastgesteld. Mede op basis van het genoemde en de praktijkervaring van Tauw is de meetonnauwkeurigheid vastgesteld op 69 %

Tabel 3 Meetonnauwkeurigheid continue metingen (95 % betrouwbaarheid)

Component/bepaling	Meetnorm	Meetprincipe	Meetonnauwkeurigheid	
			Tauw	meetnorm
O ₂ -gehalte	ISO/DIS 12039	Paramagnetisch	-	4 %
CO ₂	ISO/DIS 12039	NDIR	10 % ¹⁾	2 %
SO ₂	ISO 7935	Pulsfluorescentie	10 % ¹⁾	5 %
NO _x	ISO 10849	Chemoluminescentie	-	10 %
CO	ISO/DIS 12039	Gasfilterkorrelatie	10 % ¹⁾	2 %
C _x H _y	VDI 3481	FID	6 % ¹⁾	1 %

- 1 Aangenomen is dat de in de norm opgenomen meetonnauwkeurigheid gebaseerd is op de prestatiekenmerken van de monitor alleen (dus exclusief bemonsteringssysteem). Door Tauw is op basis van praktijkervaring een schatting gemaakt van de totale meetonnauwkeurigheid (inclusief bemonsteringssysteem)