



**QAL2-metingen het PEMS onder deellastbedrijf
van WKC installatie van De Kleef Energie B.V.
te Arnhem**

23 januari 2014

Rapportnummer: 8294763R01

Relatienummer: 365482
Uitgavenummer: 01

Opdrachtleider

[Redacted]

Auteur(s):

[Redacted]

[Redacted]

Bewerkt: [Redacted]
Gecontroleerd
Initialen: [Redacted]



Samenvatting

Van 7 tot en met 9 januari 2014 heeft Bureau Veritas Industrial Services, in opdracht van De Kleef Energie B.V. emissiemetingen uitgevoerd aan de WKC installatie, zoals opgesteld op het bedrijfsterrein te Arnhem. Het onderzoek werd uitgevoerd in het kader van de NO_x-emissiehandel en de vigerende vergunning. Doel van het onderzoek is de driejaarlijkse kalibratie van het PEMS opgesteld voor de berekening van de NO_x-uitstoot onder deellast condities (nachtbedrijf). Het onderzoek aan de installatie is uitgevoerd conform de methode die in de norm NEN-EN 14181 wordt aangeduid als 'QAL2' (Quality Assurance Level 2). Voor de PEMS-berekening van WKC zijn minimaal 15 vergelijkende metingen van tenminste 30 minuten onder normale bedrijfsomstandigheden uitgevoerd, verspreid over het PEMS, over 3 dagen. Alle belangrijke situaties zijn opgenomen in de bepaling van de kalibratiefunctie van het PEMS. De uitkomsten van de emissiemetingen, berekend met het SRM (Standard Reference Method) zijn vergeleken met de door het PEMS gegenereerde waarden.

Conclusies

QAL2 metingen WKC onder deellastcondities (nachtbedrijf).

Conform de QAL-2 methodiek is voor het PEMS van de WKC 1 een kalibratiefunctie opgesteld. De functie dient te worden verwerkt in de PEMS-berekeningen van WKC 1 van De Kleef Energie B.V., te Arnhem.

In de onderstaande tabel is de kalibratiefunctie voor het PEMS weergegeven.

Tabel 0.1 Kalibratiefunctie PEMS WKC onder deellast condities.

PEMS installatie	Kalibratiefunctie	Grafiek in
NO _x -uitstoot WKC onder deellast (nachtbedrijf) [g/GJ onder ISO condities]	$y = 1.000x - 1.653$	Bijlage 2



Verzendlijst

1. [REDACTED], De Kleef Energie B.V., Locatie Arnhem (1x)
2. Bureau Veritas I.S. (archief) (1x)



**BUREAU
VERITAS**

Inhoudsopgave

1. Inleiding	6
2. Installatiebeschrijving / Algemene gegevens WKC Kleefse Waard Vof	7
3. Eisen voor de QAL2-metingen	8
3.1 Leidraad NO _x -monitoring versie 2 / Bees A	8
3.2 Algemeen	8
3.2.1 Audit van documentatie	8
3.2.2 Vergelijkende metingen QAL2	8
4. Beschrijving uitvoering monsternamen en monsternamenapparatuur (SRM)	9
4.1 Het monsternamensysteem voor continue gasanalyse (SRM)	9
4.2 Het meetsysteem voor continue gasanalyse (SRM)	9
4.3 Bepaling temperaturen	10
4.4 Bepaling luchtvochtgehalte	10
4.5 Het registratiesysteem (SRM)	10
5. Meetprogramma	11
5.1 Algemeen	11
5.2 Bepaling en samenstelling rookgas	11
5.3 Meetvlakbeoordeling	11
5.4 Bepaling rookgasdebiet	11
5.5 Berekeningen	12
6. Meetresultaten en conclusies	13
6.1 Algemeen	13
6.2 Audit van documentatie	13
6.3 Conclusies	13
6.4 Geldigheid inputparameter Gasverbruik GT	13
7. Meetonzekerheid bij bemonstering en analyse van gasvormige componenten	15
7.1 Meetonzekerheid bemonstering gasvormige componenten	15



BUREAU
VERITAS

Bijlage


- Bijlage 1. Schematische weergave van het monstername systeem (SRM).
- Bijlage 2. Werkbladen QAL 2 metingen PEMS deellast
- Bijlage 3. Meet- en berekeningsresultaten PEMS deellast
- Bijlage 4. Kalibratie – drift sheet.
- Bijlage 5. Accreditatie certificaat



1. Inleiding

Van 7 tot en met 9 januari 2014 heeft Bureau Veritas Industrial Services, in opdracht van De Kleef Energie B.V. emissiemetingen uitgevoerd aan de WKC installatie, zoals opgesteld op het bedrijfsterrein te Arnhem. Het onderzoek werd uitgevoerd in het kader van de NO_x-emissiehandel en de vigerende vergunning. Doel van het onderzoek is de driejaarlijkse kalibratie van het PEMS opgesteld voor de berekening van de NO_x-uitstoot onder deellast condities (nachtbedrijf). Het onderzoek aan de installatie is uitgevoerd conform de methode die in de norm NEN-EN 14181 wordt aangeduid als 'QAL2' (Quality Assurance Level 2). Voor de PEMS-berekening van WKC zijn minimaal 15 vergelijkende metingen van tenminste 30 minuten onder normale bedrijfsomstandigheden uitgevoerd, verspreid over het PEMS, over 3 dagen. Alle belangrijke situaties zijn opgenomen in de bepaling van de kalibratiefunctie van het PEMS. De uitkomsten van de emissiemetingen, berekend met het SRM (Standard Reference Method) zijn vergeleken met de door het PEMS gegenereerde waarden.

Aan dit onderzoek hebben meegewerkt:

	Projectleider/Auteur
	Field engineer

In hoofdstuk 2 komen de installatiebeschrijvingen aan de orde. De QAL2-eisen worden beschreven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 wordt de gebruikte meetapparatuur beschreven. Het meetprogramma is weergegeven in hoofdstuk 5 en de resultaten worden gepresenteerd in hoofdstuk 6. Tenslotte vindt in hoofdstuk 7 een korte foutenbeschouwing plaats.



2. Installatiebeschrijving / Algemene gegevens WKC Kleefse Waard Vof

In tabel 2.1 zijn enige gegevens opgenomen met betrekking tot de WKC-installatie. De installatie is opgebouwd uit een LM 5000 PC NGS gasturbine met een nageschakelde afgassenketel (ketel 9). Ter reductie van de NOx-emissie kan stoominjectie worden toegepast.

Tabel 2.1 Ontwerpgegevens GT

Gasturbinespecificaties	
Fabrikaat	General Electric
Type	LM 5000 PC NGS
Bouwjaar	1993
Nominaal vermogen (ISO)	37,2 MWe
Asrendement	35,4 %
Max. brandst. verbr. (ISO)	11500 Nm ³ /h aardgas
Compressor-einddruk (ISO)	28,0 bara

Tabel 2.2 Ontwerpgegevens Stoomketel 9

Ketelspecificaties	
Fabrikaat	Standaard Fasel Lentjes
Type	SFL / Vogt natuurlijke circulatie afgassenketel
Bouwjaar	1993
Capaciteit zonder bijstook	37,5 ton/h (56 Bar)
Capaciteit met bijstook	110 ton/h (56 Bar)
Bijstookbrander	
Fabrikaat	Maxon
Type	LV-4CF-160
Max. brandst. verbr. (ISO)	5400 Nm ³ /h aardgas
Brandervermogen	47,5 MW _{th}

De bedrijfsvoering van de WKC is sinds begin 2006 gewijzigd. De gasturbine gaat tussen 23:00 's avonds en 07:00 's ochtends over op "eiland" bedrijf. Deze situatie is ook gedurende de gehele weekendperiode relevant. Hierbij wordt geen elektriciteit geleverd of ingenomen. Aangezien dit twee verschillende bedrijfssituaties zijn, zijn er twee PEMS-functies actief.



3. Eisen voor de QAL2-metingen

3.1 Leidraad NO_x-monitoring versie 2 / Bees A

De metingen aan de WKC installatie van De Kleef Energie B.V., zijn uitgevoerd in het kader van de NO_x-emissiehandel en de vigerende vergunning Wet Milieubeheer. Volgens het Bees A en de Leidraad NO_x-monitoring vallen installaties met een thermisch vermogen van groter of gelijk aan 100 MW_{th} in emissieklasse 1. Bedrijven met verbrandingsinstallaties vallend onder deze klasse dienen, per installatie, emissies continu te meten of te berekenen. De keuze hoe de NO_x-emissies van de opgestelde verbrandingsinstallaties gemonitord worden, dient te worden vastgelegd in het emissieprotocol. De Kleef Energie B.V. heeft er voor gekozen de emissie continu te berekenen.

3.2 Algemeen

De Kleef Energie B.V. heeft besloten de NO_x-uitstoot van de aanwezige installatie continu te berekenen met behulp van PEMS-functies. Al deze PEMS-berekeningen dienen te worden gecontroleerd volgens de NEN-EN 14181. Deze norm schrijft, naast een kalibratie van elk systeem (QAL-2, Quality Assurance Level 2), een jaarlijkse controle genaamd AST (Annual Surveillance Test) voor.

Samengevat worden tijdens de QAL2 van een PEMS de volgende testen uitgevoerd;

- Audit van documentatie
- Vergelijkende metingen.

3.2.1 Audit van documentatie

In de documentatie van een PEMS zou bijvoorbeeld terug te vinden moeten kunnen worden wanneer meetinstrumenten die invloed hebben op het PEMS (bijvoorbeeld gasmeters) worden gekalibreerd.

3.2.2 Vergelijkende metingen QAL2

Conform de QAL2-methodiek worden, per installatie, minimaal 15 vergelijkende metingen van tenminste een half uur uitgevoerd, gelijkmatig verspreid over drie meetdagen van 8 tot 10 uur. Alle metingen zijn uitgevoerd met het referentie meetsysteem (SRM) dat wordt beschreven in hoofdstuk 4. De resultaten van deze vergelijkende metingen worden weergegeven in bijlage 2 tot en met 13. De meetresultaten van het SRM worden vergeleken met de waarden, gegenereerd door de zes PEMS-berekeningen. De tijdperiode van het AMS-meetsignaal (Automated Reference Method) en die van de SRM-metwaarde in een parallelle meting moeten dezelfde zijn. Alle metingen worden uitgevoerd met geaccrediteerd referentie meetsysteem (SRM). Na de vergelijking van de parallelmetingen worden de kalibratiefuncties opgesteld.



4. Beschrijving uitvoering monsternamen en monsternamenapparatuur (SRM)

4.1 Het monsternamensysteem voor continue gasanalyse (SRM)

Het monsternamensysteem voor continue gasanalyse is gebruikt om de emissies van de componenten O₂, NO, NO_x, CO en CO₂ on-line te bepalen. Een schematische weergave van het monsternamensysteem ten behoeve van de gasanalyse is weergegeven in bijlage 1.

Het systeem is opgebouwd uit:

- een roestvrijstalen afzuigsonde, waarin een uit glaswol bestaand, geïsoleerd, filter is opgenomen;
- een verwarmde monsterleiding, waarmee de temperatuur van de afgezogen rookgassen op 160 °C wordt gehouden;
- een meetgaskoeler, waarmee de afgezogen rookgassen worden gekoeld ter verwijdering van het in deze gassen aanwezige vocht;
- een verwarmde membraanpomp met voorgeschakeld filter.

Vanaf de hoofdleiding na de membraanpomp wordt er -droog- monstergas aangeboden aan de analysers ten behoeve van de analyse op O₂, NO, NO_x, CO en CO₂.

De monsternamen en de voorbehandeling van het monster geschiedt conform NEN-EN 15259 en onderstaande normen.

4.2 Het meetsysteem voor continue gasanalyse (SRM)

Het meetsysteem bestaat uit een vijftal gasanalysatoren welke parallel aan elkaar zijn opgesteld. Van deze analysatoren zijn de volgende gebruikt:

- CO- en CO₂-infrarood gasanalysatoren, fabrikaat Siemens, type Ultramat 23, onnauwkeurigheid minder dan 0.5% van de gebruikte volle schaal (respectievelijk 0-2500 vppm CO en 0-25 vol.% CO₂). De monitoren zijn gekalibreerd met ijkgasen van respectievelijk 76,8 ± 1.5 ppm CO en 16,1 ± 0,16 vol.% CO₂. Het gebruikte mengas is gekalibreerd met naar ISO herleidbare gecertificeerde ijkgasen. De continue CO/CO₂-analyse is uitgevoerd volgens respectievelijk de NEN-EN 15058 en de NEN-ISO 12039.
- O₂-monitor, werkend volgens het paramagnetisch-verschildrukprincipe, fabrikaat M&C, type PMA 25, onnauwkeurigheid ± 0,5% van het kleinste meetbereik (0-1% O₂). Het gebruikte meetbereik is 0 – 21%. De monitor is gekalibreerd met buitenlucht van 20.94 vol.% O₂. De continue O₂-analyse is uitgevoerd volgens NEN-EN 14789.
- Chemoluminescentiemonitor voor de bepaling van stikstofoxiden (NO, NO_x, (NO + NO₂)), fabrikaat Ecophys type CLD 822 Mr, onnauwkeurigheid minder dan 1% van de gebruikte volle schaal (0-100 vppm). De monitor is gekalibreerd ijkgas van 75.6 vppm ± 2.0% rel. NO. Het gebruikte mengas is gekalibreerd met naar ISO herleidbare gecertificeerde ijkgas. De metingen werden conform de NEN-EN 14792 uitgevoerd.

Voor en na elke serie metingen zijn voor elke monitor tweepuntskalibraties uitgevoerd met stikstof (nulgas) en de bovengenoemde kalibratiegassen. De kalibraties worden uitgevoerd exclusief het monsternamensysteem. Voor aanvang van de metingen is het monsternamensysteem op lektheid getest.



4.3 Bepaling temperaturen

De temperaturen zijn gemeten met thermokoppels type K (rookgas) en met PT-100 weerstands-thermometers (buitenlucht).

4.4 Bepaling luchtvochtgehalte

De luchtvochtigheid is gemeten met een elektronische meter, fabrikaat Endress + Hauser. De signalen van deze meter zijn continu doorgegeven aan het registratiesysteem.

4.5 Het registratiesysteem (SRM)

Het registratiesysteem is opgebouwd uit een datalogger gekoppeld aan een Personal Computer. De tijdens de meting te registreren meetgegevens zoals rookgasanalyses, temperaturen, drukken e.d. worden in analoge vorm aangeboden aan de datalogger alwaar de analoog-digitaal conversie wordt uitgevoerd. Na deze conversie worden de meetwaarden naar een PC getransporteerd. Hier worden de verdere bewerkingen uitgevoerd.

De meetsignalen worden gedurende de meetperiode met een interval van 10 seconden geregistreerd. Per meetinterval worden correcties op temperatuur, druk en zuurstofgehalte van het rookgas uitgevoerd. Na iedere meting worden de gemiddelde concentraties over de meetperiode bepaald. Zowel de meetdata als de hiervan afgeleide waarden worden op magneetschijf vastgelegd.



5. Meetprogramma

5.1 Algemeen

Het meetprogramma was gericht op het bepalen van de NO_x-emissies. Tegelijkertijd zijn de concentraties van de overige rookgascomponenten O₂, CO, en CO₂ bepaald.

Conform de QAL2 methodiek dienen op 3 dagen, minimaal 5 vergelijkende metingen van tenminste een half uur aan de WKC installatie te worden uitgevoerd.

In de tabel 5.1 zijn het meetprogramma's van de QAL2-metingen weergegeven.

Tabel 5.1 Meetprogramma QAL2-emissiemetingen WKC deellast

Datum	Meting	Tijd [hh:min –hh:min]	Thermisch vermogen [MW therm.]
7 januari 2014	1 – 5	10:15 – 16:15	57 – 75
8 januari 2014	6 – 10	09:09 – 15:00	17 – 79
9 januari 2014	11 – 15	08:00 – 14:00	26 – 55

5.2 Bepaling en samenstelling rookgas

De rookgassen zijn in het afgassenkanaal van de installatie continu bemonsterd met een puntprobe. Op deze wijze zijn representatieve rookgasmonsters verkregen. Van de installatie zijn rookgasprofielen opgenomen over twee assen. De rookgasprofielen resulteerden in de conclusie dat de concentraties in de rookgaskanalen op het meetvlak homogeen zijn verdeeld. Er mag op ieder willekeurig punt in het meetvlak worden bemonsterd. De profielen van de WKC zijn terug te vinden in rapport 08-2548-3_rap (SGS, 2010).

Tijdens de metingen werd met Groningen aardgas gestookt.

De concentratie van de componenten NO, NO_x, CO, CO₂, en O₂ in het rookgas zijn met het in hoofdstuk 4 beschreven systeem continu bepaald. De rookgasanalyses zijn conform de geldende voorschriften uitgevoerd.

5.3 Meetvlakbeoordeling

Het meetvlak bevindt zich op een hoogte van ongeveer 20 meter en is bereikbaar via vaste trappen. De diameter van het kanaal bedraagt ongeveer 3 meter. Er zijn 2 haaks op elkaar geplaatste meetopeningen voorzien van flensen. Het meetvlak bevindt zich vlak van de ketel. Het meetvlak voldoet met twee haaks op elkaar geplaatste meetassen aan de eisen zoals gesteld in de NEN-EN 15259 voor gasvormige componenten.

5.4 Bepaling rookgasdebiet

Het rookgasdebiet is berekend aan de hand van de brandstofsamenstelling, het brandstofdebiet en het zuurstofgehalte van de rookgassen.



5.5 Berekeningen

De resultaten van de metingen worden voor de WKC installatie uitgedrukt in g/GJ onder ISO condities.

De NO_x-uitstoot van de gasturbine-installatie onder ISO-condities is conform het Bees Wet milieubeheer A, met behulp van onderstaande formule, bepaald;

$$E_{ref} = E_{NO_x} * \left(\frac{P_{ref}}{P_m}\right)^{0,50} * \left(\frac{T_m}{288}\right)^{-1,53} * e^{19*(x_m-0,0063)}$$

Met:

E _{ref}	: stikstofoxidenuitworp herleid tot ISO-luchtcondities [g/GJ onder ISO condities];
E _{NO_x}	: gemeten stikstofoxidenuitworp [g/GJ];
P _{ref}	: Barometer onder ISO-luchtcondities (1.01325) [bara];
P _m	: Barometerdruk [bara];
T _m	: inlaatlucht temperatuur [°C];
X _m	: gemeten vochtgehalte van de inlaatlucht [kg H ₂ O/kg lucht].



6. Meetresultaten en conclusies

6.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de validaties van de PEMS-berekeningen van de WKC gepresenteerd. In bijlage 2 zijn de werkbladen van de QAL2-metingen opgenomen. In bijlage 3 zijn de meet- en berekeningsresultaten in uitgebreide vorm gepresenteerd.

6.2 Audit van documentatie

De PEMS-berekeningen zijn afhankelijk van het gasverbruik van de GT, het gasverbruik van de en de bijstookketel 9. De gasverbruiken zijn geregistreerd en opgegeven door de Kleef Energie B.V.

6.3 Conclusies

QAL2 metingen WKC onder deellastcondities (nachtbedrijf).

Conform de QAL-2 methodiek is voor het PEMS van de WKC 1 een kalibratiefunctie opgesteld. De functie dient te worden verwerkt in de PEMS-berekeningen van WKC 1 van De Kleef Energie B.V., te Arnhem.

In de onderstaande tabel is de kalibratiefunctie voor het PEMS weergegeven.

Tabel 6.1 Kalibratiefunctie PEMS WKC onder deellast condities.

PEMS installatie	Kalibratiefunctie	Grafiek in
NO _x -uitstoot WKC onder deellast (nachtbedrijf) [g/GJ onder ISO condities]	$y = 1.000x - 1.653$	Bijlage 2

Geldigheid kalibratiefunctie

WKC onder deellast condities

De NO_x-kalibratiefunctie van het PEMS gasuniegas van WKC onder deellast condities (nachtbedrijf) is geldig van 0 tot 230 g/GJ NO_x onder ISO-condities (=de hoogste gerapporteerde waarde van het AMS na calculatie + 10%).

6.4 Geldigheid inputparameter Gasverbruik GT

Naar aanleiding van de kalibratiemetingen kan het geldigheidsgebied van het gasverbruik van de GT worden vergroot. De ondergrens waarin de GT mag worden ingezet voor de correcte berekening van de NO_x-uitstoot is vastgesteld op 1958 Nm³/h.



**BUREAU
VERITAS**

QAL2-Meting: Variabiliteitstest gasuniegas PEMS WKC onder deellast

Het PEMS van WKC is ook onderworpen aan de variabiliteitstest. Als emissiegrenswaarde is 92 g/GJ onder ISO-condities aangehouden. Hieronder zijn de resultaten van de test weergegeven.

Tabel 6.2 Variabiliteitstest gasuniegas PEMS WKC onder deellast (nachtbedrijf)

Installatie	
WKC deellast gasuniegas	Variabiliteit
S_D	6.522
$1,5\sigma_0k_v$ (at ELV)	9.166
	Voldoet aan variabiliteitstest?
$S_D \leq 1,5\sigma_0k_v$ (Variabiliteitstest)	Ja

Het PEMS voor WKC 1 voldoet aan de variabiliteitstest ($S_D \leq \sigma_0k_v$). De bijbehorende werkbladen worden gepresenteerd in bijlage 2.

In tabel 6.3 zijn de individuele meetparen van de parallelmetingen weergegeven en met elkaar vergeleken.

Tabel 6.3 AMS (WKC PEMS deellast) ten opzichte van SRM onder ISO-condities

Meting	Datum	Start [hh:mm]	Stop [hh:mm]	NO _x PEMS [g/GJ] ISO-condities	NO _x SRM [g/GJ] ISO-condities]
1	07-Jan-14	10:15	11:00	210.6	214.3
2	07-Jan-14	11:23	12:15	182.2	196.0
3	07-Jan-14	12:44	13:30	152.6	149.5
4	07-Jan-14	14:00	15:00	167.4	167.4
5	07-Jan-14	15:15	16:15	146.4	149.9
6	08-Jan-14	9:09	10:00	202.2	189.8
7	08-Jan-14	10:15	11:15	189.5	178.9
8	08-Jan-14	11:29	12:30	94.7	92.8
9	08-Jan-14	12:45	13:45	87.3	86.7
10	08-Jan-14	14:00	15:00	71.6	64.6
11	09-Jan-14	8:00	9:00	142.7	133.9
12	09-Jan-14	9:14	10:15	118.0	115.3
13	09-Jan-14	10:30	11:29	93.2	94.3
14	09-Jan-14	11:46	12:45	103.7	105.8
15	09-Jan-14	13:00	14:00	92.8	91.9

Het PEM-Systeem is getoetst aan de maximale NO_x uitstoot van de installatie. De toetsingswaarde is opgenomen in tabel 6.4.

Tabel 6.4 Emissiegrenswaarde uitstoot NO_x bij deellast bedrijfslast

Installatie	Gassoort / last	Maximale uitstoot
WKC installatie	Groningen aardgas / Deellast	92 g/GJ ISO



7. Meetonzekerheid bij bemonstering en analyse van gasvormige componenten

7.1 Meetonzekerheid bemonstering gasvormige componenten

De meetonzekerheid geeft de onzekerheid van een gemeten waarde van een bepaalde grootte aan. Elke uitgevoerde meting heeft een bepaalde mate van onzekerheid. Binnen het VKL (Vereniging van Kwaliteit Luchtmetingen) is een werkwijze tot stand gekomen voor de vaststelling van meetonzekerheden. Bij de berekeningen wordt uitgegaan van cumulatie van meetonzekerheden, herleid tot 1u absoluut. Vervolgens wordt per meting de wortel genomen van de kwadratensom van de van toepassing zijnde partiële foutenbronnen. Voor de berekening van de totale meetonzekerheid bij een 95% betrouwbaarheidsinterval wordt er vermenigvuldigd met twee. De relatieve meetonzekerheid wordt berekend door het quotiënt van de absolute meetonzekerheid en de gemeten waarde.

Op basis van een door de VKL opgestelde rekentool betreffende prestatiekenmerken van emissiemetingen is een actuele onzekerheid berekend. Naast de actuele onzekerheid moet een meting voldoen aan gestelde onzekerheden volgens toegepaste normen en richtlijnen. Zie onderstaande tabellen voor de onzekerheden. De meetonzekerheid wordt gepresenteerd als het 95% betrouwbaarheidsinterval.

Tabel 7.1 Resultaat onzekerheidsberekening WKC deellast gasvormige componenten

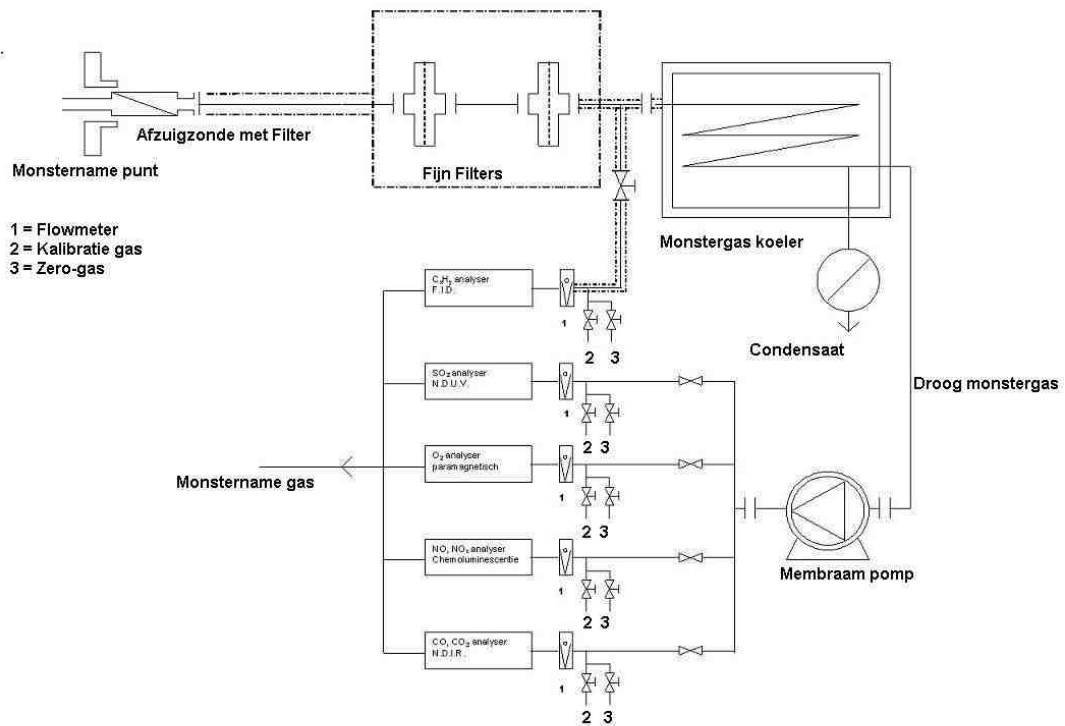
Algemene gegevens				
Meetbureau	:	Veritas	 	
Projectnaam	:	De Kleef Energie B.V.		
Referentienummer	:	8294763		
Meetlocatie	:	WKC Deellast		
Meting uitgevoerd door	:			
Berekening uitgevoerd door	:			
Continue meting	eenheid	resultaat	meetonzekerheid [absoluut]	[%]
O ₂	vol. %	17.1	0.59	3
CO ₂	vol. %	2.1	0.33	15
NO _x (als NO ₂)	mg/Nm ³	104.2	4.24	4
NO	mg/Nm ³	76.7	3.02	4
CO	mg/Nm ³	113.9	4.25	4

* Aangezien het gemeten NO₂ percentage in het rookgas hoger is dan 10 % van het totaal aan NO_x, wordt rekening gehouden met een extra onnauwkeurigheid bij de berekening van de totale meetonzekerheid van de NO_x.

Bijlage 1:

Schematische weergave monsternamesysteem voor de bemonstering van gasvormige componenten (SRM).

Schematische weergave monsternamesysteem voor de bemonstering van gasvormige componenten (SRM).



Bijlage 2: Werkbladen QAL2-metingen WKC Deellast.

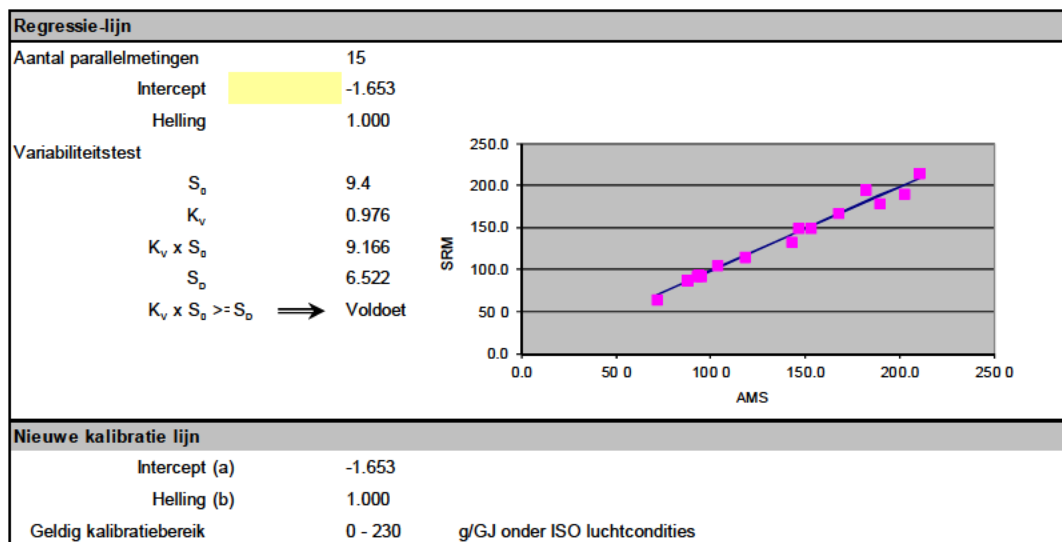
WKC deellast: NO_x-kalibratie, uitgedrukt als g/GJ onder ISO condities
Kalibratie van het NO_x-meetsysteem

EN14181-NOx.xls Versie 2.1 (te gebruiken tot 1-1-2015)

Specificatie meetsysteem								
NO _x -meetmethode		Extractieve NO _x -meting in droog rookgas						
O ₂ -meetmethode		Extractieve O ₂ -meting in droog rookgas						
Kalibratielijijn gebruikt tijdens kalibratie								
Intercept								
Helling								
Emissiegrenswaarde		92	g/GJ onder ISO luchtcondities					
Testwaarde bij standaard condities		92	g/GJ onder ISO luchtcondities					
Vereist betrouwbaarheidsinterval		20	%					

Standaard referentie methode (SRM)	
Meetinstantie	Bureau Veritas Industrial Services
NO _x -meetmethode	chemoluminescentie
O ₂ -meetmethode	paramagnetisme
Meetplaats	schoorsteen
Monsternamemethode	Puntmeting
Aantal meetpunten SRM	1

Kalibratiepunten		NO _x -concentratie bij standaard condities (g/GJ als NO ₂) onder ISO condities, droog rookgas						
		Standaard referentie methode (SRM)			NO _x -meetsysteem (AMS)			Regressie-lijn
Nummer	Datum	Starttijd	Eindtijd	Meetwaarde	Starttijd	Eindtijd	Meetwaarde	
1	07-Jan-14	10:15	11:00	214.3	10:15	11:00	210.6	209.1
2	07-Jan-14	11:23	12:15	196.0	11:23	12:15	182.2	180.6
3	07-Jan-14	12:44	13:30	149.5	12:44	13:30	152.6	151.0
4	07-Jan-14	14:00	15:00	167.4	14:00	15:00	167.4	165.8
5	07-Jan-14	15:15	16:15	149.9	15:15	16:15	146.4	144.9
6	08-Jan-14	9:09	10:00	189.8	9:09	10:00	202.2	200.7
7	08-Jan-14	10:15	11:15	178.9	10:15	11:15	189.5	187.9
8	08-Jan-14	11:29	12:30	92.8	11:29	12:30	94.7	93.1
9	08-Jan-14	12:45	13:45	86.7	12:45	13:45	87.3	85.7
10	08-Jan-14	14:00	15:00	64.6	14:00	15:00	71.6	70.0
11	09-Jan-14	8:00	9:00	133.9	8:00	9:00	142.7	141.1
12	09-Jan-14	9:14	10:15	115.3	9:14	10:15	118.0	116.4
13	09-Jan-14	10:30	11:29	94.3	10:30	11:29	93.2	91.6
14	09-Jan-14	11:46	12:45	105.8	11:46	12:45	103.7	102.1
15	09-Jan-14	13:00	14:00	91.9	13:00	14:00	92.8	91.2
Min	7/01/14			64.6			71.6	70.0
Max	9/01/14			214.3			210.6	209.1
Gemiddeld				135.4			137.0	135.4



Bijlage 3: Meet- en berekeningsresultaten WKC deellast.

Meet- en berekeningsresultaten WKC deellast, dag 1.

Bedrijf		De Kleef Energie					
Installatie		WKC deellast					
Datum		07-Jan-14					
Software versie		2.2 - 8 september 2011					
Algemene gegevens							
Meting			1	2	3	4	5
Meetperiode	van	[uur]	10:15	11:23	12:44	14:00	15:15
	tot	[uur]	11:00	12:15	13:30	15:00	16:15
Meetduur		[min]	00:45	00:51	00:45	01:00	01:00
Verbrandingsluchtgegevens							
Barometerstand		[mbar]	1009	1010	1009	1009	1010
Temperatuur		[°C]	10.0	10.5	11.2	11.7	11.8
Vochtigheid		[%re]	77	76	72	69	70
Vochtigheid		[g/kg]	5.9	6.0	6.0	5.9	6.0
Luchtverbruik	droog	[Nm³/Nm³]	36.1	37.8	35.7	40.9	43.9
Bedrijfsgegevens							
Barometerstand ISO		[bara]	1013	1013	1013	1013	1013
Barometerstand gemeten		[bara]	1009	1010	1009	1009	1010
Gasverbruiksgegevens							
Gasturbine							
Gasverbruik		[kg/h]	7111	6276	5442	5406	4581
Gasverbruik	B	[Nm³/h]	8537	7534	6533	6489	5499
Stookwaarde gas		[MJ/Nm³]	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7
Dichtheid gas		[kg/Nm³]	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
Stoichiometrisch luchtverbruik	droog	[Nm³/Nm³]	8.43	8.43	8.43	8.43	8.43
Stoichiometrisch rookgasdebit	droog	[Nm³/Nm³]	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71
Gevormde waterdamp		[Nm³/Nm³]	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68
Warmtehoeveelheid		[MW]	75.1	66.3	57.5	57.1	48.4
Bijstookketel							
Gasverbruik		[kg/h]	1	411	790	1	1
Gasverbruik	B	[Nm³/h]	2	494	948	2	2
Stookwaarde gas		[MJ/Nm³]	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7
Dichtheid gas		[kg/Nm³]	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
Stoichiometrisch luchtverbruik		[Nm³/Nm³]	8.43	8.43	8.43	8.43	8.43
Stoichiometrisch rookgasdebit		[Nm³/Nm³]	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71
Gevormd waterdamp		[Nm³/Nm³]	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68
Warmtehoeveelheid		[MW]	0.0	4.3	8.3	0.0	0.0
Totaal gasverbruik		[Nm³/h]	8538	8027	7481	6491	5501
Totale warmtehoeveelheid		[MW]	75.1	70.6	65.8	57.1	48.4
Gemiddelde stookwaarde		[MJ/Nm³]	31.67	31.67	31.67	31.67	31.67
B : gemeten met bedrijfsmeter							
Rookgasgegevens							
Meting			1	2	3	4	5
Volume rookgas per 1 Nm³ gas	nat	[Nm³/Nm³]	37.4	39.2	37.0	42.2	45.3
Volume rookgas per 1 Nm³ gas	droog	[Nm³/Nm³]	35.4	37.1	35.0	40.2	43.2
Temperatuur		[°C]	134	125	115	115	107
CO₂-gehalte	droog	[vol.%]	2.64	2.53	2.62	2.29	2.13
O₂-gehalte	droog	[vol.%]	16.38	16.59	16.32	16.92	17.21
CO-gehalte	droog	[vppm]	7.0	15.8	27.1	26.0	45.5
CO-gehalte	droog	[mg/Nm³]	8.7	19.7	33.9	32.5	56.8
CO-emissie		[kg/h]	2.6	5.9	8.9	8.5	13.5
CO-emissie		[g/GJ]	9.8	23.1	37.4	41.3	77.6
NO-gehalte als NO	droog	[vppm]	81.7	69.0	52.9	52.2	40.8
NO-gehalte als NO₂	droog	[mg/Nm³]	167.8	141.8	108.7	107.2	83.8
NO-emissie als NO₂		[kg/h]	50.7	42.3	28.4	28.0	19.9
NO-emissie als NO₂		[g/GJ]	187.6	166.2	120.0	136.0	114.4
NOₓ-gehalte als NO	droog	[vppm]	91.5	79.8	65.0	63.5	52.8
NOₓ-gehalte als NO₂	droog	[mg/Nm³]	187.8	163.8	133.4	130.5	108.4
NOₓ-emissie als NO₂		[kg/h]	56.8	48.8	34.9	34.0	25.8
NOₓ-emissie als NO₂		[g/GJ]	210	192	147	166	148
NOₓ-emissie als NO₂, betrokken op ISO-luchtcondities		[g/GJ]	214	196	150	167	150
NOₓ-emissie als NO₂, betrokken op ISO-luchtcondities De Kleef		[g/GJ]	211	182	153	167	146

Vervolg meet- en berekeningsresultaten WKC deellast, dag 2.


Bedrijf		De Kleef Energie					
Installatie		WKC deellast					
Datum		08-Jan-14					
Software versie		2.2 - 8 september 2011					
Algemene gegevens							
Meting			6	7	8	9	10
Meetperiode	van	[uur]	09:09	10:15	11:29	12:45	14:00
	tot	[uur]	10:00	11:15	12:30	13:45	15:00
Meetduur		[min]	00:51	01:00	01:00	01:00	01:00
Verbrandingsluchtgegevens							
Barometerstand		[mbar]	1015	1016	1017	1017	1017
Temperatuur		[°C]	8.7	9.0	9.8	10.0	9.8
Vochtigheid		[%re]	88	86	83	81	81
Vochtigheid		[g/kg]	6.1	6.1	6.2	6.2	6.1
Luchtverbruik	droog	[Nm³/Nm³]	34.8	37.6	52.0	58.5	63.4
Bedrijfsgegevens							
Barometerstand ISO		[bara]	1013	1013	1013	1013	1013
Barometerstand gemeten		[bara]	1015	1016	1017	1017	1017
Gasverbruiksgegevens							
Gasturbine							
Gasverbruik		[kg/h]	7095	6278	2542	2251	1631
Gasverbruik	B	[Nm³/h]	8518	7536	3052	2703	1958
Stookwaarde gas		[MJ/Nm³]	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7
Dichtheid gas		[kg/Nm³]	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
Stoichiometrisch luchtverbruik	droog	[Nm³/Nm³]	8.43	8.43	8.43	8.43	8.43
Stoichiometrisch rookgasdebiet	droog	[Nm³/Nm³]	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71
Gevormde waterdamp		[Nm³/Nm³]	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68
Warmtehoeveelheid		[MW]	74.9	66.3	26.8	23.8	17.2
Bijstookketel							
Gasverbruik		[kg/h]	426	1	1	1	1
Gasverbruik	B	[Nm³/h]	512	2	1	2	2
Stookwaarde gas		[MJ/Nm³]	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7
Dichtheid gas		[kg/Nm³]	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
Stoichiometrisch luchtverbruik		[Nm³/Nm³]	8.43	8.43	8.43	8.43	8.43
Stoichiometrisch rookgasdebiet		[Nm³/Nm³]	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71
Gevormd waterdamp		[Nm³/Nm³]	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68
Warmtehoeveelheid		[MW]	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Totaal gasverbruik		[Nm³/h]	9030	7538	3054	2704	1959
Totale warmtehoeveelheid		[MW]	79.4	66.3	26.9	23.8	17.2
Gemiddelde stookwaarde		[MJ/Nm³]	31.67	31.67	31.67	31.67	31.67
B : gemeten met bedrijfsmeter							
Rookgasgegevens							
Meting			6	7	8	9	10
Volume rookgas per 1 Nm³ gas	nat	[Nm³/Nm³]	36.1	38.9	53.5	60.0	65.0
Volume rookgas per 1 Nm³ gas	droog	[Nm³/Nm³]	34.1	36.9	51.3	57.7	62.7
Temperatuur		[°C]	121	117	95	113	115
CO₂-gehalte	droog	[vol.%]	2.61	2.46	1.69	1.60	1.46
O₂-gehalte	droog	[vol.%]	16.20	16.57	17.79	18.14	18.37
CO-gehalte	droog	[vppm]	10.1	17.3	168.3	199.9	287.6
CO-gehalte	droog	[mg/Nm³]	12.7	21.6	210.5	249.9	359.6
CO-emissie		[kg/h]	3.9	6.0	33.0	39.0	44.2
CO-emissie		[g/GJ]	13.6	25.2	340.8	455.7	712.0
NO-gehalte als NO	droog	[vppm]	68.9	60.7	11.3	6.7	9.4
NO-gehalte als NO₂	droog	[mg/Nm³]	141.5	124.6	23.2	13.8	19.3
NO-emissie als NO₂		[kg/h]	43.5	34.7	3.6	2.2	2.4
NO-emissie als NO₂		[g/GJ]	152.3	145.2	37.6	25.2	38.1
NOₓ-gehalte als NO	droog	[vppm]	83.4	72.8	27.3	22.7	15.6
NOₓ-gehalte als NO₂	droog	[mg/Nm³]	171.4	149.6	56.0	46.5	32.0
NOₓ-emissie als NO₂		[kg/h]	52.7	41.6	8.8	7.3	3.9
NOₓ-emissie als NO₂		[g/GJ]	184	174	91	85	63
NOₓ-emissie als NO₂, betrokken op ISO-luchtcondities		[g/GJ]	190	179	93	87	65
NOₓ-emissie als NO₂, betrokken op ISO-luchtcondities De Kleef		[g/GJ]	202	189	95	87	72

Vervolg meet- en berekeningsresultaten WKC deellast, dag 3.

Bedrijf		De Kleef Energie						
Installatie		WKC deellast						
Datum		09-Jan-14						
Software versie		2.2 - 8 september 2011						
Algemene gegevens								
Meting			11	12	13	14	15	
Meetperiode	van	[uur]	08:00	09:14	10:30	11:46	13:00	
	tot	[uur]	09:00	10:15	11:29	12:45	14:00	
Meetduur		[min]	01:00	01:00	00:59	00:59	01:00	
Verbrandingsluchtgegevens								
Barometerstand		[mbar]	1015	1016	1017	1017	1017	
Temperatuur		[°C]	8.7	9.0	9.8	10.0	9.8	
Vochtigheid		[%rel]	88	86	83	81	81	
Vochtigheid		[g/kg]	6.1	6.1	6.2	6.2	6.1	
Luchtverbruik	droog	[Nm³/Nm³]	39.5	40.6	42.2	51.1	55.0	
Bedrijfsgegevens								
Barometerstand ISO		[bara]	1013	1013	1013	1013	1013	
Barometerstand gemeten		[bara]	1015	1016	1017	1017	1017	
Gasverbruiksgegevens								
Gasturbine								
Gasverbruik	B	[kg/h]	4589	3779	2944	2897	2466	
Gasverbruik		[Nm³/h]	5509	4536	3535	3477	2960	
Stookwaarde gas		[MJ/Nm³]	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	
Dichtheid gas		[kg/Nm³]	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	
Stoichiometrisch luchtverbruik		droog	[Nm³/Nm³]	8.43	8.43	8.43	8.43	8.43
Stoichiometrisch rookgasdebiet		droog	[Nm³/Nm³]	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71
Gevormde waterdamp			[Nm³/Nm³]	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68
Warmtehoeveelheid			[MW]	48.5	39.9	31.1	30.6	26.0
Bijstookketel								
Gasverbruik	B	[kg/h]	213	430	622	1	1	
Gasverbruik		[Nm³/h]	255	516	747	2	2	
Stookwaarde gas		[MJ/Nm³]	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	
Dichtheid gas		[kg/Nm³]	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	
Stoichiometrisch luchtverbruik		[Nm³/Nm³]	8.43	8.43	8.43	8.43	8.43	
Stoichiometrisch rookgasdebiet		[Nm³/Nm³]	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71	
Gevormd waterdamp		[Nm³/Nm³]	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	
Warmtehoeveelheid		[MW]	2.2	4.5	6.6	0.0	0.0	
Totaal gasverbruik		[Nm³/h]	5764	5053	4281	3479	2962	
Totale warmtehoeveelheid		[MW]	50.7	44.4	37.7	30.6	26.1	
Gemiddelde stookwaarde		[MJ/Nm³]	31.67	31.67	31.67	31.67	31.67	
B : gemeten met bedrijfsmeter								
Rookgasgegevens								
Meting			11	12	13	14	15	
Volume rookgas per 1 Nm³ gas	nat	[Nm³/Nm³]	40.8	41.9	43.6	52.6	56.5	
Volume rookgas per 1 Nm³ gas	droog	[Nm³/Nm³]	38.7	39.8	41.5	50.4	54.3	
Temperatuur		[°C]	107	99	92	91	85	
CO₂-gehalte	droog	[vol. %]	2.30	2.24	2.15	1.80	1.68	
O₂-gehalte	droog	[vol. %]	16.77	16.89	17.05	17.74	17.97	
CO-gehalte	droog	[vppm]	54.4	79.5	120.5	132.9	174.4	
CO-gehalte	droog	[mg/Nm³]	68.0	99.4	150.6	166.1	218.0	
CO-emissie		[kg/h]	15.2	20.0	26.7	29.1	35.1	
CO-emissie		[g/GJ]	83.2	125.0	197.3	264.3	373.7	
NO-gehalte als NO	droog	[vppm]	38.3	28.0	15.0	16.1	9.3	
NO-gehalte als NO₂	droog	[mg/Nm³]	78.7	57.5	30.8	33.1	19.1	
NO-emissie als NO₂		[kg/h]	17.6	11.6	5.5	5.8	3.1	
NO-emissie als NO₂		[g/GJ]	96.3	72.3	40.3	52.7	32.7	
NOₓ-gehalte als NO	droog	[vppm]	51.8	43.5	34.2	31.7	25.6	
NOₓ-gehalte als NO₂	droog	[mg/Nm³]	106.3	89.3	70.3	65.1	52.5	
NOₓ-emissie als NO₂		[kg/h]	23.7	18.0	12.5	11.4	8.4	
NOₓ-emissie als NO₂		[g/GJ]	130	112	92	104	90	
NOₓ-emissie als NO₂, betrokken op ISO-luchtcondities		[g/GJ]	134	115	94	106	92	
NOₓ-emissie als NO₂, betrokken op ISO-luchtcondities De Kleef		[g/GJ]	143	118	93	104	99	

Bijlage 4: Kalibratie- driftsheet metingen WKC deellast

Kalibratie-drift sheet

Locatie: kleeftse waard		 Uitslag lektest: bij aanvang meetdag 0.04 vol% O ₂ einde meetdag 0.04 vol% O ₂ leklicht indien O ₂ < 0,2 vol%																				
Opdrachtnummer: 8294763																						
Meettechnici: [Redacted]																						
Datum: 7-Jan-14																						
Revisie versie en datum V 3.6 310 / 2013																						
Controlesheet kalibratie en drift																						
Datum + Tijd		07/01/2014 9:00			1 07/01/2014 10:00			07/01/2014 12:30			08/01/2014 10:00			4 08/01/2014 12:30			5 09/01/2014 14:14			6		
ID-code	Range	cylinder	IJkgas		zero	span	zero	zero	span	zero	zero	span	zero	zero	span	zero	zero	span	zero	zero	span	zero
O ₂ vol.%	KW2-000300	0-21	nvt	20.94	Call.	0.03	21.20	-0.06	-0.11	20.94	0.05	0.04	21.10	0.00	0.03	20.89	0.02	0.01	20.95		0.06	20.90
					Just.		20.90	0.02	0.01				20.98									
NO vppm	KW2-000825	0-100		75.6	Call.	0.1	72.4	0.0	0.0	77.5	0.0	0.0	75.9	0.0	0.0	72.9	0.0	0.0	76.7		0.0	75.6
					Just.	0.0	75.3		0.0	75.8			75.5			75.3			75.2			
NO _x vppm	KW2-000825	0-100		75.6	Call.	0.0	72.7	0.0	0.0	76.4	0.0	0.0	75.6	0.0	0.0	73.0	0.0	0.0	76.6		0.0	74.4
					Just.	0.0	75.3		0.0	75.5			75.5			75.7			75.6			
SO ₂ vppm		0-200		SO ₂	Call.																	
					Just.																	
CO vppm	KW2-000303	0-2500		1598	Call.	2.9	1599.0	5.6	4.5	1600.0	2.9	3.0	1599.0	3.0	3.0	1601.0	3.0	3.0	1597.0		3.0	1593.0
					Just.				2.9													
CO ₂ vol.%	KW2-000303	0-25		16	Call.	0.0	16.1	0.0	0.1	16.0	0.1	0.0	15.9	0.0	0.0	15.9	0.1	0.0	15.9		0.0	16.0
					Just.																	
C ₂ H ₂ vppm		0-100		0	Call.																	
					Just.																	
Converter rendement NO ₂ [%]: 98.8		Waarden: = drift < 2% = drift > 2 < 5 % = drift > 5 %		Acties: Geen actie Meetdata corrigeren voor drift Meetdata afkeuren																		

Bijlage 5: Accreditatie certificaat

RAAD VOOR ACCREDITATIE

Postbus 2768 3500 GT Utrecht



De Stichting Raad voor Accreditatie,
bij wet aangewezen als de nationale accreditatie-instantie voor Nederland,
verklaart hierbij accreditatie te hebben verleend aan:

**Bureau Veritas Industrial Services
Amersfoort
(Kamer van Koophandel 32069296)**

De instelling heeft aangetoond in staat te zijn inspecties, als type **A** inspectie-
instelling, op een competente, consistente en onafhankelijke wijze uit te voeren.

Deze accreditatie is gebaseerd op een beoordeling tegen de vereisten zoals
vastgelegd in ISO/IEC 17020:1998.

De accreditatie is van toepassing op de activiteiten zoals gespecificeerd in de
gewaarmerkte bijlage die is voorzien van het registratienummer.

De accreditatie is van kracht, onder voorwaarde dat de instelling
blijft voldoen aan de vereisten.

De accreditatie voor registratienummer:

I 002

is verleend op 30 mei 2012

Deze verklaring is geldig tot

1 juni 2016

De accreditatie is voor het eerst verleend op

29 juli 1994

De Algemeen Directeur

