

**Implementatie NEN-EN 14181
Emissie stationaire bronnen - Kwaliteitsborging
van automatische meetsystemen**

Achtergronddocument

Beschikbaar gesteld door het ministerie van VROM, november 2004

Alhoewel het achtergronddocument, de praktijkbladen, rekenbladen en de rapportages van de praktijkproef met grote zorgvuldigheid zijn samengesteld, kunnen fouten niet worden uitgesloten. SenterNovem en VROM kunnen geen enkele aansprakelijkheid voor eventuele fouten aanvaarden.

INHOUD

Definities en afkortingen	5
Leeswijzer.....	6
1 Inleiding	7
2 Kwaliteitsborgingsniveau 1 (QAL1).....	9
2.1 Algemeen	9
2.2 Onzekerheidsberekening meetwaarden CEMS	9
2.2.1 Onzekerheidsberekening actuele meetwaarden	9
2.2.2 Onzekerheidsberekening meetwaarden bij normaalomstandigheden	10
2.2.3 Berekening standaardafwijking s_{AMS} ten behoeve van gebruik in QAL3	10
2.3 Onzekerheidsberekening meetwaarden PEMS	11
2.3.1 Onzekerheidsberekening meetwaarden	11
2.3.2 Onzekerheidsberekening meetwaarden bij normaalomstandigheden	11
2.3.3 Berekening standaardafwijking s_{AMS} ten behoeve van gebruik in QAL3	11
2.4 Rapportage	12
3 Kwaliteitsborgingsniveau 2 (QAL2).....	14
3.1 Algemeen	14
3.2 Functionele test.....	14
3.3 Kalibratie van het AMS	14
3.4 Variabiliteitstest	17
3.5 Rapportage	17
4 Kwaliteitsborgingsniveau 3 (QAL3).....	18
4.1 Algemeen	18
4.2 Controle met testgassen	18
4.3 Controle zonder testgassen	20
4.3.1 Controle op basis van een referentiesituatie van de bedrijfsomstandigheden (REFBO)	20
4.3.2 Controle van de modelinvoerparameters (MIP)	21
4.4 Controle met Shewhartkaarten.....	21
4.5 Controle of meetwaarden binnen de geldige kalibratierange vallen	21
5 Jaarlijkse controle (JC) (=AST, Annual Surveillance test)	22
5.1 Algemeen	22
5.2 Functionele test van het AMS met een CEMS.....	22
5.3 Functionele test van het AMS met een PEMS.....	23
5.4 Uitvoering functionele testen	23
5.5 Parallelmetingen met een SRM	23
5.6 Rapportage van de resultaten van de jaarlijkse test.....	24
6 Referenties	25

DEFINITIES EN AFKORTINGEN

ISO-luchtcondities	Een temperatuur van 288 K, een druk van 101,3 kPa en een relatieve vochtigheid van 60%
Normaalomstandigheden	Een temperatuur van 273 K, een druk van 101,3 kPa, droog, bij een standaardzuurstofpercentage
Spanconcentratie	Concentratie overeenkomend met 70 - 80 % van het meetbereik
Standaardzuurstofpercentage	3 volumepercent in het geval van vloeibare en gasvormige brandstoffen 6 volumepercent in het geval van vaste brandstoffen 11 volumepercent in het geval van afvalverbrandingsinstallaties 15 volumepercent in het geval van gasturbines
AMS	Automatisch Meetsysteem
CEMS	Continuous Emission Monitoring System
CUSUM	"cumulative sum" : karakterisering van een kwaliteitsborgingprocedure met een specifieke controlekaartmethode
MIP	Modelinvoerparameters-check
PEMS	Predictive Emission Monitoring System
QAL	Quality Assurance Level
REFBO	Referentiebedrijfsomstandigheden
SRM	Standaardreferentiemethode

LEESWIJZER

Dit achtergronddocument geeft informatie ter ondersteuning bij de implementatie van de norm NEN-EN 14181 "Emissie stationaire bronnen - Kwaliteitsborging van automatische meetsystemen" in de monitoringssystematiek in het kader van NO_x-emissiehandel.

In de inleiding (hoofdstuk 1) wordt ingegaan op de noodzaak voor het opstellen van dit document, evenals voor het opstellen van andere ondersteunende hulpmiddelen zoals praktijkbladen en rekenbladen.

Het document volgt verder de structuur van de NEN-EN 14181. Achtereenvolgens worden behandeld de in de norm onderscheiden kwaliteitsborgingniveaus en de wijze waarop deze toe te passen, zowel voor CEMS (Continuous Emission Monitoring System) als voor PEMS (Predictive Emission Monitoring System):

- Kwaliteitsborgingniveau 1 (QAL1), een procedure om vast te stellen of een automatisch meetsysteem (AMS) kan voldoen aan een vooraf vastgestelde onzekerheidseis voor de ermee verkregen meetwaarden (hoofdstuk 2).
- Kwaliteitsborgingniveau 2 (QAL2), waarin de methode van kalibreren van een automatisch meetsysteem door middel van parallelmetingen met een standaardreferentiemethode is gegeven. Ook de toetsing of de kwaliteit van de metingen voldoet aan de gestelde eis maakt onderdeel uit van deze procedure (hoofdstuk 3).
- Kwaliteitsborgingniveau 3 (QAL3), de procedure voor voortdurende kwaliteitsbewaking van de meetwaarden, verkregen met het automatische meetsysteem (hoofdstuk 4). Volgens deze procedure worden op regelmatige tijdstippen controles uitgevoerd op het juist functioneren van de instrumenten die meetgegevens leveren, waaruit de concentratie NO_x wordt vastgesteld.
- De Jaarlijkse controle (JC of AST), waarin door middel van vergelijkende metingen wordt getoetst of de kalibratie nog geldig is. Daarnaast worden een aantal testen uitgevoerd om te beoordelen of het automatische meetsysteem nog naar behoren functioneert (hoofdstuk 5).

Zoals reeds hierboven vermeld, wordt bij de toelichting op de procedures uit de norm in alle hoofdstukken specifiek aandacht geschonken aan de manier hoe deze procedures te implementeren voor een PEMS.

1 INLEIDING

In het Programma van Eisen CO₂- en NO_x-monitoringsprotocollen [8] wordt voorgeschreven dat bij continue emissiemeting, voor klasse 1 installaties > 100MW_{th} moet worden voldaan aan de norm NEN-EN 14181 "Emissie stationaire bronnen - Kwaliteitsborging van automatische meetsystemen". Hiermee wordt aangesloten bij de Europese Richtlijnen waarin eisen zijn gesteld aan de kwaliteit van emissiemetingen met automatische meetsystemen. Deze eisen zijn in Nederland overgenomen in de daarvan afgeleide wetgeving (BEES, Bva, MR handel in Emissierechten). De Europese Richtlijnen verlangen dat de kalibratie en de handhaving van de kwaliteit van de metingen wordt uitgevoerd volgens Europese EN-normen. In Europees verband is daartoe door de CEN de EN-14181 opgesteld, en in Nederland (verplicht) door NEN overgenomen als de NEN-EN-14181.

De NEN-EN 14181 is een nieuwe norm. Ervaring met het toepassen van deze norm is nog weinig aanwezig. De norm is specifiek geschreven voor automatische meetsystemen gebaseerd op de aanwezigheid van een meetinstrument voor de directe meting van de concentratie van luchtverontreinigende stoffen in afgassen (CEMS). In de monitoringssystematiek van NO_x-emissiehandel en BEES is het echter ook toegestaan continue emissiemeting uit te voeren met een PEMS waarbij de concentratie NO_x wordt berekend met behulp van een daartoe opgesteld rekenkundig model.

De norm NEN-EN 14181 beschrijft o.a. de procedure om aan te tonen dat aan een onzekerheidseis, gesteld aan meetwaarden, wordt voldaan. De onzekerheidseis is hierbij uitgedrukt als een percentage van de betreffende emissiegrenswaarde, dus als een absoluut getal voor elke meetwaarde. Bij NO_x-emissiehandel is echter een onzekerheidseis gesteld als percentage van de jaargemiddelde waarde¹ van NO_x, dus als een variabel absoluut getal. Hierin is in de NEN-EN 14181 niet voorzien.

De NEN-EN 14181 is zeer recent gepubliceerd. Gezien het tijdstip van aanvang van NO_x-emissiehandel, 1 januari 2005, wordt van de bedrijven in korte tijd een grote inspanning gevraagd om de norm te implementeren.

Om de implementatie van de NEN-EN 14181 te ondersteunen is door SenterNovem in opdracht van VROM een project uitgevoerd om een aantal hulpmiddelen te produceren ten behoeve van de Nederlandse industrie, toezichthouders en de meetbureaus. Dit achtergronddocument is een van deze hulpmiddelen en bevat aanwijzingen hoe de norm te implementeren, in samenhang met praktijkbladen en rekenbladen met instructies.

De praktijkbladen en de rekenbladen met instructies zijn gericht op de specifieke toepassing van de NEN-EN 14181 voor de monitoringssystematiek in het kader van NO_x-emissiehandel². Deze worden in afzonderlijke documenten gepubliceerd. Ook de voorbeeldimplementatie bij een gasturbine met als continue meetmethode een PEMS, waarbij aangegeven hoe mogelijke knelpunten kunnen worden opgelost, is in separate rapportages gepubliceerd.

In een aantal gevallen is afgeweken van de procedures in de NEN-EN 14181. Zo kan worden gekozen de kalibratie niet te relateren aan de actuele meetwaarden maar aan de meetwaarden bij normaalomstandigheden (concentratie uitgedrukt bij een temperatuur van 273 K, een druk van 101,3 kPa, droog, en bij een standaardzuurstofpercentage). Deze keuze is gebaseerd op de volgende overwegingen:

- In de wet- en regelgeving [9], [10] wordt de onzekerheidseis gerelateerd aan emissiegrenswaarden. Deze emissiegrenswaarden worden uitgedrukt bij normaalomstandigheden of als g/GJ. De AMvB "Besluit handel in emissierechten" [11] relateert de onzekerheidseis aan de jaargemiddelde meetwaarde. Door de keuze voor meetwaarden bij normaalomstandigheden wordt hierbij aangesloten.
- Het voorkomen van moeilijkheden bij de uitlezing van specifieke meetinstrumenten zoals beschreven in de procedure QAL2.
- Eventuele fouten in databewerkingsprocedures (o.a. onzekerheden in zuurstof-, vocht-, temperatuur- en drukbepalingen) worden in de kalibratie meegenomen.

Het achtergronddocument, de praktijkbladen en de rekenbladen zijn opgesteld op basis van het inzicht op dit moment en op basis van een beperkte uitwerking van enkele praktijkvoorbeelden. In specifieke situaties kan het noodzakelijk zijn om een andere aanpak te kiezen om de beoogde kwaliteitsborging volgens NEN-EN-14181 te realiseren. In

¹ Over de operationele bedrijfstijd

² De praktijk- en rekenbladen zijn in beginsel ook bruikbaar voor de uitvoering van NEN-EN-14181 voor NO_x in het kader van BVA en BEES.

overleg met bevoegd gezag dient dit dan nader te worden uitgewerkt. De in de producten beschreven uitwerkingen kunnen dienen als denkkader voor de realisatie van een dergelijke specifieke uitwerking.

Alhoewel het achtergronddocument, de praktijkbladen, rekenbladen en de rapportages van de praktijkproef met grote zorgvuldigheid zijn samengesteld, kunnen fouten niet worden uitgesloten. SenterNovem en VROM kunnen geen enkele aansprakelijkheid voor eventuele fouten aanvaarden.

2 KWALITEITSBORGINGSNIVEAU 1 (QAL1)

2.1 Algemeen

Het kwaliteitsborgingsniveau 1 behelst een procedure om vast te stellen of een automatisch meetsysteem (AMS) kan voldoen aan een vooraf vastgestelde onzekerheidseis voor de ermee verkregen meetwaarden. Deze procedure is nader gespecificeerd in NEN-EN-ISO 14956 (en) "Luchtkwaliteit - Evaluatie van de geschiktheid van een meetmethode door vergelijking met een vereiste meetonzekerheid". In deze procedure worden eerst alle bronnen van onzekerheden geïdentificeerd, de mate van onzekerheid per bron wordt gekwantificeerd en vervolgens worden alle onzekerheidsbestanddelen gecombineerd tot een totaalonzekerheid van een meetwaarde.

In principe wordt hiermee de onzekerheid verkregen van meetwaarden onder actuele omstandigheden. Uit praktische overwegingen kan ervoor gekozen worden om te kalibreren bij normaalomstandigheden. Daartoe dient dan de onzekerheid in de actuele meetwaarden te worden gecombineerd met de onzekerheid van de additionele meetgegevens waarmee de omrekening naar normaalomstandigheden wordt uitgevoerd.

2.2 Onzekerheidsberekening meetwaarden CEMS

2.2.1 ONZEKERHEIDSBEREKENING ACTUELE MEETWAARDEN

Voor de meting van de actuele NO_x-concentratie zijn de in Tabel 2.2.1 genoemde mogelijke onzekerheidsbronnen geïdentificeerd. De onzekerheidsbron is daarbij gekoppeld aan een prestatiekenmerk van het AMS (automatisch meetsysteem).

Tabel 2.2.1 Onzekerheidsbronnen

Aard monsterneming	Extractief	Niet-extractief
Onzekerheidsbron ten gevolge van prestatiekenmerk		
Representativiteit monsterneming	X	X
Invloed monsterconditionering	X	
Herhaalbaarheid bij concentratie nul	X	X
Herhaalbaarheid bij meetwaarde	X	X
Drift	X	X
Lineariteit	X	X
Gevoeligheidscoëfficiënt variatie monstergastemperatuur	X	X
Gevoeligheidscoëfficiënt variatie monstergasdruk	X	X
Gevoeligheidscoëfficiënt variatie omgevingstemperatuur	X	X
Gevoeligheidscoëfficiënt variatie elektrische spanning	X	X
Gevoeligheid storende componenten		
CO ₂	X	X
H ₂ O	X	X
Andere	X	X
Testgas voor kwaliteitscontrole (QAL3) ¹	X	
Responstijd ¹	X	X

¹ Dit testgas wordt in het spraakgebruik meestal ijkgas of kalibratiegas genoemd. De in NEN-EN 14181 beschreven controleprocedures in QAL 3 zijn echter niet te beschouwen als een kalibratie maar alleen als een methode om een verandering in het functioneren van een meetinstrument in de tijd vast te stellen.

² Niet relevant voor de berekening van de onzekerheid; dient wel te worden getoetst aan de eis gesteld in NEN-EN-ISO 14956 in verband met dynamische condities.

Voor de kwantificering van de onzekerheden als gevolg van de specifieke prestatiekenmerken dienen allereerst de bedrijfsomstandigheden waaronder de meetapparatuur functioneert te worden vastgesteld. Immers het zal duidelijk zijn dat bij gelijke gevoeligheidscoëfficiënt voor bijvoorbeeld variatie in de elektrische spanning de actuele invloed op de meetwaarde anders is bij een variatie van ± 10 V dan bij een variatie van ± 20 V.

Gegevens betreffende de prestatiekenmerken kunnen worden ontleend aan de specificaties van de fabrikant van het meetinstrument, aan testen in het kader van (type-)goedkeuring van meetinstrumenten (bijv. in Duitsland het zgn. TÜV-keurmerk [1], in Engeland het MCERTS-keurmerk [2], in Nederland testen uitgevoerd in het kader van de WIB [3]) of anderszins uitgevoerde testen. Indien voor een meetinstrument dergelijke gegevens niet beschikbaar zijn kunnen gegevens worden ontleend aan die van een vergelijkbaar meetinstrument. De bron van de gegevens dient in de rapportage te worden vastgelegd.

Uit de bedrijfsomstandigheden en de waarden van de prestatiekenmerken wordt vervolgens voor elk prestatiekenmerk de deelonzekerheid, uitgedrukt als standaardafwijking, berekend en gecombineerd tot de standaardonzekerheid van de actuele meetwaarden van het AMS.

Figuur 2.1 geeft een stroomschema van de onderdelen in de toets voor voldoen aan de vereiste meetonzekerheid bij actuele meetwaarden.

2.2.2 ONZEKERHEIDSBEREKENING MEETWAARDEN BIJ NORMAALOMSTANDIGHEDEN

Bij monitoring in het kader van NO_x-emissiehandel kan er voor worden gekozen de onzekerheid te relateren aan meetwaarden bij normaalomstandigheden (273 K, 101,3 kPa, droog, standaardzuurstofpercentage), uitgedrukt als 95% betrouwbaarheidsinterval.

De volgende stap is dan het berekenen van de onzekerheid bij genormaliseerde standaardomstandigheden. Naast de onzekerheid in de meetwaarden is hiervoor nodig de onzekerheid in de bepaling van temperatuur, druk, waterdampgehalte en zuurstofconcentratie in het afgas ter plaatse van de meting. Deze onzekerheden worden vervolgens gecombineerd via numeriek differentiëren bijvoorbeeld volgens de zgn. "spreadsheetmethode" [4].

Figuur 2.1 geeft een stroomschema van de onderdelen in de toets voor voldoen aan de vereiste meetonzekerheid bij meetwaarden bij normaalomstandigheden.

2.2.3 BEREKENING STANDAARDAFWIJKING s_{AMS} TEN BEHOEVE VAN GEBRUIK IN QAL3

In de procedure QAL3 wordt een regelmatige controle uitgevoerd van de aanwijzing van het meetinstrument om aan te tonen dat de meetwaarden gedurende het bedrijf van het AMS blijven voldoen aan de vereiste onzekerheid. Hierbij wordt als toetscriterium gebruikt de waarde van de standaardafwijking bij concentratie nul en bij de spanconcentratie van het meetinstrument. Deze standaardafwijking, s_{AMS} , wordt berekend met een deel van de gegevens gebruikt voor de berekening van de totale standaardafwijking.

Bij het vaststellen van $s_{AMS}(\text{nul})$ en $s_{AMS}(\text{span})$ worden in ieder geval de onzekerheden afkomstig van de waarde van de volgende prestatiekenmerken betrokken:

- instabiliteit (ruis en drift);
- invloed verandering omgevingstemperatuur;
- invloed verandering omgevingsluchtdruk;
- invloed verandering elektrische voedingsspanning;
- elke andere parameter die van invloed kan zijn op de aflezing van nul- en spanwaarde van het meetinstrument tijdens de controle.

Indien het bemonsteringssysteem in de controle is opgenomen dient ook de onzekerheid als gevolg van het functioneren van dit systeem te worden betrokken in de bepaling van $s_{AMS}(\text{nul})$ en de $s_{AMS}(\text{span})$ ³.

s_{AMS} dient te worden berekend zowel bij de concentratie "nul" als bij de concentratie van de spanwaarde van het instrument. Dit zijn de concentraties waarbij het instrument in QAL3 regelmatig wordt gecontroleerd.

³ Onzekerheden als gevolg van andere onderdelen van het AMS (bijv. representativiteit monsterneming, storende componenten in het afgas) worden dus niet meegenomen in de bepaling van s_{AMS} .

2.3 Onzekerheidsberekening meetwaarden PEMS

2.3.1 ONZEKERHEIDSBEREKENING MEETWAARDEN

Bij gebruik van een PEMS worden de NO_x-concentratiegegevens (mg/m³ of g/GJ) berekend met de waarden van een aantal relevante bedrijfsgegevens. Hiertoe is eerst een rekenkundig model opgesteld waarin de relatie is vastgelegd tussen deze bedrijfsgegevens en de NO_x-concentratie.

Voor het berekenen van de onzekerheid van de NO_x-gegevens (mg/m³ of g/GJ) welke met het model worden berekend zijn voor de QAL1 procedure de volgende gegevens nodig:

- de onzekerheid van de meetgegevens van de bedrijfsinstrumenten gebruikt als invoer in het model,
- de onzekerheid als gevolg van het niet volledig overeenkomen van de gemeten NO_x-concentratie-waarden (mg/m³ of g/GJ) met de rekenkundige relatie ("lack of fit"), en
- voor gasturbines: de onzekerheid als gevolg van afwijkende luchtcondities ten opzichte van de condities tijdens opstellen van het model (indien relevant ⁴).

Indien de parameters van de luchtcondities (temperatuur, druk en relatieve vochtigheid) niet in het model voor de gasturbine zijn opgenomen, wordt voor de standaardonzekerheid als gevolg van afwijkende luchtcondities ten opzichte van de condities, tijdens het opstellen van het model een defaultwaarde gebruikt. Deze defaultwaarde is 12% (95% betrouwbaarheidsinterval) van de jaargemiddelde concentratiewaarde. Een andere waarde kan worden gebruikt indien is aangetoond dat deze defaultwaarde te hoog is. Deze waarde is gebaseerd op de volgende overwegingen:

- de frequentie van optredende luchtcondities in Nederland vastgesteld op basis van langjarige actuele situaties;
- de variatie van afwijkingen als gevolg van het verschil tussen de luchtcondities tijdens het opstellen van het model en tijdens de berekeningen van de NO_x-waarde met het model. Voor de berekening van deze afwijkingen is gebruik gemaakt van de betreffende correctieformule in het BEES.

Voor nadere detaillering wordt verwezen naar de betreffende rapporten van de Gasunie [12,13].

De bovengenoemde onzekerheden worden uitgedrukt in een absolute standaardafwijking bij de jaargemiddelde concentratiewaarde en vervolgens via de methode van kwadratisch sommeren gecombineerd tot de totaalstandaardafwijking.

2.3.2 ONZEKERHEIDSBEREKENING MEETWAARDEN BIJ NORMAALOMSTANDIGHEDEN

Indien uitvoergegevens van het model nog niet zijn uitgedrukt in normaalomstandigheden dient dit alsnog te gebeuren.

In het geval van gebruik van een PEMS wordt de onzekerheid zoals vastgesteld volgens de in 2.3.1. gegeven procedure gecombineerd met de onzekerheid in de bepaling van temperatuur, druk, waterdampgehalte en zuurstofconcentratie in het afgas ter plaatse van de meting. Dit wordt uitgevoerd door numeriek differentiëren waarvoor de zgn. "spreadsheetmethode" [4] kan worden gebruikt.

2.3.3 BEREKENING STANDAARDAFWIJKING s_{AMS} TEN BEHOEVE VAN GEBRUIK IN QAL3

In de procedure QAL3 wordt een regelmatige controle uitgevoerd van de aanwijzing van het meetinstrument om aan te tonen dat de meetwaarden gedurende het bedrijf van het AMS blijven voldoen aan de vereiste onzekerheid. Het toetscriterium hiervoor is afhankelijk van de gekozen controlemethode. In hoofdstuk 5 wordt nader ingegaan op de mogelijke controlemethoden. Hier wordt alleen behandeld op welke wijze het toetscriterium wordt vastgesteld.

⁴ Indien bij het opstellen van een PEMS de parameters van de luchtcondities (temperatuur, druk en relatieve vochtigheid) in het model zijn meegenomen vervalt deze bijdrage aan de onzekerheidsberekening; uiteraard maken dan de waarden van de actuele luchtcondities onderdeel uit van de invoerparameters voor de berekeningen met het model.

Controlemethode REFBO (Referentie Bedrijfsomstandigheden)

Bij deze controlemethode wordt de NO_x-concentratiewaarde (mg/m³ of g/GJ) vastgelegd bij een bedrijfsomstandigheid die als referentie is bestempeld. Vervolgens wordt regelmatig de NO_x-concentratiewaarde tijdens deze referentiebedrijfsomstandigheden (REFBO) bepaald en vergeleken met de waarde die de eerste keer is vastgelegd. Het verschil wordt dan getoetst. Als basis voor het toetscriterium in deze controlemethode wordt gebruikt de standaardafwijking die berekend is onder 2.3.1. Een meer uitgebreide beschrijving is weergegeven in paragraaf 4.3.

Controlemethode MIP (Model InputParameter check)

Bij deze methode worden de waarden van de modelinvoerparameters voor het model vergeleken met de meetwaarden van bedrijfsinstrumenten die gerelateerd zijn aan deze invoerparameters maar geen deel uitmaken van de berekeningen met het model, zogenaamde onafhankelijke parameters. Indien bijvoorbeeld een verschildrukmeting in een leiding aanwezig is waarin met een flowmeter de invoerparameter "flow" wordt gegenereerd dient de aflezing van de waarde van deze verschildrukmeting als controle op de waarde van de flowmeting⁵.

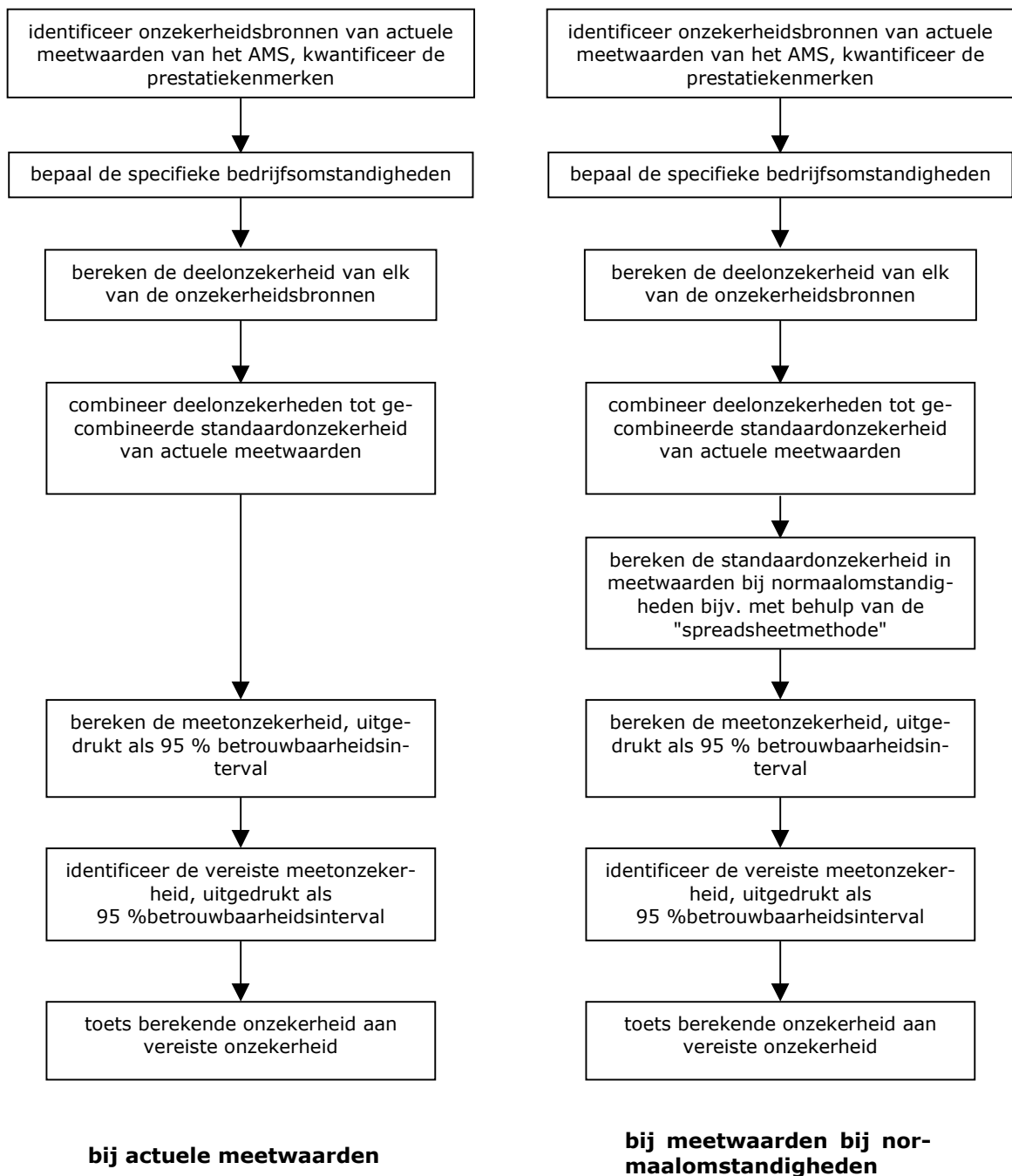
Als basis voor het toetscriterium dienen dan de standaardafwijking van de flowmeting en de standaardafwijking van de verschildrukmeting. De standaardafwijking van de invoerparameters (S_{MIP}) voor het model is reeds vastgesteld in de procedure in 2.3.1. De standaardafwijking van de onafhankelijke controleparameters (S_{CONTR}) en de onzekerheid in de relatie tussen de invoerparameter en controleparameter wordt afzonderlijk vastgesteld. Een meer uitgebreide beschrijving is weergegeven in paragraaf 4.4.

2.4 Rapportage

De uitgevoerde activiteiten en de bevindingen tijdens de QAL1 procedure worden tenslotte vastgelegd in een rapport. In dit rapport worden de volgende onderwerpen behandeld:

- beschrijving van het AMS en de meetprocedure
- concentratie waarvan de onzekerheid wordt bepaald
- geïdentificeerde bronnen van onzekerheid
- waarden van alle prestatiekenmerken met bronvermelding
- bedrijfsomstandigheden van het AMS zoals gebruikt in de onzekerheidsberekening
- berekeningsmethoden en waarden van de standaardonzekerheden, afgeleid van prestatiekenmerken en bedrijfsomstandigheden
- bepalingmethode van het 95 % betrouwbaarheidsinterval
- onzekerheids eis waaraan moet worden voldaan en toetsing van het resultaat aan deze eis
- verwijzing naar NEN-EN-ISO 14956.

⁵ Indien nodig via een daartoe opgestelde (rekenkundige) relatie



Figuur 2.1 - Stroomschema van de onderdelen in de toets voor voldoen aan vereiste meetonzekerheid volgens NEN-EN-ISO 14956 en GUM

3 KWALITEITSBORGINGSNIVEAU 2 (QAL2)

3.1 Algemeen

NEN-EN 14181 stelt dat alleen meetwaarden die verkregen zijn met een gekalibreerd meetinstrument mogen worden gebruikt in rapportages aan het bevoegd gezag. Daarom dient eerst een kalibratieprocedure te worden uitgevoerd. In deze kalibratieprocedure wordt het AMS gekalibreerd tegen een standaardreferentiemethode. Tevens wordt getoetst of het AMS na de kalibratie voldoet aan de maximaal toegestane variabiliteit. Deze procedures worden voorafgegaan door een test van het monitoring-systeem (apparatuur, controles, registraties) om te verzekeren dat het AMS op de juiste wijze is geïnstalleerd en op de juiste wijze functioneert.

De kalibratie van het AMS vindt plaats door middel van parallelmetingen met een SRM (**S**tandaard**R**eferentie**M**ethode). Uit de resultaten van de parallelmetingen wordt tevens de variabiliteit van het AMS berekend en getoetst aan de gestelde eis.

De parallelmetingen worden uitgevoerd inclusief de monsterneming. Dit houdt in dat de meetinstantie die de SRM-metingen uitvoert zelf een representatief monster uit het afgaskanaal moet nemen en niet gebruik mag maken van het monsternemingsysteem van het AMS. Hiermee wordt dus ook de monsterneming in de kalibratie betrokken.

Kalibratie met behulp van referentiematerialen (ijkgassen) is niet toegestaan. De reden hiervoor is dat de samenstelling van deze referentiematerialen onvoldoende overeenkomt met de samenstelling van het afgas. Ook kan bij gebruik van referentiematerialen de representativiteit van de monsterneming niet in de kalibratie worden meegenomen.

Het verdient aanbeveling de concentraties NO_x tijdens de kalibratie zoveel mogelijk te variëren binnen de normaal optredende bedrijfsomstandigheden. Hiermee wordt voorkomen dat later teveel meetwaarden buiten de geldige kalibratierange vallen en opnieuw een kalibratieprocedure volgens QAL2 moet worden uitgevoerd.

De QAL2 procedure dient éénmaal per 3 jaar te worden uitgevoerd.

3.2 Functionele test

De toelichting op de functionele test is beschreven in par. 5.2 voor CEMS en par. 5.3 voor PEMS. De uitvoering staat beschreven in par. 5.4.

3.3 Kalibratie van het AMS

De NEN-EN 14181 schrijft voor dat de kalibratie wordt uitgevoerd aan het meetinstrument in het AMS, voordat omzetting naar normaalomstandigheden heeft plaats gevonden. Hiertoe dient door de meetinstantie, die de SRM-metingen uitvoert een data-acquisitiesysteem te worden gekoppeld aan het meetinstrument in het AMS voor uitlezing van de AMS-waarden. Het zal nu in de praktijk niet altijd mogelijk zijn dit (eenvoudig) te realiseren. Daarom kan er voor worden gekozen hier af te wijken van de norm en de kalibratie uit te voeren aan het AMS na omzetting van de meetwaarden naar genormaliseerde standaardomstandigheden. Deze meetwaarden worden dan onttrokken uit het dataregistratiesysteem van het bedrijf. Bijkomend voordeel hiervan is dat niet een eventuele omzetting van de SRM-meetwaarden naar de dimensies van de AMS-meetwaarden hoeft plaats te vinden. Ook kunnen eventuele afwijkingen in de omzetting van AMS-meetwaarden naar genormaliseerde standaardomstandigheden eerder worden signaleerd.

Voor het kalibreren van het AMS (CEMS en PEMS) worden minimaal 15 parallelmetingen uitgevoerd van het AMS met een standaardreferentiemethode (SRM). Voor NO_x is dat de (ontwerp-)NEN-EN 14792 "Stationary source emissions - Determination of mass concentration of nitrogen oxides (NO_x) - Reference method: Chemiluminescence"⁶. Ook voor de omrekening van de SRM-meetwaarden naar genormaliseerde standaardomstandigheden dienen meetwaarden van een SRM te worden gebruikt. Voor O₂ is de standaardreferentiemethode de (ontwerp-) NEN-EN 14789 "Stationary source emissions - Determination of volume concentration of oxygen (O₂) - Reference method - Paramagnetism". En voor de eventuele bepaling van waterdamp de (ontwerp-)NEN-EN 14790 "Stationary source emissions - Determination of the water vapour in ducts". Voor temperatuur en druk zijn geen gestandaardiseerde normen beschikbaar. Voor deze metingen dient de dagelijkse meetpraktijk te worden gebruikt.

De 15 parallelmetingen worden uitgevoerd bij de normale bedrijfsvoering van de installatie. Deze metingen dienen gelijkmatig verspreid te zijn over tenminste 3 dagen en gelijkmatig verspreid over elk van de meetdagen van normaal 8 h tot 10 h (bijv. niet 5 metingen in de ochtend en geen metingen in de middag). De 3 dagen behoeven niet aaneengesloten te zijn. Wel dienen de metingen te worden uitgevoerd binnen een periode van 4 weken. De metingen moeten voldoen aan de volgende voorwaarden:

- de metingen met de SRM zijn uitgevoerd in overeenstemming met de geaccepteerde norm;
- de tijdsduur van elk meetsignaal van het AMS is groter dan 90% van de middelingstijd (met uitsluiting van meetsignalen die uitkomen boven 100% of onder 0% van de meetrange van het AMS, meetsignalen verkregen tijdens interne controles (autokalibratie), en meetsignalen verkregen tijdens niet juist functioneren van het AMS)
- de tijd tussen het begin van 2 opeenvolgende metingen dient minimaal 1 uur te bedragen.

Verdere details voor de uitvoering van de parallelmetingen zijn gegeven in het praktijkblad bij dit hoofdstuk en het praktijkblad bij hoofdstuk 5 betreffende de procedures van de jaarlijkse controle.

Indien duidelijk te onderscheiden types bedrijf van de installatie onderdeel zijn van de normale bedrijfsvoering (bijvoorbeeld verandering van de brandstof) dient voor elk type bedrijf een kalibratiefunctie te worden opgesteld.

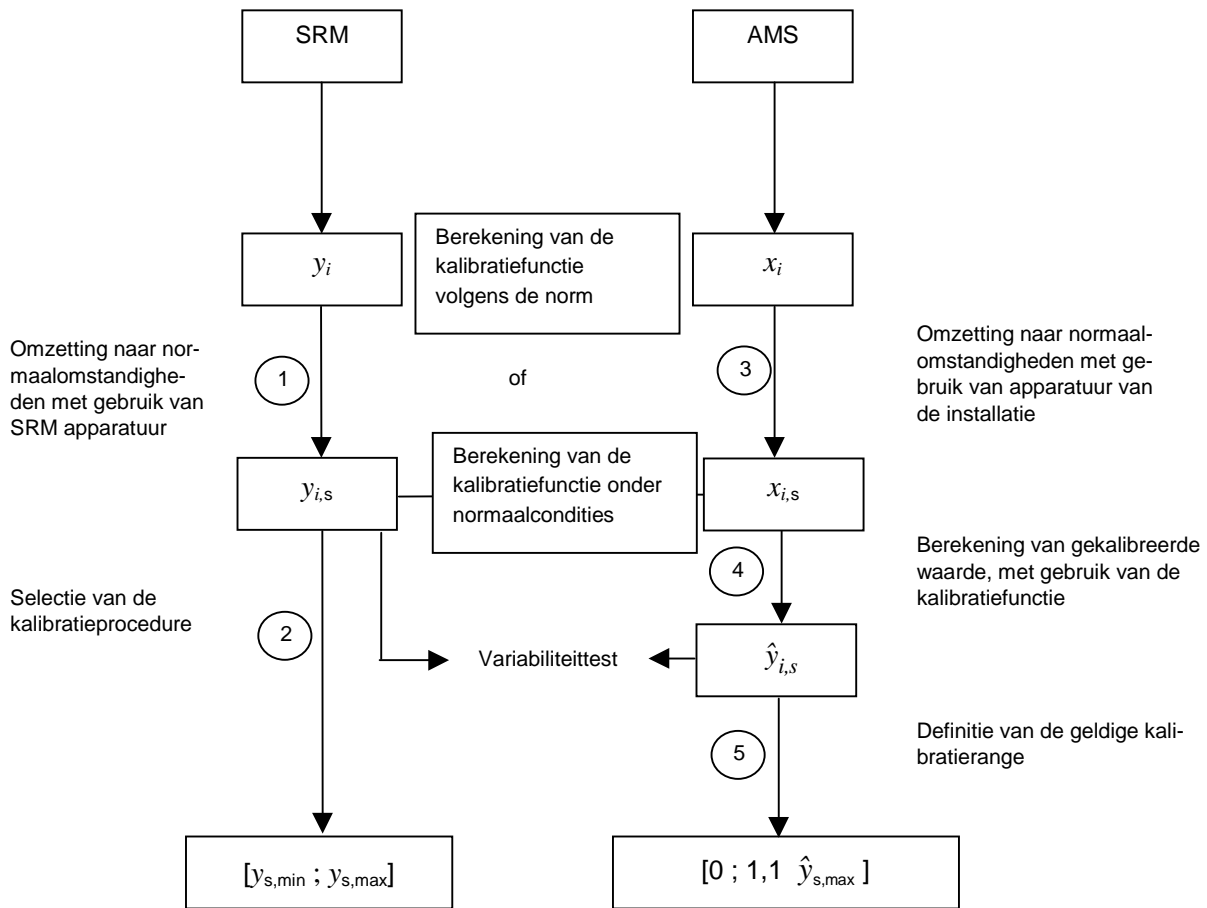
Het is niet in alle gevallen mogelijk om een voldoende grote range te realiseren om een realistische kalibratiefunctie op te stellen. Daarom onderscheidt de norm 2 methoden voor het berekenen van de kalibratiefunctie. De eerste methode wordt gebruikt indien de concentratierange van de parallelmetingen groter is dan 15% van de emissiegrenswaarde. De tweede methode wordt gebruikt indien de concentratierange kleiner is dan 15%⁷. Het **rekenblad QAL2** toetst op concentratierange en kiest automatisch de relevante procedure voor het opstellen van de kalibratiefunctie. De kalibratiefunctie is alleen geldig binnen een specifieke range. Deze range loopt van concentratie nul tot de maximale gekalibreerde concentratie van het AMS plus 10% van deze maximale waarde. In beperkte mate zijn meetwaarden buiten de geldige kalibratierange toegestaan. Indien het aantal meetwaarden buiten de range echter te groot wordt, dient een nieuwe kalibratiefunctie te worden opgesteld. Toetsing op geldigheid wordt gezien als voortdurende kwaliteitsborging en wordt daarom behandeld in hoofdstuk 4.

Gegevens uit voorgaande kalibraties mogen niet worden gebruikt bij het opstellen van een nieuwe kalibratiefunctie.

Het stroomschema van de uitvoering van de parallelmetingen is weergegeven in figuur 3.1.

⁶ Alternatieve meetmethoden mogen als referentiemethode worden gebruikt. Dan dient wel te zijn aangetoond dat de meetresultaten verkregen met de alternatieve methode equivalent zijn met de meetresultaten verkregen met de referentiemethode. Deze equivalentie wordt aangetoond volgens de procedures vastgelegd in de ontwerp-Technische Specificatie prCEN/TS 14793 "Stationary source emission - Intralaboratory validation procedure for an alternative method compared to a reference method." In grote lijnen betekent dit dat van de alternatieve methode de prestatiekenmerken worden vastgesteld en de totaalonzekerheid van de meetresultaten. Tevens wordt door vergelijkende metingen met de referentiemethode in de praktijk de herhaalbaarheid bepaald en wordt de afwezigheid van een systematisch verschil met de referentiemethode aangetoond.

⁷ Bij toepassing van de NEN-EN 14181 bij monitoring in het kader van NO_x-emissiehandel is dit niet 15 % van de emissiegrenswaarde maar 15 % van de gemiddelde jaarconcentratie van de NO_x-waarde (mg/m³ of g/GJ).



Figuur 3.1 - Stroomschema van de stappen in de kalibratieprocedure (bij normaalomstandigheden) en de variabiliteitest (de getallen in de cirkels geven de volgorde van de deelstappen)

3.4 Variabiliteitstest

Uit de verschillen van de AMS- en SRM-meetwaarden, beide uitgedrukt bij normaalomstandigheden, wordt vervolgens de variabiliteit van het AMS bepaald. Deze variabiliteit wordt uitgedrukt als standaardafwijking en getoetst aan de gestelde eis. Deze eis bedraagt, uitgedrukt als standaardafwijking, 10% van de jaargemiddelde concentratie van NO_x , vermenigvuldigd met een constante behorend bij het aantal metingen. Deze constante komt voort uit de statistische toetsing van de waarde van de variabiliteit aan de eis. De waarde van 10% is afkomstig van de maximaal toegestane onzekerheid van 20%, uitgedrukt als 95% betrouwbaarheidsinterval. Een 95% betrouwbaarheidsinterval is bij benadering gelijk aan 2 maal de standaardafwijking. De standaardafwijking bedraagt derhalve 10%.

De berekende variabiliteit is niet alleen gebaseerd op onzekerheidscomponenten van het AMS tijdens de parallelmetingen maar omvat ook onzekerheidscomponenten afkomstig van de SRM-uitvoering. Indien de SRM niet op de juiste wijze wordt uitgevoerd zou dit kunnen resulteren in een afkeuring van het AMS in de variabiliteitstest.

Het niet voldoen aan de variabiliteitstest kan een gevolg zijn van de omrekening naar normaalomstandigheden met behulp van de additionele meetwaarden van de bedrijfsmeetapparatuur. Indien dit het geval blijkt te zijn kan de variabiliteit opnieuw worden berekend na omzetting van de AMS-meetwaarden naar normaalomstandigheden met de waarden verkregen met de additionele meetapparatuur van de meetinstantie. Indien dan wel wordt voldaan aan de test dient uiteraard de bedrijfsmeetapparatuur voor de additionele meetgegevens te worden getoetst op juiste werking en zonodig te worden aangepast.

3.5 Rapportage

Rapportage van de resultaten van een QAL2 procedure dient plaats te vinden binnen 6 maanden na de uitvoering.

De uitgevoerde activiteiten en de bevindingen tijdens de QAL2 procedure worden tenslotte vastgelegd in een rapport. In dit rapport worden de volgende onderwerpen behandeld:

- beschrijving van de installatie, de locatie(s) van de monsterneming en de bedrijfsomstandigheden tijdens de testen
- gegevens over het testlaboratorium, de medewerkers die de testen uitvoeren en details van de accreditatie volgens NEN-EN-ISO/IEC 17025 of de erkenning door het bevoegd gezag
- beschrijving van het AMS en de SRM
- details betreffende de resultaten van de parallelmetingen
- kalibratiefunctie, geldige kalibratierange, variabiliteitstest
- eventuele afwijkingen van de procedures zoals beschreven in QAL2
- resultaten functionele test.

Een meer uitgebreide lijst van de in de rapportage op te nemen informatie staat vermeld in de norm NEN-EN 14181.

4 KWALITEITSBORGINGSNIVEAU 3 (QAL3)

4.1 Algemeen

De procedures van Kwaliteitsborgingniveau 3 (QAL 3) dienen om aan te tonen dat de meetwaarden gedurende het bedrijf van het AMS blijven voldoen aan de vereiste onzekerheid. Deze procedures houden in dat op regelmatige tijdstippen controles worden uitgevoerd op het functioneren van instrumenten die meetgegevens leveren waaruit de concentratie NO_x in het afgas wordt vastgesteld.

De procedures in QAL 3 zijn specifiek opgesteld voor een AMS waar het afgas wordt onttrokken aan het afgaskanaal en wordt geanalyseerd in een meetinstrument (CEMS extractief, $\text{CEMS}_{\text{extr}}$). In deze procedure wordt op regelmatige tijdstippen aan het meetinstrument een nul- en spangas aangeboden. De uitlezing van het meetinstrument wordt hierbij geregistreerd en ingevoerd in een controlekaart. Ook de concentratie van het nul- en spangas wordt ingevoerd in de controlekaart. Na invoeren in de controlekaart vindt een verdere bewerking plaats en wordt getoetst aan een criterium. Bij overschrijding van dit criterium wordt geconstateerd dat het instrument niet meer juist functioneert en dient een corrigerende actie te worden ondernomen. Nadere toelichting over het uitvoeren van de betreffende procedure is gegeven in paragraaf 4.2.

Meting van de NO_x -concentratie kan ook plaats vinden met een meetinstrument waarbij direct in het afgas in het afgaskanaal de meting wordt uitgevoerd (CEMS in situ, $\text{CEMS}_{\text{insitu}}$). Indien bij een dergelijk meetinstrument de mogelijkheid aanwezig is voor het toedienen van nul- en spangas, is de procedure gelijk aan die voor een $\text{CEMS}_{\text{extr}}$. Indien toedienen van nul- en spangas praktisch niet mogelijk is wordt met een procedure zoals beschreven in paragraaf 4.3 gewerkt. In een dergelijke procedure wordt ook gewerkt met controlekaart om een ontoelaatbare verandering in het functioneren in de tijd vast te stellen.

Tenslotte kan de bepaling van de NO_x -concentratie ook worden uitgevoerd met behulp van een rekenkundig model waarbij de NO_x -concentratie wordt berekend uit continu gemeten bedrijfsparameters en een relatie tussen deze parameters en de NO_x -concentratie (Predictive Emission Monitoring System, PEMS). Hier is toedienen van een nul- en spangas per definitie niet mogelijk. Ook in dit geval wordt een procedure zoals beschreven in paragraaf 4.3 gevolgd.

4.2 Controle met testgassen⁸

De controle met testgassen is niet een controle van het gehele AMS maar alleen van dat deel waaraan de testgassen worden toegediend. Meestal is dat alleen het meetinstrument zelf. Het komt echter ook voor dat testgassen worden toegediend bij de instroomopening van de monsternemingssonde. In dat geval wordt ook het monsternemingsysteem in de controle betrokken.

Bij de controle met testgassen wordt de uitlezing van het meetinstrument bij toedienen van dat testgas vastgesteld. Als testgas wordt gebruikt een gas met een concentratie van de te meten component gelijk aan nul (verder te noemen: "nulgas") en een gas met een concentratie van ongeveer 80% van het meetbereik (verder te noemen: "spangas"). De uitlezingen van het meetinstrument en de concentraties van het nul- en spangas worden ingevoerd in de controlekaart.

⁸ Deze testgassen worden in het spraakgebruik meestal ijkgassen of kalibratiegassen genoemd. De in NEN-EN 14181 beschreven controleprocedures in QAL 3 zijn echter niet te beschouwen als een kalibratie maar alleen als een methode om een verandering in het functioneren van een meetinstrument in de tijd vast te stellen.

Volgens de norm kan men kiezen uit twee soorten controlekaarten: volgens de CUSUM-methode of de Shewhart-methode [6]. De CUSUM methode geeft meer inzicht in waar afwijkingen door veroorzaakt worden en geeft mogelijkheden tot bijstelling. Bij beide methoden wordt het toetsingscriterium vastgesteld mede op basis van de onzekerheid als gevolg van de prestatiekenmerken in het deel van het AMS dat wordt gecontroleerd (meestal alleen het meetinstrument). Daartoe is in de procedures van QAL 1 de $s_{AMS}(\text{nul})$ en de $s_{AMS}(\text{span})$ vastgesteld. Bij het vaststellen van $s_{AMS}(\text{nul})$ en $s_{AMS}(\text{span})$ worden in ieder geval de onzekerheden afkomstig van de waarde van de volgende prestatiekenmerken betrokken:

- instabiliteit (ruis en drift);
- invloed verandering omgevingstemperatuur;
- invloed verandering omgevingsluchtdruk;
- invloed verandering elektrische voedingsspanning en
- elke andere parameter die van invloed kan zijn op de aflezing van nul- en spanwaarde van het meetinstrument tijdens de controle.

Indien het bemonsteringssysteem in de controle is opgenomen, dient ook de onzekerheid als gevolg van het functioneren van dit systeem te worden betrokken in de bepaling van $s_{AMS}(\text{nul})$ en de $s_{AMS}(\text{span})$ ⁹.

De controlefrequentie dient in de eerste plaats gebaseerd te zijn op de periode waarover een drift is gespecificeerd in de QAL1 procedure. Daarnaast gaat de norm uit van continue kwaliteitscontrole. De frequentie dient daarom te leiden tot een redelijk continuïteit en moet een zinvolle statistische beoordeling mogelijk maken. Op grond van deze overwegingen is gekozen voor een minimale frequentie van één maal per 2 weken. Een hogere frequentie is uiteraard mogelijk.

Een hogere frequentie is noodzakelijk indien de specificatie van de drift in QAL1 hiertoe aanleiding geeft. Het kan nl. zijn dat in de QAL1 procedure bijvoorbeeld een waarde voor drift is gebruikt als een percentage van het meetbereik per periode van minder dan 2 weken, bijvoorbeeld per 1 week of per 10 dagen. In dat geval dient de controlefrequentie overeen te komen met één maal per week respectievelijk één maal per 10 dagen.

Voor het gebruik van de methode met CUSUM-controlekaarten is het **rekenblad QAL 3** met bijbehorende handleiding opgesteld. In dit rekenblad worden eenmalig de tijdens QAL 1 vastgestelde waarden van $s_{AMS}(\text{nul})$ en $s_{AMS}(\text{span})$ ingevoerd. Na invoeren van de uitlezingen en de concentraties van de testgassen wordt automatisch de vereiste bewerking uitgevoerd. Indien het meetinstrument niet meer juist functioneert wordt dit in het rekenblad zichtbaar gemaakt. Dit gebeurt afzonderlijk voor de precisie en voor de drift.

Bij afwijkende drift moet het systeem worden bijgesteld. In het rekenblad wordt dan aangegeven in welke mate deze bijregeling dient plaats te vinden. Bij een afwijkende precisie moet de afwijking hiervan worden opgespoord en hersteld.

Indien een signaal wordt gegeven voor ontoelaatbaar afwijkende precisie mag niet worden bijgesteld maar moet de oorzaak van de afwijkende drift worden opgespoord en hersteld.

Het kenmerk van de methode met CUSUM-controlekaarten is dat bij de toetsing of aan het gestelde criterium wordt voldaan niet alleen het resultaat van de actuele controle wordt betrokken. Ook de resultaten van voorgaande controles (CUSUM = cumulative sum) sinds het begin van invoeren van gegevens worden in de berekeningen meegenomen.

⁹ Onzekerheden als gevolg van andere onderdelen van het AMS (bijv. representativiteit monsterneming, storende componenten in het afgas) worden dus niet meegenomen in de bepaling van s_{AMS} .

4.3 Controle zonder testgassen

Zoals in paragraaf 4.1 beschreven is het bij sommige uitvoeringen van een CEMS praktisch onuitvoerbaar om regelmatig controles met testgassen uit te voeren. Dit is zelfs absoluut onmogelijk bij PEMS.

Voor de regelmatige controle tussen de jaarlijkse AST dient dan ook te worden gezocht naar een andere procedure om invulling te geven aan het gestelde in de norm met betrekking tot continue kwaliteitscontrole (QAL 3). In de volgende paragrafen 4.3.1. en 4.3.2. zijn hiervoor 2 mogelijkheden beschreven: de REFBO-methode en de MIP-methode. In specifieke situaties kan het noodzakelijk zijn om een andere aanpak te kiezen om de in de NEN-EN-14181 beoogde kwaliteitsborging met betrekking tot continue kwaliteitscontrole te realiseren. In overleg met bevoegd gezag dient dit dan nader te worden uitgewerkt.

4.3.1 Controle op basis van een referentiesituatie van de bedrijfsomstandigheden (REFBO)

Bij deze methode definieert het bedrijf voor de installatie een referentiesituatie van de bedrijfsomstandigheden (REFBO). Dit is een bedrijfssituatie die naar verwachting gedurende het jaar met grote regelmaat optreedt. Van de REFBO worden de karakteristieke bedrijfsparameters vastgelegd, evenals de bij deze situatie optredende NO_x -concentratie. Met een frequentie van ongeveer één maal per 2 weken wordt bij deze bedrijfssituatie de NO_x -concentratie van het meetsysteem (CEMS of PEMS) uitgelezen en ingevoerd in de controlekaart. Hierbij is bewust gekozen voor "ongeveer" omdat het optreden van deze bedrijfssituatie afhankelijk zal zijn van de bedrijfsvoering van de installatie. De uitlezing hoeft niet momentaan te gebeuren tijdens het optreden van de referentiesituatie, maar kan ook achteraf worden gedaan uit het data-acquisitiesysteem. Tegelijkertijd wordt de NO_x -concentratie die de eerste maal, bij het begin van invullen van de controlekaart, is uitgelezen van het meetsysteem in de controlekaart ingevoerd. Deze waarde is dus een constante gedurende de gehele procedure, tenzij een nieuwe REFBO wordt gedefinieerd.

De voor de berekeningen in de controlekaart benodigde standaardafwijking, genaamd $s_{\text{AMS}}(\text{ref})$, wordt bepaald volgens de QAL 1 procedure voor de NO_x -concentratie die bij de referentiesituatie is vastgelegd. Omdat de controle betrekking heeft op het gehele meetsysteem dienen de waarden van alle prestatiekenmerken in QAL 1 bij de berekening van $s_{\text{AMS}}(\text{ref})$ te worden betrokken.

De NO_x -concentratie, vastgelegd tijdens de referentiesituatie (REFBO), is in deze procedure vergelijkbaar met de NO_x -concentratie van het spangas in de controle van een meetinstrument met een testgas (beschreven in paragraaf 4.2). De waarde van het spangas wordt daar bij de controle in de controlekaart als constante waarde ingevoerd. De NO_x -concentratie, die wordt uitgelezen tijdens de controle bij de bedrijfssituatie overeenkomstig de referentiesituatie (REFBO), is te vergelijken met de uitlezing van het meetinstrument bij toedienen van het spangas aan het meetinstrument.

Bij de toepassing van de beschreven methode en invoering van de gegevens in het **rekenblad QAL 3** volgt daaruit dezelfde signalering als beschreven in paragraaf 4.3. Bij het optreden van signalering van precisie en/of drift dient wel als eerste te worden gecontroleerd of eventueel toch nog enige afwijkingen van de bedrijfssituatie tijdens de controle ten opzichte van de referentiesituatie aanwezig zijn. Immers ook verschillen in bedrijfsomstandigheden ten opzichte van REFBO kunnen bijdragen aan de geconstateerde afwijkingen.

Uitdrukkelijk wordt er op gewezen dat bij gebruik van een PEMS de meetapparatuur die wordt gebruikt voor het vaststellen van de referentiesituatie, onafhankelijk dient te zijn van de meetapparatuur die wordt gebruikt bij het berekenen van de NO_x -concentratie in het model dat aan de PEMS ten grondslag ligt. Met onafhankelijk wordt hier bedoeld dat deze meetapparatuur geen onderdeel mag uitmaken van de meetapparatuur waarvan de gegevens worden gebruikt om via de PEMS de NO_x -concentratie te bepalen.

Bijregeling van een PEMS, zoals bij een CEMS, is niet mogelijk. Als uit de CUSUM-controlekaart blijkt dat de drift te sterk is verlopen, dienen de meetinstrumenten, die de invoergegevens van het model leveren, te worden gecontroleerd op het juist functioneren.

Indien frequent alarmeringen optreden bij de voortdurende controle kan dit worden veroorzaakt doordat niet alle onzekerheidsbronnen zijn opgenomen in de vaststelling van het alarmeringscriterium. Het verdient aanbeveling dit dan nader te onderzoeken en het criterium eventueel aan te passen.

4.3.2 Controle van de modelinvoerparameters (MIP)

Een tweede mogelijkheid, specifiek voor PEMS, is het uitvoeren van een controle op de invoerparameters van het model. Bij deze methode wordt de waarde van een invoerparameter voor het model vergeleken met de waarde van een andere, onafhankelijke parameter. Een onafhankelijke parameter houdt verband met de invoerparameter maar maakt geen deel uit van de berekeningen met het model. Indien bijvoorbeeld een verschildrukmeting in een leiding aanwezig is waarin met een flowmeter de invoerparameter "flow" wordt gegenereert dan kan de waarde van deze verschildrukmeting, na omrekening in een waarde voor de flow, als controle dienen op de waarde van de flowmeting zelf.

Als basis voor het toetscriterium dient dan de gecombineerde standaardafwijking van de relatie tussen invoerparameter en onafhankelijke parameter. Deze is opgebouwd uit:

- de standaardafwijking van de modelinvoerparameter, s_{MIP} , (in het voorbeeld de flowmeting),
- de standaardafwijking van de onafhankelijke parameter, s_{CONTR} , (in het voorbeeld de waarde van de flow berekend uit de verschildrukmeting), en
- de standaardonzekerheid als gevolg van de onvolkomenheid in de aangenomen relatie tussen invoerparameter en onafhankelijke parameter (in het voorbeeld de flow en de verschildruk).

De standaardafwijking van de invoerparameters voor het model is reeds vastgesteld in de procedure in 2.3.1. De standaardafwijking van de onafhankelijke controleparameters dient afzonderlijk te worden vastgesteld, evenals de standaardonzekerheid als gevolg van de onvolkomenheid in de aangenomen relatie tussen invoerparameter en onafhankelijke parameter.

De gecombineerde standaardafwijking wordt dan vervolgens ingevoerd als $s_{AMS}(\text{span})$ in de controlekaart. Indien frequent alarmeringen optreden bij de voortdurende controle kan dit worden veroorzaakt doordat niet alle onzekerheidsbronnen zijn opgenomen in de vaststelling van het alarmeringscriterium. Het verdient aanbeveling dit dan nader te onderzoeken en het criterium eventueel aan te passen.

4.4 Controle met Shewhartkaarten

De methode met Shewhart-controlekaarten staat niet toe dat bij optredende afwijkingen als gevolg van drift door de bedrijfsvoerder kan worden bijgesteld. Bij de Shewhart-controlekaarten [7] is het namelijk niet mogelijk om onderscheid te maken welk deel van de afwijking wordt veroorzaakt door drift en welk deel wordt veroorzaakt door variatie als gevolg van precisie (ruis). Om de mate van drift te bepalen dient dan eerst de ruis te worden bepaald via een afzonderlijke test. Gezien deze problematiek wordt het gebruik van Shewhart-controlekaarten afgeraden.

4.5 Controle of meetwaarden binnen de geldige kalibratierange vallen

In par. 6.4.2. van NEN-EN 14181 wordt gesteld dat de bedrijfsvoerder van de installatie op weekbasis dient te controleren of de meetwaarden in voldoende mate vallen binnen het geldige kalibratierange, vastgesteld volgens procedure QAL2. Indien dit niet in voldoende mate het geval is dient binnen 6 maanden de kalibratieprocedure volgens QAL2 te worden herhaald.

Wanneer het bedrijfsmeetsysteem meetwaarden buiten dit bereik geeft, moet in de volgende gevallen de kalibratie herhaald worden:

- meer dan 5% van de meetwaarden in een week liggen buiten de geldige kalibratierange gedurende een periode van meer dan 5 weken in de periode tussen de jaarlijkse AST;
- meer dan 40% van de meetwaarden in een week liggen buiten de geldige kalibratierange.

Indien de afwijkende concentraties echter lager zijn dan 50% van de gemiddelde NO_x-concentratie over het kalenderjaar kan de herkalibratie achterwege blijven, mits door middel van een AST-procedure kan worden aangetoond dat het meetstelsel niet uit de kalibratie is gelopen.

Aangenomen wordt dat de bedrijfsvoerder van de installatie in het gegevensbewerkingssysteem een procedure opstelt waarmee de meetwaarden per week worden getoetst op bovengenoemde criteria.

Indien de afwijking, die voldoet aan de genoemde criteria, veroorzaakt wordt door een incidentele storing hoeft hiervoor, na herstel van de normale bedrijfsvoering en indien de meetwaarden weer binnen het kalibratiebereik liggen, geen QAL 2 procedure te worden uitgevoerd. Ten behoeve van de rapportage van NO_x-emissies aan de NEa dient men dan wel de in het monitoringsprotocol gehanteerde default-emissie behorende bij de storing te rapporteren. Indien zinvol, kan men er echter ook voor kiezen de "storing" mee te nemen in de QAL2 kalibratie, waardoor de geldigheid van de kalibratielij wordt vergroot.

5 JAARLIJKSE CONTROLE (JC) (=AST, ANNUAL SURVEILLANCE TEST)

5.1 Algemeen

Naast de voortdurende kwaliteitsborging van het CEMS of PEMS tijdens bedrijf, zoals beschreven in hoofdstuk 4, dienen éénmaal per jaar een aantal testen te worden uitgevoerd gericht op het handhaven van de kwaliteit van het gehele meetstelsel. Deze testen bestaan uit een functionele test van het monitoringssysteem (apparatuur, controles, registraties) en een test ter controle op de geldigheid van de kalibratiefunctie en op eventuele verandering in de precisie.

5.2 Functionele test van het AMS met een CEMS

De functionele test richt zich enerzijds op controle van de toestand van de apparatuur en anderzijds op procedurele aspecten en de resultaten van de in het voorafgaande jaar voortdurende kwaliteitscontrole. Een overzicht van de onderdelen en aspecten van de jaarlijkse controle is gegeven in Tabel 5.2.1. In het bij dit hoofdstuk behorende praktijkblad zijn de details van de controles nader uitgewerkt.

Tabel 5.2.1 - Te testen onderdelen en aspecten tijdens de jaarlijkse controle, CEMS

Onderdeel/aspect	Jaarlijkse controle	
	Extractief AMS	Niet-extractief AMS
Onderhoudsgeschiktheid	X	X
Monsternemingssysteem	X	
Uitlijning en vervuiling		X
Lektest	X	
Responstijd	X	
Controle van nul- en spanwaarde	X	X
Lineariteit	X	X
Invloed storende componenten	X	X
Drift bij nul- en spanwaarde (audit)	X	X
Documentatie en verslagen	X	X
Rapportage	X	X

De controle op de responstijd is impliciet vermeld in de NEN-EN 14181 via verwijzing naar de QAL1 procedure volgens de NEN-EN-ISO 14956. In deze norm zijn eisen gesteld aan de waarde van de responstijd in verband met ongewenste beïnvloeding van een meetresultaat door snelle veranderingen in concentraties. De strengste eis hierbij is dat de responstijd kleiner moet zijn dan 10% van de middelingtijd. Gebaseerd op een middelingtijd van 30 min (en meer in het geval van een middelingtijd van 1 uur) is dit pragmatisch gesteld op een waarde van 200 s.

5.3 Functionele test van het AMS met een PEMS

Een overzicht van de onderdelen en aspecten van de jaarlijkse controle is gegeven in Tabel 5.3.1. Ook hier betreft het de controle van de toestand van de apparatuur, op procedurele aspecten en de resultaten van de in het voorafgaande jaar uitgevoerde vóórtijdurende kwaliteitscontrole. In het bij dit hoofdstuk behorende praktijkblad zijn de details van de controles nader uitgewerkt.

Tabel 5.3.1 - Te testen onderdelen en aspecten tijdens de jaarlijkse controle, PEMS

Onderdeel/aspect	Jaarlijkse controle
Onderhoudsgeschiktheid	X
Instrument specifieke testen ¹	X
Controles op basis van REFBO of MIP (audit)	X
Documentatie en verslagen	X
Rapportage	X

¹ zie toelichting in tekst

Instrument specifieke testen

De meetinstrumenten die de invoergegevens leveren voor de berekening van de NO_x-concentratie met PEMS dienen te zijn opgenomen in een bedrijfskwaliteitsborgingssysteem. In dit systeem dient minimaal het onderhouds- en de controleschema volgens opgave van de fabrikant te worden gevolgd. Hieruit volgen dan de aard en de frequentie van de instrument specifieke testen.

5.4 Uitvoering functionele testen

De norm stelt dat de functionele testen dienen te worden uitgevoerd door een ervaren testinstituut. Gezien de aard van de testen is het waarschijnlijk dat meerdere typen organisaties betrokken zullen worden bij de uitvoering van de functionele testen: kalibratielaboratoria, meetinstituten voor emissiemetingen, onderhoudsorganisaties (intern of extern), leveranciers van specifieke meetinstrumenten, inspectieorganisaties. Het is daarom aan te bevelen een uitvoeringsplan op te stellen. In dit uitvoeringsplan kunnen o.a. de volgende zaken worden vastgelegd:

- organisatie verantwoordelijk voor de rapportage van alle activiteiten die in het kader van de jaarlijkse controle worden uitgevoerd;
- overzicht van de uit te voeren controles en testen;
- overzicht van de organisaties die de controles en testen uitvoeren.

5.5 Parallelmetingen met een SRM

Tijdens de jaarlijkse controle dienen minimaal 5 parallelmetingen te worden uitgevoerd van het AMS met een standaardreferentiemethode (SRM).

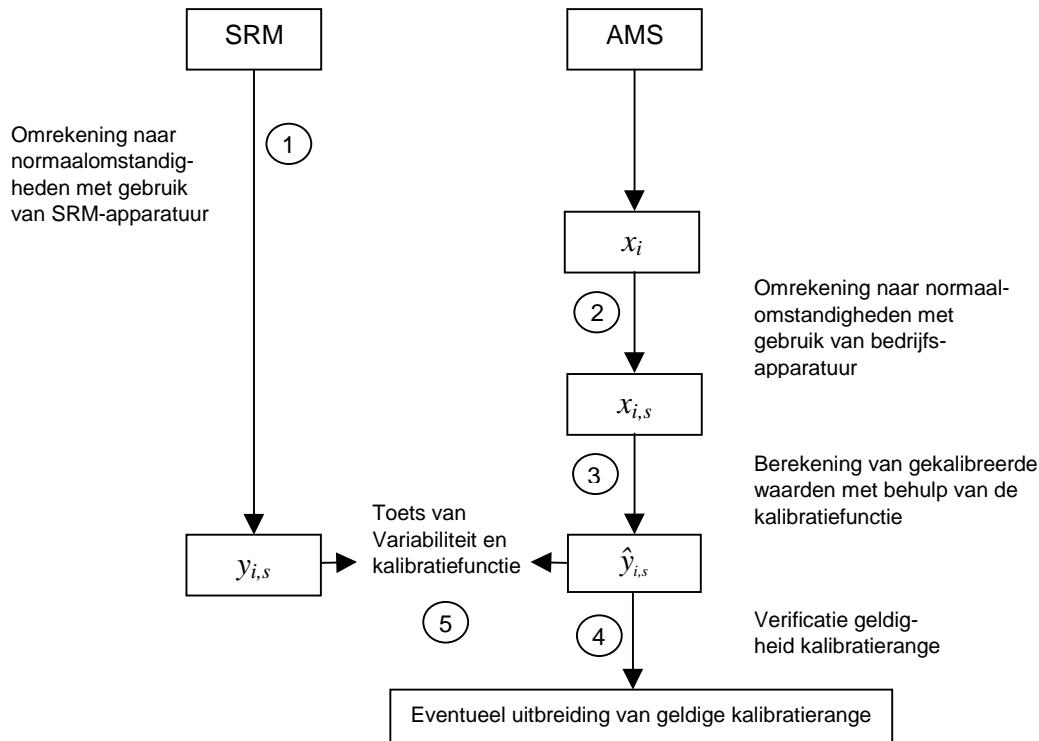
Het doel van deze vergelijkende metingen is om vast te stellen of de kalibratiefunctie van het AMS nog geldig is en of de precisie van het AMS nog binnen de gestelde eisen ligt. Voor deze toetsing worden de gegevens uit de parallelmetingen ingevoerd in het **rekenblad AST**. In dit rekenblad vindt dan automatisch de benodigde toetsing plaats.

De specifieke eisen met betrekking tot de uitvoering van de parallelmetingen zijn gelijk aan die bij de parallelmetingen uitgevoerd tijdens de procedures van QAL 2. De details voor de uitvoering zijn gegeven in het praktijkblad bij dit hoofdstuk en het praktijkblad bij hoofdstuk 3 betreffende de procedures van QAL 2.

Het zal kunnen gebeuren dat een of meerdere parallelmetingen buiten de geldige kalibratierange vallen. Indien uit de toetsing blijkt dat de kalibratiefunctie nog steeds geldig is en ook de precisie nog voldoet aan de gestelde eisen mag de geldige kalibratierange met deze metingen worden uitgebreid. Hiertoe is in het **rekenblad QAL 2** een procedure opgenomen.

Indien voor verschillende types bedrijfsvoering (bijvoorbeeld met andere brandstoffen) meerdere kalibratiefuncties zijn opgesteld gedurende de QAL2-procedure dient elke kalibratiefunctie te worden getest op geldigheid.

Het stroomschema van de uitvoering van de parallelmetingen is weergegeven in figuur 5.1.



Figuur 5.1 - Stroomschema van de onderdelen in de toets voor variabiliteit en kalibratiefunctie en verificatie van de geldige kalibratierange
(de getallen in de cirkels geven de volgorde van de deelstappen)

5.6 Rapportage van de resultaten van de jaarlijkse test

De uitgevoerde activiteiten en de bevindingen tijdens de jaarlijkse controle worden tenslotte vastgelegd in een rapport. Dit rapport dient tenminste de volgende onderdelen te bevatten:

- een beschrijving van de installatie en de monsternemingslocatie;
- een beschrijving van het AMS – inclusief de ermee gemeten componenten, het meetprincipe, type, meetrange en plaats;
- een beschrijving van de gebruikte SRM – zijn principe, type, meetrange, herhaalbaarheid en/of meetonzekerheid en het referentienummer van de EN of ISO norm, indien van toepassing;
- de datums en tijdstippen van de parallelmetingen;
- detailinformatie van alle meetwaarden verkregen met het AMS en de SRM, uitgemiddeld over de relevante tijdsperiodes;
- de resultaten van de test op geldigheid van de precisie en de kalibratie;
- elke afwijking van de procedures beschreven in de EN 14181, en de mogelijke invloed op de verkregen resultaten;
- het resultaat van de functionele test.

Indien sinds de laatst uitgevoerde kalibratie volgens de procedure QAL3 geen wijzigingen in het meetsysteem zijn aangebracht zijn de onderdelen a. en b. gelijk aan de beschrijvingen in het rapport over die kalibratie.

6 REFERENTIES

- [1] Umweltbundesamt, Postfach 330022, 14191 Berlijn, www.umweltbundesamt.de/messeinrichtungen/kontemi.htm
- [2] Monitoring Certification Scheme, www.mcerts.net
- [3] International Instrument Users' Association WIB, Prinsessegracht 26, 2514 AP DEN HAAG, www.wib.nl
- [4] J. Kragten, "Calculating standard deviations and confidence intervals with a universally applicable spreadsheet technique", *Analyst*, 119, 2161-2166 (1994)
- [5] GUM, Guide to the expression of uncertainty in measurement
- [6] ISO/TR 7871, Cumulative sum charts - Guidance on quality control and data analysis using CUSUM techniques
- [7] ISO 8258:1991, Shewhart control charts
- [8] Programma van Eisen CO₂- en NO_x- monitoringsprotocollen, eindconcept d.d. 23 april 2004, ref. 9P0542.01/R0006/WVDL/AS/Rott1
- [9] RICHTLIJN 2001/80/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 23 oktober 2001 inzake de beperking van de emissies van bepaalde verontreinigende stoffen in de lucht door grote stookinstallaties
- [10] RICHTLIJN 2000/76/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 4 december 2000 betreffende de verbranding van afval
- [11] Concept AMvB "Besluit handel in emissierechten" versie d.d. 6 mei 2004
- [12] Voorbeeldimplementatie van EN 14181 voor PEM systemen: Deel 1: Rapportage van de uitvoering van de QAL 1 procedure, Rapport Gasunie Research RE 2004.R.0659
- [13] Voorbeeldimplementatie van EN 14181 voor PEM systemen: Deel 4: Rapportage m.b.t. de invloed van atmosferische condities, Rapport Gasunie Research RE 2004.R.0660