

Handleiding

# Meten van luchtmissies



# **Meten van luchtmissies**



Een uitgave van InfoMil, november 2003.

**InfoMil**

Juliana van Stolberglaan 3  
2595 CA Den Haag  
Postbus 93144  
2509 AC Den Haag  
Telefoon (070) 373 5575  
Fax (070) 373 5600  
E-mail [info@infomil.nl](mailto:info@infomil.nl)  
Website [www.infomil.nl](http://www.infomil.nl)

**Fotografie**

InfoMil

**Vormgeving**

Conefrey/Koedam BNO, Zeist

**Druk**

PlantijnCasparie (ISO14001), Den Haag

**Papier en productie**

Het binnenwerk van deze publicatie is gedrukt op 100% kringlooppapier. Bij de productie is gebruik gemaakt van Computer To Plate (CTP).

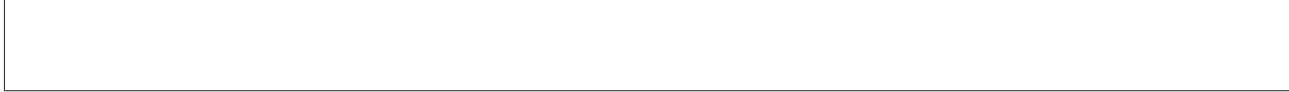
Ondanks het feit dat bij de samenstelling van deze publicatie grote zorgvuldigheid in acht is genomen, kunnen er geen rechten aan worden ontleend.

InfoMil is een gezamenlijk project van Novem en Senter.

© InfoMil, Den Haag 2003.

# Inhoud

- 1 Inleiding 5**
  - 1.1 De stand van zaken 5
  - 1.2 Handleiding en praktijkbladen 5
  - 1.3 Leeswijzer 6
  
- 2 Luchtemissiemetingen 8**
  - 2.1 Inleiding 8
  - 2.2 Monsterneming 8
    - 2.2.1 In-situ versus extractief 8
    - 2.2.2 Representativiteit 9
    - 2.2.3 Bemonsteringsmethoden 10
  - 2.3 Monsterconditionering 12
    - 2.3.1 Stof 12
    - 2.3.2 Waterdamp 12
  - 2.4 Analyse 14
  
- 3 Kwaliteitsborging 15**
  - 3.1 Inleiding 15
  - 3.2 Meetnormen 15
  - 3.3 Accreditatie en certificatie 17
  - 3.4 Kwaliteitsborging geautomatiseerde meetsystemen 18
  - 3.5 Uitvoeringspraktijk 19
  
- 4 Toezicht door middel van emissiemetingen 20**
  - 4.1 Inleiding 20
  - 4.2 Kwaliteitsborging in de vergunning 21
  - 4.3 Controleregimes 21
    - 4.3.1 Emissie-relevante parameters (ERP's) 21
    - 4.3.2 Afzonderlijke metingen 22
    - 4.3.3 Continue metingen 22
    - 4.3.4 Herleiding van meetgegevens 22
  - 4.4 Rapportage 25
  - 4.5 Toetsing 26
    - 4.5.1 Toetsing afzonderlijke metingen 26
    - 4.5.2 Toetsing continue metingen 26
    - 4.5.3 Omgang met meetonzekerheid 26
  - 4.6 Controle op representatieve bedrijfsvoering 27
  
- Bijlage**
  - Adressenlijst 28



# 1 Inleiding

## 1.1 De stand van zaken

**Luchtemissiemetingen worden om diverse redenen uitgevoerd. Bijvoorbeeld ten behoeve van monitoring, om aan te tonen dat een installatie voldoet aan de gestelde emissiegrenswaarden, of in de toekomst ten behoeve van emissiehandel. Hiermee zijn aanzienlijke maatschappelijke en economische belangen gemoeid, zoals het voldoen aan Europese doelstellingen, eventueel investeren in emissie beperkende maatregelen of het (ver)kopen van emissierechten. Het is van groot belang dat aan dergelijke beslissingen betrouwbare metingen ten grondslag liggen.**

Reeds in 1993 werd in de nota 'Kwaliteit van milieumetingen' van de Ministeries van vrom en v&w gesteld dat, ondanks het belang van betrouwbare en eenduidige milieumeetgegevens voor de onderbouwing, uitvoering en handhaving van het milieubeleid, de kwaliteit van milieumetingen op dat moment veel te wensen overliet. Hiervoor werden een drietal oorzaken aangegeven:

- Het ontbreken van genormaliseerde en gevalideerde meetmethoden;
- Het gebrek aan duidelijkheid vanuit de regelgeving omtrent de te hanteren methoden;
- De kwaliteitsverschillen tussen de diverse laboratoria van de metende instanties.

Om dit probleem aan te pakken werden in de nota vervolgens drie hoofdlijnen aangegeven:

- Een systematische ontwikkeling van genormaliseerde en gevalideerde meetmethoden;
- Verankering van meetdoel, meetstrategie en toetsingsprocedures in de regelgeving;
- Kwaliteitsverbetering en -borging van de uitvoering van de milieumetingen. Dit kan door verplichten stellen van accreditatie voor laboratoria die milieumetingen verrichten ten behoeve van de overheid.

Sinds het begin van de jaren negentig zijn er een aantal ontwikkelingen geweest op de drie bovengenoemde aandachtspunten. Zo zijn binnen de twee Actieprogramma's Normalisatie en Validatie van Milieumeetmethoden (ANVM-1 en ANVM-2) genormaliseerde en gevalideerde meetmethoden ontwikkeld en zijn de resultaten ook ingebracht in Europees normalisatiekader. In een aantal meetregelingen bij Besluiten zijn verplichtingen opgenomen ten aanzien van de metingen en toetsingsprocedures. En een aantal meetinstanties heeft op vrijwillige basis hun kwaliteitssysteem in overeenstemming gebracht met internationale normen en zijn geaccrediteerd. Ook in recente Europese richtlijnen met betrekking tot luchtemissies is een verplichting opgenomen tot het uitvoeren van bemonstering en

het analyseren volgens Europese normen. Tevens wordt in deze EU-richtlijnen accreditatie of aantoonbare implementatie van Europese normen inzake de onafhankelijkheid en de competentie van laboratoria geëist.

Hoewel dit goede ontwikkelingen zijn, betreffen zij niet het hele veld. In veel besluiten en vergunningen vindt nog geen verwijzing naar meetnormen plaats. In die gevallen waar dit wel gebeurt, worden de verwijzingen bij introductie van nieuwe normen niet of sterk vertraagd geactualiseerd. Veel meetinstanties zijn nog niet geaccrediteerd en als accreditatie wel heeft plaatsgevonden, biedt dat niet altijd een garantie voor een goede uitvoeringspraktijk. Kortom, er liggen nog steeds knelpunten op het gebied van de uitvoering van luchtemissiemetingen. Door aandacht te schenken aan de kwaliteit van dergelijke metingen bij vergunningverlening en toezicht kan het bevoegd gezag de betrouwbaarheid van meetgegevens bevorderen.

## 1.2 Handleiding en praktijkbladen

In deze handleiding worden de algemene en kwaliteitsborgende aspecten van het meten van luchtmissies uit stationaire bronnen (en dus geen luchtkwaliteitsmetingen oftewel immissiemetingen) beschreven. De handleiding gaat vergezeld van een aantal praktijkbladen. Deze praktijkbladen beschrijven per meetnorm (type meting) de specifieke kwaliteitsbepalende factoren voor dat soort meting. Zie [www.infomil.nl](http://www.infomil.nl) > lucht > meten en monitoring voor het meest actuele overzicht.

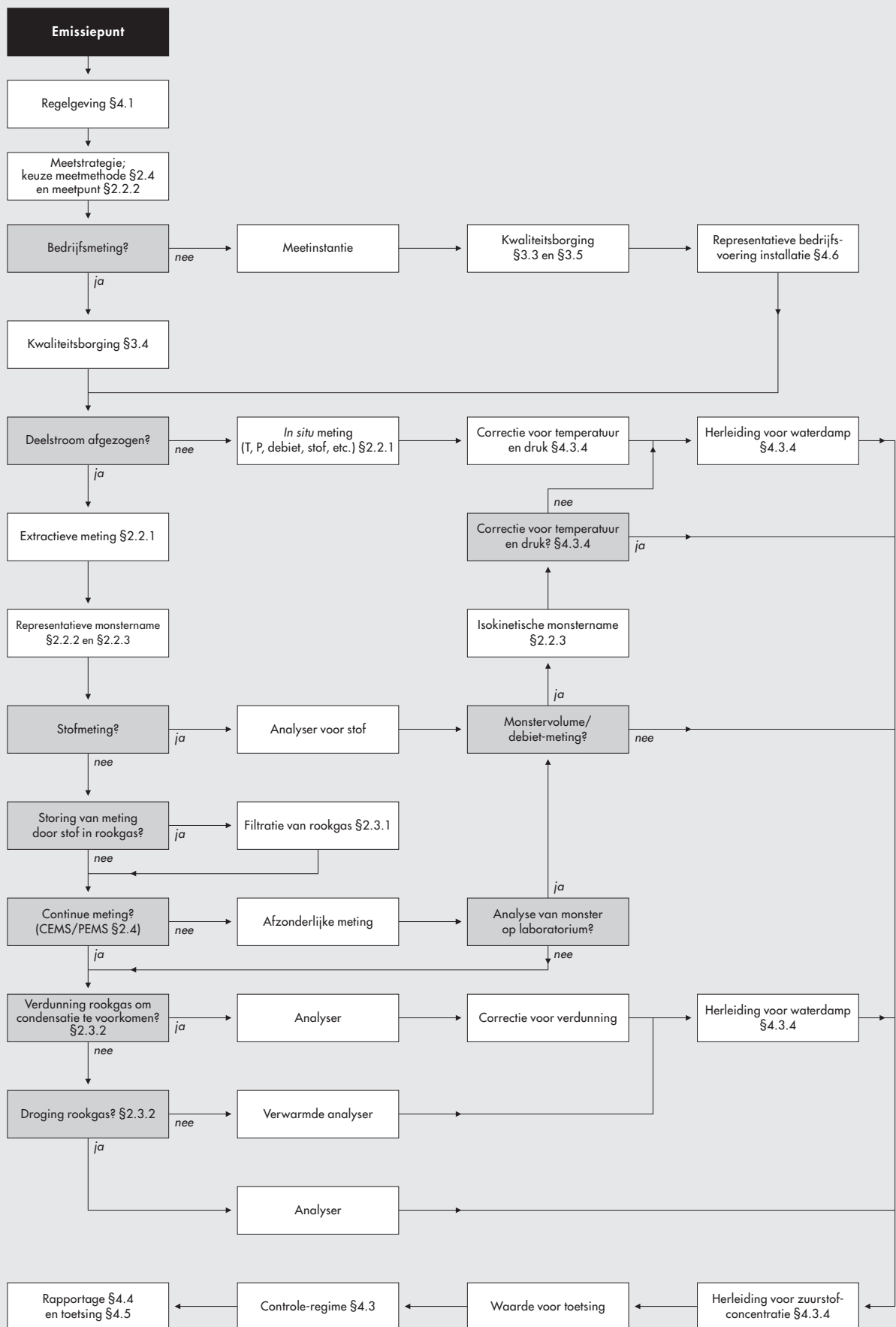
De handleiding plus praktijkbladen dienen ter ondersteuning van het bevoegd gezag. Zij kunnen worden gebruikt bij de beoordeling van de kwaliteit van luchtemissiemetingen die worden uitgevoerd ter controle van emissie-eisen in vergunningen en in wet- en regelgeving. Zij bieden ook handvatten voor het opnemen van kwaliteitseisen aan de metingen bij vergunningverlening. Handleiding en praktijkbladen zijn nadrukkelijk niet bedoeld ter vervanging van de oorspronkelijke meetnormen of ter vervanging van de accreditatie van meetinstanties. Het beoordelen van de kwaliteit van luchtemissiemetingen is vrij complex. Bij de gebruiker van deze handleiding en de praktijkbladen wordt dan ook een zekere technische achtergrond en bij voorkeur ook enige praktische ervaring aanwezig geacht.

### 1.3 Leeswijzer

In het schema Luchtemissiemetingen (zie pag. 7) zijn de essentiële aspecten van luchtemissiemetingen schematisch weergegeven met een verwijzing naar de paragraaf waar ze worden toegelicht. In hoofdstuk 2 wordt de gehele analysegang van monsterneming, monsterconditionering tot en met de daadwerkelijke analyse besproken. Hoofdstuk 3 gaat over de kwaliteitsborging van metingen. Hierbij wordt ingegaan op de grondbeginselen van meetkwaliteit, op meetnormen en op de kwaliteitsborging van meetinstanties en van bedrijfsmetsystemen. Hoofdstuk 4 behandelt het toezicht door middel van emissiemetingen. Het beschrijft de verschillende controle-regimes en toetsingsystematieken, zoals deze zijn opgenomen in wet- en regelgeving. Daarnaast wordt aandacht besteed aan het opnemen van kwaliteitsborgingsaspecten in de vergunning, aan de rapportage van meetgegevens en aan de controle op representatieve bedrijfsvoering tijdens de metingen.

Omwille van de leesbaarheid wordt in deze handleiding de term 'rookgas' gebruikt voor alle gekanaliseerde emissies naar lucht.

## Stroomschema Luchtemissiemetingen





# 2 Luchtemissiemetingen

## 2.1 Inleiding

**Het vaststellen van de luchtemissie van een installatie is veelal gebaseerd op luchtemissiemetingen. Het kan hierbij gaan om garantie- of opleveringsmetingen aan een luchtemissiebeperkende techniek of om metingen ter controle van emissie-eisen in wet- en regelgeving. Afhankelijk van de grootte en het soort emissie is in wet- en regelgeving daarvoor een bepaalde meetstelsel opgelegd, variërend van een afzonderlijke meting tot aan continue emissiemetingen.**

Afzonderlijke (ofwel periodieke) metingen worden uitgevoerd door een meetinstantie die ter plekke eigen bemonsteringsapparatuur installeert en vervolgens de concentratie van bepaalde stoffen in het rookgas meet of de monsters opstuurt naar een laboratorium voor analyse. Omdat het bij afzonderlijke metingen om een momentopname gaat, is het van belang dat de bedrijfsvoering van de installatie tijdens de metingen representatief is. Afzonderlijke metingen ter controle van continue meetsystemen worden parallelmetingen genoemd.

Continue metingen (bedrijfsmetingen) worden uitgevoerd door de eigenaar van de installatie met vast-geïnstalleerde apparatuur. Continue metingen met behulp van component-specifieke *analysers* worden ook wel aangeduid met de term *Continuous Emission Monitoring* (CEM). Een ander type continue meting is *Predictive Emission Monitoring* (PEM). Hierbij wordt de emissie berekend op basis van een aantal continu gemeten bedrijfsparameters. Dit is uitsluitend mogelijk als er een eenduidige relatie bestaat tussen de emissie van de installatie en de gebruikte bedrijfsparameters, die ook wel emissie-relevante parameters (ERP's) worden genoemd.

In dit hoofdstuk wordt de analysegang besproken van monsterneming, monsterconditionering tot en met de daadwerkelijk analyse. Luchtemissiemetingen kunnen direct in het rookgaskanaal worden uitgevoerd (*in-situ*), maar ook daarbuiten (extractief) door het afzuigen van een deelstroom met een monsternamesysteem (zie § 2.2.1). Het is van belang dat het rookgas hierbij representatief wordt bemonsterd (zie § 2.2.2 en 2.2.3). Bij het gebruik van een monsternamesysteem moet het monster worden geconditioneerd met betrekking tot stof en waterdamp om verstoring van de metingen en/of verlies van de rookgascomponenten te voorkomen (zie § 2.3). Vervolgens vindt de daadwerkelijke analyse plaats door een continue of afzonderlijke meting. Hierbij kunnen verschillende meetmethoden en -principes worden toegepast (zie § 2.4).

In het schema Luchtemissiemetingen zijn de essentiële aspecten bij het meten van luchtmissies schematisch weergegeven.

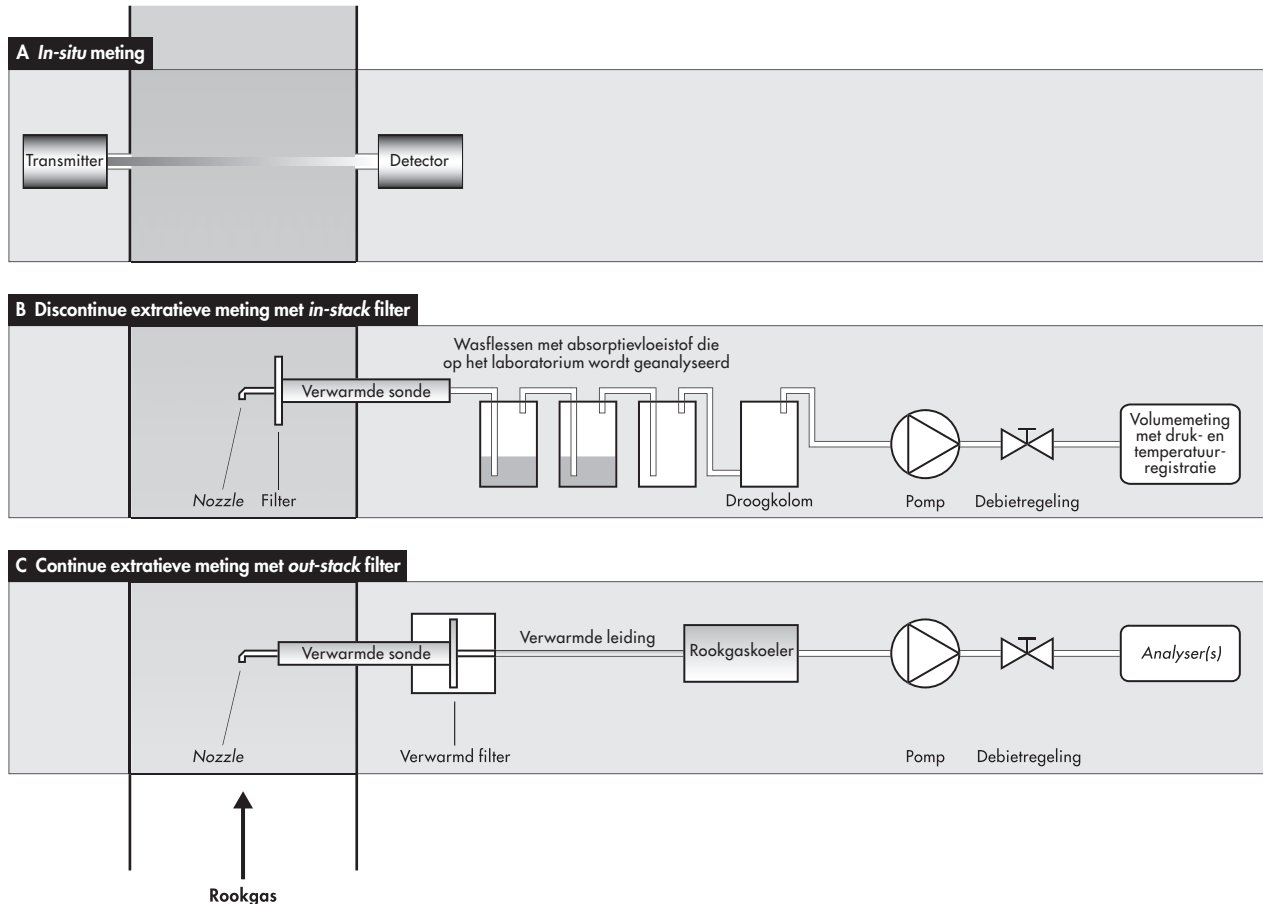
## 2.2 Monsterneming

### 2.2.1 *In-situ* versus extractief

Met het begrip *in-situ* meting wordt aangeduid dat feitelijk geen monster aan het rookgas wordt onttrokken, maar dat de te bepalen component in het rookgas wordt gemeten (zie figuur 2.1a). Deze methode wordt onder andere toegepast bij het vaststellen van fysische rookgasparameters zoals temperatuur, druk en snelheid. Zowel de rookgascondities als de beschikbare meetprincipes verhinderen echter vaak een directe analyse in het rookgas. Zo worden optische methoden gestoord door hoge stofconcentraties in het rookgas en infraroodmethoden door de aanwezigheid van waterdamp. Een extractieve meting met een monsternamesysteem is dan het alternatief (zie figuur 2.1b en c). Met een sonde wordt een deelstroom van het rookgas afgezoegen, getransporteerd en buiten het rookgaskanaal geanalyseerd. In het algemeen wordt extractieve bemonstering alleen toegepast voor de bepaling van de chemische samenstelling van het rookgas.

*In-situ* metingen kunnen plaatsvinden met behulp van een geschikte sensor in het rookgaskanaal. Daarnaast zijn er de zogenaamde optische methoden, waarbij het kanaal wordt doorstraald met licht waarvan de verzwakking gerelateerd is aan de concentratie van de te bepalen component. De metingen met lichtdoorstraling worden ook wel met de benaming *cross stack* aangeduid. Het voordeel van *in-situ* methoden is de relatief eenvoudige instrumentatie. Een nadeel is dat slechts op één punt, of in geval van doorstraling op één lijn, metingen worden verricht en het daarom lastig is om inhomogene rookgasstromen representatief te bemonsteren (zie § 2.2.2 en 2.2.3). Daarnaast zijn (lineaire) testen en inspecties vaak omslachtig, omdat de apparatuur daarvoor moet worden uitgebouwd.

Er zijn twee typen extractieve metingen; discontinue en continue. Bij een discontinue extractieve meting (zie figuur 2.1b) wordt gedurende een bepaalde periode een deelstroom aan de rookgasstroom onttrokken, waarbij bepaalde componenten worden gefixeerd in een absorptievloeistof of op een adsorbens, zoals een filter. Deze monsters worden vervolgens op een laboratorium geanalyseerd. Het is van belang om het rookgasvolume waarop het verzamelde monster betrekking heeft nauwkeurig te meten, zodat naderhand uit de analysesresultaten de concentratie in het rookgas kan

Figuur 2.1 Extractieve en niet-extractieve (*in-situ*) metingen

worden berekend. Bij een continue extractieve meting (zie figuur 2.1c) wordt continu een hoeveelheid rookgas aan het kanaal onttrokken, naar een *analyser* getransporteerd en vervolgens continu op samenstelling onderzocht.

Inherent aan extractieve metingen is het transport van het monster. Door verdunning van het rookgas als gevolg van lekkage, door chemische reacties of adsorptie van de te meten component aan het transportsysteem kunnen hierbij fouten in de concentratiebepaling optreden. Het is dus van belang dat het monsternamesysteem op lekdichtheid wordt gecontroleerd<sup>1</sup> en dat het materiaal van de gasvoerende delen van het monsternamesysteem inert is ten opzichte van de te bepalen componenten. Materialen als kwarts, teflon en roestvaststaal worden daarom vaak toegepast. Daarnaast is de conditionering van het monster met betrekking tot stof en waterdamp van belang (zie § 2.3). Voordelen van extractieve metingen ten opzichte van *in-situ* systemen zijn de meer eenvoudige uitvoering van testen en inspecties. Ook is het mogelijk om bemonsteringsnetwerken aan te sluiten, waarmee de kwaliteit van de monsterneming is af te stemmen op de rookgashomogeniteit. Nadelen zijn de relatief gecompliceerde instrumentatie en de hiervoor genoemde kans op lekkage, chemische reacties of op adsorptie.

<sup>1</sup> Overigens kan bij verbrandingsemissies voor verdunning van het rookgas door lekkage worden gecorrigeerd door de zuurstofmeting via hetzelfde systeem uit te voeren en de meetgegevens te herleiden (zie § 4.3.4).

### 2.2.2 Representativiteit

Vaak wordt gesteld dat rookgassen homogeen zijn door de hoge diffusiesnelheid van stoffen in de gasfase en dat het dus niet uitmaakt op welke positie wordt bemonsterd voor het verkrijgen van een representatief monster. Hierbij wordt voorbijgegaan aan de relatief hoge rookgassnelheid en dus korte verblijftijd in de installatie. Daarnaast zijn temperatuursverschillen er de oorzaak van dat het rookgas slecht mengt. Ventilatoren brengen hierin geen verandering; een goede ventilator met een laag elektriciteitsverbruik verplaatst uitsluitend gassen zonder dat goede menging optreedt. Dit betekent dat éénmaal ontstane niet-homogeniteit in de rookgassen slecht vereffent. Mogelijke bronnen van niet-homogeniteit zijn het samenvoegen van meerdere rookgasstromen, meerdere branders in één ketel of de aanwezigheid van nageschakelde rookgasreinigingstechnieken zoals  $\text{DeNO}_x$  en  $\text{DeSO}_x$ .

De invloed van niet-homogeniteit kan worden verkleind door een juiste keuze van het monsternamepunt. Hiervoor wordt in meetnormen het begrip hydraulische diameter geïntroduceerd. De hydraulische diameter is gelijk aan het quotiënt van vier maal het oppervlak van de dwarsdoorsnede en de omtrek. Voor een optimaal monsternamepunt is een recht stuk rookgaskanaal van minimaal zeven maal de hydraulische

diameter nodig. Het monsternapunt ligt dan bij voorkeur stroomafwaarts op vijfde van dat rechte deel. Verstoringen zoals een rookgasventilator of (bij een schoorsteen) de open verbinding met de atmosfeer stellen extra eisen aan de plaats van monsternapunt. In de praktijk leidt dit vaak tot praktische problemen, zodat voor een niet-optimaal monsternapunt moet worden gekozen.

Door het optreden van concentratieverschillen over de dwarsdoorsnede van het rookgaskanaal, ook wel concentratieprofielen genoemd, kunnen ten opzichte van de gemiddelde concentratie sterk afwijkende waarden worden gemeten. Concentratieprofielen kunnen worden vastgesteld door het uitvoeren van een zogenaamde traversemeting door een meetinstantie. Hierbij wordt op verschillende plaatsen verdeeld over de dwarsdoorsnede van het rookgaskanaal gedurende enige tijd een concentratiemeting verricht. Op grond van de geconstateerde concentratieverschillen kan worden geconcludeerd of er sprake is van een concentratieprofiel. Een regelmatig gehanteerd criterium hiervoor is minimaal 15% verschil tussen de hoogste en de laagste gemeten waarden. Afhankelijk van de situatie ter plaatse kan vervolgens een adequate bemonsteringsmethode worden geselecteerd, zoals beschreven in § 2.2.3. Overigens kunnen concentratieverschillen ook ontstaan door procesvariaties. Door gelijktijdig met de traversemeting op een vaste plaats een meting uit te voeren met eenzelfde type analyser (profielmeting), kunnen deze concentratieverschillen ten gevolge van procesvariaties worden geïdentificeerd. Hiermee kan worden voorkomen dat ten onrechte een uitgebreide bemonstering wordt toegepast.



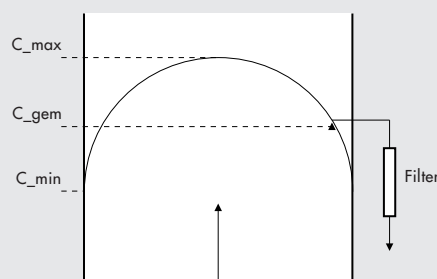
Sonde voor bedrijfsdebietmeting

### 2.2.3 Bemonsteringsmethoden

De meest eenvoudige wijze van bemonsteren, de puntbemonstering, kan worden toegepast indien is aangetoond dat er geen concentratieprofiel aanwezig is. Wanneer er wel sprake is van een concentratieprofiel zijn er verschillende technische oplossingen om representatief te bemonsteren. De eenvoudigste methode is het zodanig aanpassen van de insteekdiepte van de monstersonde aan het concentratieprofiel, dat de rookgassenstelling ter plaatse overeenkomt met de gemiddelde samenstelling (zie figuur 2.2a). Het risico van deze benadering is echter dat afhankelijk van de belasting van de installatie een verschuiving van het concentratieprofiel mogelijk is, waardoor niet meer op de 'gemiddelde plaats' wordt bemonsterd. Een betere methode is de lijnbemonstering (zie figuur 2.2b). Hierbij wordt door middel van een sonde met meerdere aanzuigopeningen verdeeld over de diepte van het kanaal een mengmonster verkregen. Tenslotte kan met meerdere lijnsondes een netwerk van monsterpunten worden opgebouwd waarmee een oppervlakte-gewogen mengmonster kan worden aangezogen (zie figuur 2.2c). Het technisch ontwerp en het onderhoud van deze netwerken is echter gecompliceerd.

**Figuur 2.2a Puntbemonstering**

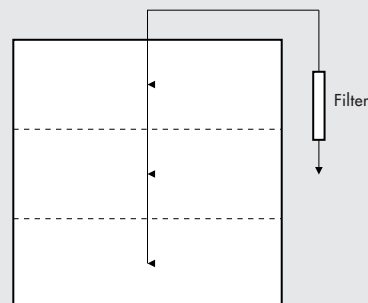
Het monster wordt genomen op die positie in de dwarsdoorsnede van het rookgaskanaal met gemiddelde rookgassenstelling.



Zij-aanzicht rookgaskanaal

**Figuur 2.2b Lijnbemonstering**

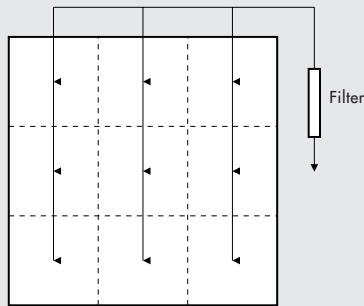
De diameter van de sonde, het monsterdebiet en de grootte van de aanzuigopeningen zijn zodanig op elkaar afgestemd dat op ieder punt een gelijk deelvolume monster wordt aangezogen.



Dwarsdoorsnede rookgaskanaal

**Figuur 2.2c Netwerkbemonstering**

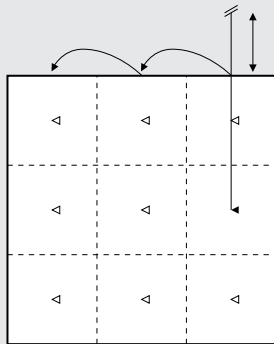
Het ontwerp van het netwerk, diameter van de sonde, het monsterdebiet en de grootte van de aanzuigopeningen is zodanig op elkaar afgestemd dat op ieder punt een gelijk deelvolume monster wordt aangezogen; het mengmonster dat zo ontstaat is oppervlakte-gewogen.



Dwarsdoorsnede rookgaskanaal

**Figuur 2.2d Traversebemonstering**

Met behulp van een sonde wordt telkens op een andere, vooraf vastgestelde, plaats in de dwarsdoorsnede enige tijd bemonsterd. Profielmetingen worden op gelijksoortige manier gedaan, door een tweede meting op een vaste plaats uit te voeren.



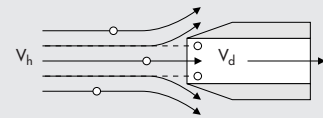
Dwarsdoorsnede rookgaskanaal

Een alternatief voor de netwerkmeting is de traversemeting (zie figuur 2.2d). Deze bestaat uit een reeks puntmetingen waarbij telkens op een andere, vooraf vastgestelde plaats in de dwarsdoorsnede van het kanaal gedurende een vaste tijd een monster wordt genomen. De posities van de bemonsteringspunten zijn zodanig over het kanaal verdeeld dat het gemiddelde meetresultaat van alle punten een oppervlakte-gewogen gemiddelde is. Indien tegelijkertijd op ieder punt ook een meting van de rookgassnelheid en temperatuur plaatsvindt, is het mogelijk de meetresultaten te wegen als functie van de rookgassnelheid of het debiet. Alhoewel traversemetingen in veel situaties de beste aanpak zijn om concentratie- of rookgassnelheidsprofielen uit te middelen, wordt deze methode vanwege de hoge kosten relatief weinig toegepast. Voor afzonderlijke metingen wordt dit veroorzaakt door de arbeidsintensiviteit, terwijl voor continue metingen de hoge investeringskosten cruciaal zijn.

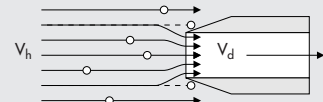
**Isokinetische monsterneming**

Als een representatief monster van stof- of vloeistofdeeltjes uit een rookgasstroom moet worden genomen, is het van belang dat de bemonstering isokinetisch plaatsvindt. Bij isokinetische monsterneming is de grootte en richting van de gassnelheid in de aanzuigopening van het monsternamesysteem gelijk aan de ongestoorde gassnelheid en richting ter plaatse in het rookgaskanaal. Eerst moeten deze laatste worden bepaald. Op grond van deze gegevens en de doorsnede van de aanzuigopening wordt het isokinetisch monsternamedebiet berekend en ingesteld. Het belang van een isokinetische bemonstering is in de figuur verduidelijkt. Bij een lagere afzuigsnelheid in de aanzuigopening dan in het kanaal buigt het gas om de sonde, maar kunnen deeltjes deze afbuiging niet volgen en schieten door. Hierdoor ontstaat een overschatting van de deeltjesconcentratie. Bij een hogere afzuigsnelheid in de aanzuigopening dan in het kanaal ontstaat een situatie waarbij wel gas uit de naaste omgeving wordt aangezogen, maar geen deeltjes. Hierdoor ontstaat een onderschatting van de deeltjesconcentratie. Bij een gelijke afzuigsnelheid in de aanzuigopening en in het kanaal wordt de correcte deeltjesconcentratie bepaald.

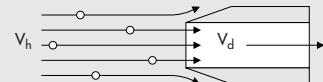
De afzuigsnelheid in de aanzuigopening is lager dan de gassnelheid in het kanaal; deeltjes volgen echter hun oorspronkelijke richting en worden toch ingezogen; een overschatting van de stofconcentratie is het gevolg.



De afzuigsnelheid in de aanzuigopening is hoger dan de gassnelheid in het kanaal; een onderschatting van de stofconcentratie is het gevolg.



De afzuigsnelheid in de aanzuigopening is gelijk aan de gassnelheid (en richting) in het kanaal; er vindt 'isokinetische' monsterneming plaats.



## 2.3 Monsterconditionering

Zowel de rookgascondities als de beschikbare meetprincipes verhinderen vaak een directe analyse in het rookgas. Een extractieve meting met een monsternamesysteem is dan een oplossing. Om verstoring van de metingen en/of verlies van de rookgascomponenten te voorkomen, moet het monster worden geconditioneerd met betrekking tot stof en waterdamp zoals in deze paragraaf nader wordt toegelicht.

### 2.3.1 Stof

Bij een extractieve meting moet het monsternamesysteem worden beschermd tegen de afzetting van stofdeeltjes in verband met mogelijke verstopping van het systeem of adsorptie van de te meten component aan het afgezette stof. Bij continue optische meetmethoden is stoffiltering van belang vanwege de mogelijke vervuiling van de meetcel die tot onjuiste meetresultaten kan leiden. Ook bij discontinue (natchemische) bemonstering vindt stoffiltering plaats. Dit heeft enerzijds te maken met de verstoring van chromatografische en optische analyses wanneer de absorptievloeistof niet helder is. Anderzijds biedt filtering van het monstergas de mogelijkheid om de gasvormige component te scheiden van het stofgebonden aandeel.

Door een filter direct na de monstersonde (*out-stack*) of soms zelfs vóór op de monstersonde (*in-stack*) te plaatsen vindt een zo klein mogelijk deel van het monstertransport ongefilterd plaats. Het filter moet vanzelfsprekend niet reageren met de componenten in het rookgas. Daarnaast moet het filter voorafgaand aan de monstername worden verwarmd en moet de temperatuur ook tijdens de monstername boven het dauwpunt worden gehouden, zodat het oplossen van rookgascomponenten in condensaat wordt voorkomen. Meestal voldoet een temperatuur van circa 110 tot 120°C. Als hogere koolwaterstoffen tot de aandachtscomponenten behoren, moet een hogere temperatuur worden ingesteld, zodat deze niet condenseren. Een onverwacht lage emissiewaarde kan het gevolg zijn van een nat of slecht onderhouden filtersysteem.

### 2.3.2 Waterdamp

Condensatie van waterdamp door ongecontroleerde afkoeling van rookgassen kan leiden tot verliezen van de aandachtscomponent in het condensaat. Daarnaast kan condensatie van waterdamp in het meetinstrument leiden tot onbetrouwbare meetresultaten en schade aan het meetinstrument.

Er zijn twee typen meetinstrumenten op de markt voor continue meting na een extractieve monstername. Bij het ene type, zoals bijvoorbeeld een *analyser* op basis van een vlamionisatiedetector (FID), wordt het monstergas verwarmd om condensatie van de waterdamp te voorkomen. De analyse vindt derhalve plaats in nat rookgas dat zowel tijdens het transport als in het meetinstrument met behulp van verwarming en goede isolatie boven het dauwpunt wordt gehouden. Het ontwerp van monsternamesysteem, pompen en analyseapparatuur moet zodanig zijn opgebouwd dat er geen 'koude' overgangen optreden. Ongeïsoleerde leidingdelen of slecht aangebrachte verwarming kunnen aanleiding zijn voor ongewenste *cold spots* waar verliezen kunnen optreden als gevolg van condensatie. Bij uitval van het externe verwarmingssysteem kan schade aan pompen en analyseapparatuur ontstaan. Een uitgebreide temperatuurbewaking is daarom noodzakelijk. Warme meetsystemen hebben als nadeel dat een additionele waterdampmeting noodzakelijk is. Een verwarmd analysesysteem is niet altijd mogelijk vanwege de storende werking van waterdamp op verschillende meettechnieken, zoals infraroodanalyse.

Bij het andere type meetinstrument, dat ook wel 'koude' *analyser* wordt genoemd, vindt geen verwarming plaats. De meetcel in een 'koude' analyser wordt overigens wel op constante temperatuur gehouden om beïnvloeding van de omgevingstemperatuur op het meetresultaat te voorkomen. De ingestelde temperatuur is doorgaans te laag om condensatie in het meetinstrument te voorkomen. 'Koude' *analysers* kunnen uitsluitend worden toegepast wanneer voorafgaand aan de analyse de waterdampconcentratie in het rookgasmonster is verlaagd, zodat het dauwpunt lager wordt dan de analysetemperatuur. Verlaging van de waterdampconcentratie is ook van belang voor bemonstering van organische componenten op actief kool of andere adsorptiemiddelen. Condensatie van waterdamp op het adsorptiemiddel verlaagt namelijk de capaciteit, waardoor doorslag kan optreden. Droging kan worden bereikt door middel van:

- Droogmiddelen;
- Koeling;
- Permeatiedroging;
- Verdunning.

Tot aan de droging moeten door een doelmatige verwarming *cold spots* en de daarmee gepaard gaande verliezen worden voorkomen.

## Rookgasdroging

### Droogmiddel

Bij een afzonderlijke meting waar achter het fixatie-medium het afgezogen rookgasvolume wordt bepaald, wordt meestal een droogmiddel zoals geconcentreerd zwavelzuur, silicagel of een molzeef gebruikt. Toepassing van dergelijke droogmiddelen is niet mogelijk bij continue meetsystemen vanwege adsorptie (en daarmee verlies) van rookgascomponenten.

### Koeling

Monstergaskoeling wordt verreweg het meest toegepast. In speciaal hiervoor ontworpen koelers wordt het rookgas gekoeld tot een temperatuur van circa 4°C. De contacttijd tussen het condensaat en de rookgasstroom wordt zo kort mogelijk gehouden om verliezen van wateroplosbare stoffen, zoals SO<sub>2</sub> en NO<sub>2</sub>, in het condensaat te beperken. Desondanks kunnen grote verliezen optreden wanneer de rookgaskoeler op overdruk wordt bedreven om verdergaande droging te realiseren. Ondanks de extra zorg die nodig is om lekkage te voorkomen, moet een rookgaskoeler dan ook op overdruk worden bedreven. In de praktijk wordt dit gerealiseerd door de monstergaspomp tussen het koelsysteem en het meetinstrument te plaatsen. Bij verkeerd geïnstalleerde rookgaskoelers zijn in het verleden verliezen tot 40% aan SO<sub>2</sub> waargenomen. De gangbare zuurdosering in de koeler om verliezen te reduceren is hierbij niet toereikend.

### Permeatiedroging

Het principe van permeatiedroging is gebaseerd op het selectieve transport van waterdamp door een membraan. Voor de overige componenten in het rookgas is het membraan ondoorlatend.

Door langs één zijde van een membraan rookgas te zuigen, terwijl aan de andere zijde in tegenstroom een gedroogd spoelgas stroomt, vindt selectief waterdamptransport plaats van het rookgas naar het spoelgas. Hierdoor wordt het rookgas gedroogd. Tijdens dit proces ontstaat geen condensaat waarin componenten kunnen oplossen. Een nadeel van deze methode is dat de droogcapaciteit door vervuiling kan teruglopen, waardoor te lage concentraties worden gemeten of door condensatie alsnog schade aan de analyser kan optreden. Te lage concentraties van specifieke componenten kunnen ook ontstaan doordat het gebruikte membraan niet volledig ondoorlaatbaar is voor de betreffende component. Daarnaast zijn de gebruikte membranen gevoelig voor bepaalde organische componenten.

### Verdunning

Bij verdunning wordt feitelijk geen waterdamp uit de monstergasstroom verwijderd, maar wordt door verdunning met droge stikstof of lucht bereikt dat bij kamertemperatuur geen condensatie van waterdamp kan optreden. Een 25- tot 100-voudige verdunning is in de praktijk gangbaar. Vanzelfsprekend moet de gevoeligheid van de analysemethode hierop zijn aangepast en moet een zuurstofmeting apart in het onverdunde rookgas plaatsvinden. Technisch is het mogelijk deze conditioneringssystemen uit te voeren in combinatie met een monsternamenetwerk, maar gewoonlijk wordt verdunning als puntmeting toegepast. De controle van de verdunningsfactor kan eenvoudig worden uitgevoerd door voorin het systeem een controlegas met bekende concentratie aan te bieden. Een voordeel van de verdunningsmethode is dat het systeem minder snel vervuilt, omdat met sterk verdund rookgas wordt gewerkt. Als nadeel van een verdunningsstelsel wordt vaak de instabiliteit van de verdunning en de vereiste additionele waterdampconcentratie meting aangevoerd.



Monsterconditionerings- en analysesysteem

## 2.4 Analyse

Na de monstername en de conditionering van het monster vindt de daadwerkelijke analyse plaats door een continue of afzonderlijke meting. Dit betreft de concentratie van de aandachtcomponent(en) in het rookgas, maar ook referentiegrootheden zoals temperatuur, druk, zuurstofgehalte, vochtgehalte en debiet.

Afzonderlijke (ofwel periodieke) metingen worden uitgevoerd door een meetinstantie die ter plaatse eigen bemonsteringsapparatuur installeert en vervolgens ter plekke de concentratie van bepaalde stoffen in het rookgas meet. Een voorbeeld hiervan is het gedurende een bepaalde, vastgestelde periode (bijvoorbeeld een half uur) bepalen van de  $\text{NO}_x$ -concentratie in het rookgas met behulp van een  $\text{NO}_x$ -analyser. Ook is het mogelijk om een bepaalde, bekende hoeveelheid rookgas af te zuigen waarbij de rookgascomponenten worden gefixeerd in een absorptievloeistof of op een filter. Dit vloeibare of vaste monster wordt vervolgens naar een laboratorium gestuurd voor verdere 'natchemische' analyse. Een voorbeeld is de fixatie van  $\text{SO}_2$  uit het rookgas in een waterstofperoxideoplossing gevolgd door vloeistofchromatografische bepaling van het zwavelzuurgehalte als maat voor de  $\text{SO}_2$ -concentratie. Tenslotte kan de meetinstantie ook een gasvormig rookgasmonster verzamelen in een monstervat, waarna een concentratiemeting in het laboratorium plaatsvindt. Deze methode wordt bijvoorbeeld toegepast voor geurmetingen.

Continue metingen (bedrijfsmetingen) worden uitgevoerd door de eigenaar van de installatie met vast-geïnstalleerde apparatuur. Continue metingen kunnen worden uitgevoerd met behulp van een *Continuous Emission Monitoring* systeem (CEMS) of met behulp van een *Predictive Emission Monitoring* systeem (PEMS). Een voorbeeld van een PEMS is in het kader uitgewerkt. Het voordeel van een PEMS ten opzichte van een CEMS is, dat het een eenvoudig 'onderhoudsvrij' systeem is dat louter bestaat uit het in de tijd registreren en rekenkundig combineren van bepaalde bedrijfsvariabelen (ERP's). Een nadeel is echter, dat het zonder specialistische kennis niet mogelijk is om na te gaan of de juiste, en vooral of alle relevante parameters zijn betrokken in het systeem.

<sup>2</sup> Zie bijvoorbeeld ontwerp NEN 7778: Milieu – Gelijktijdigheid van meetmethoden.

### Voorbeeld van een Predictive Emission Monitoring systeem

De  $\text{NO}_x$ -emissie van een gasturbine met stoominjectie kan worden gemeten, maar kan ook worden bepaald met behulp van een set emissie-relevante parameters. Bij deze gasturbine kunnen de actuele stoominjectie en de actuele belasting als logische ERP's worden aangegeven. Dit zijn niet alle parameters die de emissie beïnvloeden, maar het zijn wel twee parameters waarmee een voorspelling van de emissie met een bepaalde nauwkeurigheid mogelijk is. Bij het toepassen van deze ERP's moeten over het bereik waarbinnen beide parameters zich tijdens het bedienen van de installatie normaliter bewegen  $\text{NO}_x$ -referentiemetingen worden verricht ten behoeve van het eenduidig vaststellen van de zogenaamde emissiecurve  $\text{Emissie} = F(\text{stoominjectie, belasting})$ .

Hiermee wordt bedoeld dat telkens maar één emissiewaarde kan worden berekend uit iedere combinatie van de actuele stoominjectie en actuele belasting. De emissiecurve moet periodiek worden gecontroleerd met  $\text{NO}_x$ -metingen, omdat tijdens de levensloop van een gasturbine door slijtage of vervuiling veranderingen kunnen optreden die de emissie kunnen beïnvloeden.

Afhankelijk van het proces en de condities waaronder moet worden gemeten zijn één of meerdere analysemethoden beschikbaar. Bij voorkeur worden methoden gebruikt die zijn gestandaardiseerd in zogenaamde meetnormen (zie § 3.2) of methoden die resultaten opleveren van vergelijkbare kwaliteit. Voor het aantonen hiervan zijn procedures beschikbaar.<sup>2</sup> Sommige meetmethoden zijn in het kader van wet- en regelgeving aangewezen als referentiemethode en zijn derhalve voor bepaalde type metingen verplicht gesteld.

Hieronder volgen enkele voorbeelden van veelgebruikte meetprincipes bij luchtmissiemetingen. Voor meer informatie over de toepassing van deze meetprincipes in de meetnormen wordt verwezen naar de praktijkbladen bij deze handleiding:

- Infrarood spectrometrie (IR; vocht);
- Ultraviolet spectrometrie (UV;  $\text{SO}_2$ );
- Gravimetrie (vocht, stof);
- Vlam-ionisatiedetectie (FID;  $\text{C}_x\text{H}_y$ );
- Chemoluminescentie ( $\text{NO}/\text{NO}_x$ );
- Paramagnetisme ( $\text{O}_2$ ).

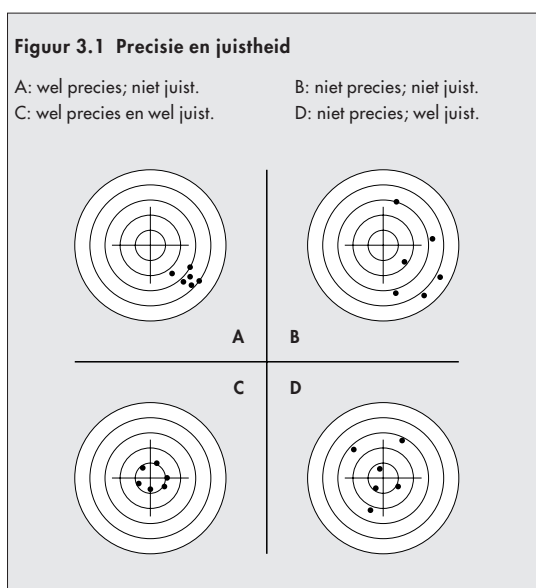
In bedrijfsmeetsystemen kunnen technieken worden toegepast die afwijken van de meetnormen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij zogenaamde geïntegreerde of multi-component technieken zoals Fourier Transform - Infrarood spectrometrie (FT-IR) en *tunable laser*, waarmee verschillende componenten kunnen worden gemeten. Wet- en regelgeving biedt de ruimte deze technieken toe te passen, indien meetresultaten van vergelijkbare kwaliteit worden verkregen. Dit kan worden aangetoond door het uitvoeren van parallelmetingen. Indien (externe) meetinstanties niet-gestandaardiseerde methoden willen toepassen, vereist dit een uitgebreider vergelijkend onderzoek. De meetinstanties moeten immers onder steeds wisselende omstandigheden en wisselende rookgassamenstelling de betrouwbaarheid van de niet-gestandaardiseerde methode kunnen aantonen.

# 3 Kwaliteitsborging

## 3.1 Inleiding

Het doel van een meting is het bepalen van de waarde van een meetgrootte. Tijdens de meting wordt voor de ware waarde een meetsignaal verkregen. Dit meet-signaal wordt vervolgens via een kalibratiefunctie, waarin de respons van standaardmonsters is vastgelegd, omgezet in het meetresultaat. In het algemeen zijn metingen slechts een benadering of schatting van de ware waarde. Als de meting aan hetzelfde monster onder identieke omstandigheden wordt herhaald, blijkt dat de meetresultaten altijd spreiding vertonen. Een meetresultaat heeft daarmee een bepaalde onzekerheid.

De afwijking van een meetresultaat van de ware waarde wordt in twee componenten opgesplitst; in toevallige afwijkingen en systematische afwijkingen. Toevallige afwijkingen zijn onvermijdelijk en zijn eigen aan een meetmethode. Zoals boven genoemd, zullen bij een serie metingen aan eenzelfde monster de meetwaarden een spreiding vertonen; de ene keer komen ze uit boven het gemiddelde en de andere keer onder het gemiddelde. Als de spreiding rond het gemiddelde klein is, noemt men de meting precies. Bij systematische afwijkingen is er sprake van een consequent te hoge of te lage waarde van de meting ten opzichte van de ware waarde. Als het verschil tussen de gemiddelde waarde en de ware waarde klein is, noemt men de meting juist. Metingen met zowel een grote precisie als juistheid hebben een grote nauwkeurigheid, oftewel een kleine meetonzekerheid (zie figuur 3.1).



Het is belangrijk om te weten wat de nauwkeurigheid van een meting is, maar grote nauwkeurigheid is geen doel op zich. Metingen moeten voldoende nauwkeurig zijn, voor het doel waarvoor zij dienen. De maximaal toegestane meetonzekerheid wordt veelal door 'de klant' bepaald; bij metingen in het kader van milieubeleid is dit de overheid.

Om het vertrouwen te geven dat een meting aan de gestelde eisen voldoet, is kwaliteitsborging nodig. Kwaliteitsborging omvat alle geplande en systematische activiteiten binnen een kwaliteitssysteem om in voldoende mate vertrouwen te geven dat een product, proces of dienst aan de kwaliteitseisen zal voldoen. Elementen die bij luchtmissiemetingen een belangrijke rol spelen, zijn het gebruik van genormaliseerde en gevalideerde meetmethoden, de kwaliteitsborging van meetinstanties (middels accreditatie en certificatie) en de kwaliteitsborging van bedrijfsmeetsystemen (middels periodieke kalibratie en controle). Deze elementen worden toegelicht in § 3.2. t/m 3.4. Aandachtspunten bij de uitvoeringspraktijk van luchtmissiemetingen worden besproken in § 3.5.

## 3.2 Meetnormen

Genormaliseerde en gevalideerde meetmethoden zijn een belangrijk instrument voor het verkrijgen van betrouwbare meetgegevens. De twee Nederlandse Actieprogramma's Normalisatie en Validatie van Milieumeetmethoden (ANVM-1 en ANVM-2) zijn dan ook gericht geweest op de systematische en structurele ontwikkeling van gestandaardiseerde, oftewel genormaliseerde meetmethoden. Daarnaast is in deze programma's aandacht besteed aan de evaluatie van nieuwe en bestaande genormaliseerde meetmethoden door het vaststellen van de zogenaamde prestatiekenmerken. Hiermee zijn deze methoden gevalideerd. Dergelijke genormaliseerde en gevalideerde meetmethoden zijn veelal vastgelegd in meetnormen.

Meetnormen zijn gestandaardiseerde beschrijvingen van een bepaald type meting. In zijn algemeenheid is in de meetnormen informatie opgenomen over:

- Het toepassingsgebied (scope): parameters, matrices (water, bodem, lucht, afval) en concentratiebereik;
- Het meetprincipe;
- De apparatuur en reagentia;
- De wijze van uitvoering, eventueel met een aantal vrijheidsgraden of een interpretatieruimte, waarvan is vastgesteld dat deze het resultaat niet significant beïnvloeden;
- De prestatiekenmerken van de meetmethode.



Hoewel de meeste meetnormen één specifieke methode beschrijven, zijn er ook normen die meerdere meetprincipes behandelen of het meetprincipe vrij laten. Er wordt in dat geval wel gesproken over de minimale prestatiekenmerken waaraan de methode moet voldoen.

De prestatiekenmerken van een meetmethode kwantificeren de mate waarin de meetresultaten van deze methode kunnen afwijken van de ware waarde. Zij kunnen worden onderverdeeld in algemene prestatiekenmerken (meetbereik), prestatiekenmerken gerelateerd aan precisie (aantoonbaarheidsgrens, herhaalbaarheid en reproduceerbaarheid) en prestatiekenmerken gerelateerd aan juistheid (juistheid, robuustheid, selectiviteit e.a.).

<sup>3</sup> Zie bijvoorbeeld NEN-EN-ISO 14956: Luchtkwaliteit - Evaluatie van de geschiktheid van een meetmethode door vergelijking met een vereiste meetonzekerheid.

#### Definities van enkele prestatiekenmerken

**Meetbereik** geeft een begrenzing aan voor de geldigheid van de andere prestatiekenmerken. Dit prestatiekenmerk wordt niet bepaald, maar gespecificeerd.

**Aantoonbaarheidsgrens** is gedefinieerd als de laagste concentratie van de component in het monster waarvan de aanwezigheid nog met een bepaalde betrouwbaarheid kan worden vastgesteld. Drie maal de standaardafwijking wordt bijvoorbeeld als grens gehanteerd. Een verwante term is de **bepalingsgrens** die veelal wordt gedefinieerd als tienmaal de standaardafwijking.

**Herhaalbaarheid** is gedefinieerd als de mate van overeenstemming tussen de resultaten van opeenvolgende metingen van dezelfde meetgrootte, die onder identieke meetomstandigheden zijn verricht. Deze identieke meetomstandigheden betreffen de meetmethode, de waarnemer, het instrument, de plaats, en herhaling in een korte tijdspanne.

**Reproduceerbaarheid** is gedefinieerd als de mate van overeenstemming tussen de meetresultaten van dezelfde meetgrootte, verkregen onder wisselende meetomstandigheden. De wisselende omstandigheden kunnen omvatten: het meetprincipe, de meetmethode, de waarnemer, het meetinstrument, de plaats en de tijd. De herhaalbaarheid en reproduceerbaarheid kunnen worden bepaald door herhaalde metingen aan hetzelfde monster, of door metingen aan meerdere, identiek veronderstelde, monsters en het bepalen van de spreiding van de uitkomsten. De metingen betreffen de gehele 'analysegang' van monstername tot en met de meting zelf.

**Juistheid** is gedefinieerd als het vermogen van een meetmethode om aanwijzingen zonder systematische afwijking weer te geven. De juistheid van een methode kan alleen worden bepaald als een vergelijking met de ware waarde mogelijk is. Deze waarde is per definitie onbekend, maar kan worden benaderd door het gebruik van een monster met een nauwkeurig bekende samenstelling (referentiemateriaal) of door toevoeging van een nauwkeurig bekende hoeveelheid van de meetcomponent aan een monster. Ook kan men gebruik maken van een referentiemethode, een methode met bekende precisie en nauwkeurigheid. Voor luchtmissiemetingen wordt de standaard referentiemethode doorgaans in wet- en regelgeving aangewezen.

Er is een trend om in plaats van de reproduceerbaarheid en de juistheid de meetonzekerheid als prestatiekenmerk te gebruiken, die een combinatie van beide is. Bronnen van meetonzekerheid zijn onder andere de gebruikte referentiematerialen, gebruikte methoden en apparatuur, omgevingsomstandigheden en degene die de meting uitvoert. Als maat voor de meetonzekerheid wordt het betrouwbaarheidsinterval (BI) gehanteerd. Meestal wordt hiervoor een waarschijnlijkheid van 95% gebruikt. Dit betekent dat wanneer een meting honderd maal zou worden herhaald, 95 metingen binnen dit interval liggen. Er zijn procedures voor de berekening van de meetonzekerheid<sup>3</sup>, waarvoor de statistische basisgegevens te vinden zijn in de meetnormen en de specificaties bij de meetinstrumenten. Voor de omgang met meetonzekerheid in relatie tot de toetsing van meetresultaten, zie § 4.5.3.

The International Organization for Standardization (ISO), le Comité Européen de Normalisation (CEN) en het Nederlands Normalisatie-instituut (NEN) zijn betrokken bij de ontwikkeling en het beheer van respectievelijk ISO, EN en NEN normen. Er bestaat een grote verscheidenheid aan normen gericht op de meting van parameters in specifieke matrices. Wanneer voor de meting van een bepaalde parameter een Europese norm bestaat, moet deze in Nederland worden toegepast. Zo niet, dan kan men kiezen uit ISO of NEN normen of andere nationale meetnormen. Normen zijn overigens niet statisch; bestaande normen worden regelmatig geactualiseerd en er komen ook steeds nieuwe normen bij. Volgens Europese regelgeving moeten nieuwe Europese normen één jaar na het uitbrengen ervan worden toegepast. Voor een overzicht met actuele normen voor het meten van luchtmissie zie [www.infomil.nl](http://www.infomil.nl) > lucht > meten en monitoring en [www.nen.nl](http://www.nen.nl) > normshop, waar deze normen kunnen worden besteld.

Naast bovengenoemde normen voor de meting van specifieke parameters zijn er ook meer algemene normen gericht op de kwaliteitsborging van metingen. Dit zijn bijvoorbeeld normen voor de kwaliteitsborging van meetinstanties (zie § 3.3) en voor de kwaliteitsborging van bedrijfsmeetsystemen (zie § 3.4).

### 3.3 Accreditatie en certificatie

#### Accreditatie

De accreditatie van meetinstituten is een belangrijk instrument voor het verkrijgen van betrouwbare meetgegevens. In de Nota Kwaliteit van milieumetingen (1993) is het voornemen opgenomen om accreditatie verplicht te stellen voor instituten die milieumetingen uitvoeren voor de overheid. Voorafgaand aan deze verplichting, genieten geaccrediteerde instituten de voorkeur boven niet-geaccrediteerde. Accreditatie staat voor de procedure die wordt gevolgd om te erkennen dat een organisatie of persoon competent is voor het uitvoeren van specifieke taken. Belangrijke elementen hierbij zijn: onafhankelijkheid, onpartijdigheid, objectiviteit, transparantie, consistentie, continuïteit en bekwaamheid.

De Raad voor Accreditatie (RvA) is de Nederlandse accreditatie-instelling. Het accreditatieproces bestaat uit een registratie, gevolgd door een vooronderzoek en een beoordeling. Een verworven accreditatie is vier jaar geldig, maar moet periodiek worden getoetst op blijvende validiteit. Hiertoe voert de RvA normaliter jaarlijks een controlebeoordeling en binnen vier jaar een herbeoordeling uit. Sinds 2002 heeft de RvA een nieuw accreditatiekenmerk/logo voor geaccrediteerde testlaboratoria. Het gebruik van het oude STERLAB accreditatiekenmerk en andere verwijzingen naar STERLAB zijn nog tot uiterlijk 1 juni 2004 toegestaan. In Europa zijn de accreditatie-instellingen verenigd in de European Co-operation for Accreditation (EA). Door multilaterale overeenkomsten worden accreditaties binnen de EU wederzijds erkend.

Normen voor de kwaliteitsborging van laboratoria zijn er vanaf de jaren '70. Het begon met het Good Laboratory Practice (GLP) concept in de Verenigde Staten. Later volgden de mondiale ISO guide 25 en de Europese en Nederlandse NEN-EN 45001. Deze laatste twee normen zijn inmiddels vervangen door de NEN-EN-ISO/IEC 17025: Algemene eisen voor de competentie van beproevings- en kalibratielaboratoria. Deze norm bevat alle eisen waaraan testlaboratoria moeten voldoen als zij willen aantonen dat ze volgens een kwaliteitssysteem werken, technisch competent zijn en in staat zijn technisch valide resultaten te leveren. De norm vormt het toetsingskader voor de RvA bij de accreditatie van testlaboratoria.<sup>4</sup>

De eisen in NEN-EN-ISO/IEC 17025 vallen uiteen in eisen aan het management en technische eisen. De eisen aan het management zijn onder meer gericht op het opzetten en onderhouden van een kwaliteitssysteem, de beheersing van documentatie en registraties en het nemen van preventieve en corrigerende maatregelen. Daarnaast zijn er technische eisen, die gaan over de beïnvloeding van de juistheid en betrouwbaarheid van meetresultaten door:

- Menselijke factoren (eisen aan personeel);
- Technische voorzieningen en omgevingsfactoren;
- Meetmethoden (selectie, validatie, bepaling meetonzekerheid);
- Apparatuur (onderhoud, kalibratie, 'logboek');
- Herleidbaarheid van metingen;
- Monsterneming en -behandeling (procedures voor monsterneming, transport, opslag et cetera);
- Eisen aan de rapportages van de meetinstanties.

In Europees normalisatiekader wordt gewerkt aan de praktische uitwerking van de algemene eisen aan beproevingslaboratoria zoals deze zijn gesteld in de NEN-EN-ISO/IEC 17025 naar meer specifieke eisen voor instanties voor luchtmissiemetingen. Naar verwachting is in 2004 het technisch rapport met de resultaten hiervan beschikbaar.

Bij de accreditatie hoort een scope of toepassingsgebied. Hierin wordt voor de betreffende meetinstantie het materiaal of product (matrix) gespecificeerd waarin de testen worden uitgevoerd, het soort testen of parameters en de methoden die hierbij worden gehanteerd. Deze methoden kunnen, maar hoeven niet noodzakelijkerwijs gebaseerd te zijn op een norm. De volgende drie verwijzingen naar methoden zijn toegestaan: eigen methode, conform een referentiemethode en gelijkwaardig aan een referentiemethode. Overigens was tot 1998 in de scope de verwijzing 'afgeleid van een norm' ook mogelijk. Dit leidde echter tot een dusdanige wildgroei dat dit niet meer is toegestaan. De scope vermeldt tevens welke vestigingen onder de accreditatie vallen en welke verrichten per vestiging zijn geaccrediteerd.

Informatie over geaccrediteerde meetinstanties en hun scope is te vinden bij de Raad voor Accreditatie.

#### Certificatie

Certificatie wordt wel gedefinieerd als de procedure waarmee wordt aangetoond dat er voldoende vertrouwen bestaat dat een product, proces of dienst in overeenstemming is met een bepaalde norm. De toetsingscriteria zijn dan ook (inter)nationale normen en eventueel aanvullende eisen vanuit de branche of sector.

Op het gebied van meten van luchtmissies bestaat er één certificatieregeling. De Stichting Certificatie Inspectie en Onderhoud Stookinstallaties – scios – beheert een op ISO 9002 gebaseerd kwaliteitssysteem op het specifieke terrein van professionele stookinstallaties opgesteld in zogenaamde 8.40 amvb-inrichtingen. De regeling richt zich, naast onderhouds- en inspectiewerkzaamheden, op NO<sub>x</sub>-emissiemetingen. In een bijlage bij de certificatieregeling zijn praktische richtlijnen opgenomen voor de uitvoering en rapportage van dergelijke metingen aan stookinstallaties.

<sup>4</sup> Veel instanties die luchtmissiemetingen uitvoeren vallen onder de categorie testlaboratoria. Testlaboratoria bepalen de eigenschappen van een product of proces en doen op basis van hun onderzoek een uitspraak over het analyseresultaat. Daarnaast bestaan inspectie-instellingen. Hun competentie gaat verder, want zij mogen op basis van het analyseresultaat een uitspraak doen of wordt voldaan aan het gebruikersdoel. Inspectie-instellingen worden bij accreditatie getoetst aan de ISO/IEC 17020: Algemene criteria voor het functioneren van verschillende soorten instellingen die keuringen uitvoeren.

### 3.4 Kwaliteitsborging geautomatiseerde meetsystemen

Vanuit de EU is er toenemende aandacht voor de kwaliteitsborging van geautomatiseerde meetsystemen, ook wel bedrijfsmeetsystemen genoemd. In dat kader is een Europese norm beschikbaar: NEN-EN 14181: Emissies van stationaire bronnen – Kwaliteitsborging van geautomatiseerde meetsystemen. Deze norm beschrijft voor geautomatiseerde meetsystemen drie verschillende niveaus van kwaliteitsborging (QAL; *Quality Assurance Levels*) en een jaarlijkse verificatietest (AST; *Annual Surveillance Test*).

QAL 1 is de procedure waarin wordt geëvalueerd of een meetsysteem kan voldoen aan de meetonzekerheid, zoals deze is gesteld in de regelgeving. Op basis van de prestatiekenmerken van het meetinstrument en kennis over de rookgassenstelling en -concentratieverdeling wordt een schatting gemaakt van de standaarddeviatie van het meetsysteem ( $s$ ). Vervolgens wordt met behulp van deze standaarddeviatie het 95% betrouwbaarheidsinterval berekend en vergeleken met het vereiste interval (zie ook § 4.5.3). De procedure hiervoor is vastgelegd in NEN-EN-ISO 14956: Luchtkwaliteit – Evaluatie van de geschiktheid van een meetmethode door vergelijking met een vereiste meetonzekerheid.

QAL 2 beschrijft de procedures voor validatie en kalibratie, nadat het geautomatiseerde meetsysteem is geïnstalleerd. Hiertoe wordt een aantal parallele metingen uitgevoerd ten opzichte van de standaard-referentiemeetmethode (ook wel referentiemetingen genoemd). Met behulp van de resultaten wordt vervolgens een ijklijn opgesteld voor de omrekening van het meetsignaal naar een concentratie. Deze kalibratieprocedure wordt iedere drie tot vijf jaar<sup>5</sup> herhaald. Daarnaast worden de onzekerheden in de meetresultaten

geëvalueerd ten opzichte van de vereiste meetonzekerheid (precisietoets).

QAL 3 beschrijft de doorlopende kwaliteitsprocedures om aan te tonen dat het geautomatiseerde meetsysteem dusdanig functioneert, dat het binnen de gestelde onzekerheid werkt. Dit gebeurt door periodieke *zero and span checks*. Dit zijn toetsen waarbij een inert nulgas en een controlegas met een bekende concentratie worden aangeboden en de respons van het meetsysteem wordt vergeleken met deze controlewaarden. De resultaten worden beoordeeld aan de hand van zogenaamde CUSUM-regelkaarten. Afwijkingen ten gevolge van drift of een afname in precisie kunnen zo tijdig worden geconstateerd.

De AST beschrijft de procedure voor de jaarlijkse verificatietest, waarin wordt geëvalueerd of de meetwaarden van het geautomatiseerde meetsysteem nog steeds binnen de vereiste onzekerheid liggen, zoals aangegevoerd tijdens de QAL 2 procedure. Dit gebeurt door inspectie van het monsternamesysteem en meetinstrument op onder andere lekkages en vervuiling. Deze inspectie wordt vooralsnog niet gezien als een activiteit waarop de inspectienormen in de ISO 45000 reeks van toepassing zijn. Daarnaast vinden parallele metingen plaats. De resultaten van deze metingen worden beoordeeld op hun precisie en juistheid.

NEN-EN 14181 heeft eind 2003 de definitieve status bereikt en moet dan door de EU-lidstaten binnen een jaar na publicatie, eind 2004, in de nationale regelgeving worden opgenomen. Toepassing van de norm wordt vooralsnog slechts vereist in de Europese richtlijnen voor de emissies van grote stookinstallaties (LCP) en afvalverbranding (WID), die in Nederland worden geïmplementeerd middels respectievelijk het Besluit emissie-eisen stookinstallaties A (BEES A) en het Besluit verbranden afvalstoffen (BVA) (zie § 4.1).

<sup>5</sup> Conform NEN-EN 14181 eens per 5 jaar; in specifieke regelgeving wordt eens per 3 jaar voorgeschreven.

#### Kwaliteitsborging PEMS

In plaats van geautomatiseerde continue meetsystemen (CEMS) kunnen ook PEMS worden gebruikt. Volgens de huidige wet- en regelgeving dienen PEMS-parameters slechts opnieuw te worden vastgesteld bij aanpassingen aan de installaties. Het verdient echter aanbeveling om op gezette tijden de betrouwbaarheid van de PEMS te controleren door het uitvoeren van parallelmetingen. Dit omdat enerzijds de PEMS parameters in de tijd kunnen veranderen en anderzijds omdat (on)bewust veranderingen in de installatie kunnen worden aangebracht die de emissies kunnen beïnvloeden.

Er zou van een PEMS kunnen worden geëist dat het gelijkwaardig is aan een CEMS. Het aantonen van gelijkwaardigheid leidt in de praktijk echter tot problemen, omdat enkele prestatiekenmerken specifiek zijn voor CEMS en deze voor PEMS een andere definitie behoeven. Voorbeelden hiervan zijn de kruisgevoeligheid en de reproduceerbaarheid. Essentieel is dat een PEMS continu de juiste resultaten genereert binnen het vereiste betrouwbaarheidsinterval.

Dit kan worden gecontroleerd met behulp van de NEN-EN 14181. De systematiek in deze norm is in principe toepasbaar op alle meetsystemen.

Voor een PEMS betekent dit dat eerst moet worden vastgesteld wat de ERP's van een installatie zijn en de relatie met de emissie. In QAL 1 moet dan de totale onzekerheid berekend worden op basis van de onzekerheid in de meting van de ERP's en die in de vastgestelde relatie. Tevens dient in deze berekening het effect van de parameters te worden geschat die wel enig effect op de emissie hebben, maar niet in het PEM-systeem zijn meegenomen. Wanneer is aangetoond dat het PEM-systeem kan voldoen aan de gestelde onzekerheidseisen, kunnen de overige kwaliteitsborgingsniveaus (QAL 2, QAL 3 en AST) op dezelfde wijze worden uitgevoerd als bij een CEMS. Dit betekent een drie- tot vijfjaarlijkse kalibratie, een jaarlijkse verificatietest door middel van parallelmetingen ten opzichte van de referentiemeetmethode en een periodieke controle op goed functioneren van de meetinstrumenten.

### 3.5 Uitvoeringspraktijk

Het gebruik van meetnormen, de accreditatie van meetinstanties volgens NEN-EN-ISO/IEC 17025 en de kwaliteitsborging van bedrijfsmeetsystemen volgens NEN-EN 14181 vormen randvoorwaarden voor een goede kwaliteit van luchtmissiemetingen. Of deze goede kwaliteit ook daadwerkelijk wordt gehaald, hangt echter af van de uitvoeringspraktijk. In de Nota Kwaliteit (1993) is gesteld dat meetinstanties, naast hun accreditatie, ook daadwerkelijk moeten aantonen dat metingen op een kwalitatief goede wijze worden uitgevoerd. De Raad voor Accreditatie eist dan ook dat meetinstanties tijdens de accreditatie-beoordeling kunnen aantonen dat zij praktijkervaring hebben in de uitvoering van alle testen uit de scope en dat de meetinstanties deelnemen aan relevante interlaboratoriumonderzoeken om de beheersing van de methoden aan te tonen.

Het toezicht op de accreditatie van de meetinstanties wordt uitgeoefend door de Raad voor Accreditatie. Deze periodieke beoordelingen zijn echter aangekondigde momentopnamen. Op grond van ervaringen blijkt dat voor het realiseren van een continue kwaliteit regelmatig toezicht noodzakelijk is. Het toezicht op de kwaliteitsborging van geautomatiseerde meetsystemen is in Nederland nog niet geregeld. Het bevoegd gezag zou in voorgenoemde gevallen een (additionele) rol kunnen vervullen. Handvatten hierbij zijn deze handleiding en de bijbehorende praktijkbladen.

Een belangrijk algemeen aandachtspunt bij de beoordeling van meetresultaten betreft de scope (het toepassingsgebied) van de accreditatie van het betreffende meetinstuut. Een rapportage met een accreditatielogo betekent niet zonder meer dat alle metingen onder de accreditatie zijn uitgevoerd. Enkele voorbeelden:

- Een meetinstantie die uitsluitend geaccrediteerd is voor  $O_2$ - en  $NO_x$ -metingen, kan wel BEES-metingen aan kleine oliegestookte installaties uitvoeren binnen de accreditatie, maar niet aan grote oliegestookte installaties, omdat daarvoor ook  $SO_2$ -metingen noodzakelijk zijn die niet onder de accreditatie vallen;
- Een meetinstantie die geaccrediteerd is voor  $NO_x$ -metingen door middel van chemoluminescentie mag ook metingen uitvoeren op basis van andere meetprincipes, zoals elektrochemische cellen, mits de verrichting in de rapportage dan niet als geaccrediteerde verrichting wordt aangemerkt.

Bij de beoordeling van meer specifieke, praktische kwaliteitsbepalende factoren kunnen de controlelijsten in de praktijkbladen een hulpmiddel zijn. Een voorbeeld: voor het bevoegd gezag is het van belang om met betrekking tot de periodieke controle van meetapparatuur door middel van vergelijking met een nulgas en een controlegas (de zogenaamde *zero and span checks*) het volgende na te gaan:

- Zijn afkeurcriteria gesteld aan de resultaten van de *zero and span checks*?
- Worden die afkeurcriteria ook daadwerkelijke toegepast; wanneer wordt de meetapparatuur bijgesteld op de zero- en spanwaarden en hoe worden eerder geproduceerde meetgegevens gecorrigeerd?
- Worden de controles met een gas uitgevoerd met een geldig analysecertificaat van een (NKO-)geaccrediteerd laboratorium (waardoor herleiding naar internationale standaarden mogelijk is)?
- Vindt de toevoer van het controlegas zoveel mogelijk aan het begin van het bemonsteringssysteem plaats en zo niet, wordt dan op een andere manier gewaarborgd dat het monstersysteem lekdicht is?



Het gebruik van controlelegassen vormt een onderdeel van de kwaliteitsborging

# 4 Toezicht door emissiemetingen

## 4.1 Inleiding

Eisen aan de emissies van stationaire bronnen naar de lucht en de bijbehorende controleverplichtingen zijn opgenomen in wet- en regelgeving (Besluiten met bijbehorende meetregelingen) en in de Nederlandse emissierichtlijn Lucht (NeR). De emissie-eisen in de Besluiten en de voorschriften met betrekking tot de controle ervan liggen vast en zijn direct werkend. Bij emissie-eisen en controleregimes op basis van de NeR heeft het bevoegd gezag de ruimte voor eigen afwegingen en keuzes, die vervolgens moeten worden vastgelegd in de vergunning. De (belangrijkste) besluiten met betrekking tot luchtmissies zijn:

- Besluit emissie eisen stookinstallaties A (BEES A);
- Besluit emissie eisen stookinstallaties B (BEES B);
- Besluit luchtmissies afvalverbranding (Bla);
- Regeling verbranden gevaarlijke afvalstoffen (RVGA);
- Besluit verbranden afvalstoffen (Bva);
- Oplosmiddelenbesluit omzetting EG-VOS-richtlijn.

De selectie van het controleregime is of wordt bepaald door de aard, omvang en variabiliteit van de emissies en de kans op het falen van de emissie-beperkende maatregelen. In de NeR wordt de keuze voor het controleregime bepaald door de verhouding tussen de mogelijke toename van de emissie bij het falen van de emissiebeperkende techniek (de zogenaamde storingsemissie) en de schadelijkheid van de emissie (uitgedrukt in de zogenaamde massastroomtoetsingswaarde). Zo komt de NeR tot vijf verschillende controleregimes. De bijbehorende controlevormen variëren van het gebruik van simpele ERP's bij een gering risico, afzonderlijke metingen met een bepaalde frequentie, tot continue metingen bij een groot risico. Volgens het Oplosmiddelenbesluit moeten er periodieke of continue controles plaatsvinden afhankelijk van de grootte van de gereinigde massastroom via een afgaskanaal. Voor de controlevormen wordt aansluiting gezocht bij de NeR-systematiek. Ook de besluiten met betrekking tot verbrandingsemissies kennen het gebruik van ERP's (in de vorm van PEMS), afzonderlijke metingen met verschillende frequenties en continue metingen. Vanuit emissiehandel zullen bij sterk variërende emissies continue metingen worden geëist.

Naast de emissie-eisen en de controle ervan richten wet- en regelgeving en de NeR zich ook op de kwaliteitsborging van de controles. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om de meetplaats, het gebruik van meetnormen, kwaliteitsborging van de meetinstanties en van bedrijfsmeetsystemen.

In § 4.2 wordt nader ingegaan op het opnemen van voorschriften met betrekking tot kwaliteitsborging in de vergunning. § 4.3 behandelt de gebruikelijke controleregimes in wet- en regelgeving en de herleiding van meetgegevens naar standaardcondities. Vervolgens is de rapportage van de meetgegevens het onderwerp van § 4.4. De toetsing van de meetgegevens aan de emissie-eisen komt aan de orde in § 4.5. Hierbij wordt aandacht besteed aan de omgang met de meetonzekerheid. § 4.6 Richt zich tenslotte op de controle op representatieve bedrijfsvoering tijdens de metingen.



Emissie-eisen en controleregimes zijn opgenomen in wet- en regelgeving

De emissie-eisen die aan luchtmissies worden gesteld, zijn meestal uitgedrukt in tijdgemiddelde concentratie-eenheden ( $\text{mg}/\text{m}_0^3$ ). Zij zijn gedefinieerd onder standaardcondities qua druk en temperatuur en in droog rookgas, waardoor ze onafhankelijk zijn van specifieke bedrijfscondities. Emissie-eisen aan verbrandingsemissies zijn gedefinieerd bij een referentie-zuurstofgehalte.

De controle van de emissies wordt uitgevoerd op basis van metingen. Er zijn drie mogelijke controlevormen:

- Monitoren van emissie-relevante parameters (ERP's);
- Afzonderlijke metingen met een doelmatige frequentie;
- Continue metingen.

## 4.2 Kwaliteitsborging in de vergunning

Het verkrijgen van betrouwbare meetgegevens begint met een adequate kwaliteitsborging. Voor zover zaken ten aanzien van de kwaliteitsborging van de controles niet geregeld zijn in de Besluiten, verdient het aanbeveling om hierover voorschriften op te nemen in de vergunning.

Bij de installaties moeten zodanige voorzieningen zijn aangebracht dat het uitvoeren van metingen op verantwoorde wijze mogelijk is. Dit betreft zowel de plaats (hoeveelheid en grootte van de meetopeningen, afstand tot bochten en ventilatoren) en toegankelijkheid (beschikbare ruimte op het meetbordes, veiligheid) van de meetpunten als de benodigde voorzieningen (stroom, parkeergelegenheid voor de meetauto). Het is wenselijk om hier in een vroeg stadium (tijdens de ontwerpfase) al rekening mee te houden.

De metingen moeten worden uitgevoerd op basis van genormaliseerde meetmethoden, of methoden met resultaten van een gelijkwaardige kwaliteit. Soms worden specifieke meetnormen genoemd of een maximale toegestane meetonzekerheid als 95% BI opgeven. In recente EU-regelgeving wordt het gebruik van CEN-normen verplicht gesteld, indien zij beschikbaar zijn. Een aandachtspunt is het gebruik van de meest actuele versie van de meetnormen. In de vergunning kan de op dat moment geldende norm met nummer worden opgenomen, met als toevoeging dat bij actualisatie de opvolger van deze norm moet worden toegepast.

Metingen in het kader van handhaving mogen in principe niet worden uitgevoerd door het betrokken bedrijf, tenzij het bedrijf een geaccrediteerde (en daarmee onafhankelijke) meetdienst heeft. Daarnaast kunnen deze metingen worden uitgevoerd door een externe instelling die daartoe is geaccrediteerd. In recente EU-regelgeving wordt accreditatie (of het werken volgens CEN normen inzake onafhankelijkheid en competentie) zelfs verplicht gesteld. Het verdient aanbeveling om het meetplan (of de offerte) af te laten stemmen met het bevoegd gezag en om metingen aan te laten kondigen zodat toezicht ter plaatse mogelijk is. De metingen moeten worden uitgevoerd tijdens representatieve bedrijfsvoering.

Continue meetsystemen moeten bij ingebruikname worden gekalibreerd en op doelmatige werking worden gecontroleerd. Kalibratie vindt plaats door vergelijking met de referentiemeetmethode. Recente EU-regelgeving verplicht een jaarlijkse verificatietest en een driejaarlijkse kalibratie ten opzichte van de referentiemeetmethode.

## 4.3 Controleregimes

In deze paragraaf worden de drie gebruikelijke controleregimes behandeld, respectievelijk emissie-relevante parameters, afzonderlijke metingen en continue metingen. Daarnaast wordt ingegaan op de herleiding van de verkregen resultaten naar standaardcondities.

### 4.3.1 Emissie-relevante parameters (ERP's)

Als emissie-relevante parameters worden grootheden aangemerkt die in directe of indirecte relatie staan met de te beoordelen emissie. Deze parameters kunnen betrekking hebben op de werking van de emissiebeperkende techniek of op de voor de emissie bepalende proces- of afgascondities.

De NeR kent drie verschillende categorieën ERP's. De lichtste categorie ERP's geven aan of een installatie of proces op de gewenste wijze in werking is. Op grond van eerdere ervaringen of metingen kan worden aangenomen dat indien een parameter een bepaalde waarde heeft, de gestelde emissie-eis niet wordt overschreden. Een voorbeeld hiervan is de drukval over een doekenfilter als indicator; een verlaagde drukval duidt op een lek, zodat een gedeelte van de gasstroom ongereinigd wordt uitgestoten. De zwaarste categorie ERP's geven een betrouwbaar kwantitatief beeld van de emissie en kunnen na kalibratie zelfs de meting van een specifieke component geheel vervangen. Deze methode wordt ook wel *Predictive Emission Monitoring* genoemd (PEM; zie § 2.4). Een voorbeeld hiervan is het meten van de totale stroom aan koolwaterstoffen in plaats van één van de componenten, op voorwaarde dat de samenstelling van de gasstroom niet verandert. Voor een overzicht van verschillende emissiebeperkende technieken en geschikte bijbehorende ERP's wordt verwezen naar de NeR.

Ook in de besluiten met betrekking tot verbrandings-emissies is de mogelijkheid tot het gebruik van ERP's opgenomen. Zo kan op relatief eenvoudige wijze het zwavelgehalte in de brandstof worden gemeten in plaats van het meten van de SO<sub>2</sub>-concentratie in het rookgas. Een alternatief voor een NO<sub>x</sub>-meting is het bepalen van één of meer parameters van de voor een stookinstallatie vastgestelde uitworpkarakteristiek voor de NO<sub>x</sub>-emissie (zie ook § 2.4).

Zoals uit bovenstaande blijkt, betekent het gebruik van ERP's en PEMS niet dat er geen metingen plaatsvinden. Voor PEMS zijn metingen nodig om de relatie tussen de emissie en de ERP('s) vast te stellen. Verder kunnen eenvoudige metingen worden gebruikt als ERP ter indicatie voor de resultaten uit meer ingewikkelde bepalingen.

### 4.3.2 Afzonderlijke metingen

Afzonderlijke metingen richten zich op het vaststellen van de concentratie in het rookgas van een specifieke component, waarvoor een emissie-eis is vastgesteld. Tegelijkertijd moeten echter ook de benodigde referentiegrootheden, zoals het zuurstofgehalte, het vochtgehalte, de temperatuur en het debiet worden bepaald.

Emissie-eisen hebben betrekking op periodes met de hoogste emissie. Daarom moeten afzonderlijke metingen worden uitgevoerd bij normale bedrijfsvoering die gepaard gaat met de hoogste emissie (zie ook § 4.6). Dit betekent meestal tijdens het benutten van de maximale capaciteit van de installatie. Er dient geen meting te worden uitgevoerd bij uitzonderlijke bedrijfssituaties of bij periodes van stilstand van de installatie.

Een afzonderlijke meting bestaat uit een serie deelmetingen met afzonderlijke monsternames. Het aantal deelmetingen dat noodzakelijk is om voldoende inzicht te krijgen in de emissie hangt af van het emissiepatroon. Het minimum aantal deelmetingen is drie. De monsternemingsduur van een deelmeting bedraagt over het algemeen een half uur. Indien er sprake is van wisselende rookgasdebieten dient de rookgasconcentratie als debietgewogen gemiddelde te worden vastgesteld.

De meetresultaten moeten, na herleiding tot standaardcondities en referentie-zuurstofgehalte (zie § 4.3.4), worden berekend als (half)uurgemiddelden en daarna geregistreerd.

### 4.3.3 Continue metingen

Continue metingen richten zich op het continue vaststellen van de concentratie of vracht in het rookgas van een specifieke component. Ook hierbij moeten daarnaast alle relevante rookgasparameters continue worden gemeten.

De meetresultaten worden getoetst betrokken op de werkelijke tijd dat de installatie in gebruik is. Het is daarom van belang dat perioden van opstarten en stilleggen en andere periodes met niet-normale bedrijfsvoering (bijvoorbeeld tijdens storingen in de emissiebeperkende techniek) worden geregistreerd. Overigens zijn er aan sommige van deze periodes wettelijke maxima verbonden.

De meetresultaten moeten continue worden geregistreerd. De NeR stelt dat voor elk opeenvolgend half uur de halfuurgemiddelde concentratie moet worden bepaald. Na herleiding van de meetgegevens moeten zij worden ingedeeld in tenminste 20 klassen en bewaard als frequentieverdeling. De Besluiten met betrekking tot verbrandingsemissies kennen verschillende middelingstijden (bv. (half)uur, dag- of 48-uurgemiddelden en kalendermaandgemiddelden). Na herleiding van deze gemiddelden, moeten zij in klassen worden ingedeeld en per kalenderjaar als percentielwaarden worden geregistreerd.

### 4.3.4 Herleiding van meetgegevens

Emissie-eisen in wet- en regelgeving zijn gedefinieerd onder standaardcondities, waardoor zij generiek zijn en onafhankelijk van specifieke bedrijfscondities. Voordat een gemeten waarde kan worden getoetst aan de gestelde emissie-eis, moet deze dan ook worden omgerekend naar dezelfde standaardcondities en eenheid als de emissie-eis.

Afhankelijk van het meetconcept betekent dit het uitvoeren van één of meerdere van onderstaande correcties om te komen tot een gestandaardiseerde meetconcentratie  $C_s$

- in droog rookgas;
- bij standaard druk en temperatuur;
- bij standaard zuurstofconcentratie;
- uitgedrukt in  $\text{mg}/\text{m}_0^3$ .

#### Herleiding naar droog rookgas

Emissie-eisen hebben betrekking op droge lucht of droog rookgas. Wanneer de concentratiemeting in nat rookgas is uitgevoerd, dus zonder rookgaskoeler of -droger, moet de meetwaarde worden gecorrigeerd voor het volumeaandeel waterdamp in het rookgas.

#### Correctie voor het vochtgehalte

$$C = C_m \times \frac{100}{100 - C_w}$$

waarin:

- $C$  concentratie in droog rookgas
- $C_m$  concentratie gemeten in het natte rookgas
- $C_w$  waterdampgehalte [volume%] van het natte rookgas

#### Herleiding naar standaard druk en temperatuur

Emissie-eisen worden opgegeven bij 101,3 kPa en 273 K. Meetwaarden moeten naar deze standaard druk en temperatuur worden herleid. Doorgaans zijn *in-situ* bedrijfsmeetsystemen uitgerust met een druk- en temperatuurmeting, zodat de correctie intern plaatsvindt. Bij extractieve meetsystemen is deze correctie niet nodig, omdat de meetinstrumenten met controle-gassen worden ingeregeld bij dezelfde omgevingscondities als waarbij de metingen worden uitgevoerd.

#### Correctie voor druk en temperatuur

$$C = C_m \times \frac{T}{273} \times \frac{101,3}{P}$$

waarin:

- $C$  concentratie bij standaard druk en temperatuur
- $C_m$  concentratie gemeten bij de actuele druk en temperatuur
- $T$  actuele rookgastemperatuur [K]
- $P$  actuele absolute rookgasdruk [kPa]

*Herleiding naar standaard zuurstofconcentratie*

Om te voorkomen dat bij verbrandingsprocessen de rookgassen met schone buitenlucht worden verdund om aan de emissie-eisen te voldoen, worden eisen aan verbrandingsemissies opgegeven bij een standaard zuurstofgehalte. De gemeten concentratie moet worden herleid naar datzelfde zuurstofpercentage. Voor emissies met rookgassen met een hoog zuurstofgehalte, zoals afzuigingen van processen en katalytische naverbranders, is het onmogelijk om op basis van het zuurstofgehalte te corrigeren voor verdunning met lucht. De emissie-eisen zijn dan gegeven bij de actuele zuurstofconcentratie en er dient een visuele beoordeling op het bijmengen van lucht te worden uitgevoerd.

**Correctie voor de zuurstofconcentratie**

$$C = C_m \times \frac{20,94 - O_s}{20,94 - O_m}$$

waarin:

- C concentratie betrokken op een standaard zuurstofconcentratie in droog rookgas  
 $C_m$  concentratie bij de actuele zuurstofconcentratie in droog rookgas  
 $O_s$  de zuurstofconcentratie [volume%; v%] betrokken op droog rookgas waarnaar herleiding moet plaatsvinden; voorbeelden zijn 11v% voor afvalverbranding, 6v% voor het stoken van kolen en 3v% voor het stoken van aardgas  
 $O_m$  de actuele zuurstofconcentratie in volume% betrokken op droog rookgas die is vastgesteld tegelijkertijd en op dezelfde plaats in de installatie als waar  $C_m$  is gemeten.  $C_m$  en  $O_m$  moeten over hetzelfde tijdsinterval zijn gemiddeld  
 20,94 zuurstofconcentratie in droge lucht

*Omrekening van ppm naar  $mg/m_0^3$* 

Emissie-eisen worden uitgedrukt in  $mg/m_0^3$ . Bij veel meetinstrumenten wordt de gemeten concentratie echter uitgedrukt in ppm en moet een omrekening van ppm naar  $mg/m_0^3$  plaatsvinden.

**Omrekening van ppm naar  $mg/m_0^3$** 

$$C = \frac{M}{22,4} \times C_v$$

waarin:

- C concentratie bij standaard druk en temperatuur [ $mg/m_0^3$ ] in droog rookgas  
 M molecuulmassa van de betreffende component<sup>1</sup> [g/mol]  
 $C_v$  concentratie [ppm]  
 22,4 molair volume [l/mol] van een ideaal gas bij 273 K en 101,3 kPa

<sup>1</sup> Voor  $NO_x$  wordt aangenomen dat het aandeel NO in de atmosfeer wordt omgezet in  $NO_2$ . Voor omrekening van de stikstofoxidenconcentratie wordt daarom gebruik gemaakt van de molecuulmassa van  $NO_2$ , te weten 46 g/mol.

*Herleiding naar kg/jaar (vracht)*

Vanuit het oogpunt van bijvoorbeeld luchtkwaliteit of emissiehandel moet van bepaalde installaties de jaar-emissie worden berekend. In veel situaties wordt de jaaremisse berekend op basis van een periodieke meting. Indien de concentratie continue wordt gemeten, dan beschikt men doorgaans over (half)uurgemiddelde waarden. Als ook het debiet als (half)uurgemiddelde waarde wordt vastgesteld, bijvoorbeeld door middel van directe meting of berekening uit het brandstofverbruik, dan kan ieder (half)uur een vracht worden berekend. De jaarvracht wordt dan berekend door sommatie van de (half)uurvrachten. Langere middelingstijden of verschillende middelingstijden voor de concentratie en het debiet kunnen leiden tot aanzienlijke systematische fouten in de berekende jaarvracht.

**Correctie van gemeten debietwaarde voor vochtgehalte, druk, temperatuur en zuurstofconcentratie**

$$F_s = v \times 3600 \times Opp \times \frac{100 - C_w}{100} \times \frac{273}{T} \times \frac{P}{101,3} \times \frac{20,94 - O_m}{20,94 - O_s}$$

waarin:

- $F_s$  gestandaardiseerd debiet [ $m_0^3/u$ ] van droog rookgas bij een standaard zuurstofconcentratie  
 v rookgassnelheid [m/s]  
 Opp oppervlakte rookgaskanaal [m<sup>2</sup>]  
 $C_w$  waterdampgehalte [volume%] van het natte rookgas  
 T actuele rookgastemperatuur [K]  
 P actuele absolute rookgasdruk [kPa]  
 $O_s$  de zuurstofconcentratie [volume%; v%] betrokken op droog rookgas waarnaar herleiding moet plaatsvinden; voorbeelden zijn 11v% voor afvalverbranding, 6v% voor het stoken van kolen en 3v% voor het stoken van aardgas  
 $O_m$  de actuele zuurstofconcentratie in volume% betrokken op droog rookgas die is vastgesteld tegelijkertijd en op dezelfde plaats in de installatie als waar  $C_m$  is gemeten.  $C_m$  en  $O_m$  moeten over hetzelfde tijdsinterval zijn gemiddeld  
 20,94 zuurstofconcentratie in droge lucht



### Berekening van gestandaardiseerd debiet op basis van het brandstofverbruik

$$F_s = F_{br} \times V_{st} \times \frac{20,94}{20,94 - O_s}$$

waarin:

- $F_s$  gestandaardiseerd debiet [ $m_o^3/u$ ] van droog rookgas bij een standaard zuurstofconcentratie  
 $F_{br}$  brandstofverbruik; vaste of vloeibare brandstoffen [ $kg/u$ ], gasvormige brandstoffen [ $m_o^3/u$ ]  
 $O_s$  de zuurstofconcentratie [volume%; v%] betrokken op droog rookgas waarnaar herleiding moet plaatsvinden; voorbeelden zijn 11v% voor afvalverbranding, 6v% voor het stoken van kolen en 3v% voor het stoken van aardgas  
 20,94 zuurstofconcentratie in droge lucht  
 $V_{st}$  stoichiometrisch droog rookgasvolume; vaste of vloeibare brandstoffen [ $m_o^3/kg$ ], gasvormige brandstoffen [ $m_o^3/m_o^3$ ]

Bepaling  $V_{st}$ :

Het stoichiometrisch droog rookgasvolume is het droog rookgasvolume dat bij volledige verbranding met lucht zonder luchtvermaat ontstaat. Het stoichiometrisch droog rookgasvolume wordt uit de brandstofsamenstelling (het aandeel C, H en O) bepaald. Door volledige verbranding te veronderstellen kan samen met de minimale luchtbehoefte het totale rookgasvolume als som van de aandelen  $CO_2$ ,  $H_2O$  en  $N_2$  worden berekend.

Ook kan voor fossiele brandstoffen op basis van DIN 1942 het stoichiometrisch rookgasvolume worden geschat ( $\pm 5\%$ ) uit de onderste stookwaarde (H):

Gasvormige brandstoffen:  $V_{st} = 0,199 + 0,234 \times H$  (H in MJ/ $m_o^3$ )

Vaste brandstoffen:  $V_{st} = 0,450 + 0,239 \times H$  (H in MJ/kg)

Vloeibare brandstoffen:  $V_{st} = 0,929 + 0,221 \times H$  (H in MJ/kg)

### Berekening van de vracht

$$E = C_s \times 10^{-6} \times F_s$$

waarin:

- $E$  emissievracht [ $kg/u$ ]  
 $C_s$  gestandaardiseerde concentratie [ $mg/m_o^3$ ] in droog rookgas bij een standaard zuurstofconcentratie  
 $F_s$  gestandaardiseerd debiet [ $m_o^3/u$ ] van droog rookgas bij een standaard zuurstofconcentratie

### Herleiding naar gram/GJ

Voor gasturbine(installaties) en zuigermotoren is de emissiegrenswaarde gegeven in grammen  $NO_x$  per gigajoule. De energieconsumptie van de installatie per tijdseenheid wordt bepaald door de calorische waarde van de brandstof en het brandstofverbruik. Uit de berekende of gemeten massastroom rookgassen en de concentratie  $NO_x$  in deze rookgassen, kan de uitstoot in massa  $NO_x$  per tijdseenheid worden berekend. Omdat zowel het energieverbruik als het rookgasdebiet afhankelijk zijn van het brandstofverbruik, is de relatieve emissie in gram  $NO_x$  /GJ recht evenredig met de emissie uitgedrukt in  $mg/m^3$ .

### Relatieve emissie in gram per gigajoule<sup>2</sup>

$$E_{rel} = C_m \times \frac{V_{st}}{H} \times \frac{20,94}{20,94 - O_m}$$

waarin:

- $E_{rel}$  relatieve emissie [g/GJ]  
 $C_m$  concentratie [ $mg/m_o^3$ ] in droog rookgas bij de actuele zuurstofconcentratie  
 $V_{st}$  stoichiometrisch droog rookgasvolume; vaste of vloeibare brandstoffen [ $m_o^3/kg$ ], gasvormige brandstoffen [ $m_o^3/m_o^3$ ]  
 Voor de bepaling van  $V_{st}$  zie boven bij debietcorrecties  
 $H$  onderste stookwaarde van de brandstof [MJ/eenheid van brandstofhoeveelheid]  
 $O_m$  actuele zuurstofconcentratie [volume%] betrokken op droog rookgas  
 20,94 zuurstofconcentratie in droge lucht

<sup>2</sup> Voor de meeste brandstoffen is de omrekeningsfactor circa  $0,25 \times (20,94 / (20,94 - O_m))$ .

## 4.4 Rapportage

In z'n algemeenheid moeten de resultaten van (emissie)metingen zorgvuldig, duidelijk en objectief worden gerapporteerd, en overeenkomstig eventuele specifieke instructies in de toegepaste methode. Alle informatie moet zijn opgenomen die door de klant wordt vereist en die nodig is voor de interpretatie van de resultaten. Naast een overzichtelijke presentatie van de meetresultaten, zal de rapportage dus ook relevante achtergrondinformatie moeten bevatten over de installatie waaraan gemeten is, over de gebruikte methode en meetapparatuur en over kwaliteitsborgingsaspecten. Daarnaast is het van belang om in de rapportage in te gaan op de bedrijfsomstandigheden tijdens de meting, om zo de representativiteit van de metingen te kunnen beoordelen.

De basisinformatie omvat bijvoorbeeld gegevens over:

- De instantie die de metingen uitvoert;
- De inrichting waar de installatie staat;
- De installatie (type, fabrikant/merknaam, bouwjaar, vermogen, brandstof);
- De bemonsteringslocatie, waaronder de schoorsteenafmetingen;
- Het meetinstrument (type, fabrikant/merknaam, meetbereik);
- De meetmethode, waaronder het meetprincipe en de gerealiseerde meetonzekerheid (dat laatste is vooral van belang als is afgeweken van de uitvoering volgens het normvoorschrift);
- Kwaliteitsborging (resultaten verificatie- en kalibratiemetingen, kopieën diverse certificaten);
- Alle afwijkingen van de voorgeschreven procedure/gebruikte meetmethoden en hun mogelijke invloed op de verkregen resultaten.

De rapportage over het monitoren van een emissiebeperkende techniek met behulp van een ERP moet tenminste een beschrijving bevatten van de betreffende ERP en de periodes dat de emissiebeperkende techniek al dan niet in bedrijf is geweest.

In de rapportage over afzonderlijke metingen is het van belang dat wordt aangetoond dat de metingen bij representatieve bedrijfsvoering zijn uitgevoerd. Daartoe moeten gegevens over de datum en tijd van de uitvoering van de metingen worden verschaft, evenals relevante gegevens over de bedrijfsvoering waaruit de representativiteit kan worden afgeleid (zie hiervoor ook § 4.6). De rapportage dient een motivatie te bevatten voor de keuze van de specifieke bemonsteringsmethode en de resultaten van alle deelmetingen moeten op overzichtelijke wijze worden gepresenteerd. Ten behoeve van de controle van de herleiding van de meetresultaten, verdient het aanbeveling dat ook de primaire meetdata en gegevens over het doorgezogen rookgasvolume, het zuurstofgehalte, vochtgehalte, temperatuur, druk en debiet worden opgenomen (inclusief rapportages van onderliggende analyses).

In de rapportage over continue metingen is het van belang dat perioden van opstarten en stilleggen en andere periodes van niet-normale bedrijfsvoering worden geïdentificeerd. Op basis van deze gegevens wordt namelijk het voor de toetsing relevante aantal actuele bedrijfsuren van de installatie bepaald. Als gebruik is gemaakt van een PEMS, moet de rapportage een motivatie en beschrijving bevatten van de gebruikte emissie-relevante parameter(s), inclusief een ijklijn, uitworp karakteristiek of andere informatie waarin het verband tussen de ERP's en de te bepalen emissie ondubbelzinnig is vastgelegd. Bij een grote reeks waarnemingen, zoals bij continue metingen, is een overzichtelijke presentatie van de meetgegevens van belang. Dit kan door een indeling in klassen en een presentatie als frequentieverdeling. Op basis van het netto aantal bedrijfsuren en voorschriften aan de middelingstijd van de metingen komt men tot een totaal aantal waarnemingen per jaar. In combinatie met de percentielwaarde geeft dit het aantal waarnemingen dat jaarlijks boven de emissiegrenswaarde mag uitkomen. Dit dient te worden gerapporteerd tezamen met het aantal daadwerkelijke overschrijdingen.

## 4.5 Toetsing

Bij de toetsing van meetgegevens aan de gestelde emissie-eisen wordt onderscheid gemaakt tussen de toetsing van afzonderlijke metingen en van continue metingen. Voorafgaand aan de toetsing wordt de meetonzekerheid van de methode van de meetresultaten afgetrokken. Op deze wijze wordt de meetonzekerheid ten gunste van de vergunninghouder uitgelegd (zie § 4.5.3).

### 4.5.1 Toetsing afzonderlijke metingen

De toetsing van afzonderlijke metingen aan de emissie-eisen is in wet- en regelgeving en in de NeR op verschillende wijze uitgewerkt.

Zo stelt de NeR dat de resultaten van de deelmetingen moeten worden gemiddeld tot het resultaat van de afzonderlijke meting. Het resultaat van de afzonderlijke meting moet vervolgens lager zijn dan de vergunde emissie-eis.

Het Oplosmiddelenbesluit stelt:

- Het gemiddelde van alle metingen moet lager zijn dan de emissiegrenswaarde;
- Alle uurgemiddelden moeten lager zijn dan 1,5 x de emissiegrenswaarde.

De Besluiten met betrekking tot verbrandingsemissies zijn strenger, want geen van de meetresultaten die deel uitmaken van een afzonderlijke meting mag boven de waarde van de emissie-eis liggen. Wel is er (bij overschrijding van de emissie-eis door één deelmeting) de mogelijkheid om op grond van een serie nadere metingen alsnog vast te stellen of aan de emissie-eis is voldaan.

### 4.5.2 Toetsing continue metingen

In wet- en regelgeving en de NeR bestaat een grote verscheidenheid aan toetsingscriteria voor continue metingen. Dit wordt veroorzaakt door variaties in de voorgeschreven middelingstijd (variërend van een half uur tot een maand), percentielwaarden (van 95 tot 100%) en vermenigvuldigingsfactoren voor de emissiegrenswaarde (tussen de 100 en 200%). Zoals hiervoor beschreven, heeft de toetsing van de continue metingen betrekking op periodes met normale bedrijfsvoering (overigens vallen in het Bva opstarten en stilleggen onder normale bedrijfsvoering).

Hieronder volgt ter verduidelijking een voorbeeld, waarin volgens de NeR een emissie-eis van 100 mg/m<sub>0</sub><sup>3</sup> is opgelegd met een controle door middel van continue metingen. De NeR stelt dan dat voor elke periode van vier aaneengesloten kwartalen geldt dat:

- Elk van de daggemiddelde concentraties onder de gestelde emissie-eis dient te liggen;
- 97% Van de halfuurgemiddelde concentraties de emissie-eis met niet meer dan 20% mogen overschrijden;

- Geen van de halfuurgemiddelde waarden het tweevoudige van de gestelde emissie-eis te boven mag gaan.

NeR		Klasse	Aantal	Klasse	Aantal
Emissiegrenswaarde	100	< 10	0	100-110	695
97-percentiel halfuurwaarden	< 120	10-20	0	110-120	335
Alle halfuurwaarden	< 200	20-30	6	120-130	153
Uren uit bedrijf	514	30-40	214	130-140	67
Uren niet normale bedrijfsvoering	506	40-50	1286	140-150	29
Valide halfuurgemiddelden	16500	50-60	2959	150-160	12
Aantal overschrijdingen van 120	268	60-70	3782	160-170	5
Max. toegestaan aantal overschrijdingen	495	70-80	3325	170-180	2
Aantal overschrijdingen van 200	0	80-90	2287	180-190	0
Max. toegestaan aantal overschrijdingen	0	90-100	1334	190-200	0
Aan NeR-eis voldaan?	ja			> 200	0

In dit voorbeeld is geen rekening gehouden met de meetonzekerheid. Op grond van bovenstaande gegevens kan het eerste criterium overigens niet worden getoetst.

### 4.5.3 Omgang met meetonzekerheid

In de nieuwe Nederlandse en Europese wetgeving wordt de maximaal toegestane meetonzekerheid in de resultaten van continue bedrijfsmeetsystemen (als 95% betrouwbaarheidsinterval) uitgedrukt in een percentage van de emissie-eis. Door berekeningen kan worden aangetoond of met het betreffende meetsysteem aan de gestelde eis kan worden voldaan. Op grond van een aantal statistische overwegingen wordt aangenomen dat het betrouwbaarheidsinterval van het gemiddelde gelijk is aan dat van de individuele waarneming. Het gemeten gemiddelde wordt vóór toetsing verminderd met het betrouwbaarheidsinterval van de individuele waarneming. Wanneer het gecorrigeerde gemiddelde dan kleiner is dan de emissiegrenswaarde, betekent dit dat de emissiegrenswaarde niet significant wordt overschreden.

Voor afzonderlijke metingen die worden uitgevoerd door een daartoe geaccrediteerde meetinstantie geldt dat deze meetinstantie middels het haar opgelegde kwaliteitssysteem moet kunnen aangeven wat de grootte van het betrouwbaarheidsinterval van het meetresultaat is. Dit interval is doorgaans kleiner dan het 95%-betrouwbaarheids-interval voor continue bedrijfsmetingen. De toetsing kan worden uitgevoerd op de meetwaarde verminderd met een door de meetinstantie aangetoond 95%-betrouwbaarheidsinterval.

Overigens moeten bij metingen voor andere doeleinden dan toezicht (zoals bijvoorbeeld garantiemetingen) heldere afspraken worden gemaakt over de verrekening van de meetonzekerheid bij toetsing.

## 4.6 Controle op representatieve bedrijfsvoering

Zoals eerder vermeld, hebben emissie-eisen betrekking op periodes met de hoogste emissie. Daarom moeten metingen worden uitgevoerd bij normale bedrijfsvoering die gepaard gaat met de hoogste emissie. Dit betekent meestal tijdens het benutten van de maximale capaciteit van de installatie. De wetgever biedt de ruimte om in bepaalde gevallen hiervan af te wijken. Als de maximale capaciteit van een installatie minder dan 10% van de tijd wordt benut, kan volgens de NeR worden overeengekomen dat de metingen onder gebruikelijke bedrijfsomstandigheden worden uitgevoerd. Ook mogen bijvoorbeeld bepaalde ketelinstallaties onder 60% van de vollast worden gemeten. Deze ruimte wordt geboden, omdat het niet altijd mogelijk is alle opgewekte stoom onder vollast ook nuttig te gebruiken.

Tijdens het uitvoeren van de metingen uit bovenstaand voorbeeld, is het relatief eenvoudig om aan de hand van de stoomproductie of het brandstofverbruik na te gaan of aan de 60%-eis is voldaan. In veel gevallen is het echter gecompliceerder om uit bedrijfsparameters af te leiden of de emissiemetingen bij representatieve bedrijfsvoering worden uitgevoerd. In zijn algemeenheid is het zinvol om de bedrijfsvoering tijdens de metingen te vergelijken met kwartaal- of jaarcijfers. In het kader zijn enkele specifieke voorbeelden nader uitgewerkt.

### Trommeldrogers voor productdroging

Metingen aan drooginstallaties voor productdroging dienen bij een representatieve belasting plaats te vinden. De productiecapaciteit wordt uitgedrukt in de massa water die per tijdeenheid kan worden verdampt. Op basis van debietmetingen en een waterbepaling kan worden geschat of de capaciteit van de installatie tijdens de metingen ten volle wordt benut. Ook kan dit worden afgeleid uit de volgende parameters:

- Temperatuur inlaat droogtrommel;
- Temperatuur uitlaat droogtrommel;
- Brandstofverbruik.

Aanbevolen wordt om tijdens de metingen de instellingen van bovengenoemde parameters te vergelijken met die van een dag(en) voor de metingen.

### Gasmotoren en dieselmotoren

Bij zuigermotoren geldt doorgaans dat de  $\text{NO}_x$ -emissie van een installatie evenredig hoger wordt met het rendement van de motor. Dit rendement kan op verschillende manieren worden beïnvloed. Zo is het inspuitmoment bij grotere dieselmotoren vaak instelbaar en kan bij gasmotoren onder meer het ontstekingsmoment en de brandstof-luchtverhouding worden gevarieerd. Bovengenoemde instellingen moeten tijdens de emissiemetingen overeenstemmen met de instellingen bij normale bedrijfsvoering en mogen tijdens onderhoudswerkzaamheden niet aangepast worden zonder dat hernieuwde metingen worden uitgevoerd.

### Nageschakelde stofvangers en natte wassers

Bij vrijwel alle nageschakelde reinigingstechnieken, zoals stofvangers en natte wassers, is de doorslag afhankelijk van en evenredig met de concentraties in de intredende (ongereinigde) gasstroom. De voorbelasting moet daarom tijdens de metingen in overeenstemming zijn met de voorbelasting die tijdens de gebruikelijke bedrijfsvoering kan optreden. Voorbeelden van specifieke processen:

- **Batch processen:** bemonsteringsperiode moet zijn afgestemd op de periode waarover een batch wordt uitgevoerd;
- **Vliegasperwerking** bij de productie van asfaltbeton: bij deze installaties moet de verwerking van het vliegas tijdens de metingen worden aangetoond;
- **Wassing** vindt vaak plaats met verdunde loog, peroxide- of zuuroplossingen. Aan de hand van controle van bijvoorbeeld inkoopfacturen kan worden afgeleid of de benodigde chemicaliën regelmatig worden ingekocht. Analyse van het gehalte aan reagens van een monster wasvlouestof, kan indicatief zijn voor de bedrijfsvoering.

### Naverbranders

Bij thermische naverbranders kunnen uitlaattemperatuur, bedtemperatuur en omschakeltijden bij regeneratieve naverbranders naast het brandstofverbruik als indicatoren voor een juiste bedrijfsvoering dienen. Voor het vaststellen van normale bedrijfsvoering is het van belang deze grootheden tijdens de metingen vast te leggen en te controleren of deze overeenstemmen met de historische gegevens. Verdunning met lucht om zodoende aan de emissiegrenswaarde te voldoen, kan bij naverbranders niet of moeilijk worden vastgesteld op basis van de zuurstofconcentratie. Dit wordt veroorzaakt doordat de zuurstofconcentratie doorgaans dicht bij de 20 vol% ligt.

# Bijlage

## Adressenlijst

### **Nederlands Normalisatie-instituut (NEN)**

Postbus 5059  
2600 GB Delft  
Telefoon (015) 269 0390  
Fax (015) 269 0190  
[www.nen.nl](http://www.nen.nl)

### **Comité Européen de Normalisation (CEN)**

[www.cenorm.be](http://www.cenorm.be)

### **International Organization for Standardization (ISO)**

[www.iso.org](http://www.iso.org)

### **Raad voor Accreditatie (RvA)**

Postbus 2768  
3500 GT Utrecht  
Telefoon (030) 239 4500  
Fax (030) 239 4539  
[www.rva.nl](http://www.rva.nl)

### **Stichting Certificatie Inspectie en Onderhoud Stookinstallaties (SCIOS)**

De Ronde 4  
5683 CZ Best  
Telefoon (0499) 33 4635  
Fax (0499) 39 7476  
[www.scios.nl](http://www.scios.nl)

Juliana van Stolberglaan 3  
2595 CA Den Haag  
Postbus 93144  
2509 AC Den Haag  
Telefoon (070) 373 55 75  
Fax (070) 373 56 00  
E-mail [info@infomil.nl](mailto:info@infomil.nl)  
Website [www.infomil.nl](http://www.infomil.nl)

