

Referentiewerk Lucht
LABS – 2005
(LuchtAnalyse- en BemonsteringsSchema)

I. Vanderreydt, F. Maes

Externe kwaliteitscontrole voor erkende en kandidaat-erkende laboratoria “Lucht”

April 2006

Samenvatting

Op donderdag 22 september 2005 werd door VITO in het kader van de externe kwaliteitscontrole voor erkende en kandidaat-erkende laboratoria “lucht” een ringtest georganiseerd voor de bemonstering en analyse van de anorganische parameters in rookgassen (NO_x (NO en NO₂), CO, SO₂, CO₂ en O₂), een ringtest voor gasvormig kwik en een ringtest stofweging, telkens op emissieniveau.

Ringtest anorganische rookgassen

Achtentwintig laboratoria hebben deelgenomen aan de ringtest anorganische rookgassen. Volgende tabel vat samen welke labo's op basis van de resultaten van deze ringtest een actieplan moeten opstellen en geen (mogelijke) vrijstelling voor de volgende erkenningsproef kunnen bekomen.

	CO	SO ₂	NO _x	O ₂	CO ₂
opstellen actieplan kal. stap	5	5	13,18	5,18,24	7
opstellen actieplan andere stap	/	/	/	7,17	/
GEEN (mogelijke) vrijstelling erkeningsproef	5	5	11, 13, 18, 19	5, 7, 17, 18, 24	/

Gasvormig kwik

Er namen 14 labo's deel aan de ringtest voor bemonstering en analyse van gasvormig (metallisch) kwik.

Van de labo's 8, 16, 20, 22 en 23 wordt verwacht dat zij een actieplan opstellen.

Belading stoffilters

Voor de belading met lage stofgehalten namen 19 labo's deel aan de ringtest. Voor de ringtest hoge stofgehalten waren er 22 deelnemers.

Volgende tabel vat samen welke labo's op basis van de resultaten van deze ringtest een actieplan moeten opstellen en geen (mogelijke) vrijstelling voor de volgende erkenningsproef kunnen bekomen.

	laag stofgehalte	hoog stofgehalte
opstellen actieplan	4, 6, 20, 23	14, 18
GEEN (mogelijke) vrijstelling erkeningsproef	-	14, 18

Samenvatting	2
Deel 1: Bespreking	4
1. Situering van de LABS-ringtest.....	4
2. Aanmaak referentie.....	5
3. Statistische verwerking resultaten	11
4. Bespreking van de resultaten	12
Deel 2: Resultaten per parameter	19
Deel 3: Resultaten per labo	20
Bijlage 1 Uitnodiging	21
Bijlage 2 Meetapparatuur voor anorganische gassen	25
Bijlage 3 Methode voor stofweging	34
Bijlage 4 Methode voor gasvormig kwik.....	35
Bijlage 5 Lijst van de deelnemende labo's.....	38

Deel 1: Bespreking

1. Situering van de LABS-ringtest

Op donderdag 22 september 2005 werd door VITO in het kader van de externe kwaliteitscontrole voor erkende en kandidaat-erkende laboratoria “lucht” een ringtest georganiseerd voor de bemonstering en analyse van de anorganische parameters in rookgassen (NO_x (NO en NO₂), CO, SO₂, CO₂ en O₂), een ringtest voor gasvormig kwik en een ringtest stofweging, telkens op emissieniveau.

Volgens Art. 1.3.3.1. van Vlarem II moet een erkende milieudeskundige lucht “verplicht deelnemen en actief meewerken aan de door de afdeling Algemeen Milieu- en Natuurbeleid of het referentielaboratorium in de beschouwde discipline georganiseerde externe kwaliteitscontroles van de opdrachten waarvoor hij erkend is; de resultaten van deze controles worden anoniem kenbaar gemaakt aan de deelnemende erkende milieudeskundigen”.

Aan de hand van overzichtstabellen en –grafieken wordt in voorliggend rapport de afwijking van elke individuele meting gesitueerd ten opzichte van de referentiemeetwaarden en de meetwaarden van de andere laboratoria. De resultaten worden, zoals hoger aangegeven, op anonieme basis verwerkt. Elk deelnemend labo kent evenwel zijn eigen deelnemingsnummer. De volgorde van toekenning van deze nummers gebeurt willekeurig en is niet gekoppeld aan enig criterium.

2. Aanmaak referentie

2.1 Anorganische rookgassen

2.1.1. Inleiding

Tijdens de ringtest werden er negen referentie-atmosferen ter bemonstering aangeboden. Acht van deze atmosferen bevatten rookgassen met constante concentraties. Van deze acht waren er zes 'kalibratiestappen' met één component in droge N₂ of lucht (< 0.8 vol% vocht absoluut); één stap bevatte meerdere componenten en de laatste van deze acht stappen bevatte meerdere componenten in een sterk bevochtigd dragergas (vochtgehalte 4 vol% absoluut).

De resterende stap is een afgassimulatie. Hiertoe zijn rookgassen met fluctuerende concentraties aangeboden in een droog testgas met verminderde zuurstofconcentratie. Omdat de berekening van de (gemiddelde) concentratie een belangrijk onderdeel uitmaakt van de gebruikte meetmethode is de labo's gevraagd voor deze stap - over een referentieperiode van 30 minuten - de gemiddelde concentraties van de rookgassen door te geven.

De interlaboratoriumvergelijking vond plaats aan de proefluchtverdeelenheid van het expertisecentrum Milieumetingen, gebouw Prodem (PRD).

Achtentwintig laboratoria hebben deelgenomen aan de ringtest.

2.1.2. Samenstelling van het te bemonsteren testgas

Voor de aanmaak van de testgassen is gebruik gemaakt van een ééntrapsverduunning. De generatie van de rookgassen SO₂, CO en CO₂ gebeurt vanuit een gasfles met een zuiver gas; NO en NO₂ is gegenereerd vanuit een gasfles die de component in een verdunde vorm bevat, maar waarbij de waarde vermeld op het analysecertificaat in voortesten gecontroleerd is met behulp van de zuivere component.

De verduunning van de zuivere gassen gebeurde met stikstof en/of lucht. De regeling van alle gasdebieten gebeurt met behulp van thermische massadebietsregelaars, die gekalibreerd werden met referentie naar een primaire standaard.

Tijdens de oefening werd de stabiliteit van de testgassen opgevolgd door middel van een NDIR/NDUV-Binos 1004 (NO en NO₂) en een NDIR-NGA2000 (SO₂, CO en CO₂).

Uit de uitgevoerde metingen tijdens de ringtest (digitaal via data-acquisitie) blijkt dat de aangeboden concentraties in de verschillende stappen constant waren (relatieve standaardafwijking < 1,5 %). De referentiewaarden van de concentraties van de rookgassen tijdens de ringtest worden in tabel 1 weergegeven.

Tabel 1: Concentraties rookgassen tijdens de ringtest

Stap	Concentratie (mg/Nm ³)					Concentratie (%)		Absoluut vochtgehalte (%) (per volume-eenheid droog gas)
	CO	SO ₂	NO	NO ₂	NO _x	O ₂	CO ₂	
1	0	0	0	0	0	15,6	0	<0,4
2	292	0	0	0	0	0	0	<0,1
3	196	574	203	11	214	8,8	6,0	<0,3
4	267	913	105	18	123	2,4	7,8	4,0
5	0	1032	0	0	0	0	0	<0,1
6	0	0	0	33	33	20,9	0	<0,8
7	216	945	328	14	342	9,1	3,9	<0,3
8	0	0	460	0	460	0	0	<0,1
9	0	0	0	0	0	0	5,2	<0,1

bij vorige ringtesten en validatiewerk is vastgesteld dat over de lengte van de proefluchtverdeelde eenheid bij hoge NO-concentraties een kleine hoeveelheid NO wordt omgezet in NO₂ ($\pm 1.4 \text{ mg/Nm}^3$). Hierdoor ontstaat een concentratiegradiënt voor NO en NO₂ over de lengte van de proefluchtverdeelde eenheid. De som van beide stikstofoxides is evenwel constant en wordt bijgevolg als referentiewaarde genomen.

Normaal condities zijn gerefereerd naar 273 K en 101,3 kPa, droog gas. Voor O₂ en CO₂ betreft het concentraties in volumeprocent droog gas.

Het concentratieprofiel in stap 7 wordt weergegeven in tabel 2.

Tabel 2: Concentratieprofiel stap 7

NO _x		CO		SO ₂		CO ₂	
Δt (min)	C (mg/Nm ³) (uitgedrukt als NO ₂)	Δt (min)	C (mg/Nm ³)	Δt (min)	C (mg/Nm ³)	Δt (min)	C (%)
6	434,9	6	250,2	6	1156	6	4,29
7	338,9	7	236,3	7	1019	7	4,33
6	270,1	6	196,1	6	727,8	6	2,92
6	287,7	6	210,9	6	874,9	6	3,64
5	386,0	5	175,1	5	931,4	5	4,30

2.2 Generatie van metallisch kwik

Voor de generatie van metallisch kwik wordt gebruik gemaakt van de dampspanning boven zuiver metallisch kwik bij relatief lage temperaturen ($< 20\text{ }^{\circ}\text{C}$) om een gecontroleerde atmosfeer te creëren.

Een verwarmde hoeveelheid kwik wordt doorborreld met voorverwarmde stikstof (figuur 1). Deze stikstofstroom rijkt zich aan met kwik. In een cryostaat wordt de gasstroom vervolgens gekoeld tot een lagere temperatuur, waarbij verzadiging van de stikstofstroom optreedt. Het overtollig kwik in de gasstroom wordt gecondenseerd.

Via een kritisch capillair wordt dan een gekende hoeveelheid van de met kwik verzadigde gasstroom afgezogen en verder gemengd met verwarmde lucht.

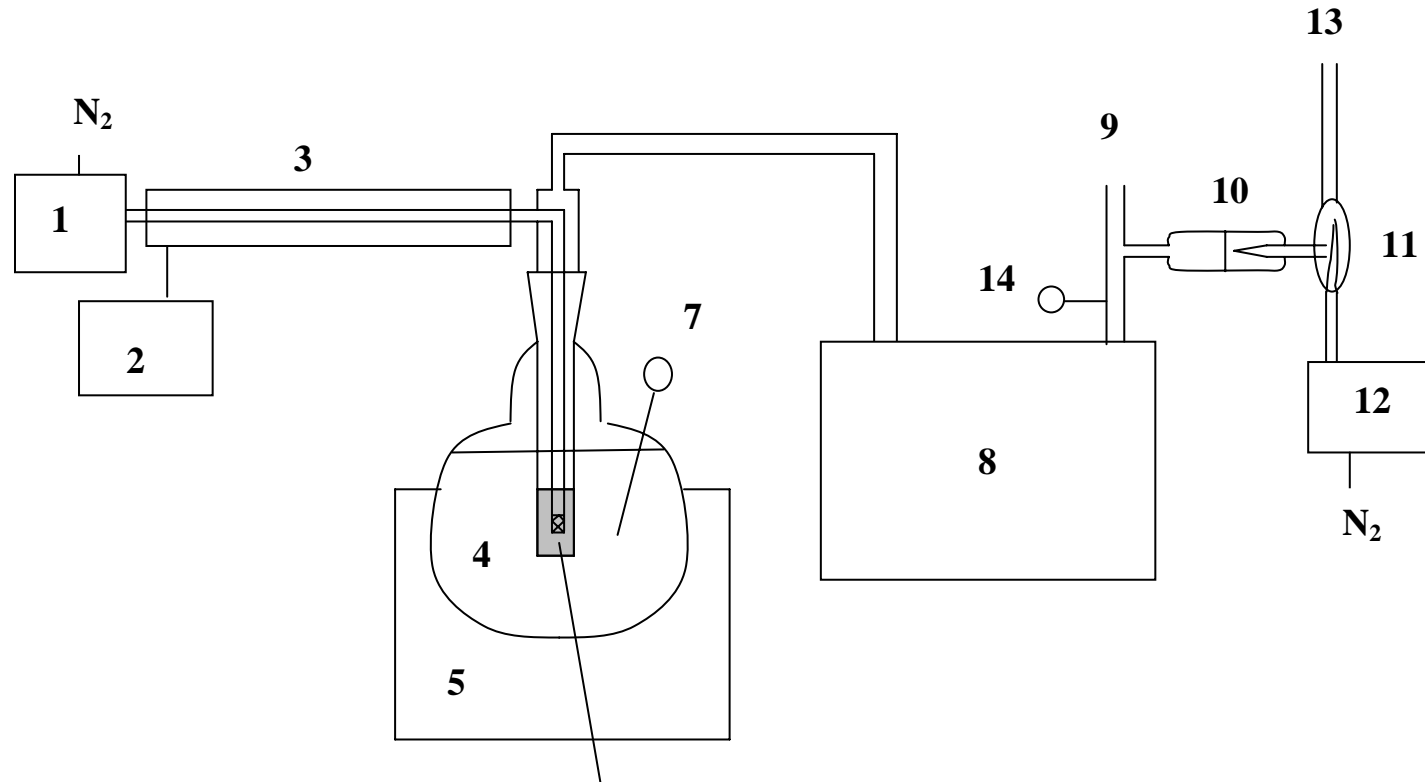
Een kleine impinger met insteekstuk met frit en uitwendig slijpstuk wordt in een kolf gezet. De kolf is gedeeltelijk gevuld met water en wordt verwarmd met een verwarmingsmantel. De impinger is gedeeltelijk gevuld met metallisch kwik (Merck Suprapur).

Via de ingang van de impinger wordt met een thermische massadebietsregelaar een stikstofstroom via een verwarmde leiding doorheen het metallisch kwik geborreld.

Deze met kwik aangerijkte stikstofstroom wordt in een Lauda cryostaat (type ecoline 120) in een glazen spiraalvormige koeler met opvangreservoir tot een nauwkeurig geregelde temperatuur (tot op $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$) (onder de omgevingstemperatuur) gekoeld. Via een kritisch capillair en een tweede thermische massadebietsregelaar wordt een gekende hoeveelheid van het gekoelde en met kwik verzadigde gas afgezogen en vermengd met stikstof in een luchtstraalmenger. In een verwarmde verdeelleiding wordt de kwikhoudende gasstroom verder verdund tot de gewenste concentratie met behulp van meerdere thermische massadebietsregelaars.

Voor de ringtest werd in 4 stappen van een half uur een concentratie metallisch kwik aangeboden in de range van 0,1 tot 3 maal de emissiegrenswaarde(n) volgens Vlarem II.

Figuur 1: Opstelling voor de generatie van metallisch kwik in rookgas



- | | |
|------------------------|----------------------------------|
| 1: MFC | 8: cryostaat |
| 2: temperatuurregelaar | 9: overflow (afvoer) |
| 3: verwarmde leiding | 10: kritisch capillair |
| 4: maatkolf met water | 11: waterstraalmenger |
| 5: verwarmingsmantel | 12: MFC |
| 6: metallisch kwik | 13: stroom naar verdeelleiding |
| 7: thermometer | 14: meting T en P_{abs} |

2.3 Belading van stoffilters

2.3.1 Validatie

De meetonzekerheid op de stofbepaling in de geconditioneerde weegruimte wordt hoofdzakelijk bepaald door de gravimetrische bepaling, de periode van droging en de droogtemperatuur.

Bij de keuze van de zouten voor het beladen van de filters werd de droogtijd geëvalueerd in functie van de temperatuur van droging. Tabel 3 geeft een overzicht van de procentuele afwijking (verschil tussen gewogen stof en beladen stof) van vier zouten en een blanco (ultrapuurwater) in functie van de droogtijd bij een droogtemperatuur van 160 °C (EN 13284-1). De tabel geeft voor de zouten KCl, (NH₄)₂SO₄, CuSO₄.5H₂O, KNO₃ en de blanco filter (UPW) telkens een gemiddelde waarde weer van 3 filters.

Bij tabel 3 is op te merken dat bij de droging van de met CuSO₄.5H₂O beladen filters, er een grote afwijking is tegenover de theoretische referentiewaarde. Het zout kopersulfaat-pentahydraat bevat verschillende gehydrateerde watermoleculen die in 3 duidelijk gescheiden temperatuursdomeinen vrijgesteld worden nl. rond 75 °C, rond 120 °C en ten slotte rond 230 °C. Rond de temperatuur van 160 °C kan men verwachten dat 4 watermoleculen afgedampt zijn. Indien de referentiewaarde hiervoor wordt gecorrigeerd is de afwijking beduidend lager (in de tabel tussen haakjes weergegeven).

Bij een droogtemperatuur van 160 °C kan voor KCl, KNO₃ en de blanco filter (UPW) reeds na 1 uur droging, een weging worden uitgevoerd. Voor CuSO₄.5H₂O kan bij een droging bij 160 °C, na 3 u een stabiele uitlezing van het gewicht worden bekomen. De filters beladen met het zout (NH₄)₂SO₄ vertonen bij een droogtemperatuur van 160 °C een onstabiel gedrag en verliezen irreversibel stof.

Tabel 3: Procentuele afwijking na 1, 2, 3 en 16 u droging bij een temperatuur van 160 °C

Filterdroging EN 13284-1				
% afw.	1u	2u	3u	16u
KCl	2,0	1,6	0,8	0,7
(NH ₄) ₂ SO ₄	-1,0	-3,5	-6,1	-11,2
CuSO ₄ .5H ₂ O	-27,7 (1,7)*	-27,8 (1,5)*	-28,2 (0,9)*	-28,0 (1,2)*
KNO ₃	0,5	0,6	0,7	0,7
blanco UPW	-100,0	-100,0	-100,0	-100,0

*: gecorrigeerde referentiewaarden

2.3.2 Ringtest

De filters worden in een geconditioneerd ruimte beladen met verschillende stofgewichten. Voor de belading van de filters wordt een bepaalde hoeveelheid van een suspensie van een zout op de filter gebracht en gewogen.

Voor de ringtest stofweging werd voorzien dat elk laboratorium wegingen uitvoert op een set van 5 filters, waarvan er 4 beladen werden met respectievelijk KCl, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, KNO_3 en ultrapuurwater. De vijfde filter werd niet beladen en fungeert als blanco.

Aan de labo's die zowel een erkenning hebben voor lage ($< 20 \text{ mg/Nm}^3$) als hoge ($> 20 \text{ mg/Nm}^3$) stofconcentraties (respectievelijk parameterpakketten 3 en 4), werd gevraagd om voor elk concentratieniveau een filterset te laten beladen en af te wegen.

3. Statistische verwerking resultaten

In deel 2 (Resultaten per deelnemer) wordt voor elk deelnemend labo een overzicht gegeven waarbij de resultaten van alle ringtesten waaraan het labo in 2005 deelnam vergeleken worden ten opzichte van de resultaten van de andere labo's.

Deel 3 (Resultaten per parameter) geeft een overzicht per parameter en per stap van alle resultaten van labo's die aan de betreffende stap deelnamen.

De datasets werden eerst onderworpen aan een uitschieterstest. Als uitschieterstest wordt de Grubbstest gebruikt (90 % confidentie, 2 zijdige toetsing). Na deze uitschieterstest wordt met de Shapiro-Wilk test de normaliteit van de verdeling van de resterende dataset getoetst.

Voor elke meetwaarde werd een z-score berekend.

$$z\text{-score} = \frac{x_i - \text{ref. waarde}}{s}$$

waarbij x_i de meetwaarde is van laboratorium i
ref. waarde: referentiewaarde : zie tabel
 s : standaarddeviatie berekend t.o.v. de ref. waarde

In deel 2 zijn telkens de referentiewaarden, de resultaten van het laboratorium en de procentuele afwijkingen t.o.v. de referentiewaarden opgenomen. Vervolgens worden (behalve voor de stofwegingen) de gemiddelden, de standaarddeviaties, de relatieve standaarddeviaties (RSD%) en de z-scores weergegeven.

Voor O_2 en CO_2 worden de absolute afwijkingen vermeld en wordt de z-score berekend voor de relatieve afwijking.

Als uitschieterstest werd de Grubbstest gebruikt (90 % confidentie, 2 zijdige toetsing).

Bij een z-score $> 1,96$ werd (puur informatief) een * geplaatst. De laatste kolom geeft aan of het labo al dan niet een uitschieter behaalde.

4. Bespreking van de resultaten

4.1 Anorganische gassen

Achtentwintig laboratoria hebben deelgenomen aan de ringtest.

Met betrekking tot de nauwkeurigheid van de uitgevoerde rookgasmetingen zijn volgende zaken vastgesteld :

1. CO

- in de kalibratiestap (stap 2) meet 1 labo meer dan 20 % verschil; alle andere labo's meten afwijkingen kleiner dan 10 %, ook in de andere stappen;

2. SO₂

- in de kalibratiestap (stap 5) hebben 27 deelnemers afwijkingen kleiner dan 10 %;
- behalve dit labo meten alle labo's in alle stappen binnen de 10 % afwijking;
- meerdere labo's vertonen SO₂ -verliezen in de stap met 4 % absoluut vochtgehalte, de oorzaak ligt waarschijnlijk bij een slecht werkende koeler of conditioneringseenheid;
- er zijn ook 2 labo's met positieve interferentieproblemen bij hoge vochtgehaltenes;

3. NO_x

- in de NO-kalibratiestap (stap 8) meten alle labo's op twee na, binnen de 10 % afwijking;
- in de NO₂ –kalibratiestap (stap 6) meten 14 van de 28 labo's binnen de 20 % afwijking;
- ook hier zijn (veelal positieve) waterdamp-interferenties vastgesteld;

4. O₂

- in de kalibratiestap van O₂ meten drie labo's meer dan 0,2 % absoluut verschil;
- 4 labo's meten in één of meerdere stappen meer dan 0,2 % verschil ten opzichte van de referentiewaarde.

5. CO₂

- in de kalibratiestap meet 1 labo meer dan 10 % afwijking;
- alle labo's meten binnen 10 % afwijking, vorig labo buiten beschouwing gelaten.

In tabel 4 staan de labo's gerangschikt die een actieplan moeten opstellen voor één of meerdere componenten, of die GEEN mogelijke vrijstelling krijgen voor een volgende erkenningsproef. Volgende criteria zijn van kracht:

- een labo moet een actieplan opstellen indien het voor een bepaalde component een afwijking van meer dan 10 % vertoont in de kalibratiestap van desbetreffende component (voor O₂: > 0,2 % absoluut) ;
- een labo moet een actieplan opstellen indien het voor een bepaalde component voor een andere dan de kalibratiestap een afwijking vertoont van meer dan 20 % (voor O₂: > 0,3 % absoluut);
- een labo kan vrijgesteld worden van de volgende erkenningsproef indien het geen actieplan moet opstellen en indien het voor een welbepaalde component in geen enkele stap een afwijking vertoont van meer dan 15 % (voor O₂: niet meer dan 0,3 %).

Bij NO_x wordt de kalibratiestap NO gebruikt en er wordt geen rekening gehouden met de kalibratiestap van NO₂.

Tabel 4: Evaluatietabel anorganische rookgassen

	CO	SO ₂	NO _x	O ₂	CO ₂
opstellen actieplan kal. stap	5	5	13,18	5,18,24	7
opstellen actieplan andere stap	/	/	/	7,17	/
GEEN (mogelijke) vrijstelling erkeningsproef	5	5	11, 13, 18, 19	5, 7, 17, 18, 24	/

4.2 Gasvormig kwik

Er namen 14 labo's deel aan de ringtest voor bemonstering en analyse van gasvormig (metallisch) kwik.

Als drempel voor het opstellen van een actieplan wordt voor de bemonstering en analyse van gasvormig kwik een afwijking van 20 % ten opzichte van de referentiewaarde gesteld.

1. Stap 1

Voor stap 1, waarbij een concentratie van 50 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ kwik werd aangemaakt, hebben 3 labo's een afwijking t.o.v. de referentiewaarde die groter is dan 20 % (labo's 8, 16 en 23).

2. Stap 2

Voor stap 2 werd een referentiewaarde van 89 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ kwik aangeboden via de verdeelstelling. 11 labo's rapporteerden voor deze stap een concentratie die minder dan 20 % verschilt ten opzichte van de referentiewaarde; 3 labo's (nummers 16, 22 en 23) wijken meer dan 20 % af van de referentiewaarde.

3. Stap 3

Bij de generatie van 197 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ metallisch kwik in stap 3 meten hebben 11 labo's een afwijking tegenover de referentie van 20 % of minder. 3 labo's overschrijden deze afwijking, nl. de labo's 16, 20 en 23.

4. Stap 4

In stap 4 werd een atmosfeer met 131 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ metallisch kwik aangeboden. 2 labo's (labo's 16 en 23) hebben een afwijking tegenover de referentie van meer dan 20%.

5. Besluit kwik

Over de resultaten van de ringtest kunnen volgende besluiten getrokken worden:

- op de in totaal 56 resultaten (4 stappen, 14 labo's per stap) zijn er 45 die 20 % of minder afwijken ten opzichte van de referentiewaarde; dit is een aanzienlijke verbetering ten opzichte van de ringtest in 2001; 32 van de 56 resultaten wijken 10 % of minder af van de referentiewaarde;
- er zijn 9 labo's die voor de 4 stappen minder dan 20 % verschillen van de referentiewaarde; er zijn 2 labo's (16 en 23) die voor de 4 stappen meer dan 20 % afwijking rapporteren t.o.v. de referentiewaarde;

- de gemiddelde waarde per stap komt telkens goed overeen met de referentiewaarde;
- van volgende labo's wordt verwacht dat zij een actieplan opstellen, omdat zij voor één of meerdere stappen een afwijking van meer dan 20 % t.o.v. de referentiewaarde vertonen: labo's 8, 16, 20, 22 en 23;
- de resultaten van deze ringtest kunnen niet vergeleken worden met het criterium dat gesteld wordt bij een erkenningsvraag voor kwik, aangezien het opzet van de praktische proef voor erkenning (analyse vliegastaal) niet overeenstemt met de ringtest

Tabel 5: Evaluatietabel kwik

	gasvormig kwik
opstellen actieplan	8, 16, 20, 22, 23
GEEN (mogelijke) vrijstelling erkenningsproef	-

4.3 Belading stoffilters

Voor de belading met lage stofgehalten namen 19 labo's deel aan de ringtest. Voor de ringtest hoge stofgehalten waren er 22 deelnemers.

Als drempel voor het opstellen van een actieplan wordt voor de belading van stoffilters een afwijking van 10 % ten opzichte van de referentiewaarde genomen.

1. Lage stofconcentraties

1.1 KCl laag

Voor de belading van stoffilters met een KCl (lage concentratie) is er slechts 1 labo dat een afwijking van meer dan 10 % rapporteert (labo 23).

Verder is voor 15 (op 19) labo's de afwijking ten opzichte van de aanmaakwaarde kleiner dan 5 %.

1.2 (NH₄)₂SO₄ laag

3 labo's (4, 6 en 20) hebben voor de lage concentratie (NH₄)₂SO₄ een afwijking van meer dan 10 %; labo 10 heeft een afwijking tussen 5 en 10 %, zodat 15 labo's 5 % of minder van de aanmaakwaarde afwijken.

1.3 KNO₃ laag

Voor de lage KNO₃-concentratie is voor alle labo's de afwijking kleiner dan 10 % en is er slechts 1 labo (nummer 28) met meer dan 5 % afwijking.

2. Hoge stofconcentraties

2.1 KCl hoog

Voor de hoge KCl-concentratie wijken 2 labo's (14 en 18) meer dan 10 % af. Alle andere labo's hebben een afwijking van minder dan 5 %.

2.2 (NH₄)₂SO₄ hoog

Labo 14 wijkt meer dan 10 % van de aanmaakwaarde af. Verder hebben 4 labo's een afwijking tussen 5 en 10 % en zijn er 17 labo's die minder dan 5 % afwijken.

2.3 KNO₃ hoog

Voor de hoge KNO₃-belading is er één positieve en één negatieve uitschieter (met afwijking absoluut groter dan 10 %), respectievelijk labo 18 en labo 14. Al de andere labo's wijken minder dan 5 % af.

3. Blanco's

Bij elke set filters werd 1 filter met UPW beladen en bleef 1 filter onaangeroerd. Deze beide filters fungeren als blanco's.

Van alle deelnemende labo's zijn er 2 (labo's 18 en 23) die hoge waarden rapporteerden voor deze blanco's:

- ✓ labo 18 rapporteerde een afwijking van 5,04 mg voor de met UPW beladen filter én een afwijking van 3,21 mg voor de onaangeroerde filter
- ✓ labo 23 bekwam een netto-belading van 5,1 mg voor de filter met UPW in de reeks van de hoge stofconcentraties. Bij de lage stofconcentraties was de filter met UPW wel blanco (0,4 mg netto).

4. Evaluatie ten opzichte van het criterium voor erkenningsproeven

Omdat de resultaten van de LABs-ringtesten (indien positief voor het labo) mee opgenomen worden bij de beoordeling voor erkenning, worden de individuele resultaten van de labo's voor de stofbelading beoordeeld op basis van het criterium van maximum 15 % afwijking zoals bij erkenning gehanteerd.

Uit de resultaten blijkt dat slechts 2 deelnemende labo's (labo's 14 en 18) niet voldoen aan het criterium dat gehanteerd worden bij praktische proeven voor erkenning. Aangezien labo 14 wel voldoet voor de lage stofconcentraties, is de afwijking vermoedelijk te wijten aan de filters die voor hoge stofconcentraties gebruikt worden.

5. Besluit stofbelading

De overall gemiddelde afwijking voor de lage stofbeladingen bedraagt 0,4 %; voor de hoge stofbeladingen bedraagt dit -0,2 %.

Omwille van het overschrijden van de grens van 10 % afwijking ten opzichte van de aanmaakwaarde wordt van de labo's 4, 6, 14, 18, 20 en 23 verwacht dat zij een actieplan opstellen.

Op een totaal van 123 beladingen (19 labo's voor 3 lage zoutbeladingen, 22 labo's voor 3 hoge zoutbeladingen) werden er 9 afwijkingen van meer dan 10 % genoteerd. Voor 105 beladingen bedroeg de afwijking minder dan 5 %.

Slechts 2 labo's voldoen niet aan het criterium van maximaal 15 % afwijking dat gebruikt wordt voor evaluatie van praktische proeven in het kader van erkenningsproeven voor stofbelading.

Tabel 6: Evaluatietabel stofbelading

	laag stofgehalte	hoog stofgehalte
opstellen actieplan	4, 6, 20, 23	14, 18
GEEN (mogelijke) vrijstelling erkenningsproef	-	14, 18

Deel 2: Resultaten per parameter

zie bijgevoegde file 'LABS2005Deel2.xls'

Deel 3: Resultaten per labo

zie bijgevoegde file 'LABS2005Deel3.xls'

Bijlage 1 Uitnodiging

datum
08.06.2005

Ringtesten LABS 2005

Geachte heer, mevrouw

Hierbij nodigen we uw laboratorium uit om deel te nemen aan de derdelijns kwaliteitskontrolle die door Vito wordt georganiseerd in het kader van uw erkenning Lucht. Zoals bekend heeft VITO, die door de Vlaamse Overheid werd aangeduid als referentielaboratorium, o.m. de taak om te waken over de kwaliteit van de in Vlaanderen uitgevoerde bemonsteringen en analyses.

Met betrekking tot de praktische invulling van de ringtesten wordt volgens de afspraken, gemaakt op de LABSdag van 8 maart 2002 een vijfjarenplan gevolgd dat in wederzijds overleg werd opgesteld.

Voor dit jaar voorzien we op donderdag **22 september 2005** een ringtest voor de bemonstering en analyse van de anorganische parameters in rookgassen, een ringtest voor gasvormig kwik op emissieniveau en een ringtest stofweging.

Het is onze doelstelling zo weinig mogelijk van uw tijd in beslag te nemen. Daarom wordt er ook dit jaar voor geopteerd om de metingen bij Vito op één en dezelfde dag te laten doorgaan.

In bijlage vindt u het inschrijvingsformulier en de praktische informatie over de verschillende ringtesten. Indien u hierover vragen heeft kan u steeds terecht bij Dhr Frederick Maes (014/336961).

Mogen we er u op wijzen dat wanneer het onderwerp van een georganiseerde oefening deel uitmaakt van uw lopende erkenning, het verplicht is aan deze oefening deel te nemen. In bijlage vindt u het deelnemersformulier voor deze kwaliteitskontrolle-oefeningen. Gelieve dit voor **12 september 2005** ingevuld terug te bezorgen via faxnr 014/31 94 72 t.a.v. C. Gielen.

Hopende op Uw actieve medewerking, verblijven wij,

Hoogachtend,
Voor VITO – Milieumetingen

R. De Fré

E. Goelen

H. Van den Broeck

Bijlage

Bij de ringtest voor de continue meting van anorganische rookgassen (van 9u30 tot 12u00) zullen een negental stappen ter bemonstering worden aangeboden, al of niet in aanwezigheid van vocht. De labo's dienen dan ook de nodige maatregelen te treffen om condensatie in de aanzuigleiding te vermijden. We vragen om aanzuigleidingen van minimaal 30 m te gebruiken (labo ligt op de tweede verdieping).

In 1 stap met fluctuerende concentraties (duurtijd: 30 minuten) dient de gemiddelde concentratie van de aangeboden rookgassen gemeten te worden. In de andere stappen (duurtijd: 15 minuten) zijn de concentraties van de rookgassen constant.

De concentraties van de aangeboden rookgassen situeren zich tussen 0,1 en 3 x de algemene emissiegrenswaarde. Deze grenswaarden zijn:

- CO : 100 mg/Nm³
- SO₂ : 500 mg/Nm³
- NO : 500 mg/Nm³ (uitgedrukt als mg NO₂)

De concentraties van de andere rookgassen situeren zich tussen :

- NO₂ : 5 en 15 mg/Nm³
- CO₂ : 0.5 en 10 vol%
- H₂O : 0 en 10 vol% absoluut
- O₂ : 0 en 20.9 %

De verbinding van de meetapparatuur met de distributieleiding (staalnamepunten met isodraad GL 18) dient door de laboratoria zelf gerealiseerd te worden. Hiervoor dienen zij te beschikken over een holle schroefdop voor schroefdraad GL 18 + bijhorende dichtingsring:

diam. uitw. x inw.	voor buis uitw.
Φ mm	Φ mm
16 x 6	5.5 tot 6.5
16 x 8	7.5 tot 9.0
16 x 10	9.0 tot 11.0

Zoals de vorige keer zal de voeding van ALLE meetwagens moeten voldoen aan artikel 97 van het A.R.E.I.. Hou er rekening mee dat labo's die niet in regel zijn, niet mogen deelnemen aan de ringtest.

We willen u op voorhand al verwittigen dat de resultaten van deze ringtest onmiddellijk na de test moeten afgegeven worden, waarna u nog een week de tijd krijgt om eventuele correcties aan te geven. Het invulblad zal u ter plaatse overhandigd krijgen, gelieve de gemeten concentraties in te vullen in de gevraagde eenheid.

Voor verdere informatie kan u terecht bij Dhr. F. Maes (tel nr. 014/336961).

Bij de ringtest voor gasvormig kwik (van 13u30 tot 16u00) worden in het totaal een viertal verschillende stalen als halfuurgemiddelde aangeboden. De concentraties van deze stalen bevinden zich in de range van de Vlarem II bepalingen.

Deze metingen kunnen in principe door één persoon worden uitgevoerd. Als bemonsteringsapparatuur moet gebruik gemaakt worden van een operationele opstelling die normaal bij metingen in het veld gebruikt worden. Sonde en stoffilter zijn evenwel niet vereist. Water kan zich wel in het afgas bevinden. De aansluiting op de afgasleiding moet gebeuren via een holle schroefdop voor schroefdraad GL 18 + bijhorende dichtingsring.

Voor de ringtest stofweging wordt voorzien dat elk laboratorium wegingen uitvoert op een set van 5 filters waarbij de weegprocedure gevolgd wordt zoals beschreven in de NBN EN 13284-1.

De ringtest stofweging is opgesplitst in twee fasen:

- In een eerste fase worden door uzelf een set van 5 filters voorbehandeld en gewogen die binnen Vlaanderen, in onderling overleg, door VITO worden afgehaald in week 36 (week van 5 tot 9 september). Voor Nederlandse en Duitse deelnemers wordt de filterbelading voorzien op 22 september zelf. Een gedetailleerde beschrijving van de gevolgde methode (conditionering en weging) en de gevolgde norm worden (door u) toegevoegd.
- Op 22 september kan u de beladen filters ophalen in het gebouw LAN voor verdere behandeling en weging.

Met eventuele vragen of voor bijkomende informatie kan u voor de ringtesten gasvormig kwik en stofweging terecht bij Ive Vanderreydt (tel nr. 014/335351).

De ringtest voor anorganische rookgassen gaat door in het gebouw Prodem (PRD), die voor gasvormig kwik en stofweging gebeuren aan het gebouw Luchtanalysen (LAN).

Een routeplan naar Vito kan u op de website (<http://www.vito.be/>) vinden.

De meetwagens kunnen reeds op woensdag 24 september op het VITO-domein geplaatst worden. Hiervoor dient evenwel voorafgaandelijk contact opgenomen te worden met Dhr. F. Maes (telnr. 014/33 69 61). Voor de labo's die met de meetwagens komen op de dag van de ringtest zelf moet er rekening mee gehouden worden dat de ringtest start om 9.30 stipt, het voorziene einde is rond 12.00.

Inschrijvingsformulier

Laboratorium :

Contactgegevens (bij voorkeur e-mail):

1. Ik neem deel / niet deel aan de ringtest voor anorganische rookgassen,
2. Ik neem deel / niet deel aan de ringtest stofweging,
3. Ik neem deel / niet deel aan de ringtest kwik op emissieniveau,
4. Ik neem niet deel aan 1, 2 en 3.
Reden:

Datum, naam en handtekening

Bijlage 2 Meetapparatuur voor anorganische gassen

Labo 1

	merk	type
CO	Testo	T 350 XL
SO ₂	Testo	T 350 XL
NO	Testo	T 350 XL
NO ₂	Testo	T 350 XL
O ₂	Testo	T 350 XL
CO ₂	-	

Labo 2

	merk	type
CO	Testo	350 XL
SO ₂	Testo	350 XL
NO	Testo	350 XL
NO ₂	Testo	350 XL
O ₂	Testo	350 XL
CO ₂		

Labo 3

	merk	type
CO	Sick/Maihak S710	multor
SO ₂	Sick/Maihak S710	unor
NO	Sick/Maihak S710	NOx met convertor/multor
NO ₂		convertor
O ₂	Sick/Maihak S710	paramagnetisch
CO ₂		

Labo 4

	merk	type
CO	Horiba PG250	NDIR
SO ₂	Horiba PG250	NDIR
NO	Horiba PG250	chemiluminescentie
NO ₂	Horiba PG250	chemiluminescentie
O ₂	Horiba PG250	paramagnetisch
CO ₂	Horiba PG250	NDIR

Labo 5

	merk	type
CO	Testo	Elektrochemisch
SO ₂	Testo	Elektrochemisch
NO	Testo	Elektrochemisch
NO ₂	Testo	Elektrochemisch
O ₂	Testo	Elektrochemisch
CO ₂	berekening	

Labo 6

	merk	type
CO	Maihak	Unor 610
SO ₂	This	43C
NO	Ecophysics	Cld 700
NO ₂	Ecophysics	Cld 700
O ₂	Maihak	Oxor 610
CO ₂	Maihak	Unor 610

Labo 7

	merk	type
CO	testo	360
SO ₂	testo	360
NO	testo	360
NO ₂	testo	360
O ₂	testo	360
CO ₂	testo	360

Labo 8

	merk	type
--	-------------	-------------

CO	Maihak	Unor 600
SO ₂	Maihak	Unor 600
NO	Maihak	Unor 600
NO ₂	Maihak	Unor 600/Konv. MZE 2
O ₂	Maihak	Oxor 600
CO ₂	Maihak	Unor 600

Labo 9

	merk	type
CO	FUJI	ZRF
SO ₂	ROSEMOUNT	890
NO	Eco Physics	CLD70S
NO ₂	Eco Physics	CLD70S
O ₂	M&C	PMA100
CO ₂	HORIBA	PG250

Labo 10

	merk	type
CO	Hartmann & Braun	URAS 14 NDIR
SO ₂	Hartmann & Braun	URAS 14 NDIR
NO	Hartmann & Braun	URAS 14 NDIR
NO ₂	ABB	CGO-K NO ₂ /NO conv
O ₂	Hartmann & Braun	URAS 16 paramagn
CO ₂	Hartmann & Braun	URAS 14 NDIR

Labo 11

	merk	type
CO	ABB Advance Optima	uras 14
SO ₂	ABB Advance Optima	limas 11 UV
NO	ABB Advance Optima	limas 11 UV
NO ₂	ABB Advance Optima	limas 11 UV
O ₂	ABB Advance Optima	magnos 16
CO ₂	ABB Advance Optima	uras 14

Labo 12

	merk	type
CO	Testo	350 XL
SO ₂	Testo	350 XL
NO	Testo	350 XL
NO ₂	Testo	350 XL
O ₂	Testo	350 XL
CO ₂	Testo	350 XL

Labo 13

	merk	type
CO	Siemens	Ultramat 6
SO ₂	Rosemount	NGA 2000
NO	Envitec	Model 200 AH
NO ₂	Rosemount	NGA 2000
O ₂	M & C	PMA 30
CO ₂	Siemens	Ultramat 6

Labo 14

	merk	type
CO	Maihak	MULTOR S710 NDIR
SO ₂	Maihak	MULTOR S710 NDIR
NO	Maihak	MULTOR S710 NDIR
NO ₂	Maihak	MULTOR S710 NDIR
O ₂	Maihak	OXOR-PARAMAGN.
CO ₂	Maihak	FINOR

Labo 15

	merk	type
CO	Hartmann & Braun	Uras 10P NDIR
SO ₂	Hartmann & Braun	Radas 2 NDUV
NO	Hartmann & Braun	Radas 2 NDUV
NO ₂	Hartmann & Braun	Radas 2 NDUV
O ₂	Hartmann & Braun	Magnos Paramagnetisch
CO ₂	Hartmann & Braun	Uras 10P NDIR

Labo 16

	merk	type
CO	Maihak	Type 610
SO ₂	Thermo Instrument	40B
NO	Thermo Electron	42C-HL
NO ₂	Thermo Electron	42C-HL
O ₂	Servomex	Xentra 4900
CO ₂	Servomex	Xentra 4900

Labo 17

	merk	type
CO	Hartmann & Braun	URAS 14
SO ₂	Thermo Env. Inst.	43C
NO	Thermo Env. Inst.	42C
NO ₂	Thermo Env. Inst.	42C
O ₂	Siemens	Oxymat 6
CO ₂	Hartmann & Braun	URAS 14

Labo 18

	merk	type
CO	Maihak Multor	S140
SO ₂	Maihak Multor	S140
NO	Maihak Multor	S140
NO ₂	Maihak Multor	S140
O ₂	Maihak Multor	S140
CO ₂	Maihak Multor	S140

Labo 19

	merk	type
CO	Hartmann & Braun	URAS 10P
SO ₂	Hartmann & Braun	URAS10P
NO	Hartmann & Braun	Radas 2
NO ₂	Hartmann & Braun	Radas 2
O ₂	Hartmann & Braun	Magnos 106
CO ₂	Hartmann & Braun	URAS 10P

Labo 20

	merk	type
CO	Rosemount	MLT NDIR
SO ₂	Rosemount	MLT NDUV
NO	Rosemount	MLT NDIR
NO ₂	Rosemount	MLT NDUV
O ₂	Rosemount	paramagnetisme
CO ₂	Rosemount	MLT NDIR

Labo 21

	merk	type
CO	Advance Optima ABB	Uras 14
SO ₂	Advance Optima ABB	Limas 11
NO	Advance Optima ABB	Limas 11
NO ₂	Advance Optima ABB	Limas 11
O ₂	Advance Optima ABB	Magnos 16
CO ₂	Advance Optima ABB	Uras 14

Labo 22

	merk	type
CO	Thermo	48C
SO ₂	Thermo	43C
NO	Thermo	42C
NO ₂	Thermo	42C
O ₂	Servomex	4900
CO ₂	Siemens	Ultramat 5E-2R

Labo 23

	merk	type
CO	Hartmann&Braun	Uras 10PNDIR
SO ₂	Hartmann&Braun	Uras 10PNDIR
NO	Hartmann&Braun	Radas 2 NDUV
NO ₂	Hartmann&Braun	Radas 2 NDUV
O ₂	Hartmann&Braun	Magnos 6G paramagnetisch
CO ₂	Hartmann&Braun	Uras 10PNDIR

Labo 24

	merk	type
CO	Siemens	Ultramat 6 E
SO ₂	Siemens	Ultramat 6 E
NO	Siemens	Ultramat 6 E
NO ₂	Siemens	Ultramat 6 E
O ₂	Siemens	Ultramat 6 E
CO ₂	Siemens	Ultramat 6 E

Labo 25

	merk	type
CO	MAIHAK	UNOR 6N
SO ₂	MAIHAK	UNOR 610
NO	MAIHAK	UNOR 6N
NO ₂	JNOX Convertor NO2/NO	
O ₂	MAIHAK	OXOR 610
CO ₂	MAIHAK	S710

Labo 26

	merk	type
CO	Hartmann & Braun	Advance Optima URAS 14
SO ₂	Rosemount	SO2-UV Binos
NO	ABB Automation	Advance Optima Limas 11-UV
NO ₂	Rosemount	Binos 1004
O ₂	M & C Products	PMA 10
CO ₂	Hartmann & Braun	Advance Optima URAS 14

Labo 27

	merk	type
CO	MAHIAK	Unor 6N (NDIR)
SO ₂	ROSEMOUNT	NGA2000 (UV)
NO	ROSEMOUNT	951 (Chemiluminescent)
NO ₂	ROSEMOUNT	951 (Chemiluminescent)
O ₂	SERVOMEX	1420 (Paramagnetisch)
CO ₂	ABB	URAS 14 (NDIR)

Labo 28

	merk	type
CO	Testo	Testo 350M/XL
SO ₂	Testo	Testo 350M/XL
NO	Testo	Testo 350M/XL
NO ₂	Testo	Testo 350M/XL
O ₂	Testo	Testo 350M/XL
CO ₂	Geen metingen	Berekende waarden

Bijlage 3 Methode voor stofweging

Labo	Temp. droging voor	Temp. droging na	Duur droging	gevolgde norm
1	(105 +/- 3)°C	(105 +/- 3)°C	16 uur	eigen werkwijze
2	180°C	160°C	3/3/3/3 tot ct gewicht	EN 13284-1
4	180°C	180°C	2 u	EN 13284-1
5	180°C	160°C	1 u	EN 13284-1
6	180°C	180°C	2 u	EN 13284-1
7				NBN X 44-002
8	150 °C	150 °C	3 u	EN 13284-1
9	180°C	120°C	>24 u	EN 13284-1
10	180°C	160°C	min. 4u	EN 13284-1
11	180°C	160°C	16u	EN 13284-1
13	180°C	160°C	1 u	EN 13284-1
14	180°C	160°C	8 u	EN 13284-1
15	180°C	160°C	min. 4u	EN 13284-1
16	180°C	160°C	1 u	EN 13284-1
17	180°C	160°C	1 u	EN 13284-1
18	105 °C	105 °C	1 u	NBN X 44-002
19	180°C	160°C	2 u	EN 13284-1
20	180°C	160°C	minstens 16 u oven en 4 u exciccator	EN 13284-1
21	180 °C	160 °C	min. 1 uur voor, min. 1 uur na	EN 13248-1
22	180 °C	160 °C	3u51min bij 160°C	EN 13248-1
23	180°C	160°C	60 min	EN 13284-1
24	180°C	160°C	tot constant gewicht	EN 13284-1
25	180°C	160°C	min 4 uren in dessicat.	EN 13284-1
26	180 °C	160 °C	> 12 h	EN 13284-1
27	180°C	120°C	1 u	EN 13284-1
28	160°C	160°C	1 u	EN 13284-1

Bijlage 4 Methode voor gasvormig kwik

Labo 8

	gevolgde norm	absorbens	aanzuigdebiet
bemonstering	EN 13211	H ₂ SO ₄ /KMnO ₄	1,2 m ³ /h
analyse	prEN 1483		

Labo 10

	gevolgde norm	absorbens	aanzuigdebiet
bemonstering	NBN EN 13211	20 % HNO ₃ + 4 % K ₂ Cr ₂ O ₇	+/- 5 l/min
analyse	eigen methode gebaseerd op EN 1483		

Labo 11

	gevolgde norm	absorbens	aanzuigdebiet
bemonstering	NBN EN 13211	K ₂ Cr ₂ O ₇ in HNO ₃	5 l/min
analyse	NBN EN 1483		

Labo 14

	gevolgde norm	absorbens	aanzuigdebiet
bemonstering	NF EN 13211	2%KMnO ₄ /10%H ₂ SO ₄	3-4l/min
analyse	NF EN 1483		

Labo 16

	gevolgde norm	absorbens	aanzuigdebiet
bemonstering	NBN EN 13211	KMnO ₄ /H ₂ SO ₄	1.7 à 1.8 l/min
analyse	NBN EN 13211		

Labo 17

	gevolgde norm	absorbens	aanzuigdebiet
bemonstering	EN 13211	4%K ₂ Cr ₂ O ₇ /20%HNO ₃	3 l/min
analyse	EN 1483		

Labo 19

	gevolgde norm	absorbens	aanzuigdebiet
bemonstering	NBN EN 13211	4%K ₂ Cr ₂ O ₇ /20%HNO ₃	3 l/min
analyse	eigen methode (FIMS)		

Labo 20

	gevolgde norm	absorbens	aanzuigdebiet
bemonstering	EN 13211	4%K ₂ Cr ₂ O ₇ /20%HNO ₃	2.5 l/min
analyse	fluorescentie spectrofotometrie		

Labo 21

	gevolgde norm	absorbens	aanzuigdebiet
bemonstering	NBN EN 13211	4%K ₂ Cr ₂ O ₇ /20%HNO ₃	3 l/min
analyse	NVN 7322 en o-NEN 5779		

Labo 22

	gevolgde norm	absorbens	aanzuigdebiet
bemonstering	EN 13211	4%K ₂ Cr ₂ O ₇ /20%HNO ₃	3 l/min
analyse	koude damp AAS		

Labo 23

	gevolgde norm	absorbens	aanzuigdebiet
bemonstering	Duitse norm	HCl/HNO ₃ /KMnO ₄	5l/min
analyse	AAS-FIMS		

Labo 26

	gevolgde norm	absorbens	aanzuigdebiet
bemonstering	DIN EN 13211	I: KMnO ₄ /H ₂ SO ₄	2-3 l/min
analyse	DIN EN 13211		

Labo 27

	gevolgde norm	absorbans	aanzuigdebiet
bemonstering	EPA 29	KMnO ₄ / H ₂ SO ₄	20 Nl/min
analyse	Atoomabsorptie (FIMS)		

Bijlage 5 Lijst van de deelnemende labo's

Dienst Leefmilieu van de Stad Brugge
Walweinstraat 20
8000 Brugge

Milieubureau JOVECO
Kriesberg 29b
3221 Holsbeek

Bodemkundige dienst van België
Willem De Croylaan 48
3001 Heverlee

Chemiphar n.v.
Lieven Bauwensstraat 4
8200 Brugge

SGS Belgium NV
Keetberglaan 4
Haven 1091
9120 Beveren

Laboratorium Van Vooren
Industriepark Rosteyne 1
9060 Zelzate

TUV
Schelsenweg 6
D-41238 Mönchengladbach

BECEWA v.z.w.
Venecoweg 17
9810 Nazareth

TAUW nv
Waaslandlaan 8A3
9160 Lokeren

Envirotox n.v.
Siemenslaan 13
8020 Oostkamp

Tessengerlo Chemie
Stationsstraat z/n
3980 Tessenderlo

VITO
Boeretang 200
2400 Mol

IBEVE
Interleuvenlaan 58 bus 2
3001 Heverlee

LISEC v.z.w.
Craenevenne 140
3600 Genk

AIB- Vinçotte nv – Divisie Ecosafer
Cross Point
Leuvensesteenweg 248
1800 Vilvoorde

LOVAP v.z.w.
Kleinhoefstraat 4
2440 Geel

C.W.O.B.K.N.
Avenue Gouverneur Cornez 4
7000 Mons

SERVACO n.v.
Tramstraat 2
8560 Wevelgem

LABORELEC
Rodestraat 125
1630 Linkebeek

MPU
Kolonnenstrasse 26
10829 Berlijn (Duitsland)

Axtron (AEC)
Molenhuizen 25
3980 Tessenderlo

Bayer Antwerpen N.V.
Centraal Analytisch Laboratorium
Haven 507-Scheldelaan 420
2040 Antwerpen

Gasunie Research
P.O. Box 19
9700 MA Groningen (Nederland)

Provincie Noord-Brabant:
Postbus 90151
5200 MC 's-Hertogenbosch (Nederland)

ISSEP
Rue du Chéra 200
4000 Luik

Degussa Antwerpen
Tijsmansstunnel West
2040 Antwerpen