



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Inter-laboratorium vergelijking van de bepaling van BTEX in buitenlucht

RIVM Briefrapport 2015-0147
T. Hafkenschied et al.



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Inter-laboratorium vergelijking van de bepaling van BTEX in buitenlucht

RIVM Briefrapport 2015-0147
T. Hafkenscheid et al.

Colofon

© RIVM 2018

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2015-00147

T. Hafkenschied (auteur), RIVM
J. Venema (auteur), RIVM
H. Bloemen (auteur), RIVM
K. van den Berghe (VMM)
E. van der Bij (auteur), OMWB
E. van der Gaag (auteur), (DCMR)
J. van der Laan (auteur), GGD Amsterdam

Contact:
Guus Stefess
MIL-MLG
Guus.stefess@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van RIVM Centrum voor Milieumonitoring in het kader van de samenwerking tussen de genoemde meetinstanties.

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Inter-laboratorium vergelijking van de bepaling van BTEX in buitenlucht

De luchtkwaliteits-meetnetten van Nederland en Vlaanderen werken nauw samen in de Overleggroep Luchtmonitoring (OLM). In het kader van deze samenwerking worden ook onderzoeken georganiseerd waarbij de meetnetten hun meetmethoden kunnen vergelijken. In 2014 heeft het RIVM een onderzoek georganiseerd waarbij de meetmethoden voor benzeen en andere aromatische koolwaterstoffen (BTEX) van 5 netwerken zijn vergeleken. Deze stoffen komen vooral in hoge concentraties in de lucht voor na industriële emissies.

De resultaten van dit onderzoek laten zien dat 3 meetnetten acceptabel tot goed presteren, waarbij de prestaties wel deels afhankelijk lijken te zijn van het type meetinstrument dat is gebruikt. De prestaties van de andere meetnetten – in casu meetinstrumenten – zijn minder goed. Hiervoor zijn verschillende oorzaken aanwijsbaar.

Kernwoorden: luchtkwaliteit, benzeen, aromatische koolwaterstoffen, vergelijkende metingen

Synopsis

Inter-laboratory comparison of the determination of BTEX in ambient air

The Dutch and Flemish air quality monitoring networks closely collaborate and one of the subjects within this collaboration is research on the comparison of the different monitoring methods. In 2014 RIVM organized a laboratory comparison for five participating networks for the measurement of benzene and other aromatic hydrocarbons (BTEX) with automatic continuous gas BTEX-analyzers. These compounds may arise at high concentrations in ambient air after industrial emissions. This study showed that the performances of three of the networks (three analyzers) may be classified as "good" or "satisfactory". The results may have been influenced partly by the type of monitors being used. The performances of the other networks (and/or monitoring equipment) are less, for a number of possible reasons.

Keywords: air quality, benzene, aromatic hydrocarbons, comparative measurements

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 11

2 Materialen en methoden — 13

2.1 Generatie van testgassen — 13

2.2 Berekening van concentraties van te meten componenten — 13

2.3 Meetmethoden van deelnemers — 14

3 Organisatie van het vergelijkingsonderzoek — 15

3.1 Opzet — 15

3.2 Rapportage — 15

4 Evaluatie van de deelnemer-resultaten — 17

4.1 Controle op generatie testgassen met robuuste gemiddelden — 17

4.2 Prestaties van deelnemers — 18

4.2.1 Lineariteit van het monitorsignaal — 18

4.2.2 z-Scores — 19

5 Evaluatie van de toegepaste meetmethoden — 23

6 Conclusies — 25

Referenties — 27

Bijlage 1. Berekende concentraties, onzekerheden en bijzonderheden van de testgassen. — 29

Bijlage 2. Informatie over gebruikte monitoren. — 30

Bijlage 3. Resultaten deelnemers. — 31

Bijlage 4. Vergelijking robuuste gemiddelden en referentiewaarden. — 37

Bijlage 5. Resultaten van lineariteitstesten. — 39

Bijlage 6. z-Scores berekend met referentiewaarden — 50

Bijlage 7. Gecombineerde informatie over meetmethoden en resultaten voor benzeen — 56

Samenvatting

In het kader van haar referentiefunctie voor luchtkwaliteitsmetingen in Nederland heeft RIVM een vergelijkingsonderzoek georganiseerd voor het meten van benzeen en andere aromatische koolwaterstoffen (BTEX) m.b.v. continue automatische BTEX-analyzers. In de praktijk worden dergelijke analyzers gebruikt om meetgegevens te verzamelen voor verschillende doelen:

- Om te controleren of wordt voldaan aan de eisen t.a.v. de grenswaarde van benzeen die wettelijk is vastgelegd in EU Richtlijn 2008/50/EC [1]
- Om emissies van aromatische koolwaterstoffen in industriële gebieden op te sporen en te herleiden naar mogelijke bronnen
- Om de bevolking te waarschuwen voor mogelijke blootstelling aan (met name) benzeen bij emissies.

Vier Nederlandse luchtmeetnetten en het Belgische VMM hebben deelgenomen aan dit onderzoek. Eén meetnet heeft met twee verschillende analyzers deelgenomen. Alle meetnetten meten hierbij conform de Europese norm EN 14662-3.

De resultaten per deelnemer variëren. De prestaties van drie meetnetten (drie analyzers) kunnen op basis van zogenaamde z-scores als "goed" of "acceptabel" worden geclassificeerd. De overige meetnetten (drie analyzers) scoren minder. Hiervoor zijn verschillende oorzaken aanwijsbaar:

- Problemen met de juiste kwantificering in aanwezigheid van stoorcomponenten (m.n. voor benzeen)
- Problemen met juiste kwantificering bij lage concentraties t.g.v. artefacten bij de gaschromatografie
- Problemen met lineariteit van het analyzer-sigitaal voor bepaalde componenten
- Systematisch lage meetwaarden voor benzeen.

Analyzers voorzien van een vlam-ionisatie detector blijken beter te presteren dan die met een foto-ionisatie detector. Hierbij kan echter niet worden uitgesloten dat ook andere verschillen in configuratie van de analyzers, zoals kolomtype en temperatuurprogramma, een rol spelen.

1 Inleiding

In Nederland en Vlaanderen worden m.b.v. automatische continu-metende apparatuur concentraties van aromatische koolwaterstoffen in de buitenlucht gemeten. Deze metingen hebben drie doelen:

1. Om te controleren of wordt voldaan aan de eisen t.a.v. de grenswaarde van benzeen die wettelijk is vastgelegd in EU Richtlijn 2008/50/EC [1]
2. Om emissies van aromatische koolwaterstoffen in industriële gebieden op te sporen en te herleiden naar mogelijke bronnen
3. Om de bevolking te waarschuwen voor mogelijke blootstelling aan (met name) benzeen bij emissies.

De gemeten concentraties kunnen hierbij variëren van $< 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tot enkele honderden $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Om de vergelijkbaarheid van de meetresultaten van de diverse instanties die in Nederland en Vlaanderen metingen van aromatische koolwaterstoffen verrichten te kunnen beoordelen is hiertoe een vergelijkingsonderzoek georganiseerd.

Dit onderzoek is uitgegaan van het OLM, het samenwerkingsverband tussen overheidsinstellingen in Nederland en Vlaanderen op het gebied van luchtkwaliteit.

In het onderzoek zijn testgassen van verschillende, bekende samenstellingen gegenereerd in het laboratorium van de afdeling MLG van het RIVM. De betrokken instanties hebben de concentraties aan aromatische koolwaterstoffen gemeten in het laboratorium met hun eigen methoden en apparatuur. Deelnemers zijn (in alfabetische volgorde):

- De DCMR Milieudienst Rijnmond
- De GGD Amsterdam
- De Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant (OMWB)
- Het RIVM
- De Vlaamse Milieumaatschappij (VMM).

Met het organiseren van deze vergelijkingsonderzoeken geeft RIVM invulling aan één van haar taken als Nederlands referentielaboratorium op het gebied van luchtkwaliteit (zie [1], art. 3b).

In dit rapport worden de organisatie, de resultaten en de evaluatie van dit onderzoek beschreven.

2 Materialen en methoden

2.1 Generatie van testgassen

De voor het vergelijkend onderzoek gebruikte testgassen zijn gegenereerd in het kalibratie-laboratorium van RIVM m.b.v. het type CGM gas-kalibratiesysteem van de firma MCZ (DE). Met dit systeem kan een aantal gasmengsels dynamisch worden doorverdund tot vooraf ingestelde concentraties via gekalibreerde mass-flow controllers. De output van de mass-flow controllers wordt gecontroleerd door meting m.b.v. een Sierra CalTrak carbon-piston flow calibrator.

Het CGM-systeem biedt bovendien de mogelijkheid tot toevoegen van andere dan de te meten componenten. In het onderhavige onderzoek zijn bv. waterdamp, alifatische koolwaterstoffen en ozon toegevoegd om hun invloed op de meetresultaten te kunnen vaststellen.

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van de volgende gasmengsels van testcomponenten:

- Een PRS (Prietary Reference Standard) van het National Physical Laboratory (NPL, UK) bevattende benzeen, toluen, ethylbenzeen, m-xyleen, p-xyleen en o-xyleen in stikstof met nominale, gecertificeerde concentraties van 10 ppm
- Een PRS (Prietary Reference Standard) van het NPL bevattende benzeen, toluen, ethylbenzeen, m-xyleen, p-xyleen en o-xyleen in stikstof met nominale, gecertificeerde concentraties van 1 ppm.

Als bronnen van stoorcomponenten zijn gebruikt:

- Waterdamp, gegenereerd door verdamping van een bekende flow water via een liquid mass-flow controller en doorverdunding m.b.v. schone lucht.
- Een PRS van het NPL bevattende alifatische koolwaterstoffen met concentraties van ca. 1 ppm, te weten:
 - methylcyclopentaan
 - 2,2,3-trimethylbutaan
 - 2,4-dimethylpentaan
 - tetrachloormethaan
 - cyclohexaan
 - 2,3-dimethylpentaan
 - 2-methylhexaan
 - 3-ethylpentaan
 - trichlooretheen
 - n-heptaan.

Ozon, gegenereerd m.b.v. een interne ozonbron uit schone lucht.

2.2 Berekening van concentraties van te meten componenten

De concentraties van de te meten componenten in de testgassen zijn berekend aan de hand van:

- De gecertificeerde concentraties in de PRS (onzekerheden ca. 2,0% bij 95% betrouwbaarheid)
- De gekalibreerde output van de mass-flow controllers (onzekerheden maximaal 1,5% bij 95% betrouwbaarheid).

De berekende waarden zijn herleidbaar naar (inter)nationaal geaccepteerde standaarden.

De concentraties van de stoorcomponenten zijn waarden berekend aan de hand van de instellingen van het CGM-systeem en zijn niet herleidbaar.

De berekende concentraties van alle mengsels en hun onzekerheden, alsmede verdere bijzonderheden over de aangeboden testgassen, zijn gegeven in Bijlage 1.

2.3 Meetmethoden van deelnemers

Alle deelnemers hebben bij het onderzoek gebruik gemaakt van speciaal ingerichte "BTEX" monitoren. Dit zijn gaschromatografen die automatisch semi-continu lucht bemonsteren op een kleine kolom met adsorptiemateriaal. Na thermische desorptie wordt de bemonsterde lucht vervolgens "geanalyseerd" op de aanwezigheid van BTEX (benzeen, toluen, ethylbenzeen en xylenen) en worden deze componenten vervolgens gekwantificeerd.

Hiertoe zijn de monitoren ingesteld en gekalibreerd m.b.v. gasmengsels van BTEX in stikstof met bekende samenstellingen, die voor alle deelnemers herleidbaar zijn naar (inter)nationaal geaccepteerde standaarden.

Informatie over de configuraties van de monitoren en hun instellingen zijn gegeven in Bijlage 2.

3 Organisatie van het vergelijkingsonderzoek

3.1 Opzet

In overleg met alle deelnemers is gekozen voor de periode van 20 t/m 26 mei 2014 voor het houden van de vergelijking. De vergelijking bestond uit 2 opeenvolgende "runs" van ca. 3 dagen. Bij beide runs zijn 25 testgassen voor meting aangeboden. Elk testgas is gedurende 3 uur aangeboden om deelnemers de tijd te bieden voldoende valide resultaten te verzamelen (in het algemeen wordt het resultaat van de eerste meting van een testgas verworpen). Informatie over de samenstelling van de testgassen is gegeven in Bijlage 1.

Alle apparatuur is geplaatst in een geklimatiseerde ruimte, waarvan temperatuur is geregeld op 20 °C.

Eén deelnemer heeft gemeten met 2 monitoren van een verschillend type. Voor beide monitoren zijn separaat meetwaarden gerapporteerd.

3.2 Rapportage

Aan alle deelnemers is een Excel werkblad toegestuurd met het verzoek hierin hun resultaten te rapporteren in de vorm van 3 valide halfuurs-gemiddelde waarden. Voor deze vorm is gekozen omdat de monitoren van de deelnemers niet dezelfde cyclustijd hebben (cyclustijden zijn 15, 20 en 30 minuten).

Eén deelnemer heeft resultaten gerapporteerd van benzeen en toluen, de overige deelnemers van alle componenten. Hierbij dient te worden opgemerkt dat m- en p-xyleen als één component zijn gerapporteerd.

Bij de eerste run ontbreken bij 2 deelnemers door technische problemen resultaten voor de eerste 5, respectievelijk 7 testgassen, bij de tweede run ontbreken bij één deelnemer de resultaten voor één testgas (nr. 20).

Om deze redenen is besloten de evaluatie van de resultaten te baseren op de gerapporteerde waarden voor de tweede run m.u.v. de resultaten van één deelnemer (F). Deze rapporteerde problemen met contaminatie in run 2, en heeft daarom verzocht de evaluatie te baseren op de resultaten van run 1.

Voor de evaluatie is van de 3 halfuurs-gemiddelde waarde één gemiddelde berekend. Hierbij kan worden opgemerkt dat de spreiding tussen de 3 halfuurs-gemiddelden gering is, en veel kleiner dan de spreiding tussen de resultaten van de deelnemers onderling. De berekende gemiddelden zijn geanonimiseerd weergegeven in Bijlage 3.

4 Evaluatie van de deelnemer-resultaten

4.1 Controle op generatie testgassen met robuuste gemiddelden

Ter controle op de juistheid van de concentraties van de gegenereerde testgassen zijn robuuste deelnemer-gemiddelden en standaardafwijkingen berekend. De robuuste gemiddelden en standaard-afwijkingen zijn weinig afhankelijk van de eventuele aanwezigheid in, en de verwijdering van uitbijters uit, de aangeleverde gegevens.

Voor de berekeningen is de methodiek beschreven in ISO 13528 [2] toegepast.

Na 2 iteraties worden hiermee stabiele waarden voor de robuuste gemiddelden en standaardafwijkingen gevonden. Deze zijn – samen met de berekende referentiewaarden en onzekerheden – per component weergegeven in Bijlage 3 voor dié testgassen waarbij geen stoorcomponenten aanwezig zijn (nrs. 1 t/m 10). Tevens is het verschil tussen de berekende referentiewaarden en robuuste gemiddelden uitgedrukt als z-score. Deze wordt als volgt berekend:

$$z = \frac{m - x_{ref}}{\sqrt{\sigma^2 + u_{ref}^2}} \quad (1)$$

waarbij:

z	= z-score
m	= robuust gemiddelde, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
x_{ref}	= referentie-concentratie, berekend als beschreven in 2.2, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
σ	= robuuste standaardafwijking, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
u_{ref}	= onzekerheid van de referentie-concentratie, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Een z-score van $-2 \leq z \leq 2$ is een indicatie voor een goede overeenkomst tussen m en x_{ref} (binnen 95% betrouwbaarheid).

De z-scores voor de gemeten componenten zijn gegeven in Bijlage 4. Hieruit blijkt dat:

- De meeste z-scores positief zijn; de robuuste gemiddelden zijn i.h.a. iets hoger dan de referentiewaarden.
- De z-scores voor 2 testgassen/componenten groter dan 2 zijn:
 - Voor ethylbenzeen bij testgas 2 (ca. $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
 - Voor m,p-xyleen bij testgas 7 ($0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, carry-over).
- De overige scores duiden op goede overeenkomst tussen referentiewaarden en robuuste gemiddelden.

Bij verdere berekeningen wordt daarom gebruik gemaakt van de referentiewaarden.

4.2 Prestaties van deelnemers

4.2.1 Lineariteit van het monitorsignaal

Aan de hand van de gemiddelden van de gerapporteerde resultaten (Bijlage 3) en de referentiewaarden van de te meten componenten in de testgassen is getracht een aantal prestatiekenmerken per deelnemer te berekenen.

De resultaten van de eerste 6 testgassen zijn gebruikt voor het berekenen van de lineariteit van het signaal van de gebruikte monitoren. Als maat hiervoor zijn de residuen berekend na berekening van een lineaire functie m.b.v. kleinste-kwadraten regressie. De residuen zijn berekend als relatieve residuen bij testgas-concentraties groter dan 0, en als absolute residuen bij concentratie = 0 (testgas 3) met de volgende vergelijkingen.

$$r(rel) = 100 * \left(1 - \frac{x_{ber}}{x_{ref}}\right) \quad (1)$$

$$r(abs) = x_{ber} - x_{ref} \quad (2)$$

Waarbij:

$r(rel)$ = relatief residu, in %

$r(abs)$ = absoluut residu, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

x_{ber} = m.b.v. lineaire regressie berekende concentratie, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

x_{ref} = aangeboden concentratie, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Voor benzeen zijn in prEN 14662-3:rev 2014 [3] criteria gegeven voor de berekende residuen:

- $r(rel) \leq 5\%$
- $r(abs) \leq 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Voor de overige componenten bestaan geen officiële criteria m.b.t. residuen.

De resultaten van de berekeningen en grafische weergaven van de verbanden tussen gemeten en aangeboden concentraties zijn gegeven in Bijlage 5.

Uit deze resultaten blijkt dat vooral bij lage en middel-hoge concentraties de residuen relatief hoog zijn. Ook blijkt dat bij een aantal deelnemers de residuen bij nul relatief hoog zijn. Voor benzeen is dit zorgwekkend aangezien de in de praktijk gemeten concentraties – bij afwezigheid van industriële bronnen – veelal lager zijn dan $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Voor benzeen voldoen alleen de resultaten van deelnemer D aan de criteria uit prEN 14662-3:rev 2014. Dit is opvallend omdat de GC van deelnemer D gebruik maakt van een foto-ionisatie detector (PID), welke i.h.a. bekend staat als niet-lineair. Dit impliceert dat de door deelnemer D gebruikte "auto-linearisatie" van het PID-signaal voor benzeen afdoende blijkt te werken.

4.2.2 z-Scores

Voor de evaluatie van de deelnemer-resultaten is het z-score model toegepast. De prestatie-indicator z is als volgt berekend [2]:

$$z = \frac{x_i - x_{ref}}{\sqrt{\sigma_p^2 + u_{ref}^2}} \quad (3)$$

waarbij:

- x_i = resultaat van deelnemer i , in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- x_{ref} = referentie-concentratie, berekend als beschreven in 2.2, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- σ_p = toegekende standaardafwijking van de resultaten van de deelnemers, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (zie 4.1)
- u_{ref} = onzekerheid van de referentie-concentratie, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Een z-score van $-2 \leq z \leq 2$ is een indicatie voor een goed resultaat.

Een z-score van $-3 \leq z < -2$ or $z > 2 \leq 3$ duidt op een twijfelachtig resultaat.

Een z-score < -3 of > 3 is een indicatie voor een onacceptabel resultaat.

De grootte van de toegekende standaardafwijking σ_p bepaalt mede de grootte van z . ISO 13528 [2] beveelt aan een waarde voor σ_p te gebruiken die een maat is voor de "fitness-for-purpose" van het resultaat.

Het Joint Research Centre (JRC) van de Europese Commissie heeft voor vergelijkingsonderzoeken van metingen van BTEX de volgende standaardafwijkingen toegekend [4]:

- benzeen: $\sigma = 0,128 + 0,057 \cdot x_{ref}$
- toluen: $\sigma = 0,153 + 0,057 \cdot x_{ref}$
- ethylbenzeen: $\sigma = 0,177 + 0,057 \cdot x_{ref}$
- m,p-xyleen: $\sigma = 0,177 + 0,057 \cdot x_{ref}$
- o-xyleen: $\sigma = 0,177 + 0,057 \cdot x_{ref}$.

Deze waarden zijn bedoeld voor de evaluatie van de prestaties van nationale referentielaboratoria voor luchtkwaliteitsmetingen. Voor de evaluatie van de resultaten van de onderhavige vergelijking is deels gebruik gemaakt van de door het JRC toegekende standaardafwijkingen: die voor een concentratie = 0. Voor het concentratie-afhankelijke deel van de standaardafwijking is een factor gebruikt die is gebaseerd op het interval waarin de meeste resultaten worden verwacht [3]. Hiervoor is de eis uit [1] voor de meetonzekerheid van benzeen gebruikt: 25% bij 95% betrouwbaarheid. De berekende factor is dan 0,083.

Voor u_{ref} zijn de waarden berekend als beschreven in 2.2 gebruikt.

De resulterende z-scores voor alle deelnemers en testgassen zijn gegeven in Bijlage 6. Hierbij zijn scores van $-2 \leq z \leq 2$ cursief weergegeven, en scores < -3 of > 3 in cursief en vet.

De resultaten worden onderstaand per deelnemer samengevat. Waar z-scores < -3 of > 3 zijn, wordt getracht deze te duiden.

Deelnemer A

	$z < -3$	$-3 \leq z < -2$	$-2 \leq z \leq 2$	$2 < z \leq 3$	$z > 3$
Benzeen	0	0	25	0	0
Tolueen	0	0	25	0	0
Ethylbenzeen	0	0	25	0	0
m,p-Xyleen	0	0	13	11	1
o-Xyleen	0	0	25	0	0

Deelnemer A heeft één resultaat >3 voor m,p-xyleen bij een lage concentratie. Dit is wellicht het gevolg van een artefact dat als m,p-xyleen wordt geïdentificeerd.

Deelnemer B

	$z < -3$	$-3 \leq z < -2$	$-2 \leq z \leq 2$	$2 < z \leq 3$	$z > 3$
Benzeen	0	0	13	7	5
Tolueen	0	0	25	0	0
Ethylbenzeen	0	0	25	0	0
m,p-Xyleen	0	0	24	0	1
o-Xyleen	13	2	10	0	0

Deelnemer B heeft 5 resultaten >3 voor benzeen voor lage concentraties, waarvan 3 zeer hoge waarden in aanwezigheid van stoorcomponenten. Dit wijst mogelijk op co-elutie/verkeerde identificatie van benzeen. Voor o-xyleen zijn 13 scores <-3 . Dit is waarschijnlijk het gevolg van de a-lineariteit van het monitorsignaal voor deze component (zie Bijlage 5).

Deelnemer C

	$z < -3$	$-3 \leq z < -2$	$-2 \leq z \leq 2$	$2 < z \leq 3$	$z > 3$
Benzeen	14	1	9	0	1
Tolueen	0	0	25	0	0

Deelnemer C heeft 14 resultaten <-3 voor benzeen, allen bij middelhoge en hoge concentraties. De lineariteit van de monitor is goed (zie Bijlage 5), de verhouding tussen de gemeten concentraties en referentiewaarden is nagenoeg constant (0,62). Dit lijkt te wijzen op een kalibratieprobleem, dan wel een relatief constant verlies van signaal/component.

Deelnemer D

	$z < -3$	$-3 \leq z < -2$	$-2 \leq z \leq 2$	$2 < z \leq 3$	$z > 3$
Benzeen	0	1	22	2	0
Tolueen	0	0	22	3	0
Ethylbenzeen	0	0	17	8	0
m,p-Xyleen	0	0	19	2	4
o-Xyleen	0	0	21	4	0

Deelnemer D heeft 4 resultaten voor m,p-xyleen >3 , allen bij lage concentraties. Dit is wellicht het gevolg van een artefact dat als m,p-xyleen wordt geïdentificeerd.

Deelnemer E

	$z < -3$	$-3 \leq z < -2$	$-2 \leq z \leq 2$	$2 < z \leq 3$	$z > 3$
Benzeen	3	0	15	0	7
Tolueen	2	0	20	3	0
Ethylbenzeen	2	1	20	2	0
m,p-Xyleen	2	1	21	1	0
o-Xyleen	2	1	21	1	0

Deelnemer E heeft voor benzeen 7 resultaten >3 en voor alle componenten 2 of 3 z-scores <-3 . De hoge z-scores voor benzeen zijn allen voor lage concentraties. De lage z-scores zijn bij middelhoge en hoge concentraties in aanwezigheid van hoge concentraties organische stoorcomponenten. Dit wijst mogelijk op co-elutie dan wel verschuiving van de retentietijden t.g.v. de hoge concentraties van de stoorcomponenten.

Deelnemer F

	$z < -3$	$-3 \leq z < -2$	$-2 \leq z \leq 2$	$2 < z \leq 3$	$z > 3$
Benzeen	0	1	24	0	0
Tolueen	0	0	23	2	0
Ethylbenzeen	0	0	23	2	0
m,p-Xyleen	0	1	23	1	0
o-Xyleen	0	0	23	2	0

Deelnemer F heeft geen scores <-3 of >3 .

5 Evaluatie van de toegepaste meetmethoden

Uit de beoordeling van de resultaten van de deelnemers in Hoofdstuk 4 wordt duidelijk dat de verschillende gebruikte BTEX analyzers – en de daaraan gerelateerde configuraties – kunnen leiden tot (grote) verschillen in de meetwaarden voor de aangeboden componenten. Deze verschillen blijken (mede) afhankelijk van de concentraties van de aangeboden componenten en de aanwezigheid van stoorcomponenten. Omdat voor benzeen een wettelijk meetregime en een wettelijke grenswaarde gelden, zijn voor benzeen de resultaten van de deelnemers, de referentiemeetwaarden, bijzonderheden over de testgassen en gebruikte analyzers onderstaand apart weergegeven in Bijlage 7. Hierin zijn de meetwaarden waarden met z-scores < -3 of > 3 vet cursief weergegeven, en de meetwaarden met z-scores tussen -3 en -2 of 2 en 3 cursief (behalve de scores voor deelnemer C die toe te schrijven zijn aan de lage recovery van 0,62).

Uit bijlage 7 blijkt dat de problemen bij lage concentraties benzeen met name voorkomen bij één type analyzer met foto-ionisatie detectie. Opvallend is, dat deelnemer D, die dezelfde analyzer gebruikt, deze problemen niet of nauwelijks kent. Het enige aantoonbare verschil is de langere cyclustijd van deelnemer D (30 min). Verder blijken de analyzers die zijn toegerust met een vlam-ionisatie detector geen problemen te geven. Dit kan echter ook (mede) het gevolg zijn van het gebruik van andere scheidingskolommen en kolom-temperaturen.

6 Conclusies

Op basis van de z-scores berekend uit referentie-concentraties en hun onzekerheden en "fit-for-purpose" standaardafwijkingen kan worden geconcludeerd dat drie van de zes deelnemers goed presteren: deelnemers A, D en F.

De overige drie deelnemers hebben een relatief hoog aantal z-scores < -3 of > 3 . Deelnemer B heeft problemen bij de bepaling van benzeen en o-xyleen, deelnemer C bij de bepaling van benzeen, en deelnemer E bij de bepaling van alle componenten, maar speciaal bij die van benzeen.

De mogelijke oorzaken hiervoor zijn divers.

De afwijkende resultaten blijken echter met name voor te komen bij het type analyzer met foto-ionisatie detectie en niet bij analyzers met vlamionisatie detectie. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de laatste ook zijn uitgerust met andere scheidingskolommen en bijbehorende kolomtemperaturen.

Uit de resultaten van de vergelijking blijkt ook dat vooral bij lage en middel-hoge concentraties de afwijkingen van de referentie-concentraties hoog zijn. Ook blijkt dat bij een aantal deelnemers de afwijking bij nul relatief hoog zijn. Voor benzeen is dit zorgwekkend aangezien de in de praktijk gemeten concentraties – bij afwezigheid van industriële bronnen – veelal lager zijn dan $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Voor benzeen voldoen alleen de resultaten van deelnemer D aan de criteria uit prEN 14662-3:rev 2014. Dit is opvallend omdat de GC van deelnemer D gebruik maakt van een foto-ionisatie detector (PID), welke i.h.a. bekend staat als niet-lineair. Dit impliceert dat de door deelnemer D gebruikte "auto-linearisatie" van het PID-sigitaal voor benzeen afdoende blijkt te werken.

Referenties

- [1] Council Directive 2008/50/EC on ambient air quality and cleaner air for Europe.
- [2] ISO 13528: 2005. Statistical methods for use in proficiency testing by inter-laboratory comparisons.
- [3] prEN 14662-3: 2005 rev 2014. Ambient air – Standard method for the measurement of benzene concentrations – Part 3: Automated pumped sampling with in-situ gas chromatography.
- [4] EUR 23792EN: 2009. Second EC-JRC aromatic compounds intercomparison with automatic analyzer.

Bijlage 1. Berekende concentraties, onzekerheden en bijzonderheden van de testgassen.

Testgas nr.	Benzeen		Tolueen		Ethylbenzeen		m,p-Xyleen		o-Xyleen		Bijzonderheden
	c *	U *	c	U	c	U	c	U	c	U	
1	31,8	0,9	38,0	1,1	41,3	1,2	86,7	2,5	43,8	1,3	Lineariteit
2	14,9	0,4	17,9	0,5	19,4	0,6	40,7	1,2	20,6	0,6	Lineariteit
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Lineariteit
4	24,9	0,7	29,8	0,9	32,3	0,9	67,8	2,0	34,2	1,0	Lineariteit
5	5,0	0,1	6,0	0,2	6,5	0,2	13,6	0,4	6,9	0,2	Lineariteit
6	45,1	1,3	53,8	1,6	58,5	1,7	122,7	3,6	62,0	1,8	Lineariteit
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Carry over
8	0,4	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	1,1	0,0	0,5	0,0	Lage concentraties
9	1,0	0,0	1,2	0,0	1,3	0,0	2,7	0,1	1,4	0,0	Lage concentraties
10	3,0	0,1	3,6	0,1	3,9	0,1	8,2	0,2	4,1	0,1	Lage concentraties
11	31,8	0,9	37,9	1,1	41,2	1,2	86,5	2,5	43,7	1,3	+20% H ₂ O
12	14,9	0,4	17,7	0,5	19,3	0,6	40,4	1,2	20,4	0,6	+20% H ₂ O
13	1,0	0,0	1,2	0,0	1,3	0,0	2,7	0,1	1,3	0,0	+20% H ₂ O
14	1,0	0,0	1,2	0,0	1,3	0,0	2,7	0,1	1,4	0,0	+80% H ₂ O
15	14,8	0,4	17,7	0,5	19,3	0,6	40,4	1,2	20,4	0,6	+80% H ₂ O
16	31,7	0,9	37,8	1,1	41,1	1,2	86,3	2,5	43,6	1,3	+80% H ₂ O
17	31,6	0,9	37,8	1,1	41,1	1,2	86,2	2,5	43,5	1,3	+90 ppb ozon
18	15,0	0,4	17,9	0,5	19,4	0,6	40,7	1,2	20,6	0,6	+90 ppb ozon
19	1,0	0,0	1,2	0,0	1,3	0,0	2,7	0,1	1,4	0,0	+90 ppb ozon
20	1,0	0,0	1,2	0,0	1,3	0,0	2,7	0,1	1,4	0,0	+3-10 µg/m ³ VOC
21	1,0	0,0	1,2	0,0	1,3	0,0	2,7	0,1	1,4	0,0	+30-100 µg/m ³ VOC
22	14,9	0,4	17,8	0,5	19,4	0,6	40,6	1,2	20,5	0,6	+30-100 µg/m ³ VOC
23	14,9	0,4	17,8	0,5	19,4	0,6	40,6	1,2	20,5	0,6	+3-10 µg/m ³ VOC
24	31,8	0,9	38,0	1,1	41,3	1,2	86,7	2,5	43,8	1,3	+3-10 µg/m ³ VOC
25	31,8	0,9	38,0	1,1	41,3	1,2	86,7	2,5	43,8	1,3	+30-100 µg/m ³ VOC

*Waarden voor concentraties (c) en onzekerheden (U, 95% betrouwbaarheid) zijn in µg/m³ bij 20 °C en 101,3 kPa.

Bijlage 2. Informatie over gebruikte monitoren.

	A	B	C	D	E	F
<i>Monitor merk en type</i>	AMA GC5000	Synspec GC 955	Synspec GC 955	Synspec GC 955	Synspec GC 955	airmoBTX A-
<i>Cyclustijd (min)</i>	30	20	15	30	15	15
<i>Startdatum en tijd</i>	20 mei 14:00	20 mei 14:00	20 mei 14:00	20 mei 14:00	20 mei 14:00	20 mei 09:30
<i>Monsterneming</i>						
– methode	membraanpomp	zuigerpomp	zuigerpomp	zuigerpomp	zuigerpomp	externe pomp
– volume (ml)	300	35	140	100	100	460
– trap		Tenax GR, 100 mg	Tenax GR, 60–80 Mesh, 8 cm	Tenax GR, 35–60 Mesh, 8 cm	Tenax GR, 35–60 Mesh, 8 cm	Carbotrap 8 cm
– temperatuur	omgeving	omgeving	omgeving	omgeving	omgeving	omgeving
– by-pass?	nee	nee	ja	nee	nee	nee
<i>Desorptie</i>						
– temperatuur (°C)	230	200	180	230	230	380
– tijd (s)	180	60	54	30	15	120
– debiet (ml/min)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	3 - 4
– stripperkolom?	nee	1,8 m	2 m	2 m	2 m	nee
<i>Scheiding</i>						
– kolom	AMA-sep 1 1,5	AT5 1,2 µm,	AT5 10 µm,	AT5 1 µm,	AT5 1 µm,	MXT 30CE 1
– temperatuur (programma)	40–210 °C	45–60 °C lineair	50 (basis)–70 °C (5 min – 12	45–60 °C lineair	45–60 °C lineair	43-45°C 2°/min, 45-165°C
– draaggas	stikstof	stikstof	stikstof	stikstof	stikstof	waterstof
– debiet (ml/min)		1,5	1,5	1,5	1,5	3 - 4
<i>Detectie</i>						
– detector	FID	PID 10,6 eV	PID 10,6 eV	PID 10,6 eV	PID 10,6 eV	FID
– temperatuur	180 °C	100 °C	omgeving	230 °C	230 °C	150 °C
– detectiegrens (benzeen)	0,035 ppb	0,05 ppb	0,03 ppb	0,05 ppb	0,05 ppb	0,05 ppb
<i>Meetonzekerheid (benzeen)</i>	0,2 µg/m ³	1,1 µg/m ³	10%			

Bijlage 3. Resultaten deelnemers.

Deelnemer A

<i>Testgas nr.</i>	<i>Benzeen</i>	<i>Tolueen</i>	<i>Ethylbenzeen</i>	<i>m,p-Xyleen</i>	<i>o-Xyleen</i>
1	31,7	38,5	43,0	89,2	45,7
2	15,5	19,1	21,7	48,8	23,3
3	0,0	0,1	0,1	0,3	0,1
4	25,4	31,1	34,9	74,9	37,3
5	5,2	6,5	7,4	17,1	8,0
6	41,9	50,6	56,2	111,3	59,4
7	0,1	0,1	0,1	0,5	0,2
8	0,5	0,6	0,8	1,9	0,8
9	1,1	1,4	1,6	3,7	1,7
10	3,2	3,9	4,3	9,9	4,6
11	31,4	38,3	42,9	89,1	45,7
12	15,6	19,2	21,7	48,9	23,3
13	1,1	1,5	1,7	3,9	1,8
14	1,1	1,4	1,7	3,8	1,7
15	15,5	19,1	21,7	48,9	23,4
16	31,4	38,3	43,4	89,7	46,4
17	31,5	38,0	41,3	87,2	44,3
18	15,8	18,9	20,3	46,6	22,0
19	1,1	1,3	1,5	3,5	1,6
20	1,0	1,3	1,6	3,7	1,7
21	1,2	1,4	1,6	3,8	1,7
22	14,9	18,8	21,2	47,8	22,7
23	15,2	19,3	21,7	48,7	23,2
24	30,8	38,5	43,0	89,1	45,8
25	30,3	38,0	42,6	88,3	45,4

*Alle resultaten in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bij 20 °C en 101,3 kPa.

Deelnemer B *

<i>Testgas nr.</i>	<i>Benzeen</i>	<i>Tolueen</i>	<i>Ethylbenzeen</i>	<i>m,p-Xyleen</i>	<i>o-Xyleen</i>
1	31,6	38,8	44,7	86,6	43,1
2	16,0	20,3	22,6	44,0	14,0
3	0,3	0,0	0,0	0,2	0,2
4	24,9	31,1	36,1	68,3	29,1
5	6,7	7,0	6,5	14,4	3,3
6	43,3	52,7	58,2	120,0	64,4
7	0,3	0,1	0,0	0,6	0,1
8	0,8	0,4	0,4	1,0	0,2
9	1,5	1,1	1,0	2,3	0,4
10	4,2	3,7	3,3	7,6	1,6
11	31,1	38,4	44,3	86,1	39,0
12	15,6	20,1	22,4	43,6	13,2
13	1,5	1,1	1,0	2,6	0,5
14	1,5	1,0	0,9	2,2	0,4
15	15,2	19,7	21,8	42,4	12,6
16	30,2	37,9	44,2	86,3	35,4
17	31,4	38,4	44,3	86,6	36,7
18	15,8	20,3	22,3	43,7	12,8
19	1,5	1,1	1,1	2,5	0,4
20	3,4	1,1	0,9	2,2	0,4
21	27,8	1,0	1,0	2,2	0,4
22	20,5	19,3	21,6	41,6	12,4
23	16,0	20,0	22,3	42,8	13,4
24	30,6	37,9	44,1	85,1	38,1
25	33,7	37,7	44,0	85,4	37,7

*Alle resultaten in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bij 20 °C en 101,3 kPa.

Deelnemer C *

Testgas nr.	Benzeen	Tolueen
1	19,6	36,5
2	9,5	17,4
3	0,0	0,0
4	15,4	28,9
5	3,8	6,4
6	28,0	50,5
7	0,0	0,0
8	0,3	0,4
9	0,9	1,1
10	2,4	3,9
11	19,4	36,3
12	9,5	17,2
13	0,9	1,1
14	0,9	1,1
15	9,2	16,5
16	19,1	35,2
17	20,3	36,9
18	9,7	17,5
19	0,9	1,1
20	0,6	1,1
21	4,3	1,1
22	3,7	18,5
23	7,7	17,0
24	13,0	37,3
25	14,2	34,0

*Alle resultaten in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bij 20 °C en 101,3 kPa.

Deelnemer D *

<i>Testgas nr.</i>	<i>Benzeen</i>	<i>Tolueen</i>	<i>Ethylbenzeen</i>	<i>m,p-Xyleen</i>	<i>o-Xyleen</i>
1	34,9	44,5	49,1	96,9	49,6
2	16,6	20,9	22,9	46,2	24,0
3	0,1	0,1	0,1	0,6	0,2
4	27,3	35,0	38,3	76,3	39,0
5	5,5	7,1	8,0	14,7	8,7
6	47,8	60,7	67,4	130,3	67,9
7	0,1	0,2	0,3	1,4	0,4
8	0,6	0,6	0,6	1,7	0,6
9	1,4	1,5	1,6	3,4	1,5
10	3,5	4,4	4,8	8,6	5,1
11	34,5	44,0	48,5	95,6	49,2
12	16,3	20,9	22,7	45,8	23,9
13	1,4	1,7	1,8	4,0	1,7
14	1,4	1,5	1,6	3,5	1,5
15	16,2	20,5	22,3	44,6	23,4
16	34,5	44,0	48,6	96,4	49,6
17	35,1	44,7	49,5	97,9	50,8
18	16,6	21,2	23,1	46,8	24,7
19	1,5	1,7	1,9	4,2	2,1
20	1,4	1,4	1,6	3,5	1,6
21	1,5	1,3	1,4	3,3	1,4
22	12,5	17,9	20,2	42,8	21,8
23	15,1	20,4	22,3	45,8	23,6
24	31,8	44,4	49,3	98,3	50,3
25	26,0	41,1	46,8	96,7	49,3

*Alle resultaten in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bij 20 °C en 101,3 kPa.

Deelnemer E *

<i>Testgas nr.</i>	<i>Benzeen</i>	<i>Tolueen</i>	<i>Ethylbenzeen</i>	<i>m,p-Xyleen</i>	<i>o-Xyleen</i>
1	33,2	40,0	42,4	89,3	45,9
2	17,1	19,3	21,1	42,1	24,0
3	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0
4	26,4	31,7	33,6	70,7	37,1
5	7,6	7,8	8,5	15,4	9,3
6	45,2	51,7	54,6	114,8	57,9
7	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0
8	0,7	0,6	0,5	1,3	0,5
9	1,7	1,6	1,4	3,3	1,3
10	5,0	4,9	5,0	9,7	5,1
11	33,3	39,7	42,4	89,6	46,0
12	17,0	19,1	20,9	41,8	24,0
13	1,7	1,7	1,5	3,6	1,4
14	1,7	1,6	1,4	3,3	1,3
15	16,9	18,8	20,9	41,2	23,9
16	34,0	39,2	42,4	89,3	45,9
17	35,2	39,8	40,7	85,3	44,3
18	17,4	19,3	20,0	38,9	22,8
19	1,7	1,6	1,2	2,6	1,1
20	1,1	1,6	1,4	3,3	1,3
21	2,4	1,3	0,6	1,7	0,7
22	4,3	9,7	10,6	18,9	11,8
23	13,9	18,9	20,6	41,4	23,7
24	20,8	39,5	42,1	89,6	45,8
25	10,2	13,5	14,6	27,1	16,7

*Alle resultaten in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bij 20 °C en 101,3 kPa.

Deelnemer F *

<i>Testgas nr.</i>	<i>Benzeen</i>	<i>Tolueen</i>	<i>Ethylbenzeen</i>	<i>m,p-Xyleen</i>	<i>o-Xyleen</i>
1	34,3	43,3	47,1	93,2	50,4
2	15,3	19,0	21,1	39,9	19,2
3	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
4	28,4	35,9	39,7	78,1	42,1
5	5,3	6,5	7,5	13,7	6,6
6	50,6	64,5	70,0	137,6	74,3
7	0,0	0,0	0,2	0,5	0,3
8	0,3	0,4	0,6	1,0	0,5
9	0,9	1,0	1,3	2,2	1,0
10	2,7	3,3	3,5	6,3	3,3
11	31,6	39,4	43,8	87,1	46,6
12	14,6	17,9	20,2	38,4	18,8
13	0,9	1,2	1,5	2,7	1,3
14	0,8	1,0	1,3	2,2	1,1
15	14,5	17,9	19,9	37,6	18,3
16	32,5	40,7	44,8	89,0	47,6
17	31,8	39,3	41,3	82,1	42,9
18	14,8	17,9	18,6	35,6	17,7
19	0,9	1,1	1,2	2,1	1,0
20	0,7	1,0	1,2	2,1	1,0
21	0,5	1,0	1,3	2,1	1,0
22	14,2	17,8	19,5	36,8	17,7
23	15,4	19,2	21,3	40,2	19,4
24	34,0	43,2	47,1	93,2	50,5
25	33,3	43,3	47,3	93,9	50,5

*Alle resultaten in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bij 20 °C en 101,3 kPa.

Bijlage 4. Vergelijking robuuste gemiddelden en referentiewaarden.

Benzeen

<i>Testgas nr.</i>	<i>m</i> [*]	<i>σ</i> [*]	<i>x_{ref}</i> [*]	<i>u_{ref}</i> [*]	<i>z</i>
1	32,5	2,2	31,8	0,5	0,31
2	15,8	1,1	14,9	0,2	0,78
3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,76
4	25,9	2,1	24,9	0,4	0,48
5	5,6	1,3	5,0	0,1	0,44
6	44,4	5,1	45,1	0,7	-0,12
7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,78
8	0,5	0,2	0,4	0,0	0,63
9	1,3	0,4	1,0	0,0	0,70
10	3,5	0,9	3,0	0,0	0,57

*Waarden zijn in µg/m³ bij 20 °C en 101,3 kPa.

Tolueen

<i>Testgas nr.</i>	<i>m</i> [*]	<i>σ</i> [*]	<i>x_{ref}</i> [*]	<i>u_{ref}</i> [*]	<i>z</i>
1	40,1	3,2	38,0	0,6	0,65
2	19,4	1,2	17,9	0,3	1,29
3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,14
4	32,0	2,5	29,8	0,4	0,87
5	6,8	0,5	6,0	0,1	1,70
6	52,9	2,8	53,8	0,8	-0,34
7	0,1	0,1	0,0	0,0	1,17
8	0,5	0,1	0,5	0,0	0,48
9	1,3	0,3	1,2	0,0	0,54
10	4,0	0,3	3,6	0,1	1,37

*Waarden zijn in µg/m³ bij 20 °C en 101,3 kPa.

Ethylbenzeen

<i>Testgas nr.</i>	<i>m</i> [*]	<i>σ</i> [*]	<i>x_{ref}</i> [*]	<i>u_{ref}</i> [*]	<i>z</i>
1	45,2	3,2	41,3	0,6	1,21
2	21,9	1,0	19,4	0,3	2,44
3	0,1	0,1	0,0	0,0	1,14
4	36,5	2,8	32,3	0,5	1,47
5	7,6	0,9	6,5	0,1	1,21
6	60,2	6,2	58,5	0,9	0,27
7	0,1	0,1	0,0	0,0	1,00
8	0,6	0,1	0,5	0,0	0,30
9	1,5	0,2	1,3	0,0	0,67
10	4,3	0,7	3,9	0,1	0,58

*Waarden zijn in µg/m³ bij 20 °C en 101,3 kPa.

m,p-Xyleen

Testgas nr.	m^*	σ^*	x_{ref}^*	u_{ref}^*	z
1	90,8	4,0	86,7	1,3	0,97
2	44,2	3,9	40,7	0,6	0,88
3	0,3	0,2	0,0	0,0	1,44
4	73,7	4,6	67,8	1,0	1,24
5	14,9	1,1	13,6	0,2	1,13
6	122,8	12,4	122,7	1,8	0,01
7	0,5	0,2	0,0	0,0	2,49
8	1,4	0,4	1,1	0,0	0,79
9	3,0	0,6	2,7	0,0	0,50
10	8,6	1,3	8,2	0,1	0,36

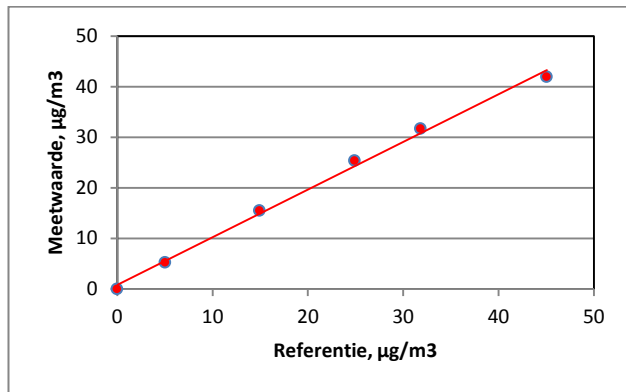
*Waarden zijn in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bij 20 °C en 101,3 kPa.

o-Xyleen

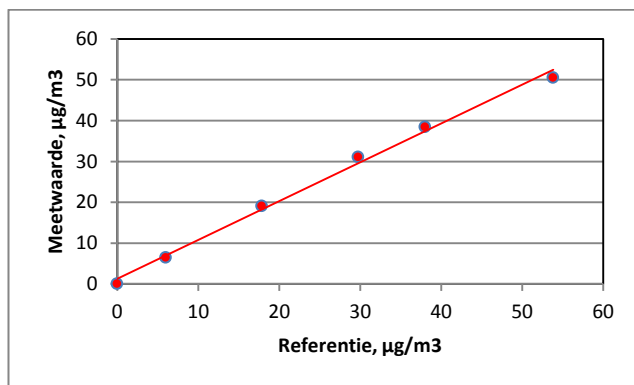
Testgas nr.	m^*	σ^*	x_{ref}^*	u_{ref}^*	z
1	47,0	3,4	43,8	0,6	0,92
2	23,0	1,2	20,6	0,3	1,93
3	0,1	0,1	0,0	0,0	1,18
4	37,6	3,2	34,2	0,5	1,03
5	7,5	1,9	6,9	0,1	0,34
6	64,8	7,6	62,0	0,9	0,37
7	0,2	0,1	0,0	0,0	1,67
8	0,5	0,2	0,5	0,0	-0,06
9	1,3	0,4	1,4	0,0	-0,17
10	4,4	0,9	4,1	0,1	0,29

*Waarden zijn in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bij 20 °C en 101,3 kPa.

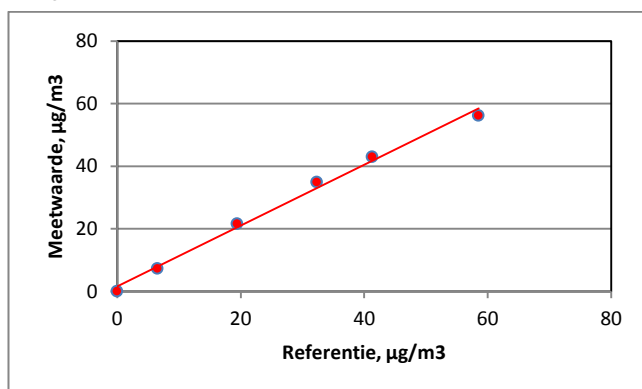
Bijlage 5. Resultaten van lineariteitstesten.

Deelnemer A*Benzeen*

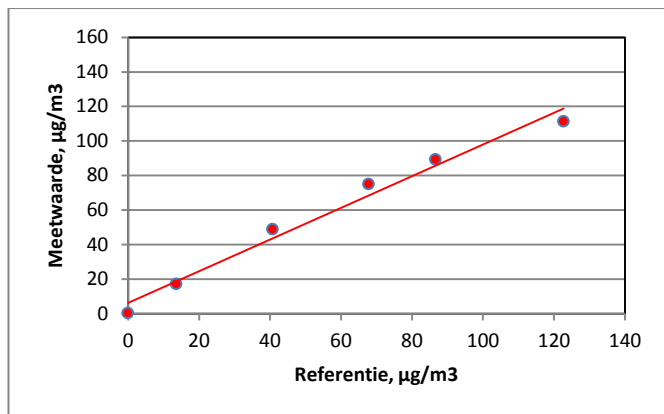
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	30,8	2,8	%
2	14,9	3,7	%
3	0,8	0,8	µg/m ³
4	24,3	4,2	%
5	5,6	-6,1	%
6	43,3	-3,3	%

Tolueen

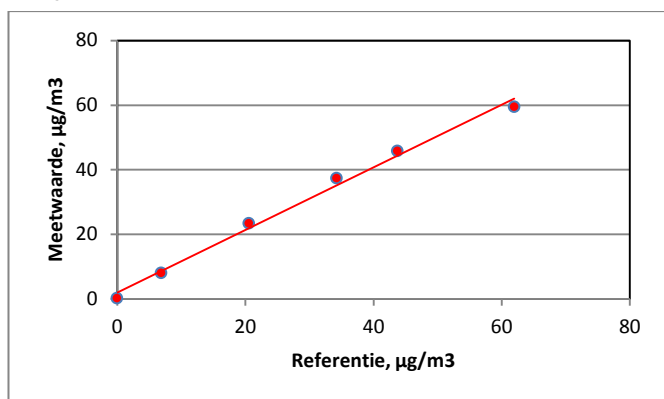
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	37,4	2,8	%
2	18,2	4,6	%
3	1,3	1,2	µg/m ³
4	29,6	5,1	%
5	7,0	-7,1	%
6	52,5	-3,7	%

Ethylbenzeen

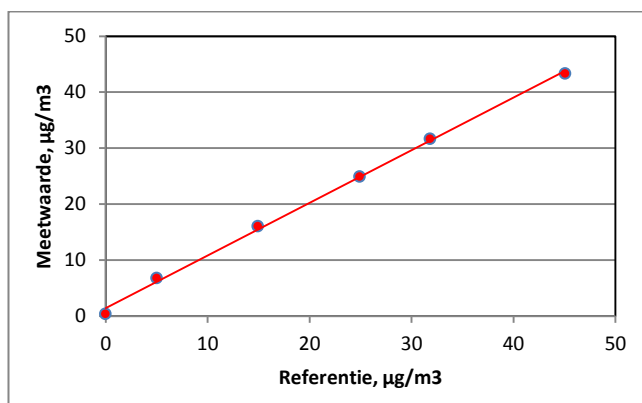
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	41,8	2,9	%
2	20,5	5,5	%
3	1,6	1,5	µg/m ³
4	33,0	5,3	%
5	7,9	-7,6	%
6	58,5	-4,0	%

m,p-Xyleen

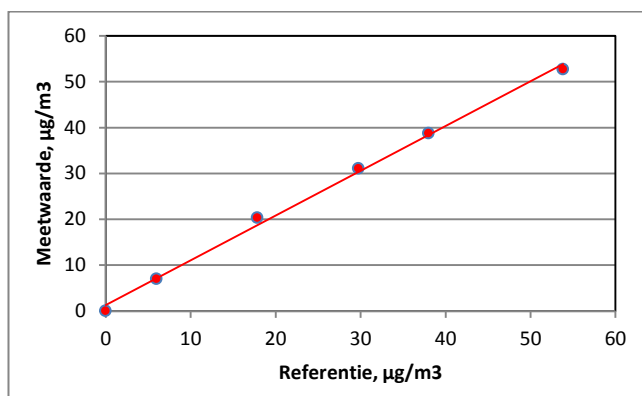
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	85,8	3,9	%
2	43,6	10,7	%
3	6,2	5,9	µg/m ³
4	68,5	8,6	%
5	18,7	-9,8	%
6	118,9	-6,8	%

o-Xyleen

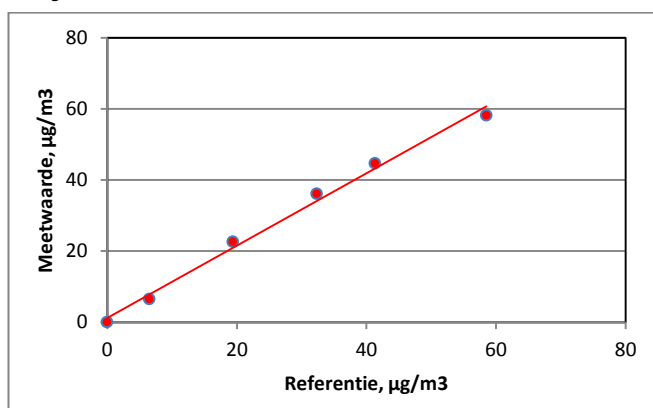
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	44,3	3,0	%
2	21,9	6,3	%
3	1,9	1,8	µg/m ³
4	35,1	5,8	%
5	8,6	-7,7	%
6	62,0	-4,4	%

Deelnemer B*Benzeen*

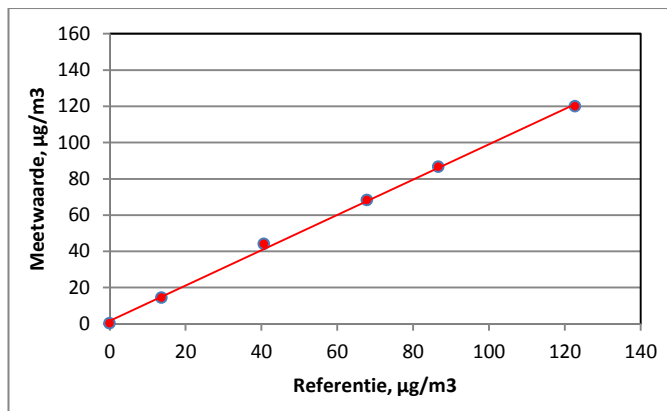
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	31,3	0,9	%
2	15,5	3,6	%
3	1,4	1,1	µg/m ³
4	24,8	0,3	%
5	6,1	9,3	%
6	43,8	-1,2	%

Tolueen

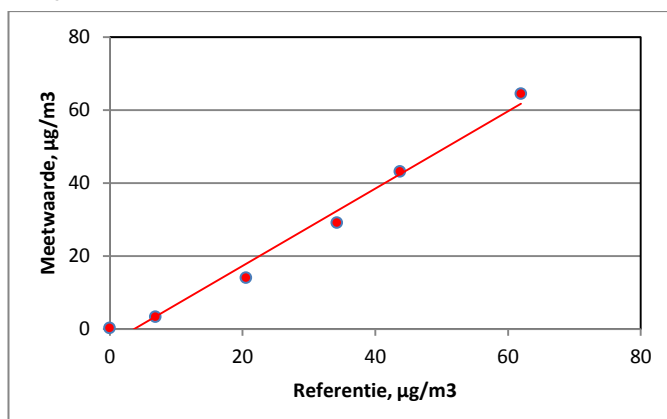
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	38,4	0,9	%
2	18,8	7,8	%
3	1,3	1,3	µg/m ³
4	30,4	2,4	%
5	7,2	-2,4	%
6	53,9	-2,2	%

Ethylbenzeen

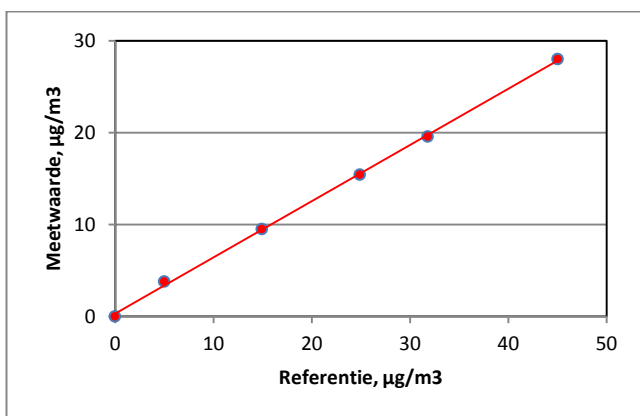
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	43,2	3,3	%
2	21,0	7,4	%
3	1,2	1,2	µg/m ³
4	34,1	5,6	%
5	7,8	-21,3	%
6	60,7	-4,4	%

m,p-Xyleen

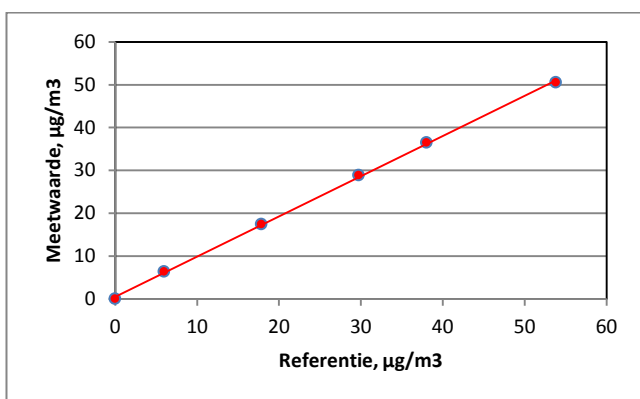
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	86,2	0,5	%
2	41,4	5,8	%
3	1,7	1,5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
4	67,8	0,7	%
5	15,0	-4,1	%
6	121,3	-1,1	%

o-Xyleen

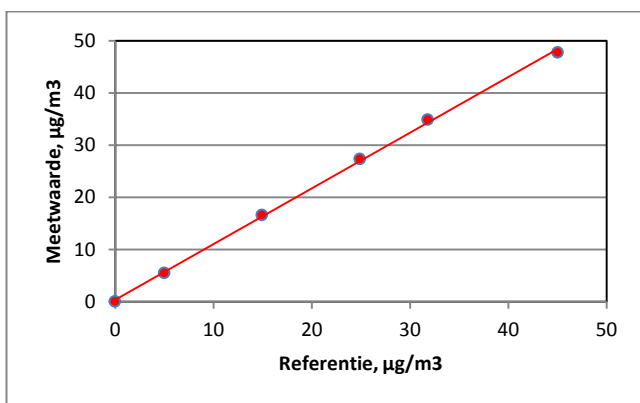
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	42,5	1,5	%
2	17,9	-28,3	%
3	-3,8	-4,0	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
4	32,4	-11,4	%
5	3,5	-3,6	%
6	61,7	4,2	%

Deelnemer C*Benzeen*

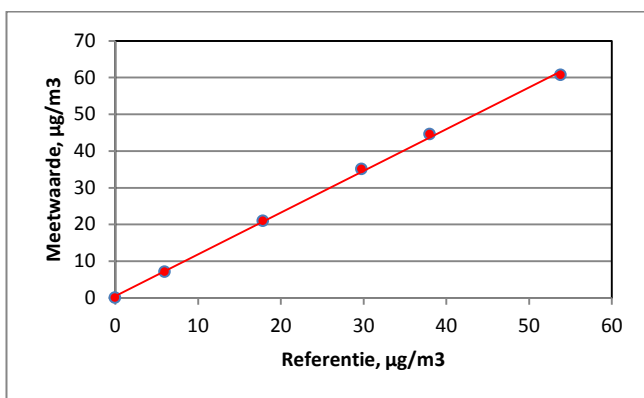
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	19,8	-1,0	%
2	9,4	0,5	%
3	0,3	0,3	µg/m ³
4	15,5	-0,7	%
5	3,4	11,3	%
6	27,9	0,5	%

Tolueen

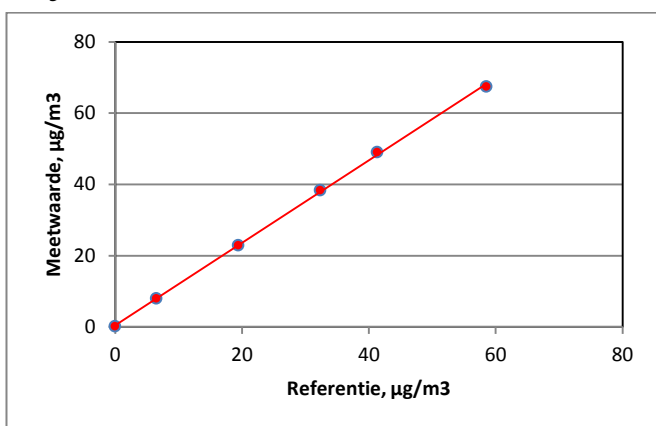
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	36,2	0,9	%
2	17,3	0,7	%
3	0,5	0,5	µg/m ³
4	28,5	1,4	%
5	6,2	3,4	%
6	51,0	-1,0	%

Deelnemer D*Benzeen*

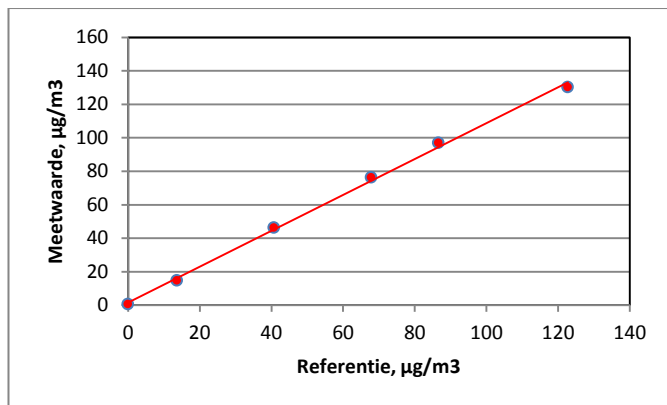
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	34,3	1,7	%
2	16,3	1,6	%
3	0,4	0,3	µg/m ³
4	26,9	1,4	%
5	5,7	-4,1	%
6	48,5	-1,4	%

Tolueen

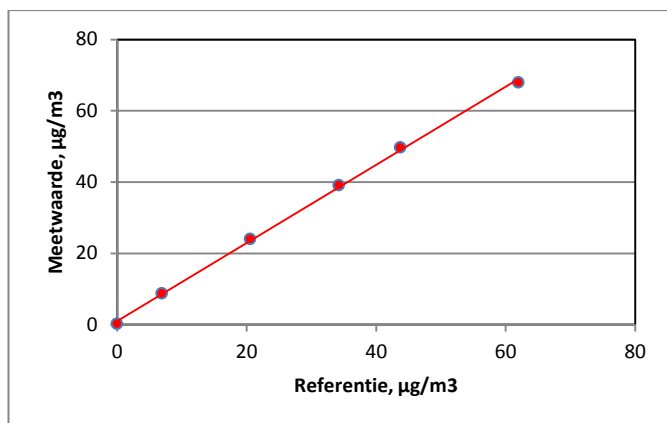
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	43,7	1,8	%
2	20,8	0,6	%
3	0,5	0,5	µg/m ³
4	34,3	2,0	%
5	7,3	-2,7	%
6	61,7	-1,6	%

Ethylbenzeen

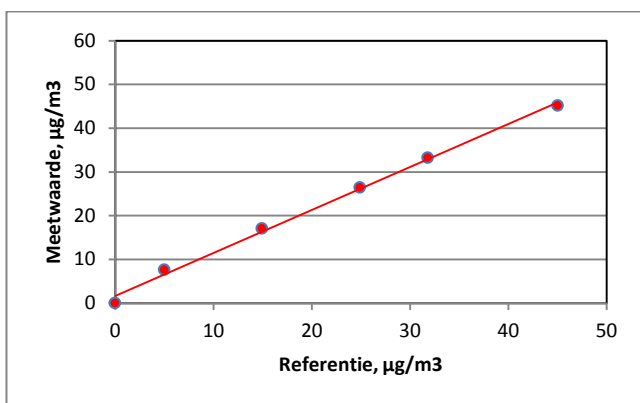
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	48,3	1,6	%
2	22,9	-0,2	%
3	0,5	0,4	µg/m ³
4	37,9	1,1	%
5	8,0	-0,5	%
6	68,2	-1,1	%

m,p-Xyleen

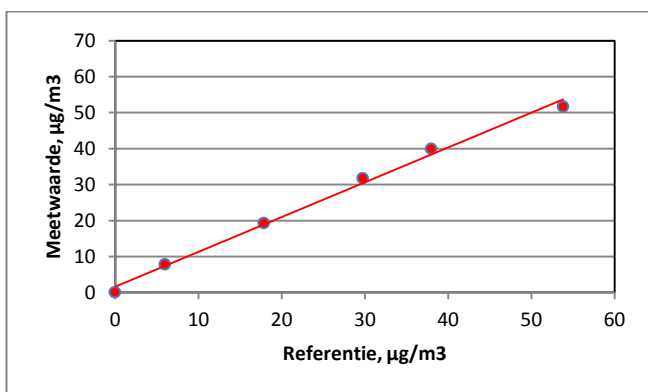
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	94,5	2,4	%
2	45,2	2,2	%
3	1,6	1,0	µg/m ³
4	74,3	2,6	%
5	16,2	-9,8	%
6	133,2	-2,3	%

o-Xyleen

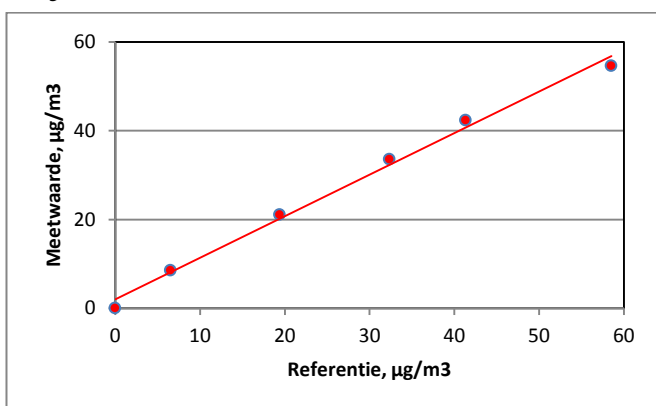
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	48,9	1,4	%
2	23,5	2,0	%
3	1,0	0,8	µg/m ³
4	38,5	1,3	%
5	8,6	1,3	%
6	68,9	-1,4	%

Deelnemer E*Benzeen*

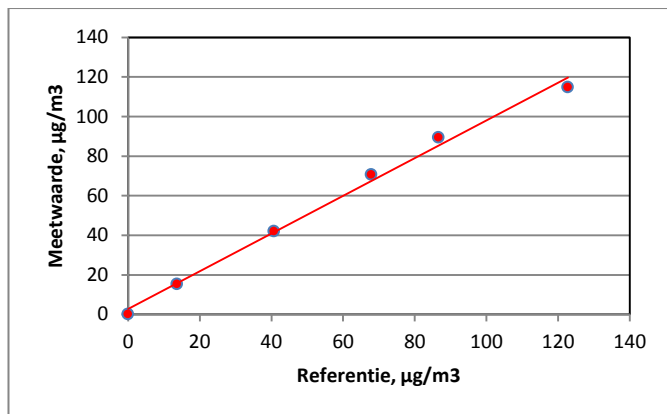
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	32,9	0,9	%
2	16,3	4,4	%
3	1,6	1,6	µg/m ³
4	26,1	1,1	%
5	6,6	13,6	%
6	45,9	-1,6	%

Tolueen

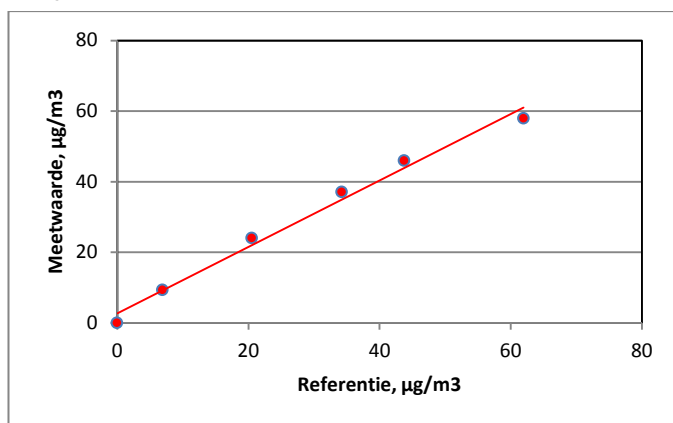
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	38,4	3,9	%
2	18,9	2,1	%
3	1,7	1,6	µg/m ³
4	30,4	4,1	%
5	7,4	4,2	%
6	53,7	-3,9	%

Ethylbenzeen

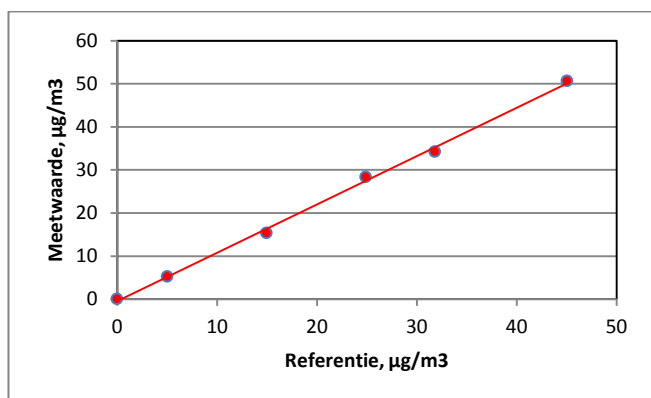
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	40,7	3,9	%
2	20,2	4,1	%
3	2,0	2,0	µg/m ³
4	32,3	3,8	%
5	8,1	4,6	%
6	56,8	-4,1	%

m,p-Xyleen

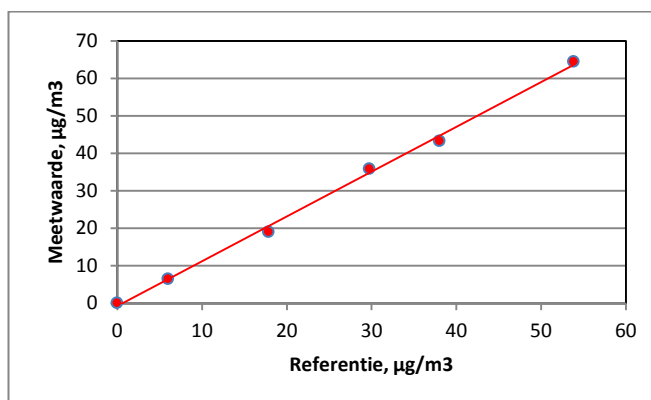
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	85,3	4,5	%
2	41,6	1,3	%
3	2,8	2,7	µg/m ³
4	67,4	4,7	%
5	15,8	-2,6	%
6	119,7	-4,2	%

o-Xyleen

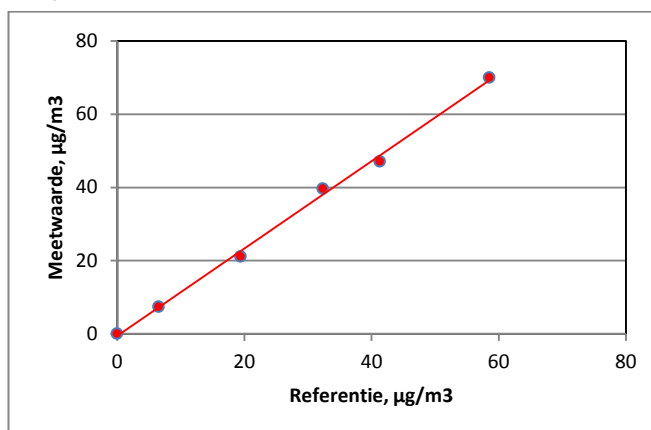
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	43,9	4,3	%
2	22,1	7,8	%
3	2,8	2,8	µg/m ³
4	35,0	5,6	%
5	9,2	0,2	%
6	61,1	-5,5	%

Deelnemer F*Benzeen*

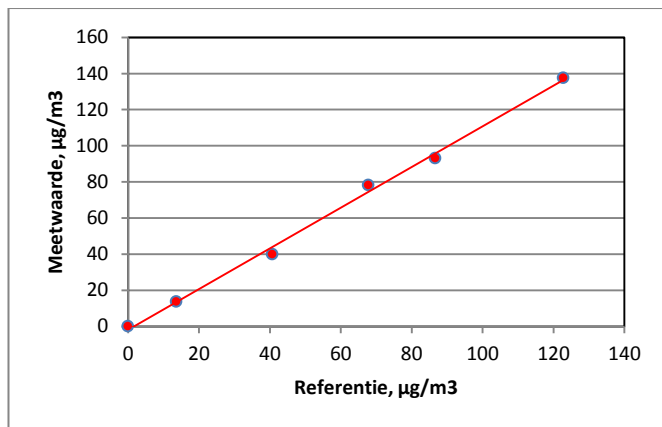
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	35,2	-2,9	%
2	16,3	-6,5	%
3	-0,4	-0,5	µg/m ³
4	27,5	3,1	%
5	5,2	1,3	%
6	50,1	1,1	%

Tolueen

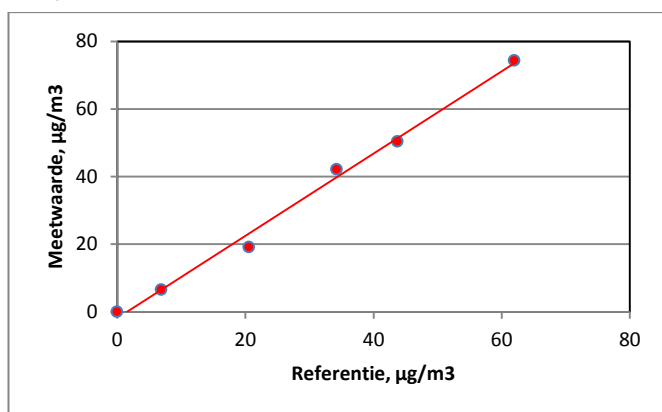
<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	44,7	-3,1	%
2	20,6	-8,1	%
3	-0,8	-0,9	µg/m ³
4	34,8	3,0	%
5	6,4	1,8	%
6	63,6	1,4	%

Ethylbenzeen

<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	48,7	-3,5	%
2	22,6	-7,1	%
3	-0,5	-0,6	µg/m ³
4	38,0	4,1	%
5	7,2	3,0	%
6	69,2	1,0	%

m,p-Xyleen

<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	95,8	-2,8	%
2	44,1	-10,4	%
3	-1,8	-1,9	µg/m ³
4	74,6	4,6	%
5	13,6	0,6	%
6	136,4	0,9	%

o-Xyleen

<i>testgas</i>	X_{ber}	<i>residu</i>	<i>eenheid</i>
1	51,4	-2,0	%
2	23,2	-20,8	%
3	-1,9	-1,9	µg/m ³
4	39,8	5,4	%
5	6,5	0,5	%
6	73,6	1,0	%

Bijlage 6. z-Scores berekend met referentiewaarden

Deelnemer A

Testgas nr.	Benzeen	Tolueen	Ethyl-benzeen	m,p-Xyleen	o-Xyleen	Bijzonderheden
1	-0,04	0,15	0,46	0,34	0,51	Lineariteit ca. 10 ppb
2	0,40	0,77	1,25	2,25	1,46	Lineariteit ca. 4,6 ppb
3	0,00	0,44	0,56	1,69	0,75	Lineariteit 0 ppb
4	0,21	0,52	0,88	1,21	1,00	Lineariteit ca. 7,7 ppb
5	0,41	0,79	1,20	2,59	1,48	Lineariteit ca. 1,5 ppb
6	-0,80	-0,70	-0,45	-1,09	-0,48	Lineariteit ca. 13,8 ppb
7	0,51	0,65	0,75	2,64	1,13	Carry over
8	0,60	0,82	1,01	2,88	1,29	Lage concentraties
9	0,31	0,87	0,87	2,33	1,17	Lage concentraties
10	0,52	0,62	0,80	1,96	0,90	Lage concentraties
11	-0,11	0,10	0,46	0,35	0,53	ca. 10 ppb +20% H ₂ O
12	0,54	0,89	1,34	2,36	1,50	ca. 4,6 ppb +20% H ₂ O
13	0,51	1,19	1,39	3,08	1,45	ca. 0,3 ppb +20% H ₂ O
14	0,64	1,03	1,24	2,62	1,19	ca. 0,3 ppb +80% H ₂ O
15	0,49	0,84	1,36	2,38	1,61	ca. 4,6 ppb +80% H ₂ O
16	-0,08	0,15	0,63	0,46	0,74	ca. 10 ppb +80% H ₂ O
17	-0,04	0,06	0,06	0,14	0,21	ca. 10 ppb +90 ppb ozon
18	0,58	0,64	0,46	1,62	0,75	ca. 4,6 ppb +90 ppb ozon
19	0,65	0,50	0,56	1,97	0,85	ca. 0,3 ppb +90 ppb ozon
20	0,00	0,61	0,88	2,35	1,06	ca. 0,3 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
21	0,94	0,88	1,00	2,76	1,29	ca. 0,3 ppb +30-100 µg/m ³ VOC
22	-0,02	0,63	1,04	2,00	1,18	ca. 4,6 ppb +30-100 µg/m ³ VOC
23	0,22	0,89	1,28	2,26	1,44	ca. 4,6 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
24	-0,35	0,14	0,46	0,33	0,52	ca. 10 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
25	-0,53	-0,02	0,34	0,22	0,41	ca. 10 ppb +30-100 µg/m ³ VOC

Deelnemer B

Testgas nr.	Benzeen	Tolueen	Ethylbenzeen	m,p-Xyleen	o-Xyleen	Bijzonderheden
1	-0,07	0,23	0,92	-0,01	-0,16	Lineariteit ca. 10 ppb
2	0,78	1,50	1,78	0,90	-3,45	Lineariteit ca. 4,6 ppb
3	2,56	0,00	0,00	1,32	1,13	Lineariteit 0 ppb
4	0,00	0,51	1,31	0,07	-1,68	Lineariteit ca. 7,7 ppb
5	3,14	1,55	-0,05	0,60	-4,70	Lineariteit ca. 1,5 ppb
6	-0,45	-0,24	-0,07	-0,26	0,46	Lineariteit ca. 13,8 ppb
7	2,56	0,44	0,00	3,39	0,75	Carry over
8	2,23	-0,21	-0,49	-0,22	-1,41	Lage concentraties
9	2,33	-0,46	-1,31	-1,04	-3,31	Lage concentraties
10	3,23	0,25	-1,19	-0,70	-4,90	Lage concentraties
11	-0,23	0,15	0,85	-0,05	-1,21	ca. 10 ppb +20% H ₂ O
12	0,54	1,41	1,75	0,87	-3,83	ca. 4,6 ppb +20% H ₂ O
13	2,23	-0,14	-1,16	-0,23	-2,93	ca. 0,3 ppb +20% H ₂ O
14	2,36	-0,70	-1,41	-1,18	-3,29	ca. 0,3 ppb +80% H ₂ O
15	0,29	1,21	1,41	0,56	-4,10	ca. 4,6 ppb +80% H ₂ O
16	-0,54	0,03	0,84	0,00	-2,11	ca. 10 ppb +80% H ₂ O
17	-0,07	0,18	0,88	0,05	-1,77	ca. 10 ppb +90 ppb ozon
18	0,60	1,46	1,60	0,82	-4,07	ca. 4,6 ppb +90 ppb ozon
19	2,52	-0,29	-0,94	-0,51	-3,29	ca. 0,3 ppb +90 ppb ozon
20	11,2	-0,32	-1,42	-1,28	-3,30	ca. 0,3 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
21	126	-0,71	-1,31	-1,28	-3,30	ca. 0,3 ppb +30-100 µg/m ³ VOC
22	4,02	0,93	1,23	0,29	-4,24	ca. 4,6 ppb +30-100 µg/m ³ VOC
23	-0,07	0,23	0,92	-0,01	-0,16	ca. 4,6 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
24	0,78	1,50	1,78	0,90	-3,45	ca. 10 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
25	2,56	0,00	0,00	1,32	1,13	ca. 10 ppb +30-100 µg/m ³ VOC

Deelnemer C

Testgas nr.	Benzeen	Tolueen	Bijzonderheden
1	-4,36	-0,45	Lineariteit ca. 10 ppb
2	-3,92	-0,27	Lineariteit ca. 4,6 ppb
3	0,00	0,00	Lineariteit 0 ppb
4	-4,25	-0,34	Lineariteit ca. 7,7 ppb
5	-2,19	0,59	Lineariteit ca. 1,5 ppb
6	-4,35	-0,70	Lineariteit ca. 13,8 ppb
7	0,00	0,00	Carry over
8	-0,63	-0,39	Lage concentraties
9	-0,47	-0,32	Lage concentraties
10	-1,49	0,77	Lage concentraties
11	-4,39	-0,49	ca. 10 ppb +20% H ₂ O
12	-3,88	-0,33	ca. 4,6 ppb +20% H ₂ O
13	-0,43	-0,14	ca. 0,3 ppb +20% H ₂ O
14	-0,45	-0,30	ca. 0,3 ppb +80% H ₂ O
15	-4,06	-0,74	ca. 4,6 ppb +80% H ₂ O
16	-4,48	-0,78	ca. 10 ppb +80% H ₂ O
17	-4,06	-0,28	ca. 10 ppb +90 ppb ozon
18	-3,76	-0,25	ca. 4,6 ppb +90 ppb ozon
19	-0,45	-0,29	ca. 0,3 ppb +90 ppb ozon
20	-1,87	-0,18	ca. 0,3 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
21	15,6	-0,18	ca. 0,3 ppb +30-100 µg/m ³ VOC
22	-8,12	0,40	ca. 4,6 ppb +30-100 µg/m ³ VOC
23	-5,20	-0,48	ca. 4,6 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
24	-6,70	-0,23	ca. 10 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
25	-6,28	-1,20	ca. 10 ppb +30-100 µg/m ³ VOC

Deelnemer D

Testgas nr.	Benzeen	Tolueen	Ethyl-benzeen	m,p-Xyleen	o-Xyleen	Bijzonderheden
1	1,10	1,94	2,12	1,37	1,52	Lineariteit ca. 10 ppb
2	1,19	1,86	1,93	1,53	1,81	Lineariteit ca. 4,6 ppb
3	0,51	0,44	0,75	3,20	0,94	Lineariteit 0 ppb
4	1,09	1,99	2,05	1,44	1,56	Lineariteit ca. 7,7 ppb
5	0,90	1,76	2,03	0,83	2,36	Lineariteit ca. 1,5 ppb
6	0,69	1,47	1,74	0,72	1,11	Lineariteit ca. 13,8 ppb
7	0,77	1,31	1,88	7,72	2,45	Carry over
8	1,21	0,65	0,26	2,14	0,24	Lage concentraties
9	1,87	1,27	0,87	1,67	0,48	Lage concentraties
10	1,31	1,87	1,79	0,45	1,86	Lage concentraties
11	0,99	1,80	1,99	1,22	1,43	ca. 10 ppb +20% H ₂ O
12	1,07	1,90	1,90	1,50	1,82	ca. 4,6 ppb +20% H ₂ O
13	1,92	1,98	1,62	3,33	1,33	ca. 0,3 ppb +20% H ₂ O
14	1,89	1,29	0,90	1,88	0,62	ca. 0,3 ppb +80% H ₂ O
15	1,00	1,71	1,67	1,17	1,59	ca. 4,6 ppb +80% H ₂ O
16	1,01	1,85	2,05	1,37	1,57	ca. 10 ppb +80% H ₂ O
17	1,24	2,08	2,31	1,58	1,90	ca. 10 ppb +90 ppb ozon
18	1,18	2,03	2,04	1,67	2,16	ca. 4,6 ppb +90 ppb ozon
19	2,37	2,10	2,06	3,70	2,46	ca. 0,3 ppb +90 ppb ozon
20	1,87	0,88	0,88	2,02	0,83	ca. 0,3 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
21	2,39	0,35	0,30	1,52	0,03	ca. 0,3 ppb +30-100 µg/m ³ VOC
22	-1,75	0,06	0,49	0,63	0,71	ca. 4,6 ppb +30-100 µg/m ³ VOC
23	0,14	1,55	1,61	1,45	1,65	ca. 4,6 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
24	-0,02	1,91	2,17	1,55	1,69	ca. 10 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
25	-2,06	0,92	1,48	1,33	1,43	ca. 10 ppb +30-100 µg/m ³ VOC

Deelnemer E

<i>Testgas nr.</i>	<i>Benzeen</i>	<i>Tolueen</i>	<i>Ethylbenzeen</i>	<i>m,p-Xyleen</i>	<i>o-Xyleen</i>	<i>Bijzonderheden</i>
1	0,49	0,58	0,29	0,36	0,55	Lineariteit ca. 10 ppb
2	1,54	0,89	0,91	0,39	1,80	Lineariteit ca. 4,6 ppb
3	0,00	0,33	0,32	0,67	0,00	Lineariteit 0 ppb
4	0,67	0,74	0,43	0,49	0,92	Lineariteit ca. 7,7 ppb
5	4,70	2,73	2,79	1,32	3,15	Lineariteit ca. 1,5 ppb
6	0,03	-0,46	-0,77	-0,75	-0,75	Lineariteit ca. 13,8 ppb
7	0,00	0,69	0,23	1,97	0,16	Carry over
8	1,71	0,81	-0,19	0,85	-0,42	Lage concentraties
9	3,38	1,80	0,13	1,35	-0,30	Lage concentraties
10	5,16	2,99	2,11	1,78	1,90	Lage concentraties
11	0,55	0,54	0,30	0,42	0,61	ca. 10 ppb +20% H ₂ O
12	1,53	0,83	0,92	0,38	1,88	ca. 4,6 ppb +20% H ₂ O
13	3,49	2,13	0,58	2,14	0,21	ca. 0,3 ppb +20% H ₂ O
14	3,53	1,82	0,32	1,52	-0,15	ca. 0,3 ppb +80% H ₂ O
15	1,51	0,66	0,92	0,23	1,83	ca. 4,6 ppb +80% H ₂ O
16	0,85	0,39	0,35	0,41	0,62	ca. 10 ppb +80% H ₂ O
17	1,26	0,61	-0,11	-0,11	0,20	ca. 10 ppb +90 ppb ozon
18	1,73	0,84	0,30	-0,52	1,15	ca. 4,6 ppb +90 ppb ozon
19	3,40	1,81	-0,55	-0,25	-1,01	ca. 0,3 ppb +90 ppb ozon
20	0,49	1,59	0,11	1,32	-0,28	ca. 0,3 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
21	6,73	0,32	-2,43	-2,42	-2,36	ca. 0,3 ppb +30-100 µg/m ³ VOC
22	-7,64	-4,89	-4,84	-6,04	-4,55	ca. 4,6 ppb +30-100 µg/m ³ VOC
23	-0,74	0,68	0,70	0,22	1,68	ca. 4,6 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
24	-3,92	0,44	0,20	0,39	0,53	ca. 10 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
25	-7,69	-7,32	-7,31	-7,96	-7,00	ca. 10 ppb +30-100 µg/m ³ VOC

Deelnemer F

Testgas nr.	Benzeen	Tolueen	Ethylbenzeen	m,p-Xyleen	o-Xyleen	Bijzonderheden
1	0,87	1,59	1,57	0,87	1,72	Lineariteit ca. 10 ppb
2	0,28	0,72	0,94	-0,22	-0,72	Lineariteit ca. 4,6 ppb
3	0,51	0,65	0,24	0,66	0,30	Lineariteit 0 ppb
4	1,55	2,31	2,52	1,75	2,57	Lineariteit ca. 7,7 ppb
5	0,44	0,81	1,32	0,02	-0,44	Lineariteit ca. 1,5 ppb
6	1,42	2,27	2,24	1,42	2,29	Lineariteit ca. 13,8 ppb
7	0,00	0,22	1,05	2,75	1,47	Carry over
8	-0,69	-0,30	0,04	-0,30	-0,36	Lage concentraties
9	-0,66	-0,53	-0,21	-1,36	-1,14	Lage concentraties
10	-0,67	-0,65	-0,80	-2,18	-1,63	Lage concentraties
11	-0,04	0,43	0,70	0,08	0,75	ca. 10 ppb +20% H ₂ O
12	-0,22	0,12	0,50	-0,57	-0,88	ca. 4,6 ppb +20% H ₂ O
13	-0,41	-0,02	0,58	-0,10	-0,21	ca. 0,3 ppb +20% H ₂ O
14	-0,75	-0,58	-0,17	-1,33	-1,03	ca. 0,3 ppb +80% H ₂ O
15	-0,21	0,10	0,35	-0,77	-1,10	ca. 4,6 ppb +80% H ₂ O
16	0,30	0,85	1,00	0,37	1,06	ca. 10 ppb +80% H ₂ O
17	0,05	0,44	0,05	-0,54	-0,16	ca. 10 ppb +90 ppb ozon
18	-0,15	-0,01	-0,48	-1,43	-1,53	ca. 4,6 ppb +90 ppb ozon
19	-0,51	-0,40	-0,59	-1,58	-1,26	ca. 0,3 ppb +90 ppb ozon
20	-1,47	-0,59	-0,39	-1,61	-1,25	ca. 0,3 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
21	-2,14	-0,54	-0,25	-1,42	-1,07	ca. 0,3 ppb +30-100 µg/m ³ VOC
22	-0,52	0,02	0,07	-1,06	-1,49	ca. 4,6 ppb +30-100 µg/m ³ VOC
23	0,39	0,86	1,05	-0,12	-0,56	ca. 4,6 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
24	0,76	1,53	1,58	0,88	1,73	ca. 10 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
25	0,51	1,56	1,63	0,96	1,75	ca. 10 ppb +30-100 µg/m ³ VOC

Bijlage 7. Gecombineerde informatie over meetmethoden en resultaten voor benzeen

<i>Deelnemer</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>		
<i>Analyzer</i>	AMA GC5000 BTX	Synspec GC 955	Synspec GC 955	Synspec GC 955	Synspec GC 955	airmoBTX A-31022		
<i>Trap</i>		Tenax GR	Tenax GR	Tenax GR	Tenax GR	Carbotrap		
<i>Monstervolume (ml)</i>	300	35	140	100	100	460		
<i>Kolom</i>	AMA-sep 1 1,5 µm, 30 m x 0,32 mm	AT5 1,2 µm, 15 m x 0,53 mm	AT5 10 µm, 15 m x 0,32 mm	AT5 1 µm, 28 m x 0,32 mm	AT5 1 µm, 28 m x 0,32 mm	MXT 30CE 1 µm, 30 m x 0,28 mm		
<i>Temperatuur (°C)</i>	40–210	45–60	50–70 (5 min/12 min)	45–60	45–60	43-45 2°/min, 45-165 15°/min, 165 2 min		
<i>Cyclustijd (min)</i>	30	20	15	30	30	15		
<i>Detector</i>	FID	PID 10,6 eV	PID 10,6 eV	PID 10,6 eV	PID 10,6 eV	FID		
<i>Gas/deelnemer</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>Ref</i>	<i>Bijzonderheden</i>
1	31,7	31,6	19,6	34,9	33,2	34,3	31,8	Lineariteit ca. 10 ppb
2	15,5	16,0	9,5	16,6	17,1	15,3	14,9	Lineariteit ca. 4,6 ppb
3	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	Lineariteit 0 ppb
4	25,4	24,9	15,4	27,3	26,4	28,4	24,9	Lineariteit ca. 7,7 ppb
5	5,2	6,7	3,8	5,5	7,6	5,3	5,0	Lineariteit ca. 1,5 ppb
6	41,9	43,3	28,0	47,8	45,2	50,6	45,1	Lineariteit ca. 13,8 ppb
7	0,1	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	Carry over
8	0,5	0,8	0,3	0,6	0,7	0,3	0,4	Lage concentraties
9	1,1	1,5	0,9	1,4	1,7	0,9	1,0	Lage concentraties
10	3,2	4,2	2,4	3,5	5,0	2,7	3,0	Lage concentraties
11	31,4	31,1	19,4	34,5	33,3	31,6	31,8	ca. 10 ppb +20% H ₂ O
12	15,6	15,6	9,5	16,3	17,0	14,6	14,9	ca. 4,6 ppb +20% H ₂ O
13	1,1	1,5	0,9	1,4	1,7	0,9	1,0	ca. 0,3 ppb +20% H ₂ O

<i>Deelnemer</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>		
<i>Analyzer</i>	AMA GC5000 BTX	Synspec GC 955	Synspec GC 955	Synspec GC 955	Synspec GC 955	airmoBTX A- 31022		
<i>Trap</i>		Tenax GR	Tenax GR	Tenax GR	Tenax GR	Carbotrap		
<i>Monstervolume (ml)</i>	300	35	140	100	100	460		
<i>Kolom</i>	AMA-sep 1 1,5 µm, 30 m x 0,32 mm	AT5 1,2 µm, 15 m x 0,53 mm	AT5 10 µm, 15 m x 0,32 mm	AT5 1 µm, 28 m x 0,32 mm	AT5 1 µm, 28 m x 0,32 mm	MXT 30CE 1 µm, 30 m x 0,28 mm		
<i>Temperatuur (°C)</i>	40–210	45–60	50–70 (5 min/12 min)	45–60	45–60	43-45 2°/min, 45-165 15°/min, 165 2 min		
<i>Cyclustijd (min)</i>	30	20	15	30	15	15		
<i>Detector</i>	FID	PID 10,6 eV	PID 10,6 eV	PID 10,6 eV	PID 10,6 eV	FID		
<i>Gas/deelnemer</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>Ref</i>	<i>Bijzonderheden</i>
14	1,1	1,5	0,9	1,4	1,7	0,8	1,0	ca. 0,3 ppb +80% H ₂ O
15	15,5	15,2	9,2	16,2	16,9	14,5	14,8	ca. 4,6 ppb +80% H ₂ O
16	31,4	30,2	19,1	34,5	34,0	32,5	31,7	ca. 10 ppb +80% H ₂ O
17	31,5	31,4	20,3	35,1	35,2	31,8	31,6	ca. 10 ppb +90 ppb ozon
18	15,8	15,8	9,7	16,6	17,4	14,8	15,0	ca. 4,6 ppb +90 ppb ozon
19	1,1	1,5	0,9	1,5	1,7	0,9	1,0	ca. 0,3 ppb +90 ppb ozon
20	1,0	3,4	0,6	1,4	1,1	0,7	1,0	ca. 0,3 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
21	1,2	27,8	4,3	1,5	2,4	0,5	1,0	ca. 0,3 ppb +30-100 µg/m ³ VOC
22	14,9	20,5	3,7	12,5	4,3	14,2	14,9	ca. 4,6 ppb +30-100 µg/m ³ VOC
23	15,2	16,0	7,7	15,1	13,9	15,4	14,9	ca. 4,6 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
24	30,8	30,6	13,0	31,8	20,8	34,0	31,8	ca. 10 ppb +3-10 µg/m ³ VOC
25	30,3	33,7	14,2	26,0	10,2	33,3	31,8	ca. 10 ppb +30-100 µg/m ³ VOC

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag