

A photograph of a laboratory workstation. On a white countertop, there are several pieces of equipment: a large white bucket with a red cap, a smaller white bucket, and a piece of equipment with a black top and red knobs. To the left, there are three glass bottles with red caps and white tubing. In the background, there are white vertical blinds, a round wall clock, and a laptop. A blue banner is overlaid on the bottom half of the image.

# VALIDATIE EN VERGELIJKING VAN MEETMETHODEN VOOR FORMALDEHYDE

Werkgroep lucht 26/09/2019

## INHOUD

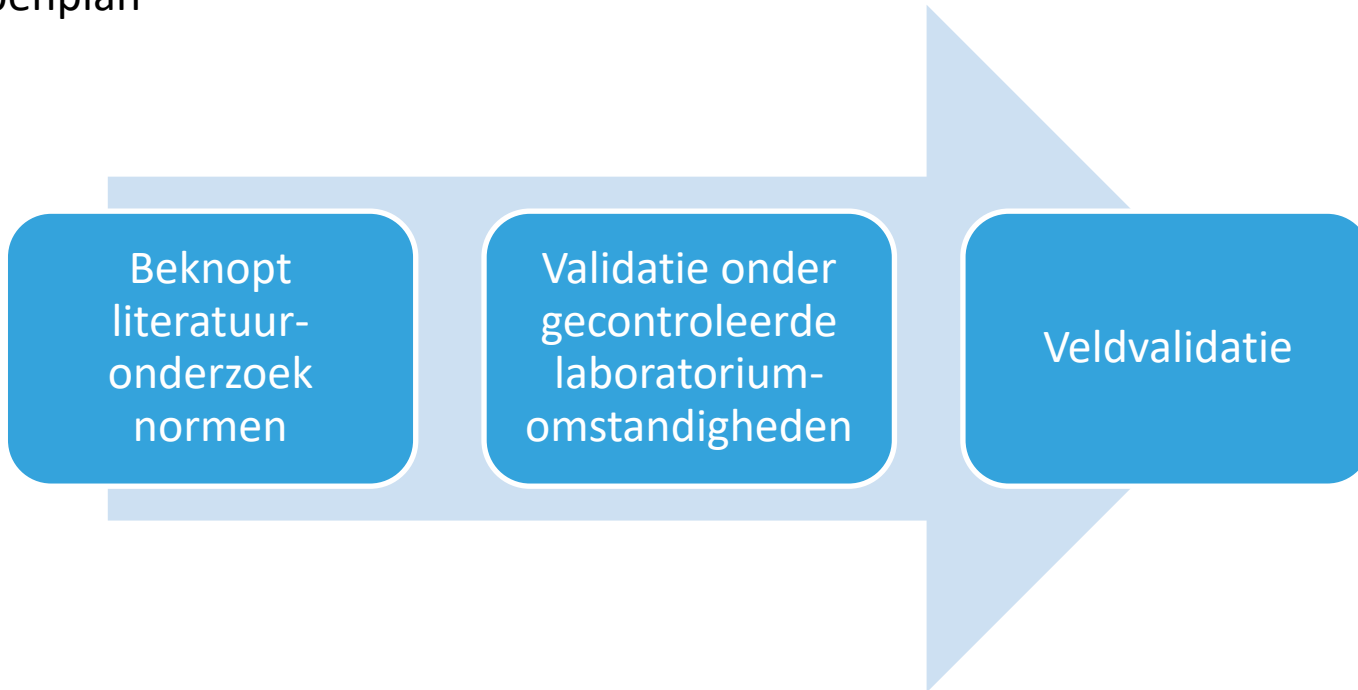
- Beschrijving referentietaak
- Beknopt literatuuronderzoek
- Overzicht normen voor validatietesten
- Validatieplan laboratoriumtesten
- Resultaten en conclusies laboratoriumtesten
- Vervolg
- Vragen

## BESCHRIJVING REFERENTIETAAK

- Aanleiding en oorspronkelijke doelstelling
  - Mogelijke uitbreiding van LUC/III/004 (formaldehyde) met methode conform VDI 3862 Blatt 2 (= **Bemonstering in 2,4 zure DNPH + HPLC-analyse**)
  - Methode conform deze norm geeft tijdens praktijkmetingen lagere resultaten dan LUC/III/004
  - Mogelijke benadeling van de bedrijven in Vlaanderen t.o.v. landen zoals Duitsland
  - Vergelijking van relevante prestatiekenmerken voor beide methoden
  
- Ondertussen draft TS in ontwikkeling binnen CEN/TC 264/WG 40 (in de loop van dit onderzoek gepubliceerd als CEN/TS 17638) → focus validatie-onderzoek op die methode

## BESCHRIJVING REFERENTIETAAK

## ▪ Stappenplan



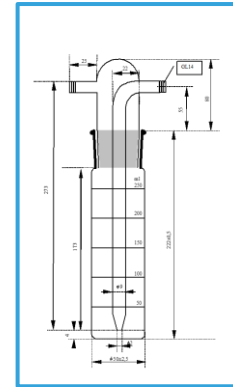
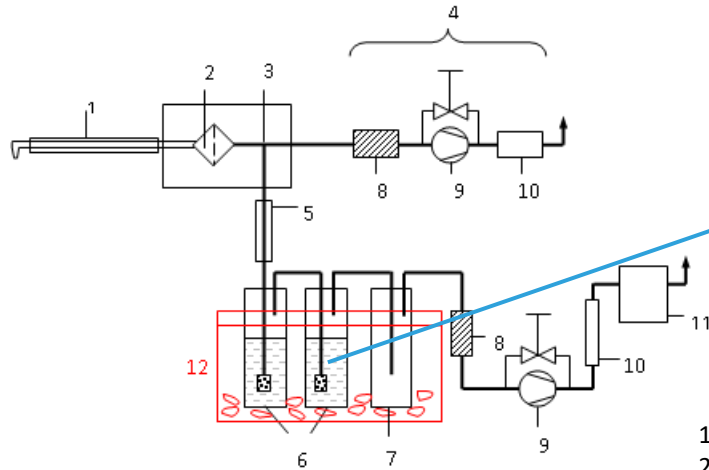
## BEKNOPT LITERATUURONDERZOEK - BELANGRIJKSTE NORMEN VOOR FORMALDEHYDE

- Overzicht bestaande belangrijkste normen voor formaldehyde
  - Huidige compendiummethode LUC/III/004, afgeleid van EPA methode 316
  - TS in ontwikkeling binnen CEN/TC 264/WG40 (→ actieve opvolging door G. Lenaers, in de loop van dit onderzoek gepubliceerd als CEN/TS 17638)
  - VDI 3862 Blatt 2
  - EPA method 0011
  
- Nadruk op verschillen in de monsternemingsopstelling of -strategie, toepassingsgebied en meetbereik, mogelijke interferenten en analyseprocedure (al dan niet extractie, zuivering, ...)

## HUIDIGE COMPENDIUMMETHODE VOOR FORMALDEHYDE LUC/III/004

- Afgeleid van EPA method 316

([https://esites.vito.be/sites/reflabos/2019/Online%20documenten/LUC\\_III\\_004.pdf](https://esites.vito.be/sites/reflabos/2019/Online%20documenten/LUC_III_004.pdf))



Type gebruikt bij  
validaties  
(2003 en nu)

- |   |   |    |                                |
|---|---|----|--------------------------------|
| 1 | verwarmde sonde                                   | 7  | veiligheidswasfles (optioneel) |
| 2 | verwarmde deeltjesfilter                          | 8  | droger                         |
| 3 | verwarmd T-stuk                                   | 9  | pomp                           |
| 4 | hoofdstroom                                       | 10 | debietmeter                    |
| 5 | verwarmde leiding                                 | 11 | gasmeter                       |
| 6 | wasflessen gevuld met 75 à 100 ml ultrapuur water | 12 | ijsbad                         |

## HUIDIGE COMPENDIUMMETHODE VOOR FORMALDEHYDE LUC/III/004

- Deeltjes en stof verwijderd door **filtratie bij een gecontroleerde temperatuur (120°C)** = verschil t.o.v. EPA methode 316 (→ gas + eventueel aanwezige deeltjes in de impingers); geen analyse van stof op de filter.
- **Alle formaldehyde naar de gasfase** verplaatst bij 120°C
- Absorptievloeistof = **ultrapuur water** (formaldehyde is bij omgevingstemperatuur **sterk oplosbaar in water**)
- Deeltjesvormige stoffen die door verwarming bij temperatuur > 120°C of door chemische reactie formaldehyde vrijstellen: niet meegerekend.

## HUIDIGE COMPENDIUMMETHODE VOOR FORMALDEHYDE LUC/III/004

- Gasstroom verzadigd aan waterdamp/waterdruppels: **isokinetische bemonstering + rastermeting op punten conform EN 15259**. Anders niet-isokinetische bemonstering.
- Vereenvoudiging: bij afwezigheid van stof kan zonder filter worden gewerkt. Bij niet gesplitste gasstromen: niet verwarmde sonde + spoelen na bemonstering



## HUIDIGE COMPENDIUMMETHODE VOOR FORMALDEHYDE LUC/III/004

- Na monsterneming in water, analyse met fotometrie (gemodificeerde pararosanilinemethode: formaldehyde + zure pararosaniline + natriumsulfiet → purper chromofoor. **Fotometrische** meting intensiteit kleur bij  $\lambda = 570$  nm.
- Validatie door het referentielabo uitgevoerd in 2003  
[https://esites.vito.be/sites/reflabos/onderzoeksrapporten/Online%20documenten/2003\\_validatierapport\\_for\\_maldehyde\\_EPA-methode.pdf](https://esites.vito.be/sites/reflabos/onderzoeksrapporten/Online%20documenten/2003_validatierapport_for_maldehyde_EPA-methode.pdf)

## DRAFT TS IN ONTWIKKELING BINNEN CEN/TC 264/WG40

- Bemonstering in water ( $\neq$  DNPH-methode conform VDI 3862 Blatt 2 waar rechtstreeks in een 2,4-DNPH oplossing in acetonitrile bemonsterd wordt);
  
- 4 verschillende analysemethoden toegelaten
  - Method A: AHMT methode (fotometrie)
  - Method B: pararosanilinmethode (fotometrie)\* = huidige LUC/III/004
  - Method C: acetylaceton methode (fotometrie)
  - Method D: DNPH-methode\* → **2,4-DNPH derivatiseringsoplossing in acetonitrile wordt binnen 24 h na de bemonstering aan de stalen toegevoegd (omzetting formaldehyde → formaldehyde-2,4-DNPH = stabiel hydrazon)**

\* Opgenomen in voorliggend validatie-onderzoek

OVERZICHT NORMEN VOOR VALIDATIETESTEN

	<b>LUC/III/004</b> Afgeleid van EPA method 316	<b>CEN/TS 17638</b> (bij aanvang studie nog draft) Zie ook slide 10	<b>VDI 3862 Blatt 2</b> (DNPH-methode)
Absorptievloeistof	water	water	2,4 zure DNPH in acetonitrile
Hoeveelheid absorptievloeistof	75 à 100 ml/WF	250 ml WF: 75 à 100 ml/WF 100 ml WF: 30 ml/WF	20 ml/wasfles
Type wasflessen (WF) validatie	Glazen wasfles zonder frit, met insteekstuk (zie eerder), volume 250 ml	Wasflessen met of zonder frit, volume 100 of 250 ml (bij hoge watergehaltes)	wasflessen met frit Volume 100 ml
Aantal wasflessen gevuld met absorptievloeistof	minimum 2	minimum 2	minimum 2

Voor labo-validatie 250 ml WF zonder frit, 100 ml/WF en 2 l/min toegepast

## OVERZICHT NORMEN VOOR VALIDATIETESTEN

	<b>LUC/III/004</b> <b>Afgeleid van EPA</b> <b>method 316</b>	<b>CEN/TS 17638</b> (bij aanvang studie nog draft)	<b>VDI 3862 Blatt 2</b>
Aanzuigdebiet	≈ 5 l/min	Volume WF 250 ml: 1,5 – 2,5 l/min Volume WF 100 ml: 0,5 – 2 l/min	0,5 l/min
Gebruik filter?	Ja, op 120°C	Ja, op 120 tot 130°C	Zeker bij hoge stofgehaltes
Stappen na monsterneming (extractie, zuivering, ...)	Neen, enkel analyse	Neen, enkel analyse	Neen, rechtstreekse injectie bij analyse
Analysemethode	Fotometrie Pararosaniline-methode	4 analysemethoden <b>Hier:</b> HPLC (DNPH-methode)	HPLC

## VALIDATIEPLAN LABORATORIUMTESTEN

1. LUC/III/004 (debiet 5 l/min) + draft TS CEN/TC 264/WG40\*
  - Juistheid en herhaalbaarheid bij 0 en resp. 30% water in de gasstroom
  - Generatie van een gasstroom met gekende formaldehyde-concentratie (20 mg CH<sub>2</sub>O/Nm<sup>3</sup>dr =algemene EGW)
  
2. LUC/III/004 (**verlaging debiet naar 2 l/min!**) + draft TS CEN/TC 264/WG40\* + VDI 3862 Blatt 2\*\*
  - Juistheid en reproduceerbaarheid bij 0% water in de gasstroom
  - Generatie van een gasstroom met gekende formaldehyde-concentraties van resp. 0,1 x EGW, EGW en 3 x EGW (≈ 2, 20 en 60 mg CH<sub>2</sub>O/Nm<sup>3</sup>dr)
  - Interferenties (resp. 20 ppm SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> en acetaldehyde in de gasstroom)

\* draft TS (*in de loop van het onderzoek gepubliceerd als CEN/TS 17638*): bemonstering in water + toevoegen derivatiseringsreagens na de monsterneming;

\*\* DNPH-methode conform VDI 3862 Blatt 2: bemonstering rechtstreeks in 2,4-DNPH (VDI-methode slechts beperkt opgenomen in het onderzoek)

Test	Aantal bemonsteringen	Te genereren formaldehyde-concentratie(s)	Watergehalte, gasstroom	Timing	Aanzuigdebiet	Type wasfles	Hoeveelheid absorptievloeistof	absorptievloeistof	Impingers, afzonderlijk analyseren?	Uitgevoerd
1) herhaalbaarheid/juistheid droge gasstroom	2 x 3 treinen parallel binnen eenzelfde dag	± 20 mg formaldehyde/Nm <sup>3</sup>	0%	6 monsternemingen binnen eenzelfde dag	± 5 l/min	Geen frit (impinger)	± 100 ml/impinger	Gedeïoniseerd water	Neen, na bemonstering samenvoegen	24/06/2019
2) herhaalbaarheid/juistheid natte gasstroom	2 x 3 treinen parallel binnen eenzelfde dag	± 20 mg formaldehyde/Nm <sup>3</sup>	± 30%	6 monsternemingen binnen eenzelfde dag	± 5 l/min	Geen frit (impinger)	± 100 ml/impinger (leiding na bemonstering mee gespoeld!)	Gedeïoniseerd water	Neen, na bemonstering samenvoegen	24/06/2019
3) Reproduceerbaarheid (en juistheid)	8 monsternemingen (2 x 4 treinen parallel) per concentratie, verspreid over in totaal 2 dagen: Dag 1    dag 2 4 x 2    4 x 2 4 x 20   4 x 20 4 x 60   4 x 60	± 2, 20 en 60 mg/Nm <sup>3</sup>	0%	8 monsternemingen bij eenzelfde concentratie (2 x 4 monsternemingen) verspreiden over 2 verschillende dagen!  30 minuten bemonsteren	± 2 l/min	Geen frit (impinger)	± 100 ml/impinger	Gedeïoniseerd water	Ja, bij 2 van de 8 stalen per concentratie	08/2019
	8 monsternemingen (2 x 4 treinen parallel voor en namiddag)	± 20 mg formaldehyde/Nm <sup>3</sup>	0%	8 monsternemingen bij eenzelfde concentratie spreiden ify tijd  30 minuten bemonsteren	± 2 l/min	Geen frit (impinger)	± 100 ml/impinger	DNPH-absorptieoplossing	Ja, bij 2 van de 8 stalen	08/2019
<b>4) Interferenties</b>										
20 ppm SO <sub>2</sub>	3 treinen parallel	± 20 mg formaldehyde/Nm <sup>3</sup>	0%	Niet relevant	± 2 l/min	Geen frit (impinger)	± 100 ml/impinger	Gedeïoniseerd water	Ja, bij 1 van de 3 stalen	08/2019
20 ppm NO <sub>2</sub>	3 treinen parallel	± 20 mg formaldehyde/Nm <sup>3</sup>	0%		± 2 l/min	Geen frit (impinger)	± 100 ml/impinger	Gedeïoniseerd water	Ja, bij 1 van de 3 stalen per concentratie	08/2019
20 ppm NH <sub>3</sub>	3 treinen parallel	± 20 mg formaldehyde/Nm <sup>3</sup>	0%		± 2 l/min	Geen frit (impinger)	± 100 ml/impinger	Gedeïoniseerd water	Ja, bij 1 van de 3 stalen per concentratie	08/2019
20 ppm acetaldehyde	3 treinen parallel	± 20 mg formaldehyde/Nm <sup>3</sup>	0%		± 2 l/min	Geen frit (impinger)	± 100 ml/impinger	Gedeïoniseerd water	Ja, bij 1 van de 3 stalen per concentratie	08/2019
<b>OPM: OVERAL IJSKOELING GEBRUIKEN</b>										



## VALIDATIEPLAN LABORATORIUMTESTEN

### Juistheid/herhaalbaarheid in droge en natte gasstroom

- Monsterneming in 6-voud (2 x 3 parallelle monsternemingstreinen) - water als absorptievloeistof
- Na bemonstering: 5 ml staal + 5 ml DNPH-reagens (in een afzonderlijk glazen 15 ml-recipient)



Derivatization solution: 400 mg 2,4-dinitrophenylhydrazine (DNPH) are dissolved in 4,0 ml 0,5 M sulphuric acid and filled up to 1 l with acetonitrile. The vessel with the solution shall be tightly sealed (avoid contamination with, e.g. acetone) and stored cool (4 °C to 10 °C). Storage time max. 6 months.

- Analyse stalen in water met fotometrie conform LUC/III/004, analyse stalen in (water+2,4-DNPH) met UPLC
- Gebruik van een **onafhankelijke controlestandaard** (1000 µg/ml formaldehyde) bij beide analysemethoden – Sigma Aldrich IC-standaard ICS045-100 ml

#### Certificate of Analysis Formaldehyde IC Standard -

Product ID: ICS045-100ML  
Lot: 14830210  
Expiration Date: September 30, 2021  
Storage Conditions: Store at room temperature.

Analyte	Units	Concentration	Uncertainty
Formaldehyde	µg/mL	1002 ± 17.9	2.00

Certified  
Reference  
Material

## VALIDATIEPLAN LABORATORIUMTESTEN

### Juistheid/herhaalbaarheid in droge en natte gasstroom

#### UPLC-analysemethode

- Vergelijking van twee werkwijzen voor kalibratie bij UPLC:
  1. **KAL 1:** kalibratiestandaarden conform de draft TS bereid vanuit een gestelde 37% formaldehyde-oplossing (bv Merck ref nr 1.04003.1000) – vergelijkbaar met kalibratie conform LUC/III/004; 7 kalibratiestandaarden tussen  $\approx 30 \mu\text{g/l}$  –  $2600 \mu\text{g/l}$ , 5 ml standaard (of staal) derivatiseren met 5 ml 2,4 DNPH reagens
    - Standaarden: verdunningsfactor 2
    - Stalen verdunningsfactor 20



#### Specification

1.04003.1000 Formaldehyde solution about 37% GR for analysis stabilized with about 10% methanol ACS, Reag. Ph Eur

	Specification	
Assay (acidimetric)	36.5 - 38.0	%
Assay (iodometric)	36.5 - 38.0	%



## VALIDATIEPLAN LABORATORIUMTESTEN

### Juistheid/herhaalbaarheid in droge en natte gasstroom

#### ■ UPLC-analysemethode

- Vergelijking van twee werkwijzen voor kalibratie bij UPLC:
  2. **KAL 2:** kalibratiestandaarden bereid vanuit een commercieel aangekochte formaldehyde-2,4-DNPH standaard (bv TraceCERT® Sigm Aldrich product no. 56677); 7 kalibratiestandaarden tussen 2 µg/l – 1500 µg/l, 5 ml staal (of QC) derivatiseren met 5 ml 2,4 DNPH reagens
    - Standaarden: onverdund
    - Stalen verdunningsfactor 20

➡ Beide kalibratiemethoden zijn vergelijkbaar



**TraceCERT®**  
Traceable Certified Reference Materials
**SIGMA-ALDRICH®**

## Certificate

Product number: 56677  
ISO IEC 17025  
ISO Guide 34

This certificate is designed in accordance with ISO Guide 31<sup>1)</sup>

MIC-ROR-H2O-OC1

Product name: **Formaldehyde-2,4-dinitrophenylhydrazone**

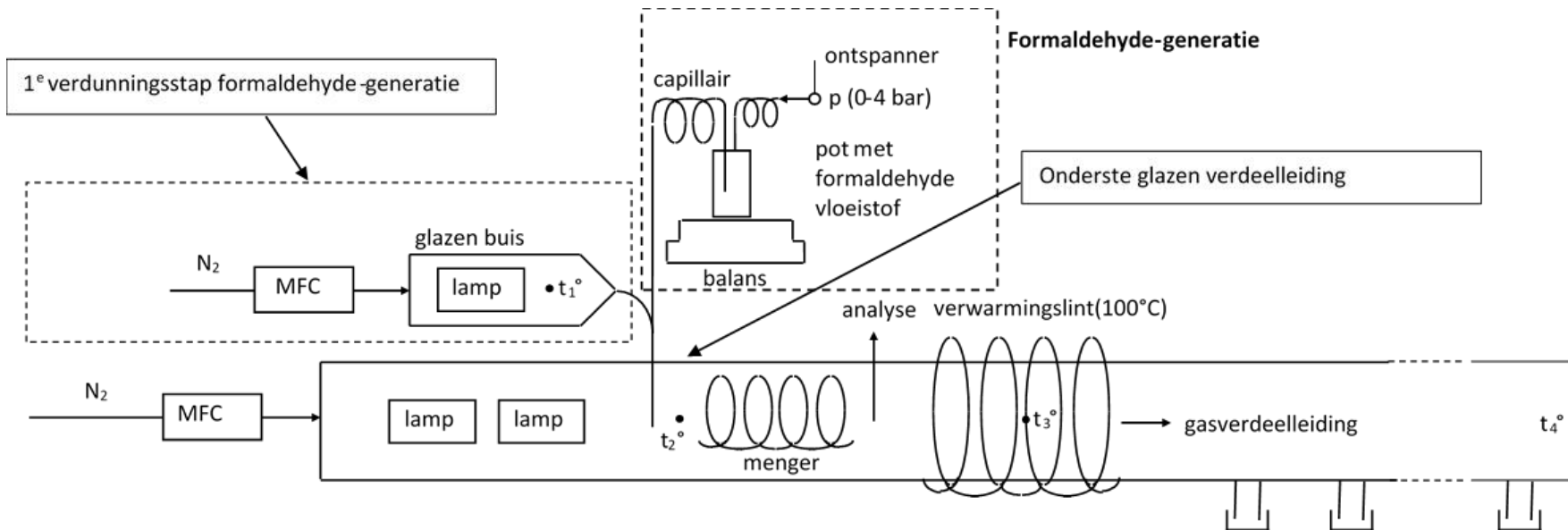
Product no.: **56677**  
 Lot no.: **BCRM9954V**  
 Formula: **C<sub>7</sub>H<sub>5</sub>N<sub>3</sub>O<sub>4</sub>**  
 Molecular mass: **210.15 g/mol**  
 Traceability<sup>2)</sup>: **NIST SRM 841 (KHP) and NIST SRM 350b (Benzoic acid)**



Certified value and uncertainty according to ISO Guide 35 <sup>1)</sup> and Eurachem/CITAC Guide <sup>1)</sup>		
Substance	Certified value as mass fraction (g/g)	Expanded uncertainty, U = k · u, (k = 2) as mass fraction (g/g)
<b>Formaldehyde-2,4-DNPH</b>	<b>99.0 %</b>	<b>0.3 %</b>

## VALIDATIEPLAN LABORATORIUMTESTEN

### Generatie-opstelling:



## RESULTATEN EN CONCLUSIES LABORATORIUMTESTEN

## JUISTHEID/HERHAALBAARHEID METHODE LUC/III/004 EN DRAFT TS IN DROGE VERSUS NATTE GASSTROOM (AANZUIGDEBIET 5 L/MIN)

Aangeboden gasstroom	% (terugvinding ± stdev) formaldehyde t.o.v. aanmaak %rsd		
	LUC/III/004	DRAFT TS KAL 1	DRAFT TS KAL 2
<b>Droge gasstroom</b> ≈ 20 mg CH <sub>2</sub> O/Nm <sup>3</sup> dr	<b>103 ± 1</b> 1% rsd	<b>98 ± 2</b> 2% rsd	<b>97 ± 2</b> 2%rsd
<b>Natte gasstroom (29,4% water)</b> ≈ 20 mg CH <sub>2</sub> O/Nm <sup>3</sup> dr	<b>104 ± 2</b> 2%rsd	<b>100 ± 4</b> 4%rsd	<b>98 ± 4</b> 4%rsd

Stdev: standaardafwijking

%rsd: % relatieve standaardafwijking (= stdev/gem\*100%)

## RESULTATEN EN CONCLUSIES LABORATORIUMTESTEN

## Juistheid en herhaalbaarheid methode LUC/III/004 en draft TS (aanzuigdebiet 5 l/min)

- Goede terugvindingen rond 100%, bij deze testen werden beide wasflessen na de monsterneming samengevoegd en als één staal geanalyseerd
- Goede herhaalbaarheid in droge en natte gasstroom (maximum 4% rsd), iets grotere spreiding in natte gasstroom
- Geen significant verschil tussen de juistheid van de meetmethode in een natte ten opzichte van een droge gasstroom

## JUISTHEID/REPRODUCEERBAARHEID METHODE LUC/III/004 EN DRAFT TS (AANZUIGDEBIET 2 L/MIN)

Formaldehyde Concentratie (mg CH <sub>2</sub> O/Nm <sup>3</sup> dr)	% (terugvinding ± stdev) %rsd		Max. hoeveelheid in tweede WF (% van totale concentratie)	
	LUC/III/004	Draft TS (DNPH)	LUC/III/004	Draft TS (DNPH)
2,2 - 2,3	<b>94 ± 6</b> ( <i>96 ± 5</i> )* 7%rsd ( <i>6%rsd</i> )*	<b>103 ± 5</b> 4%rsd	Conc WF2 < RG (0,3 mg/l) <i>7%</i>	14%
20,7 - 21,4	<b>100 ± 2</b> 2%rsd	<b>97 ± 1</b> 1%rsd	9,3%	9,7%
58,8 – 57,9	<b>101 ± 2</b> 2%rsd	<b>99 ± 2</b> 2%rsd	10%	10%

Stdev: standaardafwijking

%rsd: % relatieve standaardafwijking (= stdev/gem\*100%)

*\*Indicatieve conc beneden de RG (<0,3 mg CH<sub>2</sub>O/l) meegerekend*

## RESULTATEN EN CONCLUSIES LABORATORIUMTESTEN

## Juistheid en reproduceerbaarheid methode LUC/III/004 en draft TS (aanzuigdebiet 2 l/min)

- 3 concentraties ( $\approx 2$ , 20 en 60 mg/Nm<sup>3</sup>), monsternemingen per concentratie gespreid over twee dagen
- Goede reproduceerbaarheid als % rsd
- Voor beide WF samen goede terugvindingen rond 100%
- LUC/III/004 iets meer spreiding/afwijking bij 2 mg/Nm<sup>3</sup> door conc. in buurt van analytische RG
- **Bij beide methoden niet voldaan aan criterium voor absorptie-efficiëntie draft TS ( $\geq 95\%$  in eerste WF)**

## INTERFERENTIES METHODE LUC/III/004 EN DRAFT TS (AANZUIGDEBIET 2 L/MIN)

Geteste potentiële interferent	% (terugvinding ± stdev) formaldehyde t.o.v. aanmaak* %rsd	
	LUC/III/004	DRAFT TS (DNPH)
≈ 20 ppm SO <sub>2</sub>	<b>Max. 7%</b> Hoeveelheid in WF praktisch overal < RG analyse	<b>(60 ± 4)%</b> 6%rsd
≈ 20 ppm NO <sub>2</sub>	<b>(98 ± 2)%</b> 2% rsd	<b>(95 ± 1)%</b> 1%rsd
≈ 20 ppm NH <sub>3</sub>	<b>(96 ± 2)%</b> <i>(96 ± 1)%**</i> 2%rsd <i>(1%rsd)**</i>	<b>(94 ± 1)%</b> 1%rsd
≈ 20 ppm acetaldehyde	<b>(100 ± 2)%</b> 2%rsd	<b>(93 ± 3)%</b> 3%rsd

\* Formaldehydeconcentratie ≈ 20 mg/Nm<sup>3</sup>

\*\* *Indicatieve conc beneden de RG (<0,3 mg CH<sub>2</sub>O/l) meegerekend*



## RESULTATEN EN CONCLUSIES LABORATORIUMTESTEN

## Interferenties methode LUC/III/004 en draft TS (DNPH) (aanzuigdebiet 2 l/min)

- Sterke interferentie van  $\text{SO}_2$  bij beide methoden
  - Maximum 7% terugvinding van formaldehyde ( $\approx 20$  ppm) bij LUC/III/004
  - Maximum 63% terugvinding van formaldehyde ( $\approx 20$  ppm) bij draft TS
- Geen significante interferentie van  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  of acetaldehyde bij aangeboden conc. rond 20 ppm
- Bij testen met  $\text{NH}_3$ , voldaan aan absorptie-efficiëntie criterium ( $\geq 95\%$  in WF1)

## RESULTATEN EN CONCLUSIES LABORATORIUMTESTEN

## Juistheid en reproduceerbaarheid methode DNPH-methode conform VDI 3862 Blatt 2

- Rechtstreekse bemonstering in 2,4 DNPH reagens i.p.v. in water (en achteraf toevoegen van reagens conform draft TS)
- Uitgevoerd bij de EGW ( $20 \text{ mg CH}_2\text{O/Nm}^3$ ), monsternemingen binnen eenzelfde dag
- Goede reproduceerbaarheid (1%)
- Gemiddelde terugvinding van  $(99 \pm 1)\%$
- Doorbraakcontrole door afzonderlijke analyse WF: bij 2/8 stalen per conc
  - % formaldehyde in de tweede WF (max 2,8%) binnen het criterium toegelaten door draft TS ( $\geq 95\%$  in 1<sup>ste</sup> WF)
  - **Hier geen doorbraak naar tweede WF**

## VERVOLG

- Veldvalidatie
  - Parallele metingen onder praktijkomstandigheden met de huidige compendiummethode, de draft TS (DNPH) *-die later gepubliceerd werd als CEN/TS 17638* - en methode VDI 3862 Blatt 2 bij 2 bedrijven met te verwachten formaldehydemissies.
  - Aanwezigheid van druppels in de gasstroom en eventueel te verwachten interferenten zijn aandachtspunten bij de keuze van de meetlocaties.

## VERVOLG

- Veldvalidatie
  - Al dan niet isokinetisch bemonsteren bij aanwezigheid van druppels is een belangrijk verschil bij de meetmethoden:
    - compendiummethode LUC/III/004 en draft TS schrijven in dat geval een isokinetische monsterneming voor
    - de norm VDI 3862 Blatt 2 niet
  - Simultaan isokinetische en niet isokinetische monsterneming met de meetmethode volgens VDI 3862 Blatt 2

## VRAGEN?

