

# **TÜV RHEINLAND IMMISSIONSSCHUTZ UND ENERGIESYSTEME GMBH**

Akkreditiertes Prüfinstitut



DAP-PL-3856.99

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO

**TÜV-Bericht: 936/21209700/A**  
Köln, 15.01.2009

[www.umwelt-tuv.de](http://www.umwelt-tuv.de)



[luft@de.tuv.com](mailto:luft@de.tuv.com)

**Die TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH ist mit der Abteilung Immissionsschutz für die Arbeitsgebiete:**

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Geruchsstoffen;
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung;
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung

**nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.**

Die Akkreditierung ist gültig bis 31.01.2013. DAR-Registriernummer: DAP-PL-3856.99.

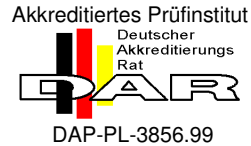
Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

**TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH**  
**D - 51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-2756, Fax: 0221 806-1349**



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 3 von 910



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung  
airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>,  
SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO

<b>Geprüfte Messeinrichtung:</b>	airpointer
<b>Gerätehersteller:</b>	recordum Messtechnik GmbH Jasomirgottgasse 5 A-2340 Mödling Österreich
<b>Prüfzeitraum:</b>	April 2008 bis Januar 2009
<b>Berichtsdatum:</b>	15.01.2009
<b>Berichtsnummer:</b>	936/21209700/A
<b>Bearbeiter:</b>	Dipl.-Ing. Martin Schneider <a href="mailto:martin.schneider@de.tuv.com">martin.schneider@de.tuv.com</a> Tel.: ++49 221 806-1614
<b>Fachlich Verantwortlicher:</b>	Dr. Peter Wilbring
<b>Berichtsumfang:</b>	insgesamt 910 Seiten Anhang ab Seite 93 mit 375 Seiten Handbuch ab Seite 468 mit 442 Seiten



## Inhaltsverzeichnis

1.	KURZFASSUNG UND BEKANNTGABEVORSCHLAG .....	11
1.1	Bekanntgabevorschlag .....	14
2.	AUFGABENSTELLUNG .....	16
2.1	Art der Prüfung .....	16
2.2	Zielsetzung .....	16
3.	BESCHREIBUNG DER GEPRÜFTEN MESSEINRICHTUNG .....	17
3.1	Messprinzip .....	17
3.2	Gasfluss im Messgerät .....	21
3.3	Umfang und Aufbau der Messeinrichtung .....	26
3.4	Allgemeine Gerätespezifikationen.....	43
4.	PRÜFPROGRAMM .....	44
4.1	Prüfprogramm nach VDI 4202, Ergebnisse siehe Anhang A.....	45
4.2	Prüfprogramm nach DIN EN 14211, DIN EN 14212, DIN EN 14625 und DIN EN 14626, Ergebnisse siehe Anhang B bis Anhang E .....	46
5	REFERENZMESSVERFAHREN .....	47
5.1	Komponente NO <sub>2</sub> .....	47
5.2	Komponente NO .....	47
5.3	Komponente SO <sub>2</sub> .....	47
5.4	Komponente: Ozon.....	48
5.3	Komponente CO .....	48
6.	ZUSAMMENFASSUNG DER PRÜFERGEBNISSE.....	49
6.1	Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse nach VDI 4202 .....	50
6.2	Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse und Eignungsanerkennung nach DIN EN 14211 für die Komponente NO.....	57



6.3	Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse und Eignungsanerkennung nach DIN EN 14212 für die Komponente SO <sub>2</sub> .....	65
6.4	Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse und Eignungsanerkennung nach DIN EN 14625 für die Komponente O <sub>3</sub> .....	73
6.5	Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse und Eignungsanerkennung nach DIN EN 14626 für die Komponente CO .....	81
7	EMPFEHLUNGEN ZUM PRAXISEINSATZ .....	89
8	LITERATURVERZEICHNIS.....	90
9	ANLAGEN .....	91
A	4.1.1 Messwertanzeige.....	94
A	4.1.2 Wartungsfreundlichkeit .....	96
A	4.1.3 Funktionskontrolle .....	97
A	4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten .....	98
A	4.1.5 Bauart.....	99
A	4.1.6 Unbefugtes Verstellen .....	101
A	4.1.7 Messsignalausgang.....	102
A	4.2 Anforderungen an Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz .....	103
A	5.2.1 Messbereich .....	104
A	5.2.2 Negative Messsignale .....	106
A	5.2.3 Analysenfunktion .....	107
A	5.2.4 Linearität .....	119
A	5.2.5 Nachweisgrenze .....	129
A	5.2.6 Einstellzeit .....	138
A	5.2.7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur.....	141
A	5.2.8 Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur .....	150
A	5.2.9 Nullpunktsdrift.....	159
A	5.2.10 Drift des Messwertes .....	172

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 7 von 910

A	5.2.11 Querempfindlichkeit .....	185
A	5.2.12 Reproduzierbarkeit .....	200
A	5.2.13 Stundenwerte .....	214
A	5.2.14 Netzspannung und Netzfrequenz .....	215
A	5.2.15 Stromausfall .....	221
A	5.2.16 Gerätefunktionen .....	222
A	5.2.17 Umschaltung .....	223
A	5.2.18 Verfügbarkeit .....	224
A	5.2.19 Konverterwirkungsgrad .....	226
A	5.2.20 Wartungsintervall .....	228
A	5.2.21 Gesamtunsicherheit .....	231
A	5.4 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen .....	241
B [NO]	8.4 Bestimmung der Leistungskenngrößen im Labor .....	244
B [NO]	8.4.3 Einstellzeit .....	246
B [NO]	8.4.4 Kurzzeitdrift .....	251
B [NO]	8.4.5 Wiederholstandardabweichung .....	254
B [NO]	8.4.6 „Lack of fit“ (Abweichung von der Linearen Regression) .....	256
B [NO]	8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes .....	262
B [NO]	8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur .....	264
B [NO]	8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur .....	266
B [NO]	8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung .....	270
B [NO]	8.4.11 Störungen .....	272
B [NO]	8.4.12 Mittelungsprüfung .....	275
B [NO]	8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang .....	278
B [NO]	8.4.14 Konverterwirkungsgrad .....	280
B [NO]	8.5 Bestimmung der Leistungskenngrößen bei der Feldprüfung .....	283
B [NO]	8.5.4 Langzeitdrift .....	285



B [NO]	8.5.5 Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen .....	288
B [NO]	8.5.6 Kontrollintervall .....	290
B [NO]	8.5.7 Verfügbarkeit .....	291
B [NO]	Anhang A der DIN EN 14211 (normativ) Berechnung der Verweilzeiten für eine maximal zulässige NO <sub>2</sub> - Zunahme in der Probenahmeleitung .....	293
	Eignungsanerkennung nach DIN EN 14211 für die Komponente NO .....	295
C [SO <sub>2</sub> ]	8.4 Bestimmung der Leistungskenngrößen im Labor .....	304
C [SO <sub>2</sub> ]	8.4.3 Einstellzeit.....	306
C [SO <sub>2</sub> ]	8.4.4 Kurzzeitdrift.....	310
C [SO <sub>2</sub> ]	8.4.5 Wiederholstandardabweichung .....	313
C [SO <sub>2</sub> ]	8.4.6 „Lack of fit“ (Abweichung von der Linearen Regression) .....	316
C [SO <sub>2</sub> ]	8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes .....	322
C [SO <sub>2</sub> ]	8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur .....	324
C [SO <sub>2</sub> ]	8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur .....	326
C [SO <sub>2</sub> ]	8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung .....	330
C [SO <sub>2</sub> ]	8.4.11 Störungen .....	332
C [SO <sub>2</sub> ]	8.4.12 Mittelungsprüfung .....	336
C [SO <sub>2</sub> ]	8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang .....	339
C [SO <sub>2</sub> ]	8.5 Bestimmung der Leistungskenngrößen bei der Feldprüfung .....	341
C [SO <sub>2</sub> ]	8.5.4 Langzeitdrift .....	343
C [SO <sub>2</sub> ]	8.5.5 Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen .....	346
C [SO <sub>2</sub> ]	8.5.6 Kontrollintervall .....	348
C [SO <sub>2</sub> ]	8.5.7 Verfügbarkeit .....	349
	Eignungsanerkennung nach DIN EN 14212 für die Komponente SO <sub>2</sub> .....	351
D [O <sub>3</sub> ]	8.4 Bestimmung der Leistungskenngrößen im Labor.....	360
D [O <sub>3</sub> ]	8.4.3 Einstellzeit .....	362
D [O <sub>3</sub> ]	8.4.4 Kurzzeitdrift .....	365



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 9 von 910

D [O <sub>3</sub> ]	8.4.5 Wiederholstandardabweichung .....	368
D [O <sub>3</sub> ]	8.4.6 „Lack of fit“ (Abweichung von der Linearen Regression).....	371
D [O <sub>3</sub> ]	8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes .....	377
D [O <sub>3</sub> ]	8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur .....	379
D [O <sub>3</sub> ]	8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur .....	381
D [O <sub>3</sub> ]	8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung .....	385
D [O <sub>3</sub> ]	8.4.11 Störungen.....	387
D [O <sub>3</sub> ]	8.4.12 Mittelungsprüfung .....	390
D [O <sub>3</sub> ]	8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang.....	393
D [O <sub>3</sub> ]	8.5 Bestimmung der Leistungskenngrößen bei der Feldprüfung.....	395
D [O <sub>3</sub> ]	8.5.4 Langzeitdrift.....	397
D [O <sub>3</sub> ]	8.5.5 Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen .....	400
D [O <sub>3</sub> ]	8.5.6 Kontrollintervall.....	402
D [O <sub>3</sub> ]	8.5.7 Verfügbarkeit.....	403
	Eignungsanerkennung nach DIN EN 14625 für die Komponente O <sub>3</sub> .....	405
E [CO]	8.4 Bestimmung der Leistungskenngrößen im Labor .....	414
E [CO]	8.4.3 Einstellzeit.....	416
E [CO]	8.4.4 Kurzzeitdrift.....	420
E [CO]	8.4.5 Wiederholstandardabweichung .....	423
E [CO]	8.4.6 „Lack of fit“ (Abweichung von der Linearen Regression) .....	425
E [CO]	8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes .....	431
E [CO]	8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur.....	433
E [CO]	8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur .....	435
E [CO]	8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung .....	439
E [CO]	8.4.11 Störungen .....	441
E [CO]	8.4.12 Mittelungsprüfung .....	445
E [CO]	8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang .....	448



E [CO]	8.5 Bestimmung der Leistungskenngrößen bei der Feldprüfung .....	450
E [CO]	8.5.4 Langzeitdrift .....	452
E [CO]	8.5.5 Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen .....	455
E [CO]	8.5.6 Kontrollintervall .....	457
E [CO]	8.5.7 Verfügbarkeit .....	458
	Eignungsanerkennung nach DIN EN 14626 für die Komponente CO .....	460

## 1. Kurzfassung und Bekanntgabevorschlag

### Kurzfassung

Im Auftrag der Firma recordum Messtechnik GmbH führte die TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH die Eignungsprüfung der Messeinrichtung airpointer für die Komponenten NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO durch.

Die Prüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien und Anforderungen:

- VDI 4202 Blatt 1: Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung; Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen, vom Juni 2002
- VDI 4203 Blatt 3: Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen; Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen, vom August 2004
- DIN EN 14211 Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz, vom Juni 2005
- DIN EN 14212 Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Schwefeldioxid mit Ultraviolett-Fluoreszenz, vom Juni 2005
- DIN EN 14625 Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Ozon mit Ultraviolett-Photometrie, vom Juli 2005
- DIN EN 14626 Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Kohlenmonoxid mit nicht-dispersiver Infrarot-Photometrie, vom Juli 2005

Die geprüfte Messeinrichtung arbeitet nach den jeweiligen EU Referenzmethoden. Die Untersuchungen erfolgten im Labor und während eines dreimonatigen Feldtests als Dauerstandsversuch. Die geprüften Messbereiche betrugen:

Komponente		Messbereiche	
		VDI 4202	EN Normen
Stickstoffmonoxid	NO	-	1200 µg/m <sup>3</sup> *
Stickstoffdioxid	NO <sub>2</sub>	400 µg/m <sup>3</sup>	500 µg/m <sup>3</sup> *
Schwefeldioxid	SO <sub>2</sub>	700 µg/m <sup>3</sup>	1000 µg/m <sup>3</sup> **
Ozon	O <sub>3</sub>	360 µg/m <sup>3</sup>	500 µg/m <sup>3</sup> ***
Kohlenmonoxid	CO	60 mg/m <sup>3</sup>	100 mg/m <sup>3</sup> ****

\* DIN EN 14211; \*\* DIN EN 14212; \*\*\* DIN EN 14625; \*\*\*\* DIN EN 14626

Bei der Eignungsprüfung wurden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Seitens der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH wird daher eine Veröffentlichung als eignungsgeprüfte Messeinrichtung zur laufenden Aufzeichnung der Immission von Stickstoffoxiden, Schwefeldioxid, Ozon und Kohlenmonoxid vorgeschlagen.

Bei der Messeinrichtung handelt es sich um eine Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung zur Bestimmung der Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO. Zur besseren Übersicht ist der Bericht wie folgt aufgebaut:

**Kapitel 1** beinhaltet die Kurfassung und den Bekanntgabevorschlag.

**Kapitel 2** beschreibt Art und Ziel der durchgeführten Eignungsprüfung.

**Kapitel 3** gibt einen Überblick über Umfang und Aufbau der geprüften Messeinrichtung.

**Kapitel 4** enthält eine Übersicht des durchgeführten Prüfprogrammes.

**Kapitel 5** beschreibt die Referenzmessverfahren

In **Kapitel 6** befindet sich eine Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse und die Berechnung der Gesamtunsicherheit wie folgt:

**Abschnitt 6.1** enthält die Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse nach VDI 4202 für die Komponenten NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO.

**Abschnitt 6.2** enthält die Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse und die Unsicherheitsberechnung nach DIN EN 14211 für die Komponente NO.

**Abschnitt 6.3** enthält die Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse und die Unsicherheitsberechnung nach DIN EN 14212 für die Komponente SO<sub>2</sub>.

**Abschnitt 6.4** enthält die Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse und die Unsicherheitsberechnung nach DIN EN 14625 für die Komponente O<sub>3</sub>.

**Abschnitt 6.5** enthält die Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse und die Unsicherheitsberechnung nach DIN EN 14626 für die Komponente CO.

**Kapitel 7** enthält Empfehlungen zum Praxiseinsatz.

**Kapitel 8** beinhaltet das Literaturverzeichnis.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 13 von 910

In **Kapitel 9** befinden sich die Anhänge. In den Anhängen sind die durchgeführten Prüfungen detailliert aufgeführt. Der Aufbau ergibt sich wie folgt:

**Anhang A** enthält die detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte sowie die Auswertung und Darstellung der Prüfergebnisse nach VDI 4202 für die Komponenten NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO.

**Anhang B** enthält die detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte sowie die Auswertung und Darstellung der Prüfergebnisse nach DIN EN 14211 für die Komponenten NO.

**Anhang C** enthält die detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte sowie die Auswertung und Darstellung der Prüfergebnisse nach DIN EN 14212 für die Komponenten SO<sub>2</sub>.

**Anhang D** enthält die detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte sowie die Auswertung und Darstellung der Prüfergebnisse nach DIN EN 14625 für die Komponenten O<sub>3</sub>.

**Anhang E** enthält die detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte sowie die Auswertung und Darstellung der Prüfergebnisse nach DIN EN 14626 für die Komponenten CO.

## 1.1 Bekanntgabevorschlag

Aufgrund der erzielten positiven Ergebnisse wird folgende Empfehlung für die Bekanntgabe als eignungsgeprüfte Messeinrichtung ausgesprochen:

**1.2 Gerätebezeichnung** : airpointer

**1.2.1 Softwareversion** : 1.001 (analytical module)

**1.3 Messkomponenten** : NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO

**1.4 Hersteller** : recordum Messtechnik GmbH  
Jasomirgottgasse 5  
A-2340 Mödling  
Österreich

**1.5 Einsatzbereich** : Zur stationären Immissionsmessung von Stickstoffoxiden, Schwefeldioxid, Ozon und Kohlenmonoxid

**1.6 Messbereiche bei der Eignungsprüfung** :

Messbereiche nach VDI 4202:			
Komponente			Einheit
NO <sub>2</sub>	0 -	400	µg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	0 -	700	µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	0 -	360	µg/m <sup>3</sup>
CO	0 -	60	mg/m <sup>3</sup>

Messbereiche nach EN Normen			
Komponente	MB	Einheit	
NO	0 - 1200	µg/m <sup>3</sup>	
NO <sub>2</sub>	0 - 500	µg/m <sup>3</sup>	
SO <sub>2</sub>	0 - 1000	µg/m <sup>3</sup>	
O <sub>3</sub>	0 - 500	µg/m <sup>3</sup>	
CO	0 - 100	mg/m <sup>3</sup>	

**1.7 Einschränkungen** : -

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 15 von 910

## 1.8 Hinweise

- : 1. In der Messeinrichtung airpointer werden die Messkomponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO unabhängig voneinander gemessen. Deshalb umfasst die Eignungsbeurteilung folgende Gerätetypen:

Produktbezeichnung	Typbezeichnung	Komponente 1	Komponente 2	Komponente 3	Komponente 4
airpointer	1000	NO <sub>x</sub>			
airpointer	0100	SO <sub>2</sub>			
airpointer	0010	CO			
airpointer	0001	O <sub>3</sub>			
airpointer	1100	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>		
airpointer	1010	NO <sub>x</sub>	CO		
airpointer	1001	NO <sub>x</sub>	O <sub>3</sub>		
airpointer	0110	SO <sub>2</sub>	CO		
airpointer	0011	CO	O <sub>3</sub>		
airpointer	0101	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>		
airpointer	1110	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	
airpointer	1101	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	
airpointer	1011	NO <sub>x</sub>	CO	O <sub>3</sub>	
airpointer	0111	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	
airpointer	1111	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>

## 1.9 Prüfinstitut

- : TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH, Köln  
TÜV Rheinland Group

## 1.10 Prüfbericht

- : 936/21209700/A vom 15.01.2009

## 2. Aufgabenstellung

### 2.1 Art der Prüfung

Im Auftrag der Firma recordum Messtechnik GmbH wurde von der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH eine Eignungsprüfung für die Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer zur Bestimmung der Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO vorgenommen. Die Prüfung erfolgte als vollständige Eignungsprüfung. Die Messeinrichtung kann zusätzlich mit Modulen zur Bestimmung von PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, VOC, elektrochemischen Zellen, Modulen zur Verkehrszählung sowie Modulen zur Erfassung meteorologischer Daten ausgestattet werden. Diese Module beeinflussen nicht die eigentliche Messung.

### 2.2 Zielsetzung

Ziel der Prüfung war zu zeigen, dass die Messeinrichtung alle Anforderungen der deutschen Mindestanforderungen nach VDI 4202 Blatt 1 und die Anforderungen der DIN EN 14211, DIN EN 14212, DIN EN 14625 und DIN EN 14626 erfüllt. Dazu wurde die Messeinrichtung in den Messbereichen nach Tabelle 1 geprüft.

*Tabelle 1: Geprüfte Messbereiche*

Komponente		Messbereiche	
		VDI 4202	EN Normen
Stickstoffmonoxid	NO	-	1200 µg/m <sup>3</sup> *
Stickstoffdioxid	NO <sub>2</sub>	400 µg/m <sup>3</sup>	500 µg/m <sup>3</sup> *
Schwefeldioxid	SO <sub>2</sub>	700 µg/m <sup>3</sup>	1000 µg/m <sup>3</sup> **
Ozon	O <sub>3</sub>	360 µg/m <sup>3</sup>	500 µg/m <sup>3</sup> ***
Kohlenmonoxid	CO	60 mg/m <sup>3</sup>	100 mg/m <sup>3</sup> ****

\* DIN EN 14211; \*\* DIN EN 14212; \*\*\* DIN EN 14625; \*\*\*\* DIN EN 14626



### 3. Beschreibung der geprüften Messeinrichtung

#### 3.1 Messprinzip

Die airpointer Gasmodule verwenden verschiedenste Arten von optischen Detektionsprinzipien. Die folgenden Kapitel geben einen Überblick über die Grundlegenden optischen Prinzipien und tragen zu einem besseren Verständnis der vom airpointer zur Verfügung gestellten Ergebnisse bei. Abbildung 1 stellt die von jedem einzelnen Gasmoduldetektor benutzten Wellenlängendiagramme dar.

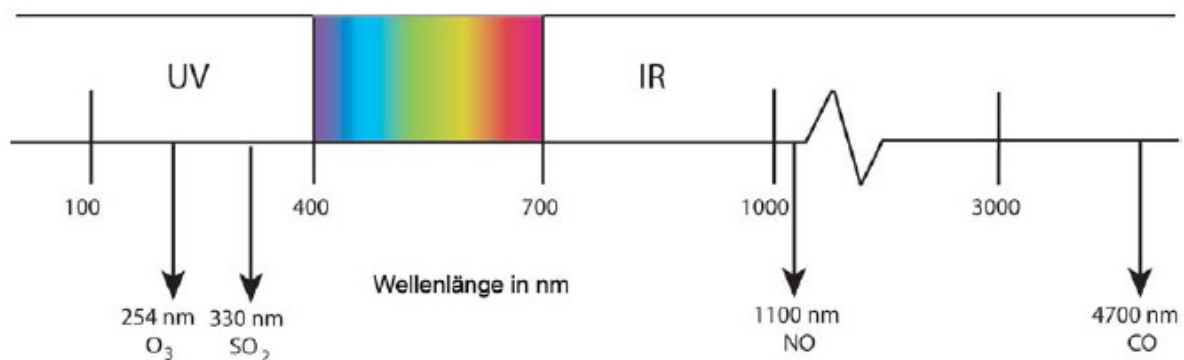


Abbildung 1: Wellenlängen der gemessenen Schadstoffe

##### 3.1.1 Chemilumineszenz (NO<sub>x</sub> Modul)

Chemilumineszenz ist Energiefreigabe in Form elektromagnetischer Strahlung während einer chemischen Reaktion. Die anfängliche Reaktion resultiert in elektrisch angeregten Molekülen, die ihre Überschussenergie durch Emittieren eines Photons und Absinken auf einen niedrigeren Energielevel abgeben. Die erzeugte Lichtintensität ist direkt proportional zur Konzentration der angeregten Moleküle. Die damit verbundenen Prozesse ähneln zwar denen der Lichtabsorption und Streuung, benutzen aber als anregende Quelle chemische Energie statt externem Licht.

##### 3.1.2 UV Fluoreszenz (SO<sub>2</sub> Modul)

Fluoreszenz ist ein optisches Phänomen in kalten Körpern, in denen ein Molekül ein Photon mit hoher Energie unter Anregen eines Elektrons absorbiert, und es als ein Photon mit dann niedriger Energie (größerer Wellenlänge) erneut emittiert. Das Elektron fällt nicht in seinen ursprünglichen Zustand zurück. Die Energiedifferenz zwischen den absorbierten und den emittierten Photonen führt zu molekularen Vibrationen (Hitze) und das Elektron kehrt in seinen Grundzustand zurück (siehe Abbildung 2). Im Allgemeinen befindet sich das absorbierte Photon im ultravioletten und das emittierte Licht im sichtbaren Bereich. Der von einer sofortigen Abgabe von Energie in Form direkt gestreuter Lichtintensität gefolgte Absorptionsprozess elektromagnetischer Strahlung wird 'Lichtstreuung' genannt. Normalerweise verändert dieser Prozess nicht die Wellenlänge des Lichtes, dies wird 'Elastische Lichtstreuung' genannt. In dieser Hinsicht ist Fluoreszenz eine spezielle Art der Lichtstreuung mit einer Veränderung der Wellenlänge (genannt 'inelastische Streuung')

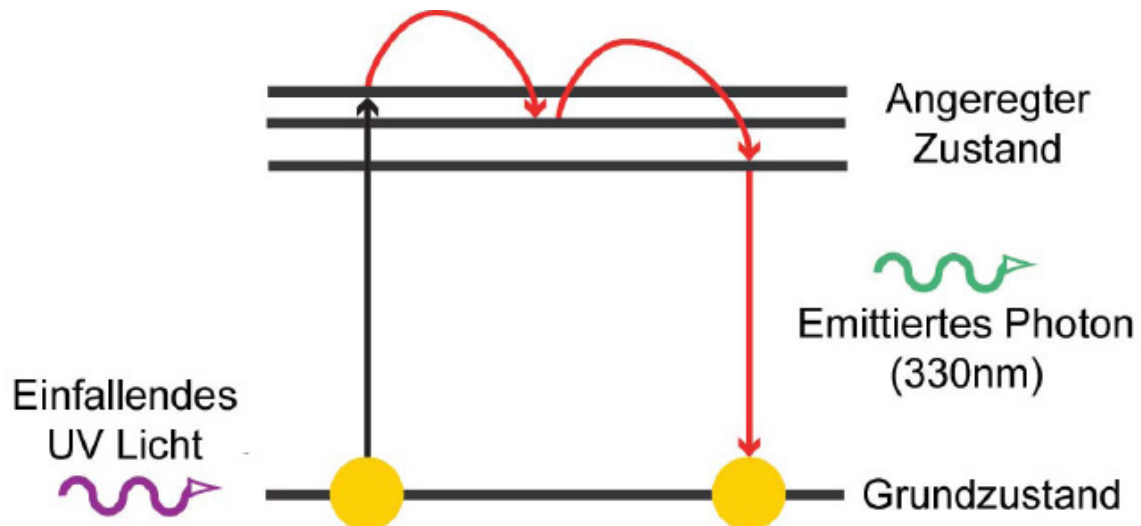


Abbildung 2: Fluoreszenz

### 3.1.3 UV Absorption (O<sub>3</sub> Modul)

Jedes Atom besteht aus positiven Ladungen (Protonen) in seinem Kern und der Gleichen Anzahl negativer Ladungen (Elektronen) in seiner Hülle. Das Atom als ganzes ist daher neutral. Jedes Elektron befindet sich in einer getrennten dynamischen Ebene (Orbital). Die Orbitale verschiedener Atome überlagern sich gegenseitig um in einen vorteilhaften energetischen Zustand zu gelangen und ein Molekül zu bilden. Durch Anregen der Elektronen mit externer Energie können sie auf eine höhere als ihre tatsächliche Ebene gebracht werden. Energetische Anregung kann durch UV Licht erfolgen. Deren Energieumfang wird mit der folgenden Formel beschrieben:

$$E = hc / \lambda = h\nu$$

- h Planck's Konstante ( $6.6261 \cdot 10^{-34}$  Js)
- c Lichtgeschwindigkeit ( $3 \cdot 10^8$  m/s)
- $\lambda$  Wellenlänge des UV Lichts
- $\nu$  Frequenz des UV Lichts

Abnahme der Intensität bei unterschiedlichen Temperatur- und Druckbedingungen

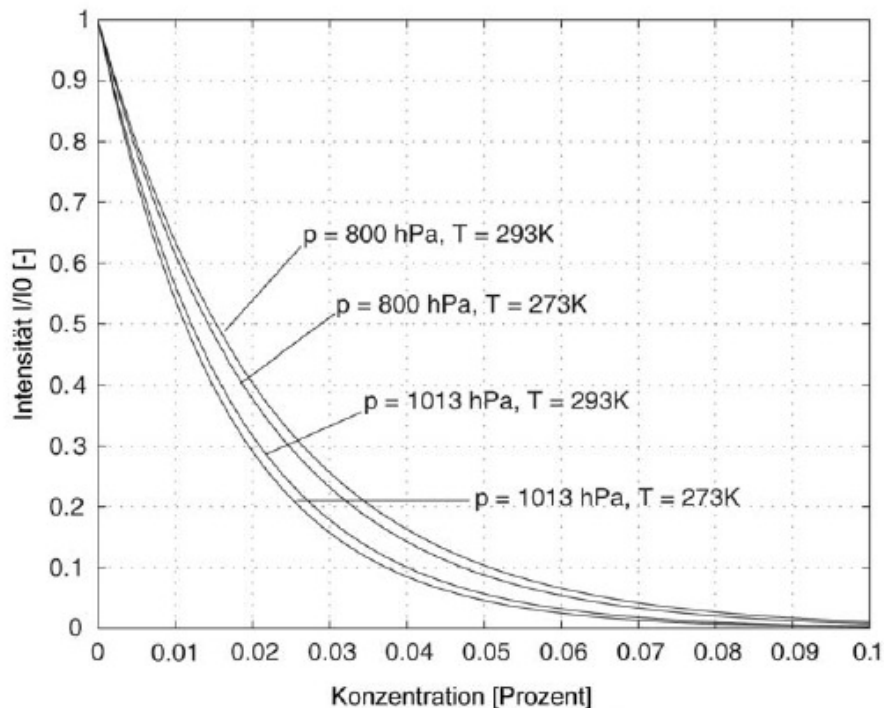


Abbildung 3: Absorptionsgesetz nach Lambert und Beer

Da dieser angeregte Zustand nicht stabil ist, kehrt das Elektron in seinen Originalzustand zurück und sendet ein Photon aus um sich dieser zusätzlichen Energie zu entledigen. Die Lücken zwischen den energetischen Ebenen variieren in Abhängigkeit von der Art der Moleküle. Daher werden zur Anregung der Moleküle unterschiedliche Energiemengen benötigt. Dies führt zu den charakteristischen Emissionsspektren der verschiedenen Moleküle, so dass durch Messungen des emittierten Lichtes (Photonen) leicht zwischen den verschiedenen Komponenten unterschieden werden kann.

### 3.1.4 IR Absorption (CO Modul)

Von einem makroskopischen Standpunkt aus betrachtet sind Moleküle- wie Atome – elektrisch neutral. Die freien Elektronen der Atome formen eine sich über die Moleküle ausbreitende und die Atome verbindende 'Elektronenwolke'. Allerdings breiten sich die Elektronen nicht gleichmäßig aus, sondern sammeln sich in Zentren mit Aufladung. Der Grund hierfür liegt in der unterschiedlichen Elektronegativität der Elemente, das heißt sie ziehen die negativen Aufladungen verschieden stark an.

Daher haben die meisten Moleküle eine elektrische Polarisierung in mikroskopischen Dimensionen der Atomskala, dies führt zur Entwicklung eines Dipolmoments. So haben zum Beispiel Wassermoleküle (H<sub>2</sub>O) ihr negatives Ladezentrum an der Seite des Sauerstoffatoms, da Sauerstoff eine höhere Elektronegativität als Wasserstoff hat. Symmetrische Moleküle haben solch ein Dipolmoment nicht. Wie auch immer, Infrarotstrahlen (IR) lassen diese möglicherweise vibrieren, so dass die Zentren der Ladung beginnen sich zu verlagern und ein temporäres Dipolmoment verursacht wird. IR Strahlen sind zum Anregen von Elektronen im Gegensatz zu UV Strahlen zu schwach. Absorption im IR Spektrum wird normalerweise

nicht durch Anregung von Elektronen verursacht, sondern durch Induktion von Dipolmomenten. Die Moleküle in den Gasen vibrieren und rotieren. Daher verändert sich das Dipolmoment kontinuierlich und es entwickelt sich eine elektromagnetische Welle wie in einem offenen oszillierenden Stromkreis (einer Antenne). Falls sich der zufällige IR Strahl in Entgegengesetzter Phase zu dem angeregten Strahl befindet, heben sich die beiden Wellen gegenseitig auf (destruktive Interferenz), die Strahlen werden absorbiert.

Die Massen der Atome müssen ebenfalls berücksichtigt werden. Stellen sie sich zur Verdeutlichung das Molekül als Mischung von punktförmigen Massen vor, die mit Rollenfedern aneinander befestigt sind. Je schwerer die Atome, desto langsamer die Vibrationen, die Absorption erfolgt dann im IR Langwellenspektrum. Jede verbleibende Strahlung kann mit einem Detektor gemessen werden. Das Spektrum liefert Informationen über die Beschaffenheit des Moleküls.

### **3.2 Gasfluss im Messgerät**

Die Gasflussdiagramme in den Abbildungen 4 bis 7 zeigen den Durchfluss des Messgases durch die einzelnen Module im airpointer.

Die zu messende Umgebungsluft wird durch den Probeneingang oberhalb des Systems in den airpointer geleitet. Das Probengas fließt durch den EingangsfILTER und von dort zu den Modulen, wo die verschiedenen Messungen stattfinden. Der Fluss geht dann weiter zur Messgaspumpe (Doppelkolbenpumpe) und verlässt das Gerät.

#### **3.2.1 Durchfluss durch das NO<sub>x</sub> Modul**

1. Das Messgas gelangt zum Ventil D, welches zwischen Probengas und Nullluft schaltet.
2. Das Ventil A und das Auto Zero Ventil C im Modus 'normalen Open (NO)' für die NO Messung:
  - a) Das Messgas wird durch das Ventil D und den Perma Pure Trockner geführt und gelangt durch das Ventil A und durch das Auto Zero Ventil C in die NO<sub>x</sub> Reaktionszelle.
  - b) Die Umgebungsluft wird durch den DFU-Filter und die innere Leitung des Perma Pure Trockners geführt.
  - c) Ein Teil dieser Umgebungsluft wird durch das Kapillare 2 zurück zur äußeren Leitung des Trockners und weiter zur Systempumpe geführt.
  - d) Die getrocknete Umgebungsluft der inneren Leitung gelangt durch einen Flusssensor zum O<sub>3</sub>- Generator, dem Reiniger und schließlich zur NO<sub>x</sub> Reaktionszelle, wo sie dann mit dem Probengas (NO-Messungen) reagiert.
  - e) Um das austretende Gas frei von O<sub>3</sub> zu halten, gelangt das Gas danach zum Ozonzerstörer.
  - f) Das Gas von Trockner und Reaktionszelle gelangt zur Systempumpe und tritt aus dem airpointer wieder aus.
3. Gleichzeitig gelangt ein Teil des ursprünglichen Messgases in den Delay Loop und wird dort für die NO<sub>x</sub> Messungen gespeichert.
4. Das Ventil A im NC Modus (normal closed) zur NO<sub>x</sub> Messung:
  - a) Das Messgas fließt durch das Auto Zero Ventil D und dem Trockner zur Pumpe
  - b) Das im Delay Loop gespeicherte Messgas fließt weiter zum Molybdänkonverter und wird umgewandelt. Dann fließt es weiter durch das Ventil A und weiter durch das Auto Zero Ventil C zur Reaktionszelle (NO<sub>x</sub>-Messung).

#### 5. Auto Zero Ventil C im NC Modus (Offsetmessung):

- Das Messgas kann nicht in die Reaktionszelle gelangen, lediglich  $O_3$  vom Generator fließt durch die Reaktionszelle. Dieser Durchfluss liefert die Zero Offset Messung.
- Das  $O_3$  wird durch den Ozonzerstörer zur Systempumpe geführt.
- Zur gleichen Zeit wird das Gas von den NO/NC Ventilen zur Systempumpe gezogen.

6. Fluss, Temperatur und Druck werden ebenfalls gemessen.

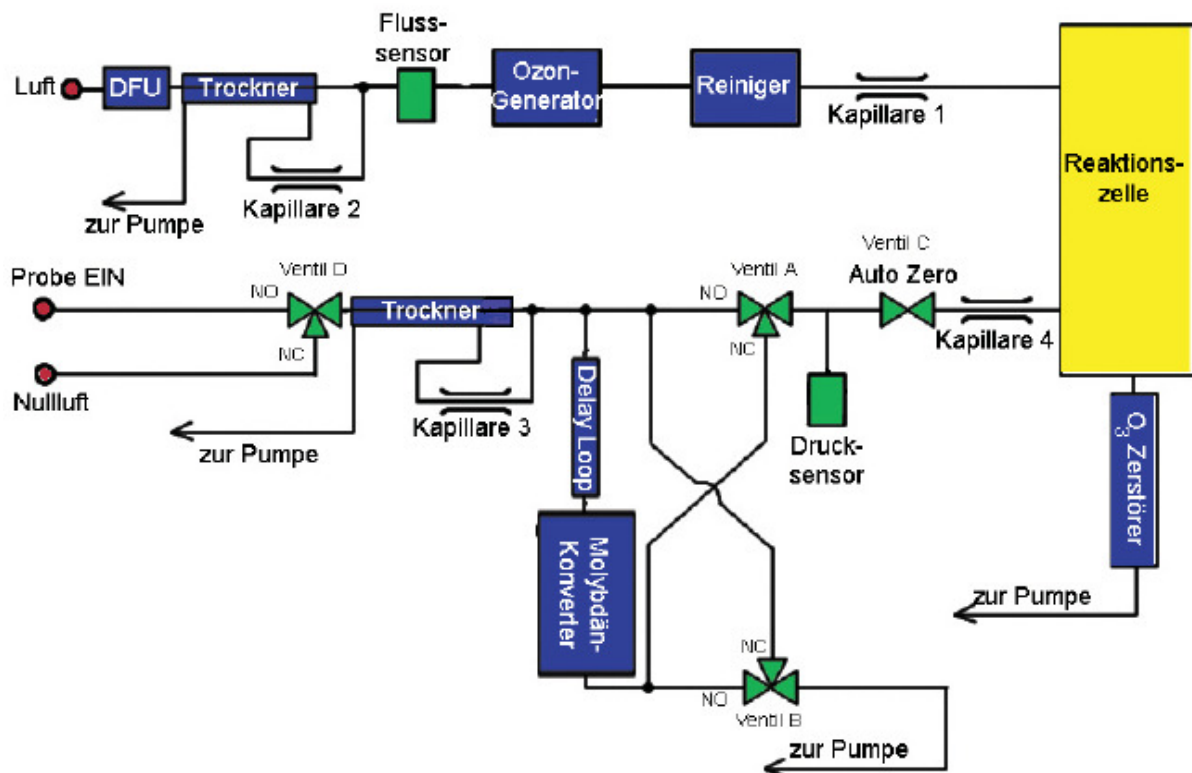


Abbildung 4: Flussdiagramm des  $\text{NO}_x$  Moduls

### 3.2.2 Durchfluss durch das SO<sub>2</sub> Modul

1. Das Messgas erreicht den Scrubber, der Kohlenwasserstoffe aus der Probenluft entfernt. Das Arbeitsprinzip des Scrubbers ähnelt dem des Perma Pure Trockners des NO<sub>x</sub> Moduls, lediglich die Membran ist unterschiedlich. Die SO<sub>2</sub> Moleküle passieren den Scrubber unbeeinflusst.
2. Vom Scrubber gelangt das Gas zur SO<sub>2</sub> Reaktionszelle, von dort zurück durch die Kapillare zur 'Hüllenseite' des Scrubbers und dann zur Systempumpe.
3. Temperatur; Fluss und Druck werden ebenfalls gemessen.

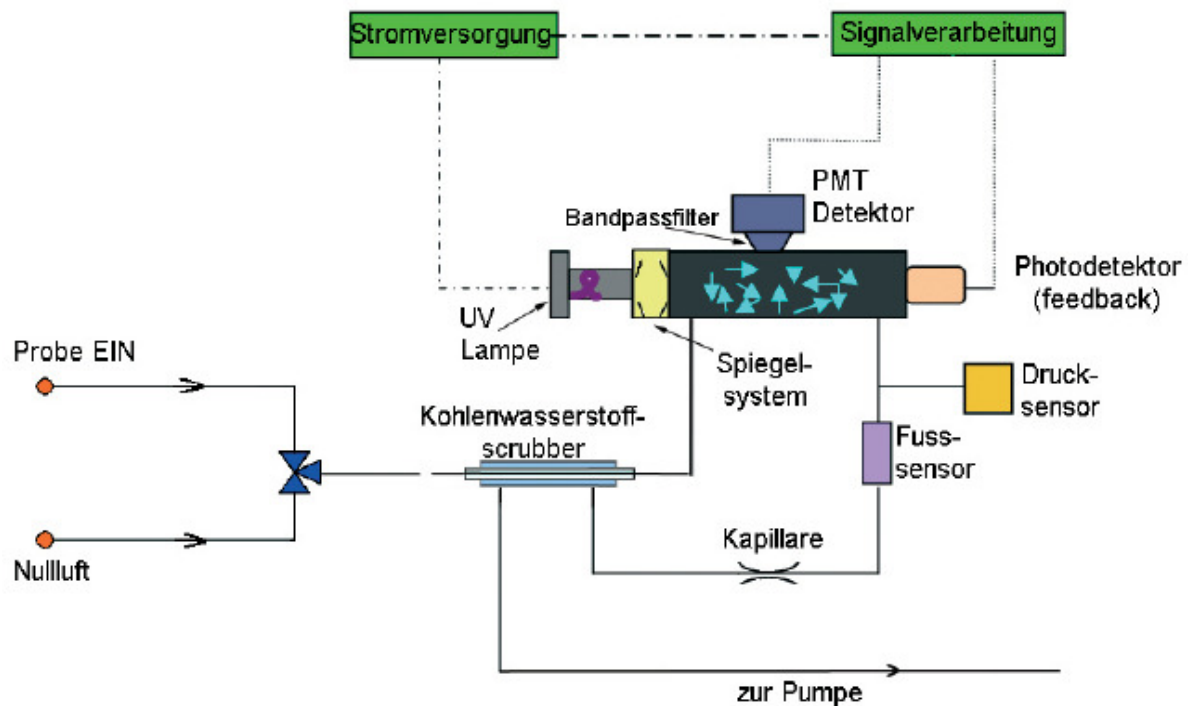


Abbildung 5: Flussdiagramm des SO<sub>2</sub> Moduls



### 3.2.3 Durchfluss durch das O<sub>3</sub> Modul

1. Der Probengasfluss wird in zwei Teile a und b geteilt:
2. 1. Teil des Zykluses
  - a) Der Gasstrom a geht direkt zum Schaltventil A
  - b) Der Gasstrom b fließt durch den O<sub>3</sub>-Scrubber und dann zum Schaltventil B
  - c) Die Schaltventile leiten den Strom a zur Messzelle A der optischen Bank und den Gasstrom b zur Messzelle B
  - d) Danach werden sie durch die Kapillaren zur Systempumpe gesogen
3. 2. Teil des Zykluses
  - a) Gasstrom a fließt durch den O<sub>3</sub>-Scrubber und dann zum Schaltventil B und weiter zur Messzelle B.
  - b) Der Gasstrom b geht direkt zum Schaltventil A und weiter zur Messzelle A.
  - c) Danach wird der Gasstrom durch die Kapillaren zur Systempumpe gesogen.
4. Fluss und Druck werden überwacht.

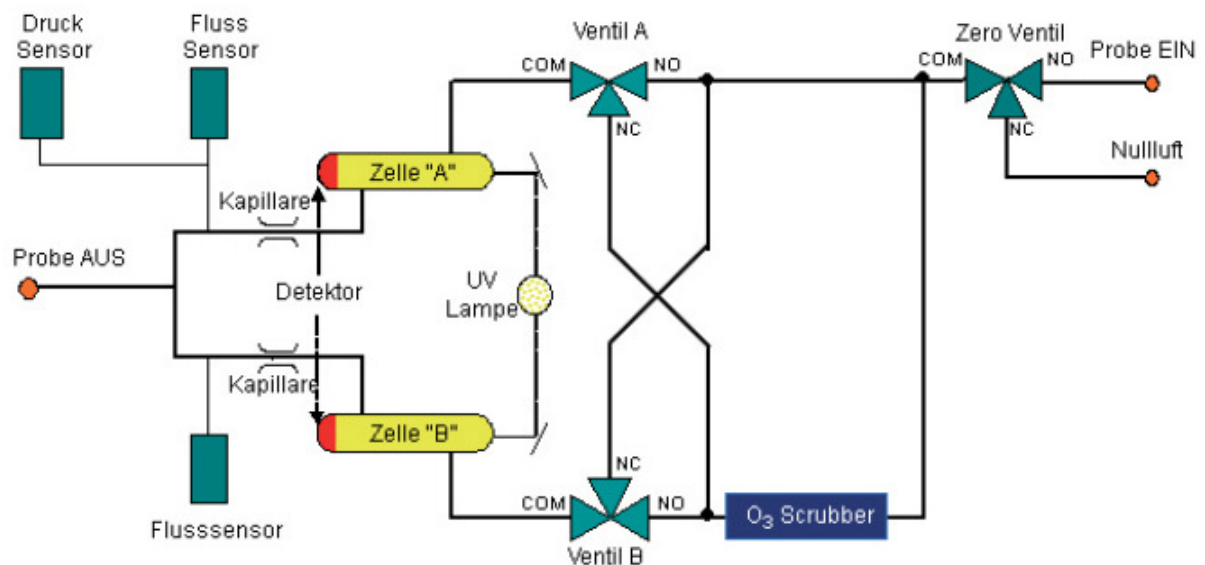


Abbildung 6: Flussdiagramm des O<sub>3</sub> Moduls



### 3.2.4 Durchfluss durch das CO Modul

1. Die Probenluft gelangt durch das Nullluftventil zur optischen Bank.
2. Von dort wird sie durch die Kapillare zur Systempumpe gesaugt.
3. Temperatur und Druck werden ebenfalls gemessen
4. Nullluftmessung
  - a) Nullluft fließt zuerst durch einen CO Scrubber und dann durch das Nullluftventil zur optischen Bank
  - b) Von dort wird sie durch die Kapillare zur Systempumpe gesaugt.

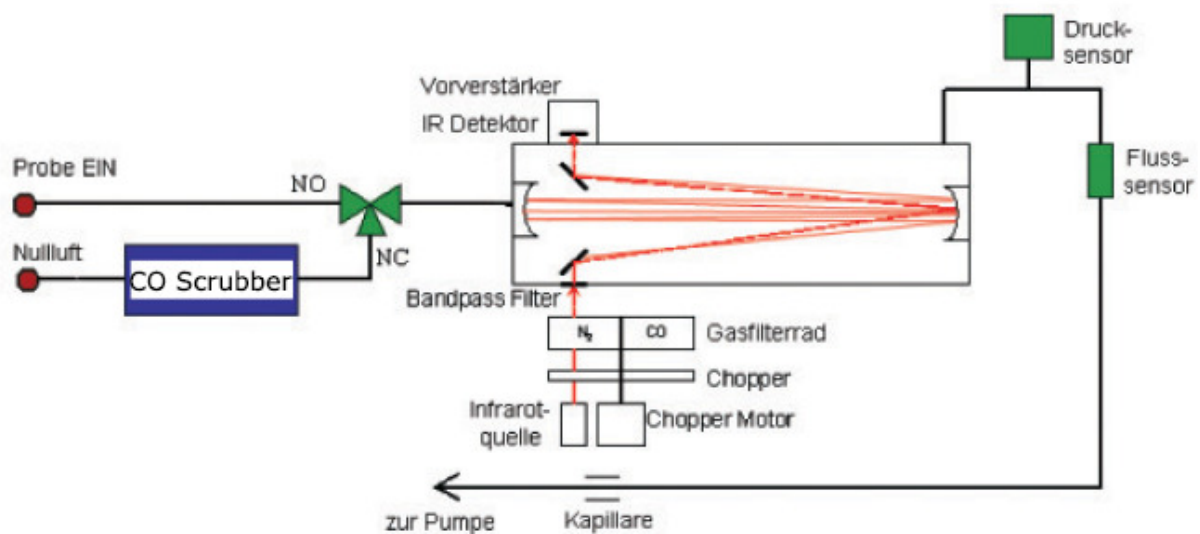


Abbildung 7: Flussdiagramm des CO Moduls

### 3.3 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung

Der airpointer besteht aus dem Basisgerät und 4 Einschubfächern für maximal 4 Gasmodulen. Die Messeinrichtung ist auch mit zwei Einschubfächern für maximal 2 Gasmodule erhältlich. Das Basisgerät umfasst den Stromanschluss, das Gehäuse mit Pumpe, die Klimaanlage und den Datenlogger plus Software und zwei Ethernet Schnittstellen.

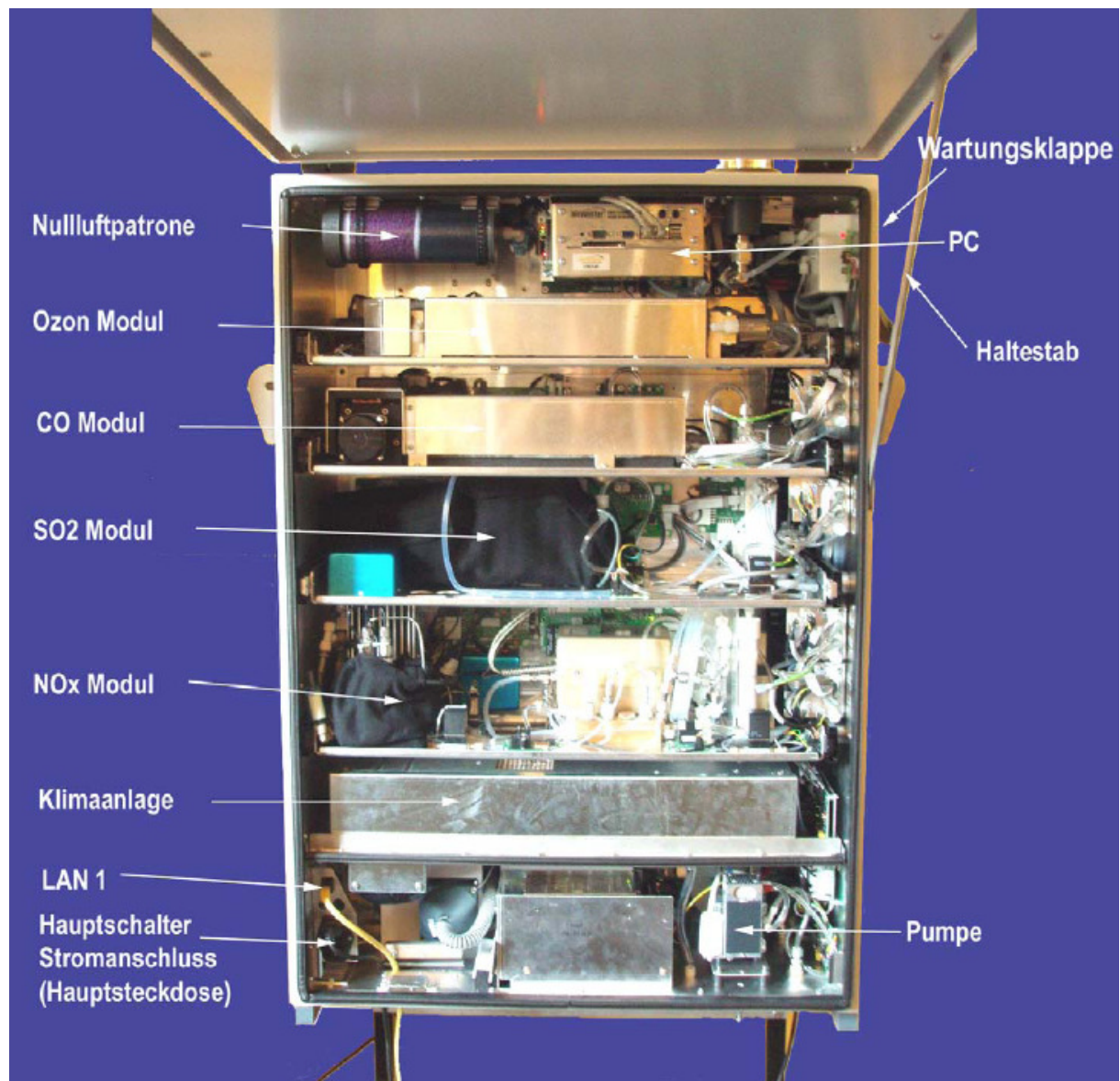


Abbildung 8: Innenansicht des airpointer Basismoduls mit den einzelnen Messmodulen

Das Basisgerät des airpointer leitet das Messgas zu den einzelnen Messmodulen die parallel an den gleichen Messgasstrang geschaltet sind. Einzelheiten zu verschiedenen Komponenten sind in den jeweiligen Kapiteln zu finden.

### 3.3.1 Das NO<sub>x</sub> Modul

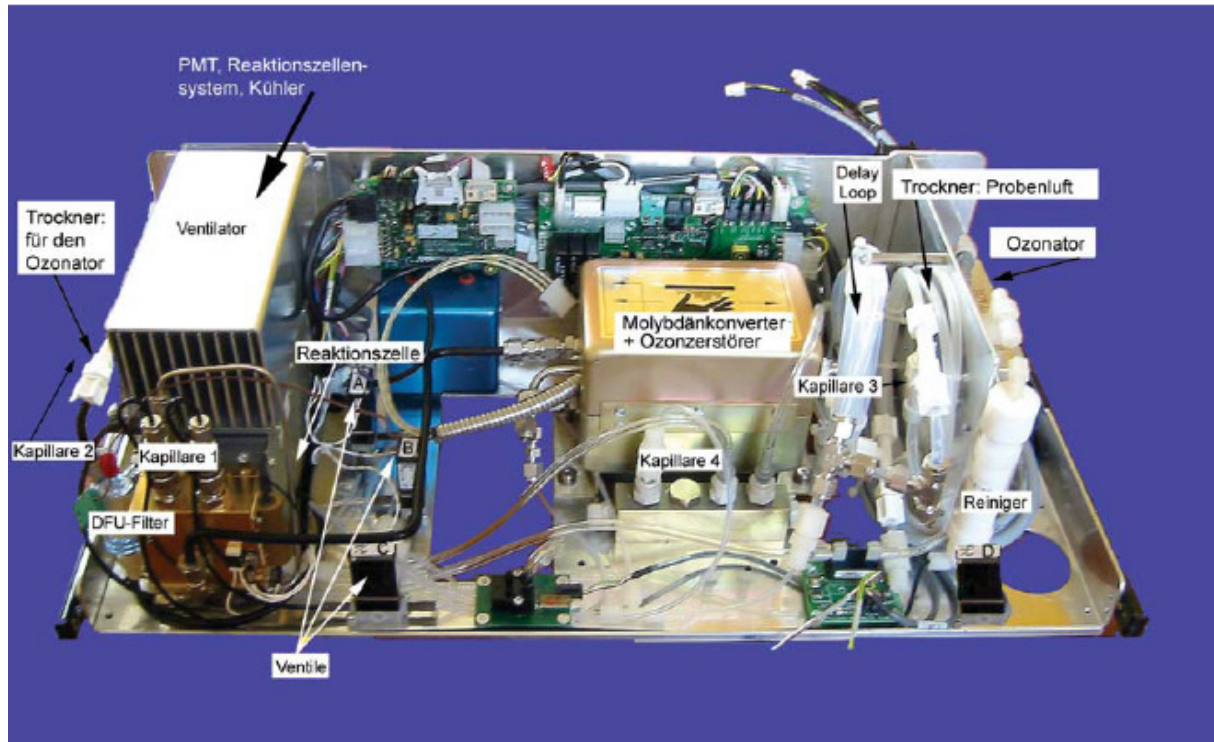
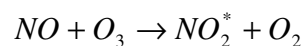


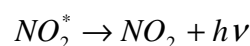
Abbildung 9: Das NO<sub>x</sub> Messmodul

### Chemilumineszenz

Das Gerät misst die Konzentration von NO und NO<sub>x</sub> in einer Gasprobe und berechnet die Konzentration von NO<sub>2</sub>. In diesem Fall wird die Gasphasentitration angewandt, der Analysator misst also die Chemilumineszenz von Stickstoffmonoxid bei der Reaktion mit Ozon:

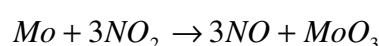


Ein Sauerstoffmolekül und ein angeregtes NO<sub>2</sub> Molekül werden erzeugt. Letzteres emittiert seine Energie als ein Lichtimpuls mit einer charakteristischen Wellenlänge  $\lambda = c/v$  von 1100 nm:



Die Lichtintensität kann mit einem Photomultiplier (PMT) gemessen und daraus die Konzentration berechnet werden.

In der Probe enthaltenes NO<sub>2</sub> wird in dem oben beschriebenen Prozess nicht berücksichtigt, da NO<sub>2</sub> nicht mit O<sub>3</sub> reagiert. Zur Messung der Konzentration von NO<sub>2</sub> oder NO<sub>x</sub> (die Summe von NO und NO<sub>2</sub> im Probegas), leitet das Gerät den Probegasstrom periodisch durch eine mit Molybdänchips gefüllte und auf eine Temperatur von 325°C geheizte Konverterkartusche. Das erwärmte Molybdän reagiert mit dem NO<sub>2</sub> im Probegas und erzeugt eine Reihe Molybdänoxide und NO.



Nachdem das NO<sub>2</sub> im Probengas in NO verwandelt ist, wird es zur Reaktionszelle geleitet, wo es der Chemilumineszenzreaktion ausgesetzt ist. Durch Umwandlung des NO<sub>2</sub> in der Probe in NO misst der Analysator den Gesamtgehalt an NO<sub>x</sub> (NO+NO<sub>2</sub>) im Probengas. Durch An- und Abschalten des NO<sub>2</sub> Konverters im Probenahme-Fluss in einem 8-sekündigen Intervall, kann der airpointer kontinuierlich sowohl NO als auch den Gesamtgehalt NO<sub>x</sub> messen. Die NO<sub>2</sub> Konzentration wird nicht gemessen sondern durch Subtraktion des bekannten NO Gehaltes in der Probe vom bekannten NO<sub>x</sub> Gehalt berechnet. Der optische Filter zwischen Reaktionszelle und PMT stellt eine weitere wichtige Komponente der Methode dar, mit welcher der airpointer die Chemilumineszenz erfasst. Dieser so genannte High Pass Filter ist nur für Wellenlängen mit einem Wert über 645 nm transparent. In Verbindung mit dem Ansprechverhalten der PMT bildet dieser Filter ein sehr schmales Fenster von Lichtwellen, auf die das Gerät reagiert.

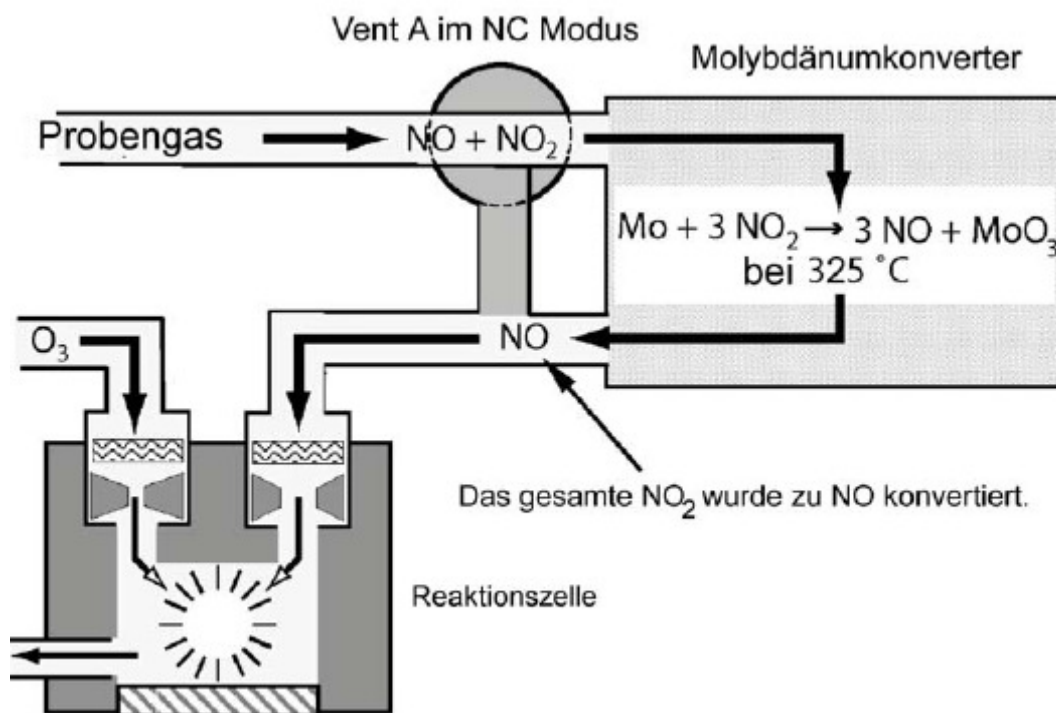


Abbildung 10: NO<sub>2</sub> Umwandlungsprinzip

### Auto Zero Zyklus

Der Betrieb jeder PMT beinhaltet ein bestimmtes Ausmaß an Rauschen. Das Ausmaß des Rauschens hängt von einer Vielzahl Faktoren ab, zum Beispiel der Schwarzkörperstrahlung durch die Metallkomponenten der Reaktionszelle, deren Maximum im IR Bereich liegt, den von Gerät zu Gerät unterschiedlichen PMT Einheiten, und sogar von der ständig präsenten Hintergrundstrahlung. Um dieses Ausmaß von Rauschen und Offset zu reduzieren, wird die PMT Temperatur mit Hilfe eines thermoelektrischen Kühlers bei konstant -2 °C gehalten. Zwar werden Rauschen und Offset durch das Kühlen der PMT deutlich reduziert, nicht aber völlig beseitigt. Zur Bestimmung des verbleibenden Rauschens lenkt das Gerät den Probenfluss direkt zum Vakuumverteiler ohne die Reaktionszelle einmal die Minute für 10 Sekunden zu passieren. (Abbildung 11). Während dieser Zeit befindet sich lediglich Ozon in der Reakti-



onszelle. Daher findet keine Chemilumineszenz statt. Nachdem die Kammer völlig dunkel ist, zeichnet der airpointer den PMT Ausgang auf und stellt kontinuierlich den Mittelwert dieser Werte zur Verfügung ('PMTSigAutoZero'). Dieser Offsetmittelpunkt wird zur Erlangung eines korrekten Wertes während der Messung von NO und NO<sub>x</sub> von den PMT Rohdaten subtrahiert.

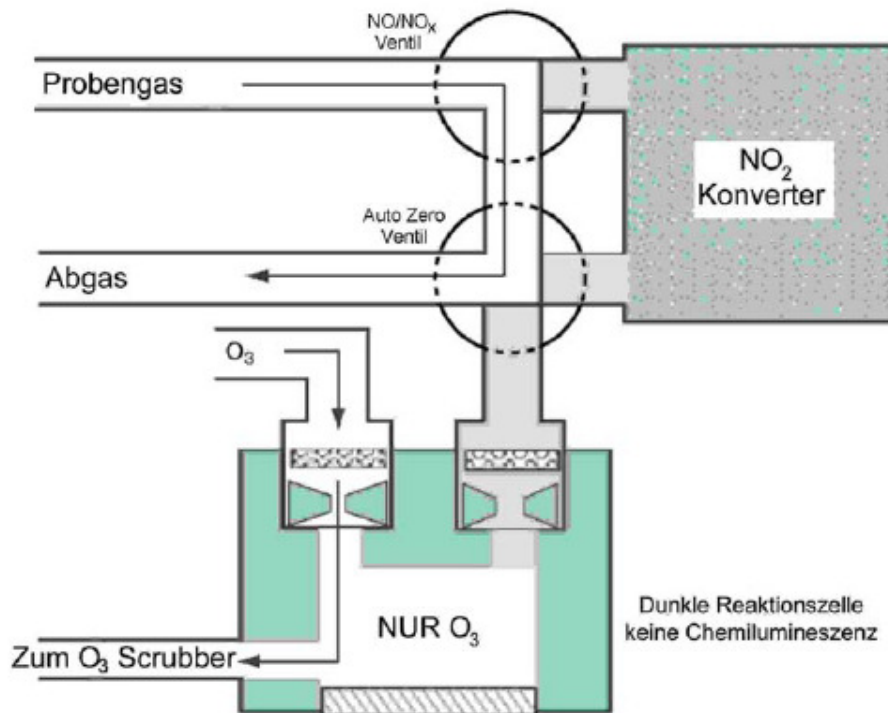


Abbildung 11: Reaktionszelle während des Auto Zero Zyklus

## Ozonator

Der airpointer benutzt eine Koronaentladungsröhre zur Erzeugung seines Ozons. Die Koronaentladung kann mit geringer Überschusswärme hohe Ozonkonzentrationen hervorbringen. Trotz verschiedener Zelldesigns bleibt das grundlegende Prinzip das Gleiche. Das Gerät verwendet ein dual-di-elektrisches System unter Einsatz eines Glasröhrchens mit Hohlwänden. Die äußersten und innersten Oberflächen sind mit elektrisch leitendem Material beschichtet. Die Luft fließt in dem Glasröhrchen zwischen den beiden leitenden Beschichtungen durch, dadurch entsteht ein Kondensator mit der Luft und dem Glas als Di-Elektrik. Die Glasschichten trennen die leitenden Oberflächen vom Luftstrom und verhindern dadurch eine Reaktion mit dem Ozon. Während der Kondensator lädt und entlädt, werden Elektronen erzeugt, beschleunigt, und kollidieren mit den O<sub>2</sub> Molekülen im Luftstrom, wo sie diese in elementaren Sauerstoff spalten. Einige dieser Sauerstoffatome verbinden sich mit O<sub>2</sub> zu O<sub>3</sub>. Die Menge des produzierten Ozons hängt von Faktoren wie Spannung und Frequenz des auf die Zellen angelegten Wechselstroms ab. Wurden genügend hoch energetische Elektronen zur Ionisierung der O<sub>2</sub> Moleküle produziert, wird Licht emittierendes, gasförmiges Plasma gebildet, das allgemein als Korona bezeichnet wird, daher auch der Name Koronaentladung. Nach dem Ozonator befindet sich ein Reiniger um Radikale aus dem Ozongas zu entfernen.

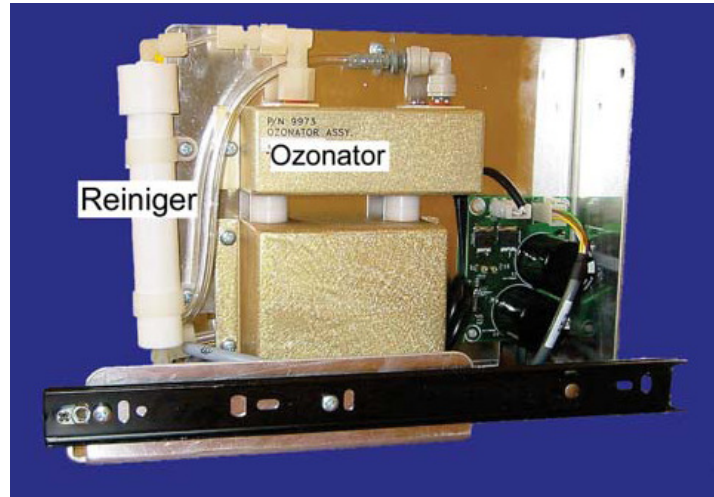


Abbildung 12: Reiniger und Ozonator

### PermaPure Trockner

Die dem O<sub>3</sub> Generator zur Verfügung gestellte Luft muss so trocken wie möglich sein. Normale Raumluft enthält einen bestimmten Anteil an Wasserdampf, dieser verringert in erheblichem Ausmaß die Menge des vom Ozongenerator produzierten Ozons. Des Weiteren kann Wasser mit anderen Chemikalien des O<sub>3</sub> Generators Verbindungen herstellen (wie zum Beispiel Ammoniumsulfat oder die hoch korrosive Salpetersäure), die wiederum den optischen Filter in der Reaktionszelle beschädigen können. Zur Trocknung benutzt der airpointer einen einschlauchigen Perma Pure Permeationstrockner. Der Trockner besteht aus einem einzelnen Nafion Schlauch, einem DuPont Co-Polymer, ähnlich dem Teflon, das zwar sehr gut Wasser, aber keine anderen Chemikalien absorbiert. Der Nafion Schlauch befindet sich innerhalb des ihn umschließenden, flexiblen Plastischlauches. Während das Gas durch den inneren Nafion Schlauch fließt, wird Wasserdampf in den Membranwänden absorbiert. Das absorbierte Wasser wird durch die Membranwand transportiert und verdunstet in die, in Gegenrichtung zum Gas im inneren Schlauch, durch den äußeren Schlauch fließende trockene Reinigungsluft (Abbildung 13).

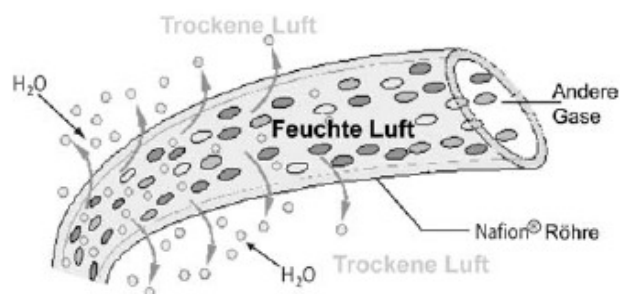


Abbildung 13: Trocknungsprozess in einer halbdurchlässigen Membran

Dieser Prozess der Per-Evaporation wird sowohl vom Feuchtegradienten zwischen innerer und äußerer Verschlauchung als auch deren Unterschieden bei Durchfluss und Druck bestimmt. Im Unterschied zur Permeation mit einer mikro-porösen Permeation, bei der das

Wasser einem relativ langsamen Diffusionsprozess ausgesetzt ist, stellt die Per-Evaporation eine einfache kinetische Reaktion dar. Daher tritt der Trocknungsprozess sehr schnell ein, normalerweise innerhalb von Millisekunden. Der erste Schritt dieses Prozesses ist eine Chemische Reaktion zwischen den Molekülen des Nafion Materials und dem Wasser, andere chemische Komponenten des zu trocknenden Gases bleiben normalerweise unbeeinflusst. Die chemische Reaktion basiert auf Wasserstoffbindungen zwischen dem Wassermolekül und dem Nafion Material. Andere kleine zu Wasserstoffverbindungen fähige polare Gase (wie zum Beispiel Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und einige kleinmolekulare Amine) können auf diese Weise ebenfalls absorbiert werden. Um ein trockenes Spülgas für die äußere Seite des Nafion Schlauches zur Verfügung zu stellen, gibt der Analysator einen Teil der getrockneten Luft vom inneren zum äußeren Schlauch ab (siehe Abbildung 14). Bei der Erstinbetriebnahme ist der Feuchtigkeitsgradient zwischen inneren und äußeren Schläuchen nicht sehr hoch und die Trocknungseffizienz anfangs gering, nimmt aber im Laufe des Zyklus immer mehr zu und pendelt sich bei einer geringen Feuchtigkeit ein.

Wenn das Gerät mehr als 30 Minuten außer Betrieb war, benötigt der Feuchtigkeitsgradient eine bestimmte Zeit um so hoch zu werden, dass der Perma Pure Trockner die Luft angemessen trocknen kann. Der Perma Pure Trockner des airpointers kann Umgebungsluft mit einem Taupunkt von  $\leq -5$  °C bei einer Durchflussrate von 1 Standardliter pro Minute (slpm) oder bis zu  $\leq -15$  °C bei 0.5 slpm aufbereiten. Der Perma Pure Trockner kann ebenfalls Ammoniak mit Konzentrationen von bis zu ungefähr 1 ppm aus dem Probengas entfernen.

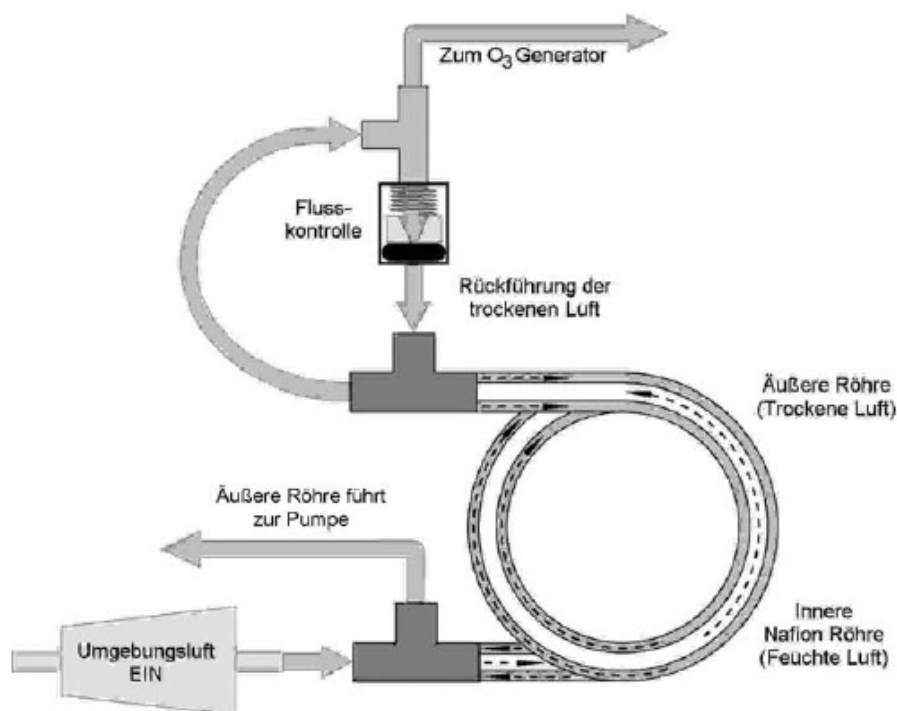


Abbildung 14: Schema des Perma Pure Trockners

## PMT (Photomultiplier)

Der airpointer benutzt zur Messung der Emissionsspektren bestimmter Schadstoffe einen Photomultiplier. Die PMTs der verschiedenen Module unterscheiden sich nur durch ihre speziellen Wellenlängen des emittierten Lichtes durchlässigen optischen Filter. Eine typische PMT besteht aus einer Anzahl speziell entworfener Elektroden beinhaltenden Vakuumröhre (Abbildung 15). Die bei der Reaktion entstandenen Photonen werden von einem optischen High – Pass Filter gefiltert, gelangen zur PMT, schlagen auf eine negativ geladene Photokathode und veranlassen diese zum Ausstoß von Elektronen. Ein hohes Spannungspotenzial über diesen Elektroden leitet die Elektronen zu einem Feld von Hochspannungselektroden, den so genannten Dynoden. Die Dynoden in diesem Elektronenmultiplifierfeld sind so gestaltet, dass jede Ebene die Anzahl der emittierten Elektronen vervielfacht. Die von einem Ende des Elektronenmultipliers emittierte, deutlich erhöhte Anzahl von Elektronen wird von einer positiv geladenen Anode am anderen Ende gesammelt, mit dem Ergebnis eines verwendbaren Spannungssignals. Dieses Signal wird vom Vorverstärkerboard verstärkt und zur RDPP geleitet. Ein signifikantes Leistungsmerkmal

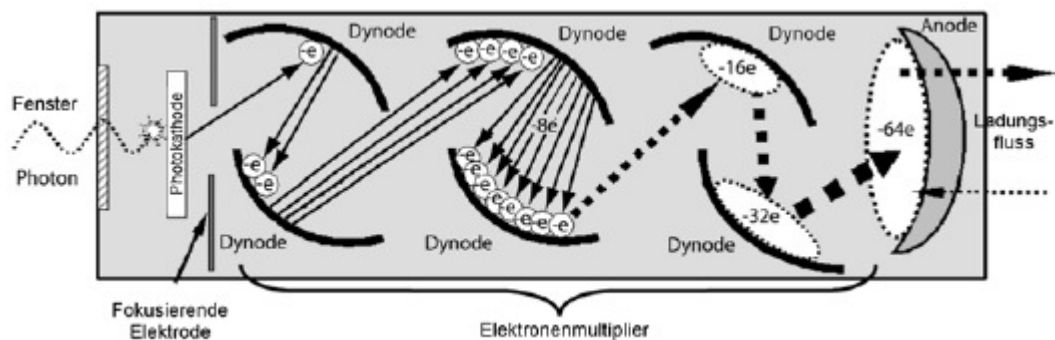


Abbildung 15: Darstellung einer Photomultiplier Tube

der PMT ist das Spannungspotential über dem Elektronenmultiplier. Je höher die Spannung, desto größer die Anzahl der von jeder Dynode des Elektronenmultipliers emittierten Elektronen, wodurch zwar die PMT empfindlicher und ansprechbarer bezüglich kleiner Veränderungen der Lichtintensität wird, aber auch das Dunkelrauschen zunimmt.



### 3.3.2 Das SO<sub>2</sub> Modul

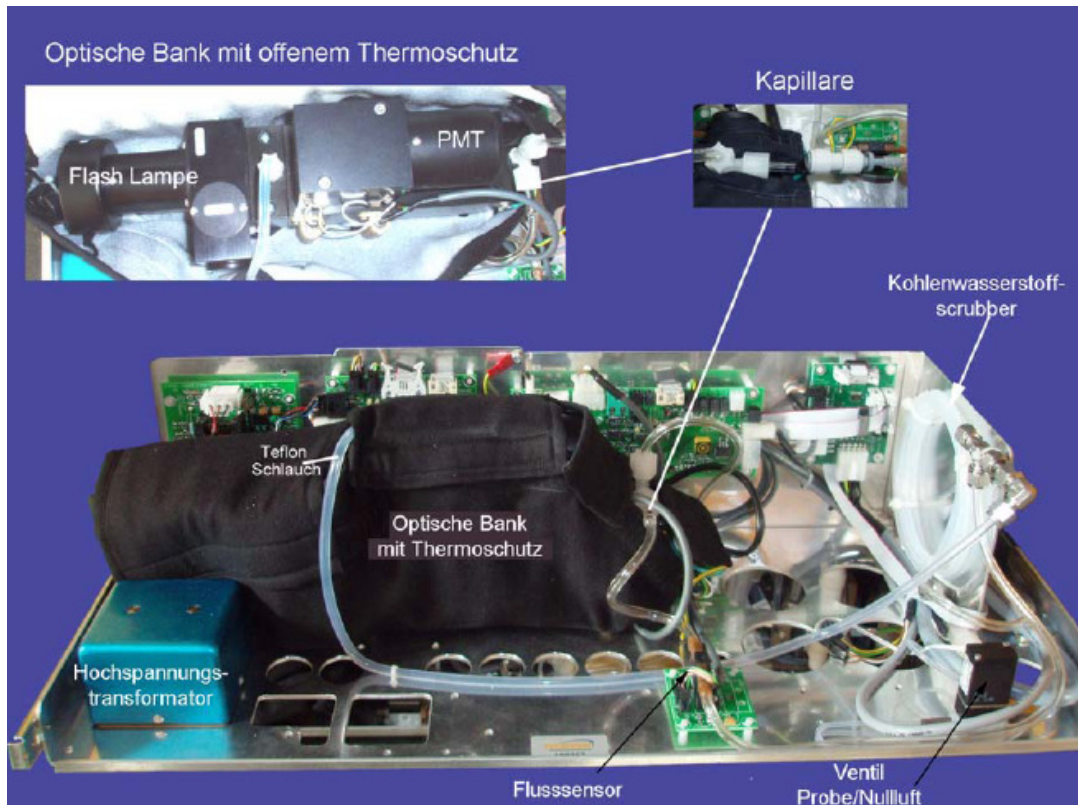
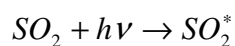


Abbildung 16: Das SO<sub>2</sub> Messmodul

#### SO<sub>2</sub>- Ultraviolette Fluoreszenz

Das SO<sub>2</sub> Modul des airpointers misst den Schwefeldioxidanteil einer Probe. Dies erfolgt durch Anregen der SO<sub>2</sub> Moleküle mit ultraviolettem Licht bei einer Wellenlänge von 214 nm und der anschließenden Messung ihrer Fluoreszenz.



Durch das UV Licht absorbieren die Partikel Energie, diese wird mittels Lichtimpuls (Photon) kurz danach emittiert. Die Photonen haben eine Wellenlänge von 330 nm und können mit einem Detektor aufgezeichnet werden.



## UV Lichtweg

Die optische Beschaffenheit der Probenkammern der einzelnen Komponenten optimiert die Fluoreszenzreaktion zwischen SO<sub>2</sub> und UV Licht (siehe Abbildung 17). Des Weiteren wird dadurch sichergestellt, dass lediglich das aus dem Verfall von SO<sub>2</sub>\* zu SO<sub>2</sub> entstandene UV Licht vom Fluoreszenzdetektor erfasst wird.

Die UV Strahlung wird von einer speziell zur Ausstrahlung möglichst großer Intensität bei einer Wellenlänge von 214 nm entworfenen Lampe erzeugt. Licht dieser Wellenlänge wird zur Anregung von SO<sub>2</sub> zu SO<sub>2</sub>\* benötigt. Ein spezieller Referenzdetektorkreislauf misst kontinuierlich die Lampenintensität. Der Photomultiplier (PMT) ermittelt die beim SO<sub>2</sub>\* Zerfall emittierte UV Strahlung. Mehrere Linsen und optische Filter stellen sicher, dass beide Detektoren der optimalen Menge der gewünschten UV Wellenlängen ausgesetzt sind. Um weiterhin zu gewährleisten, dass in der PMT nur Licht der Zerfallenden SO<sub>2</sub>\* einfällt, sind der Weg der angeregten UV Strahlung und der zum PMT Sichtfeld zueinander senkrecht. Die inneren Oberflächen der Probenkammer sind zur Absorption von Streulicht mit schwarzem Teflon beschichtet.

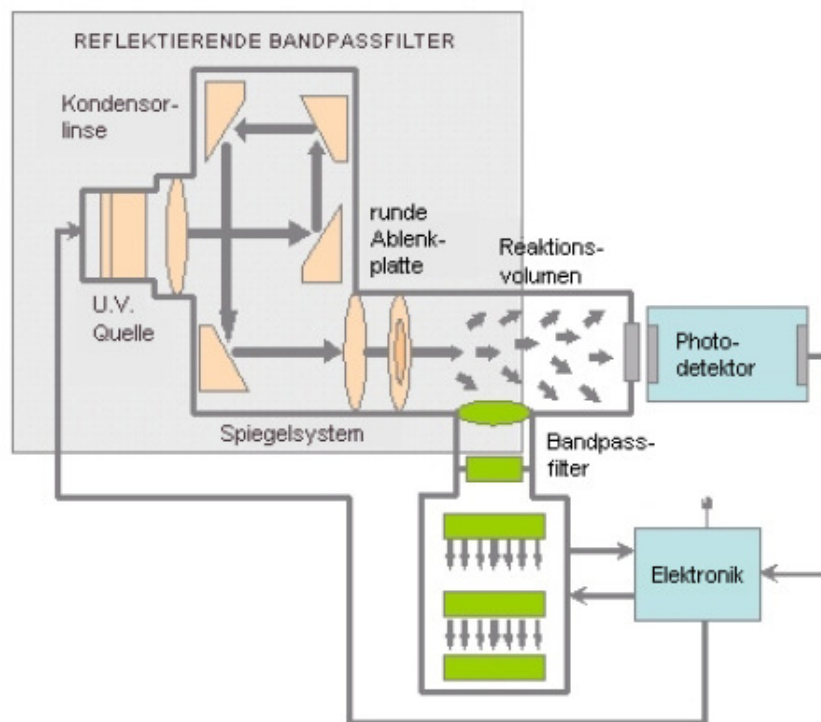


Abbildung 17: UV Lichtpfad

## UV Blitzlampe

Das pulsieren der UV Quelle dient dazu, die optische Intensität zu erhöhen. Wobei ein höherer UV Energiedurchsatz eine geringere detektierbare SO<sub>2</sub> Konzentration realisiert. Reflektierende Bandfilter, im Vergleich zu herkömmlichen Transmissionsfiltern sind weniger photochemischer Erosion ausgesetzt und selektiver bezüglich der Wellenlängenisolierung. Daraus resultiert eine höhere Detektionsfähigkeit und eine längere Stabilität.

## Referenzdetektor

Ein Photodetektor als Referenzdetektor, befindet sich an der Rückwand der Fluoreszenzkammer und überwacht kontinuierlich die Intensität der pulsierenden UV Quelle. Der Photodetektor ist mit einer Rückkoppelung verbunden, die Fluktuationen in der Lampenintensität ausgleicht.

## Optischer Filter

Zur Verbesserung der Genauigkeit benutzt der Analysator optische Filter auf zwei Stufen. Die erste Stufe konditioniert das zur Anregung von SO<sub>2</sub> notwendige UV Licht durch entfernen der zur Herstellung von SO<sub>2</sub>\* unwichtigen Frequenzen. Die zweite Stufe schützt den PMT Detektor vor Lichteinfall abseits des gerade vom SO<sub>2</sub>\*emittierten Lichts.

### Optischer Filter der UV Quelle

Eine Kondensorlinse und ein Spiegelsystem sind, im Vergleich zu herkömmlichen Transmissionsfiltern, weniger anfällig für fotochemische Degradation und selektiver bei der Wellenlängenisolation. Das beides führt zu einer höheren Detektionsspezifikation und langen Stabilität.

### Optischer Filter der PMT

Die PMT reagiert auf ein breites Lichtspektrum. Dies beinhaltet einen Großteil des sichtbaren und den Überwiegenden Teil des UV Spektrums. Obwohl das 214 nm Licht zur Anregung von SO<sub>2</sub> von der PMT weg geleitet wird, streut während der Reaktion mit dem Probengas doch einiges davon in die Richtung der PMT. Ein zweiter optionaler Bandfilter zwischen Probenkammer und PMT ist undurchlässig für Licht außerhalb des Fluoreszenzspektrums von dem auf seinem Grundzustand zurückfallenden SO<sub>2</sub>\* inklusive reflektierter UV-Strahlung von der Quellenlampe und anderes Streulicht.

## Kohlenwasserstoffscrubber (Kicker)

Es ist sehr wichtig, dass die zur Probenkammer geleitete Luft frei von die Messung beeinflussenden Gasen ist (zum Beispiel Kohlenwasserstoffe beim SO<sub>2</sub> Modul). Zur Erfüllung dieser Aufgabe benutzt der airpointer einen einschlauchigen Permeationsscrubber. Der Scrubber besteht aus einem einzelnen Schlauch aus speziellem Kunststoffmaterial, das Kohlenwasserstoffe gut absorbiert. Dieser Schlauch wiederum wird von einem ihn umgebenden Kunststoffschlauchgehäuse eingeschlossen. Während das Gas durch den inneren Schlauch fließt, wandern die Kohlenwasserstoffe durch die Membranwand in die frei von Kohlenwasserstoffen durch den äußeren Schlauch fließende Spülluft. Dieser Prozess wird vom Gradienten der Kohlenwasserstoffkonzentration zwischen dem äußeren und inneren Schlauch bestimmt. Ein Teil der gereinigten Luft aus dem inneren Schlauch wird als Spülluft im äußeren Schlauch eingesetzt (Abbildung 18). Dies bedeutet, dass beim ersten Einschalten der Konzentrationsgradienten zwischen innerer äußerer Verschlauchung nicht sehr hoch und die Wirksamkeit des Scrubbers relativ gering ist.

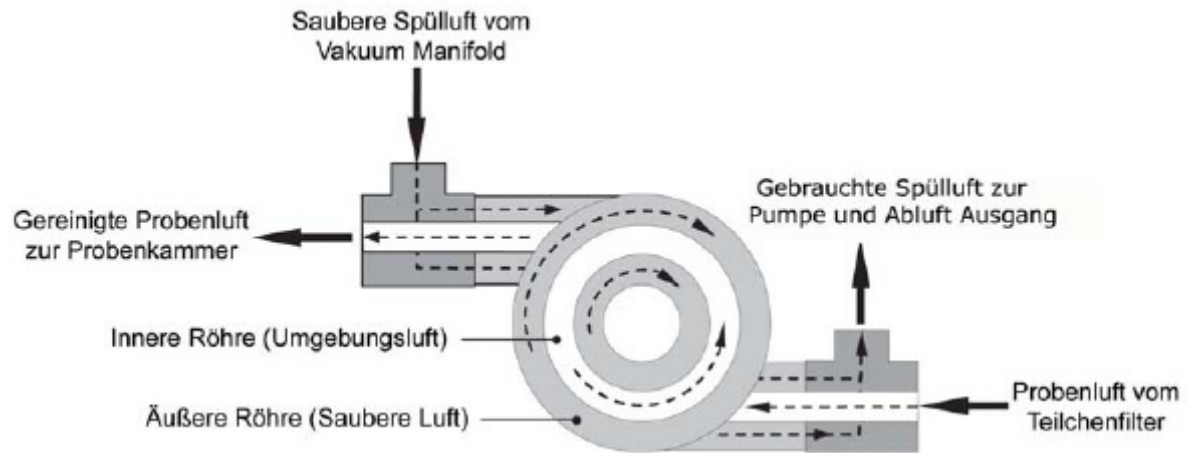


Abbildung 18: Schema des Kohlenwasserstoffscrubbers

War das Instrument für mehr als 30 Minuten aus- und wird dann wieder eingeschaltet, benötigt der Gradient eine gewisse Zeit um hoch genug zu werden, dass der Scrubber Kohlenwasserstoffe aus der Probenluft entfernen kann.

## Das O<sub>3</sub> Modul

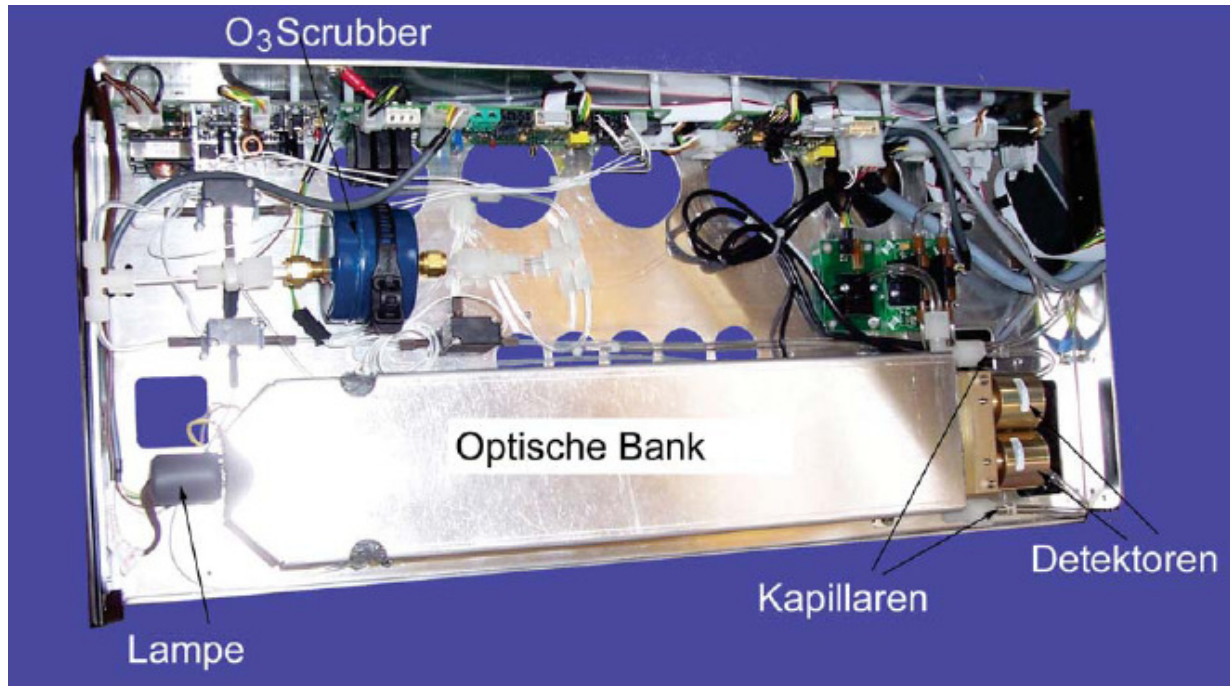


Abbildung 19: Das O<sub>3</sub> Modul

### Der Absorptionspfad

Der kompakte Ozonanalysator des airpointers:

- misst Probentemperatur, Probendruck, die Intensität des UV Lichtstrahls mit und ohne O<sub>3</sub>,
- setzt bekannte Werte für die Länge des Absorptionspfades und den Absorptionskoeffizienten ein, und
- berechnet die Konzentration des O<sub>3</sub> im Probegas

Grundsätzlich benutzt der airpointer zur Erzeugung eines UV-Lichtstrahls eine Quecksilberdampflampe mit hoher Leistung. Dieser Strahl wird durch ein Fenster geleitet, dessen spezielle Beschaffenheit sowohl nicht auf O<sub>3</sub> reagiert, als auch bei 254 nm für UV Licht durchlässig ist, und schließlich fällt der Strahl in das mit Probegas gefüllte Absorptionsröhrchen. Da Ozon sehr wirkungsvoll UV Strahlen absorbiert, ist die notwendige Absorptionspfadlänge zur Schaffung einer messbaren Abnahme von UV Intensität kurz genug (ungefähr 38 cm) um den Lichtstrahl nur einmal durch das Absorptionsröhrchen zu leiten. Daher wird keine Verlängerung des effektiven Pfades durch ein komplexes Spiegelsystem benötigt.



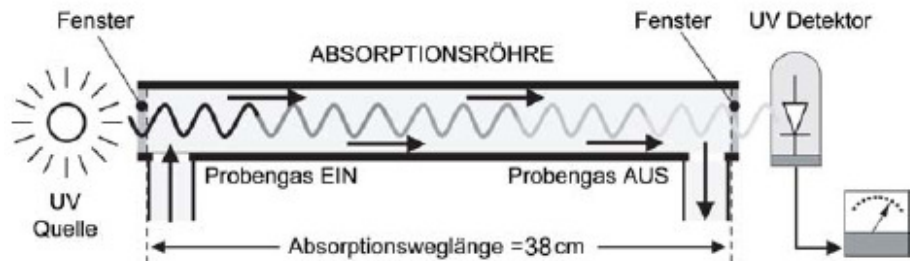


Abbildung 20: Der O<sub>3</sub> Absorptionspfad

Schließlich passiert der UV Strahl ein ähnliches Fenster am anderen Ende des Absorptionsröhrchens und wird von einer speziellen Vakuumdiode detektiert, die nur Strahlung mit einer Wellenlänge von exakt oder annähernd 254 nm misst. Die Empfindlichkeit des Detektors ist ausreichend, daher ist keine zusätzliche optische Filterung des UV Lichtes notwendig. Die Detektorbaugruppe reagiert auf UV Licht und gibt eine in direkter Relation zur Lichtintensität variierende Spannung aus. Diese Spannung ist digitalisiert und wird zwecks Berechnung der O<sub>3</sub> Konzentration im Absorptionsröhrchen zur CPU gesandt.

### Referenz- / Messzyklus

Zur Lösung der Lambert-Beer Gleichung muss die Intensität des Lichtes im Absorptionspfad mit und ohne Vorhandensein von O<sub>3</sub> bekannt sein. Das Gerät erreicht dies durch das Splitten des Probengasstroms. Ein Teil fließt durch den Ozon Scrubber und wird zum Referenzgas I<sub>0</sub>. Das Referenzgas fließt zum Referenzmagnetventil. Das Probengas fließt direkt zum Probenmagnetventil. Das Magnetventil wechselt den Proben und den Referenzgasstrom zwischen Zelle A und B alle 10 Sekunden. Wenn in Zelle A Referenzgas ist, ist in Zelle B Probengas und umgekehrt.

Die UV Intensität in der Zelle wird durch die Detektoren A bzw. B gemessen. Wenn das Magnetventil schaltet, dann wechseln Referenzgas und Probengas die Zellen. Die Lichtintensität wird beim wechseln für einige Sekunden ignoriert um die Zelle zu spülen. Tabelle 2 zeigt die Zeitliche Auflösung für Referenz- und Messzyklus. Die Messresultate eines Zyklus werden gemittelt.

Tabelle 2: Mess- / Referenzzyklus

Zeitindex	Status
0 Sekunden	Magnetventil leitet Referenzgas in Zelle A und Probengas in Zelle B.
0–6 Sekunden	Warteperiode. Stellt die adäquate Reinigung des Absorptionsröhrchens von allen vorher vorhandenen Gasen sicher.
6–9 Sekunden	Detektor A misst die UV Intensität I <sub>0</sub> und Detektor B die UV Lichtintensität vom O <sub>3</sub> beinhaltenden Probengas (I) während dieser Periode.
10 Sekunden	Das Magnetventil schaltet und leitet Referenzgas in Zelle B und Probengas in Zelle A.
10–16 Sekunden	Warteperiode. Stellt die adäquate Reinigung des Absorptionsröhrchens von allen vorher vorhandenen Gasen sicher.
16–19 Sekunden	Detektor A misst die UV Intensität I und Detektor B die UV Lichtintensität I <sub>0</sub> während dieser Periode.
DER ZYKLUS WIRD ALLE 20 SEKUNDEN WIEDERHOLT	

### 3.3.4 Das CO Modul

Die IR Absorption wird vom airpointer mit Hilfe eines Photowiderstandssensors gemessen. Mit Hilfe von NDIR (Non- Dispersive Infra-Red Detection) wird die Wellenlänge von 4,6  $\mu\text{m}$  genau erkannt, dies bedeutet, dass ein optischer Filter vor dem Detektor überwiegend die 4,6  $\mu\text{m}$  Strahlen passieren lässt.

Der Sensor selbst besteht aus einem Halbleiter. Wenn die IR Strahlen auf die Sensoroberfläche treffen, werden positive oder negative Ladungen, je nach Art des Halbleiters, in Bewegung und in ständigen Fluss gebracht. Dies zeigt sich durch einen Abfall beim elektrischen Widerstand und wird über einen bei einem konstanten Wert gehaltenen Vorwiderstand gemessen. Fällt der Widerstand, nimmt der Strom bei konstanter Spannung zu (Ohm'sche Gesetz). Dieser Strom wird gemessen und infolgedessen können der Widerstand und die Konzentration der IR absorbierenden Moleküle in der Probenkammer berechnet werden.

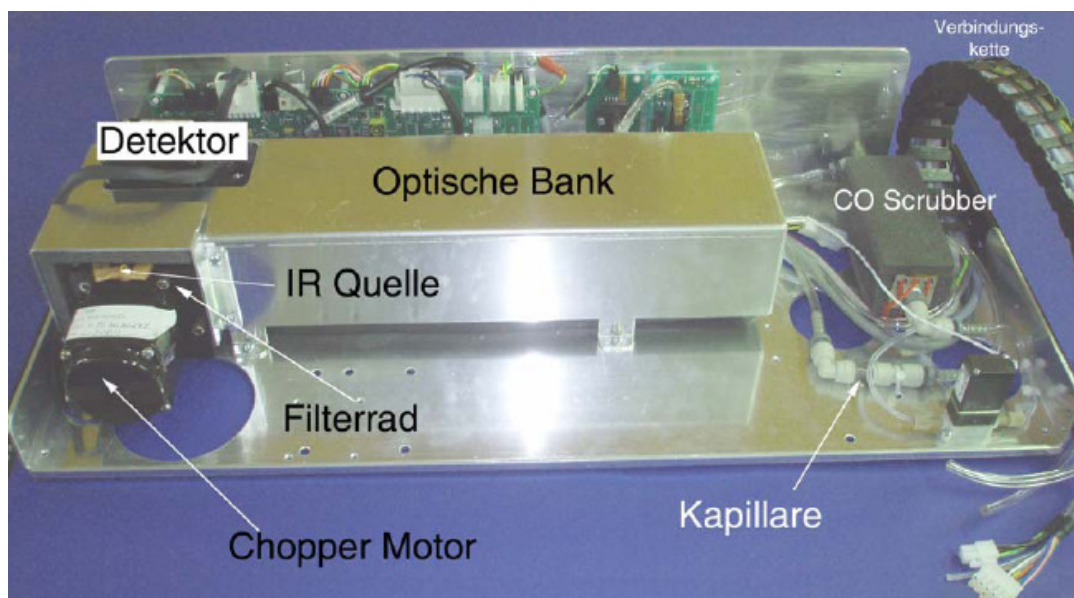


Abbildung 21: Das CO Modul

Dieses Modul benutzt ein mit hoher Energie beheiztes Element, um einen breitbandigen Infrarotstrahl mit einer bekannten Intensität bei einer Wellenlänge von 4,6  $\mu\text{m}$  (während der Kalibrierung gemessen) zu erzeugen. Dieser Strahl wird durch eine mit Probengas gefüllte Multi-Pass Zelle geleitet. Die Probenzelle benutzt zur Erzeugung eines langen Absorptionspfades Spiegel an beiden Enden, die den IR Strahl durch das Probengas vor und zurück reflektieren (siehe Abbildung 22). Die Länge wurde gewählt, um dem Analysator ein Maximum an Empfindlichkeit in Bezug auf Veränderungen bei der CO Dichte zu geben. Beim Verlassen der Probenzelle läuft der Strahl durch einen nur Licht mit einer Wellenlänge von 4,6  $\mu\text{m}$  passieren lassenden Bandpassfilter. Schließlich fällt der Strahl auf einen Infrarotdetektor. Dieser wandelt das Lichtsignal in ein die abgeschwächte Intensität des Strahles repräsentierendes, verändertes Spannungssignal. Das CO Modul verwendet eine interne Kalibrationskurve, um den Instrumentoutput genau zu linearisieren.

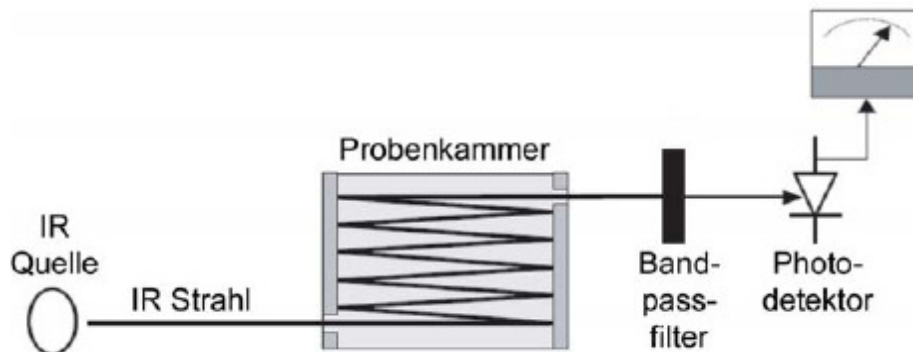


Abbildung 22: Messgrundlagen

### Gasfilterkorrelation

Unglücklicherweise absorbiert eine Vielzahl von Gasen Licht bei 4,6  $\mu\text{m}$ . Darunter befinden sich Wasser und CO<sub>2</sub>. Beide sind viel verbreiteter als CO. Um deren und die von anderen Gasen Störeinflüsse zu beseitigen, befindet sich im Lichtpfad des airpointers ein Gasfilterkorrelationsrad (GFC) zwischen IR Quellen und Probenkammer (siehe Abbildung 23).

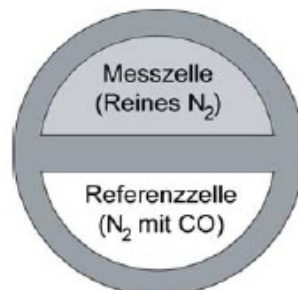


Abbildung 23: GC Rad

Das GFC Rad besteht aus einem Metallgehäuse mit zwei Kammern. Die Kammern sind auf beiden Seiten mit einem für 4,6  $\mu\text{m}$  IR Strahlung transparenten Material versiegelt und schaffen auf diese Art und Weise luftdichte abgeschlossene Zellen, von denen jede mit einem speziell zusammengesetzten Gas gefüllt ist. Eine Zelle ist mit reinem N<sub>2</sub> gefüllt (die Messzelle). Die andere ist mit einer Kombination aus N<sub>2</sub> und einer hohen Konzentration CO gefüllt (die Referenzzelle). Während sich das GFC Rad dreht, durchläuft das IR Licht abwechselnd die beiden Zellen. Wird der Strahl der Referenzzelle ausgesetzt, entfernt das CO im Gasfilterrad den Großteil der Infrarotstrahlung bei 4,6  $\mu\text{m}$ . Wird das Licht der Messzelle ausgesetzt, absorbiert das N<sub>2</sub> im Filterrad kein IR Licht. Dies führt zu einer Fluktuation der IR Intensität am Photodetektor (siehe Abbildung 24). Man erhält ein viereckiges Wellenlänge ähnelndes Signal.



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 41 von 910

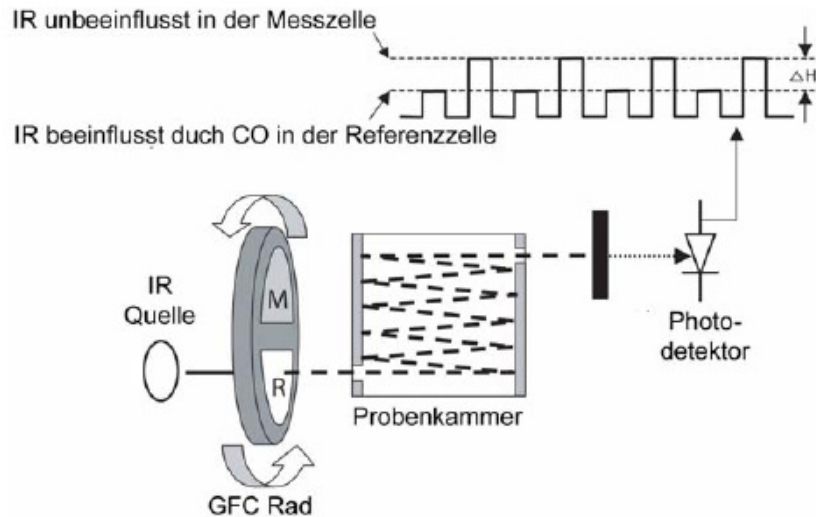


Abbildung 24: Messgrundlagen mit dem GFC Rad

Das Gerät bestimmt den Gehalt an CO in der Probenkammer durch Berechnen des Verhältnisses zwischen dem Peak des Messpulses (CO MEAS) und des Referenzpulses (CO REF). Befinden sich in der Probenkammer keine Gase, die Licht bei 4,6  $\mu\text{m}$  absorbieren, wird die hohe CO Konzentration im Gasgemisch der Referenzzelle die Intensität des IR Beam um ungefähr 20 % bei einem M/R Verhältnis von 1,2 : 1 verringern. Das Hinzufügen von CO zur Probenkammer führt zu einer prozentual weiteren Verringerung der Peaks beider Zellen (siehe Abbildung 25).

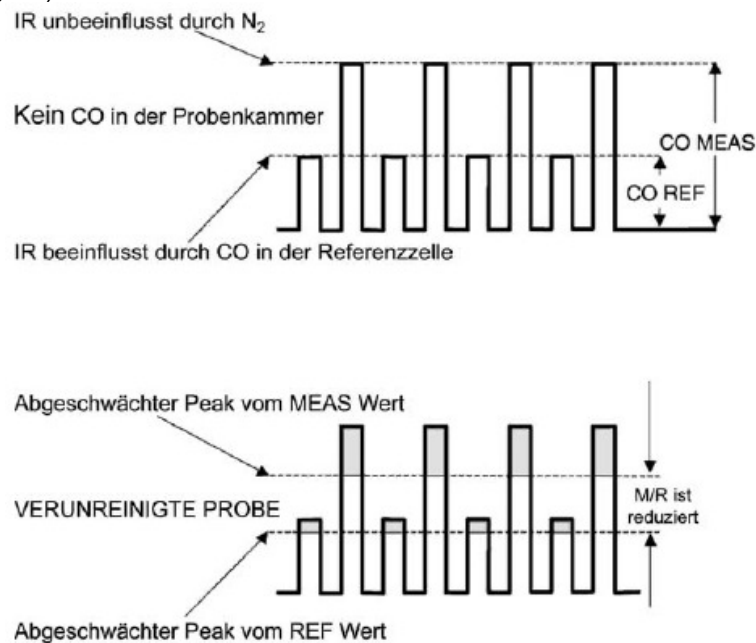


Abbildung 25: Einfluss von CO in der Probe auf CO MEAS und CO REF

Da die Intensität des Lichtes in der Messzelle höher ist, wird auch die Wirkung dieser zusätzlichen Verringerung größer sein. Dies veranlasst CO MEAS zu einer empfindlichen Reaktion auf das Vorhandensein von CO in der Probenkammer als CO REF. Das Verhältnis zwischen ihnen (M/R) nähert sich 1:1 an, wenn die CO Konzentration in der Probenkammer ansteigt. Nachdem der airpointer dieses Verhältnis berechnet hat, wird das Ansprechverhalten mit Hilfe einer Nachschlagtabelle linearisiert. Dieser linearisierte Konzentrationswert wird mit dem 'SLOPE' Wert und den Offsetwerten kombiniert um die CO Konzentration zu erlangen. Dieser Wert wird dann für Veränderungen beim Probendruck normalisiert.

Gelangt ein Störgas wie zum Beispiel CO<sub>2</sub> oder H<sub>2</sub>O Dampf in die Probenkammer, verändert sich das Spektrum des IR Strahls so, dass es für Referenz- und Messzelle identisch ist, also ohne Veränderung des Verhältnisses zwischen den CO MEAS und CO REF Peaks. Tatsächlich bleibt der Unterschied zwischen den Peaks gleich. So wird der Unterschied bei den Peaks und dem daraus resultierenden M/R Verhältnis nur von CO, nicht von den Störgasen bestimmt. Auf diese Art und Weise werden die möglichen Auswirkungen der Störgase durch die Gasfilterkorrelation abgewehrt, der Analysator reagiert also nur auf das Vorhandensein von CO.

Zur Verbesserung des Signal/Rauschverhaltens des IR Photodetektors enthält das GFC eine optische Maske, die den IR Strahl in wechselnde Licht- und Dunkelimpulse mit einer sechsmal so hohen Frequenz wie die des Mess- /Referenzsignals unterteilt. Dies schränkt die Detektionsbandbreite ein, hilft beim Unterdrücken von Störsignalen außerhalb dieser Bandbreite und verbessert das Signal/ Rauschverhältnis.

### 3.4 Allgemeine Gerätespezifikationen

Das Messsystem airpointer ist ein Mehrkomponenten Immissionsmessgerät. Es besteht aus dem Basisgerät und je nach Konfiguration bis zu vier Gasmodulen. Der airpointer ist in zwei Basisversionen erhältlich.

Basisversion 4D: Diese Basisversion ist mit 4 Einschubfächern versehen und kann maximal 4 Hauptgasmodule aufnehmen.

Basisversion 2D: Diese Basisversion ist mit 2 Einschubfächern versehen und kann maximal 2 Hauptgasmodule aufnehmen.

Das Basismodul umfasst das Gehäuse mit Pumpe, die Klimaanlage, und den Datenlogger. Je nach Konfiguration können bis zu 4 Gasmodule eingebaut werden.

Außerdem kann die Messeinrichtung mit zusätzlichen Modulen zur Bestimmung von PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, VOC, elektrochemischen Zellen, Modulen zur Verkehrszählung sowie Modulen zur Erfassung meteorologischen Daten ausgestattet werden. Diese Module werden entweder innen, dann wird eventuell der Platz in einem Einschubfach blockiert, oder außen am airpointer angebracht. Die zusätzlichen Module beeinflussen nicht die eigentliche Messung.

Bestandteil der Eignungsprüfung waren die Module zur Messung von NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO. Eingebaut im Basismodul 4D (vier Schubfächer)

Bauform	Kompakter, klimatisierter Messcontainer
Durchfluss	ca. 3,0 l/min
Abmessung	Basisgerät 2D (zwei Schubfächer) 740 x 352 x 831 mm / 29,1 x 13,9 x 32,7 inch  Basisgerät 4D (vier Schubfächer) 740 x 352 x 1067 mm / 29,1 x 13,9 x 42 inch
Gewicht	Ca. 74 kg
Luftfeuchtigkeit	0 – 95 % r.F. nicht kondensierend
el. Leistung	115V / 60Hz oder 230V / 50Hz 10A abgesichert  Verbrauch im Dauerbetrieb: Ca. 350 Watt bei 5 °C Umgebungstemperatur Ca. 530 Watt bei 20 °C Umgebungstemperatur Ca. 560 Watt bei 40 °C Umgebungstemperatur
Schutzklasse	IP54 (Messbereich), IP44 (Pumpenraum)
Einheiten	ppm oder ppb
Digitale Ausgänge	2 x Ethernet 10/100 Mbits/s Schnittstelle
Software Version	1.001

## 4. Prüfprogramm

Die Labor und Feldprüfungen wurde mit zwei identischen Geräten des Typs airpointer mit den Gerätenummern

Gerät 1: Nr. 188

Gerät 2: Nr. 208

durchgeführt.

Der Labortest wurde in den Laboren der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH in Köln durchgeführt. Der Feldtest erfolgte auf einem großen Parkplatzgelände des TÜV Rheinland in Köln. Die einzelnen Messmodule der Messeinrichtung befinden sich in einem klimatisierten Basismodul welches zur Aufstellung im Außenbereich geeignet ist. Daher wurden die Messgeräte während des Feldtestes nicht wie sonst üblich in einem klimatisierten Messcontainer betrieben sondern direkt im Außenbereich aufgestellt.

Der Dauertest wurde vom 25.08.2008 bis zum 10.12.2008 durchgeführt. Während der gesamten Feldtestdauer wurden keine Justierarbeiten an den Geräten vorgenommen.

Die Auswertung des Labor sowie des Feldtestes erfolgte auf Basis der in Tabelle 1 genannten Zertifizierungsbereiche.



*Abbildung 26: Aufnahme der Messeinrichtungen während Labor und Feldtest*

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 45 von 910

#### **4.1 Prüfprogramm nach VDI 4202, Ergebnisse siehe Anhang A**

Nach den Vorschriften der Richtlinie VDI 4202 Bl.1 ergab sich folgendes Versuchsprogramm im Labor:

- Überprüfung der allgemeinen Gerätefunktionen
- Ermittlung der Geräte Kennlinie mit Prüfgasen
- Ermittlung der Querempfindlichkeit des Messsystems gegen Messgutbegleitstoffe
- Prüfung der Stabilität des Null- und Referenzpunktes im zulässigen Umgebungstemperaturbereich
- Ermittlung des Einflusses von Netzspannungsänderung auf das Messsignal
- Bestimmung der Nachweisgrenze
- Bestimmung der Einstellzeit
- Ermittlung des Konverterwirkungsgrades für die Komponente NO<sub>x</sub>
- Ermittlung der Gesamtunsicherheit

Nach den Vorschriften der Richtlinie VDI 4202 Bl.1 ergab sich folgendes Versuchsprogramm während des Feldtests:

- Funktionsprüfung der allgemeinen Gerätefunktionen
- Funktionsprüfung der Messeinrichtungen zu Beginn und Ende des Feldtests
- Ermittlung der Nachweisgrenzen
- Bestimmung der Reproduzierbarkeit
- Bestimmung des Driftverhaltens am Null- und Referenzpunkt
- Ermittlung des Wartungsintervall
- Bestimmung der Verfügbarkeit
- Ermittlung der Gesamtunsicherheit

#### **4.2 Prüfprogramm nach DIN EN 14211, DIN EN 14212, DIN EN 14625 und DIN EN 14626, Ergebnisse siehe Anhang B bis Anhang E**

Nach den Vorschriften der Richtlinien DIN EN 14211, DIN EN 14212, DIN EN 14625 und DIN EN 14626 ergab sich folgendes Versuchsprogramm im Labor:

- Überprüfung der allgemeinen Gerätefunktionen
- Ermittlung der Wiederholstandardabweichung bei null
- Ermittlung der Wiederholstandardabweichung bei der Konzentration  $c_t$
- Ermittlung des „lack of fit“
- Ermittlung des Empfindlichkeitskoeffizienten des Probengasdrucks
- Ermittlung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Probengastemperatur
- Ermittlung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Umgebungstemperatur
- Ermittlung des Empfindlichkeitskoeffizienten der el. Spannung
- Ermittlung des Einflusses von Störkomponenten
- Ermittlung des Mittelungseinflusses
- Ermittlung der Kurzzeitdriften
- Ermittlung der Einstellzeiten
- Differenz Proben-/ Kalibriereingang
- Ermittlung der Gesamtunsicherheit
- Ermittlung des Konverterwirkungsgrades für die Komponente NO<sub>x</sub>
- Ermittlung des Anstiegs von NO<sub>2</sub> durch Verweilzeit im Gerät

Nach den Vorschriften der Richtlinien DIN EN 14211, DIN EN 14212, DIN EN 14625 und DIN EN 14626 ergab sich folgendes Versuchsprogramm während des Feldtests:

- Funktionsprüfung der Messeinrichtungen zu Beginn und Ende des Feldtests
- Ermittlung der Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen
- Ermittlung des Kontrollintervalls
- Bestimmung des Driftverhaltens am Null- und Referenzpunkt
- Ermittlung der Verfügbarkeit
- Ermittlung der Gesamtunsicherheit



## **5 Referenzmessverfahren**

### **5.1 Komponente NO<sub>2</sub>**

Zur NO<sub>2</sub> Prüfgaserzeugung wurde während des Labortests, als auch während des Feldtests ein Permeationsofen der Firma MCZ verwendet. Zur Validierung der erzeugten NO<sub>2</sub> Konzentration und zur Bestimmung der Permeationsrate des im Ofen eingesetzten Permeationsröhrchens, ist in bestimmten Zeitabständen die Massenänderung des in dem jeweiligen Zeitintervall unter konstanten Temperatur- und Spülluftbedingungen im Ofen befindlichen Röhrchens bestimmt worden.

Diese gravimetrische Bestimmung der Permeationsrate ist zur Kontrolle während der gesamten Eignungsprüfung fortgeführt worden.

Des Weiteren sind zahlreiche Vergleichsmessungen nach VDI 2453 Blatt 1 mittels Saltzman-Verfahren bei verschiedenen Konzentrationsstufen durchgeführt worden, wobei jeweils die eingestellte Konzentration am Permeationsofen mit den gemessenen Konzentrationen durch das Saltzman-Verfahren und den von den Analysatoren gemessenen Werte verglichen wurden.

### **5.2 Komponente NO**

Bei den NO Prüfgasaufgaben wurde ein Flaschenprüfgas der Firma Praxair mit der Flaschennummer 10420 verwendet, welches eine Genauigkeit von  $\pm 2 \%$  aufweist. Die Konzentration der Prüfgasflasche wurde mittels Standardreferenzverfahren nach VDI 2456 überprüft.

Die verschiedenen Konzentrationsstufen wurden mit Hilfe von Massenstromreglern unter Verwendung von Synthetischer Luft als Verdünnungsluft erzeugt.

Prüfgas NO:	12,6 mg/m <sup>3</sup> in N <sub>2</sub>
Flaschennummer:	10420
Hersteller / Herstelldatum:	Praxair
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	36 Monate
Überprüfung des Zertifikates durch / am:	Eigenlabor / 31.01.2006
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	$\pm 2 \%$

### **5.3 Komponente SO<sub>2</sub>**

Zur SO<sub>2</sub> Prüfgaserzeugung wurde während des Labortests, als auch während des Feldtests ein Permeationsofen der Firma MCZ verwendet. Zur Validierung der erzeugten SO<sub>2</sub> Konzentration und zur Bestimmung der Permeationsrate des im Ofen eingesetzten Permeationsröhrchens, ist in bestimmten Zeitabständen die Massenänderung des in dem jeweiligen Zeitintervall unter konstanten Temperatur- und Spülluftbedingungen im Ofen befindlichen Röhrchens bestimmt worden.

Diese gravimetrische Bestimmung der Permeationsrate wurde zur Bestimmung der Unsicherheit des Prüfgases während der gesamten Eignungsprüfung fortgeführt. Aus den regelmäßigen gravimetrischen Kontrollen ergab sich eine Unsicherheit des Prüfgases vom  $\pm 1 \%$  vom Messbereichsendwert.

Des weiteren wurden zahlreiche Vergleichsmessungen nach VDI 2451 Blatt 3 mittels TCM - Verfahren bei verschiedenen Konzentrationsstufen durchgeführt, wobei jeweils die eingestellte Konzentration am Permeationsofen mit den gemessenen Konzentrationen durch das TCM - Verfahren und den von den Analysatoren gemessenen Werte verglichen wurden.

#### 5.4 Komponente: Ozon

Zur Erzeugung der Prüfkonzentrationen für Ozon wurde ein Ozongenerator der Firma MCZ eingesetzt. Zur Überprüfung der erzeugten Ozonkonzentrationen wurde das Verfahren nach den Richtlinien DIN ISO 13964 „Bestimmung von Ozon in Außenluft“ bzw. VDI 2468 Blatt 6 „Messen der Ozonkonzentration, Direktes UV-photometrisches Verfahren (Basisverfahren)“ analysiert. Der eingesetzte Ozongenerator selbst wurde im Vorfeld der Untersuchungen gegen ein auf das nationale Referenzlabor rückführbares primäres UV-Kalibrierphotometer validiert.

Unabhängig davon wurden wiederholt Vergleichsmessungen mit dem KJ-Verfahren nach Richtlinie VDI 2468 Blatt 1 „Messen der Ozon- und Peroxid-Konzentration – Manuelles photometrisches Verfahren Kaliumjodid-Methode“ durchgeführt. Auch wenn die Anwendbarkeit dieses Verfahrens für Immissionsmessungen selbst nur eingeschränkt möglich ist, ist das Verfahren gut geeignet um Prüfgase unabhängig zu validieren.

#### 5.3 Komponente CO

Die Prüfgasaufgabe erfolgte während des Labortests, wie auch im Feldtest mittels zertifizierten Flaschenprüfgasen, welche durch Massenstromregler verdünnt wurden. Sowohl die Konzentration des unverdünnten Prüfgases als auch verschiedene Konzentrationen der Verdünnungsreihen wurden mittels Gaschromatographenverfahren nach VDI 2459 Blatt 1 „Messen gasförmiger Emissionen - Messen von Kohlenmonoxid-Konzentrationen mittels Flammionisationsdetektor nach Reduktion zu Methan“ überprüft.

Während der Prüfung wurden Prüfgase aus Druckgasflaschen benutzt. Die aufgeführten Prüfgase wurden während der gesamten Prüfung eingesetzt und gegebenenfalls mittels eines Probenteilers bzw. einer Massenstromregler-Station verdünnt.

Prüfgas CO:	256 mg/m <sup>3</sup> in N <sub>2</sub>
Flaschennummer:	10654
Hersteller / Herstelldatum:	Praxair
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	36 Monate
Überprüfung des Zertifikates durch / am:	Eigenlabor / 10.10.2007
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	$\pm 2 \%$



## 6. Zusammenfassung der Prüfergebnisse

Im folgenden Kapitel sind die ermittelten Gesamtunsicherheiten sowie eine Zusammenfassung der Ergebnisse der einzelnen Messkomponenten angegeben. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte befindet sich in Anhang A bis Anhang E.

**Abschnitt 6.1** enthält die Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse nach VDI 4202 für die Komponenten NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO.

**Abschnitt 6.2** enthält die Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse und die Unsicherheitsberechnung nach DIN EN 14211 für die Komponente NO.

**Abschnitt 6.3** enthält die Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse und die Unsicherheitsberechnung nach DIN EN 14212 für die Komponente SO<sub>2</sub>.

**Abschnitt 6.4** enthält die Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse und die Unsicherheitsberechnung nach DIN EN 14625 für die Komponente O<sub>3</sub>.

**Abschnitt 6.5** enthält die Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse und die Unsicherheitsberechnung nach DIN EN 14626 für die Komponente CO.

## 6.1 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse nach VDI 4202

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
<b>Legende:</b>	Mindestanforderung erfüllt Mindestanforderung nicht erfüllt Mindestanforderung nicht zutreffend	 + - X	
<b>Allgemeine Anforderungen</b>			
<b>A 4.1.1 Messwertanzeige</b> Die Messeinrichtung muss eine Messwertanzeige besitzen.	Die Datenauswertung der Messeinrichtung erfolgt ausschließlich über den Webbrowser eines mittels Cross Patch Kabel oder GPRS angeschlossenen externen Rechners.	+	94
<b>A 4.1.2 Wartungsfreundlichkeit</b> Die notwendigen Wartungsarbeiten an der Messeinrichtung sollten ohne größeren Aufwand möglichst von außen durchführbar sein.	Die Wartung der Messeinrichtung ist ohne größeren Aufwand möglich.	+	96
<b>A 4.1.3 Funktionskontrolle</b> Soweit zum Betrieb oder zur Funktionskontrolle der Messeinrichtung spezielle Einrichtungen erforderlich sind, sind diese als zum Gerät gehörig zu betrachten und bei den entsprechenden Teilprüfungen einzusetzen und mit in die Bewertung aufzunehmen.  Zur Messeinrichtung gehörende Prüfgaserzeugungssysteme müssen der Messeinrichtung ihre Betriebsbereitschaft über ein Statussignal anzeigen und über die Messeinrichtung direkt sowie auch telemetrisch angesteuert werden können.  Die Unsicherheit der zur Messeinrichtung gehörenden Prüfgaserzeugungseinrichtung darf in drei Monaten 1 % vom Bezugswert B <sub>2</sub> nicht überschreiten.	Die Messeinrichtung kann optional mit internen Prüfgaserzeugungseinrichtungen für jede Komponente ausgestattet werden. Diese waren nicht Bestandteil der Prüfung.	X	97
<b>A 4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten</b> Die Rüst- und Einlaufzeiten der Messeinrichtung sind in der Betriebsanleitung anzugeben.	Die Rüstzeit der Messeinrichtung beträgt 0,5 Stunden. Die Einlaufzeit wurde von uns mit maximal 3 Stunden ermittelt.	+	98

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 51 von 910

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
<b>A 4.1.5 Bauart</b>  Die Betriebsanleitung muss Angaben des Herstellers zur Bauart der Messeinrichtung enthalten. Im Wesentlichen sind dies:  Bauform (z. B. Tischgerät, Einbaugerät, freie Aufstellung)  Einbaulage (z. B. horizontaler oder vertikaler Einbau)  Sicherheitsanforderungen  Abmessungen  Gewicht  Energiebedarf.	Im Handbuch werden die Bauart und die technischen Rahmenbedingungen ausführlich beschrieben.	+	99
<b>A 4.1.6 Unbefugtes Verstellen</b>  Die Justierung der Messeinrichtung muss gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen gesichert werden können.	Die Messeinrichtung ist durch eine Passwortabfrage gegen unbefugtes Verstellen abgesichert.	+	101
<b>A 4.1.7 Messsignalausgang</b>  Die Messsignale müssen digital (z. B. RS 232) und/oder analog (z. B. 4 mA bis 20 mA) angeboten werden.	Messsignale und Betriebszustände werden von den nachgeschalteten Auswertesystemen richtig erkannt. Alle Messsignale können digital ausgegeben werden.	+	102
<b>A 4.2 Anforderungen an Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz</b>  Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz müssen die Anforderungen an Messeinrichtungen für den stationären Einsatz auch im mobilen Einsatz erfüllen. Beim mobilen Einsatz von Messeinrichtungen, beispielsweise Messungen im fließenden Verkehr, zeitlich begrenzte Messungen an verschiedenen Orten oder Flugzeugmessungen, muss die ständige Betriebsbereitschaft sichergestellt sein.	Die Messeinrichtung ist nicht für den mobilen Einsatz vorgesehen.	-	103
<b>A 5.2.1 Messbereich</b>  Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung muss größer oder gleich dem Bezugswert B <sub>2</sub> sein.  (B <sub>2</sub> für NO <sub>2</sub> = 400 µg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>2</sub> für SO <sub>2</sub> = 700 µg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>2</sub> für O <sub>3</sub> = 360 µg/m <sup>3</sup> ) ( B <sub>2</sub> für CO = 60 mg/m <sup>3</sup> )	Die Nach VDI 4202 geforderten Messbereichsendwerte können überwacht werden.	+	104
<b>A 5.2.2 Negative Messsignale</b>  Negative Messsignale bzw. Messwerte dürfen nicht unterdrückt werden (lebender Nullpunkt).	Die digitale Messwertausgabe ermöglicht die Ausgabe von negativen Messwerten sowie Messbereichsüberschreitungen.	+	106

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
<b>A 5.2.3 Analysenfunktion</b>  Der Zusammenhang zwischen dem Ausgangssignal und dem Wert des Luftbeschaffenheitsmerkmals muss mit Hilfe der Analysenfunktion darstellbar sein und durch Regressionsrechnung ermittelt werden.	Der Zusammenhang zwischen Ausgangssignal und Messgröße ist durch die Analysenfunktion statistisch gesichert darstellbar, und durch Regressionsrechnung ermittelt.	+	107
<b>A 5.2.4 Linearität</b>  Die Linearität gilt als gesichert, wenn die Abweichung der Gruppenmittelwerte der Messwerte von der Kalibrierfunktion (nach Abschnitt 5.2.1) im Bereich von Null bis B <sub>1</sub> nicht mehr als 5 % von B <sub>1</sub> und im Bereich von Null bis B <sub>2</sub> nicht mehr als 1 % von B <sub>2</sub> beträgt. (B <sub>1</sub> für NO <sub>2</sub> = 60 µg/m <sup>3</sup> )(B <sub>2</sub> für NO <sub>2</sub> = 400 µg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>1</sub> für SO <sub>2</sub> = 40 µg/m <sup>3</sup> )(B <sub>2</sub> für SO <sub>2</sub> = 700 µg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>1</sub> für O <sub>3</sub> = 80 µg/m <sup>3</sup> )(B <sub>2</sub> für O <sub>3</sub> = 360 µg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>1</sub> für CO = 20 mg/m <sup>3</sup> )(B <sub>2</sub> für CO = 60 mg/m <sup>3</sup> )	Die Untersuchungen ergaben keine Überschreitung der zulässigen Abweichungen. Zur Berechnung der Gesamtunsicherheit werden die größeren der beiden Werte herangezogen.  Für die Komponente NO <sub>2</sub> sind dies 1,7 µg/m <sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) und -1,6 µg/m <sup>3</sup> bei Gerät 2 (208).  Für die Komponente SO <sub>2</sub> sind dies 4,2 µg/m <sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) und 2,9 µg/m <sup>3</sup> bei Gerät 2 (208).  Für die Komponente O <sub>3</sub> sind dies 2,7 µg/m <sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) und 3,2 µg/m <sup>3</sup> bei Gerät 2 (208).  Für die Komponente CO sind dies 0,33 mg/m <sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) und -0,48 mg/m <sup>3</sup> bei Gerät 2 (208).	+	119
<b>A 5.2.5 Nachweisgrenze</b>  Die Nachweisgrenze der Messeinrichtung darf den Bezugswert B <sub>0</sub> nicht überschreiten. Die Nachweisgrenze ist im Feldtest zu ermitteln. (B <sub>0</sub> für NO <sub>2</sub> = 3 µg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>0</sub> für SO <sub>2</sub> = 2 µg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>0</sub> für O <sub>3</sub> = 4 µg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>0</sub> für CO = 1 mg/m <sup>3</sup> )	Die Nachweisgrenze liegt bei allen geprüften Komponenten innerhalb der Mindestanforderungen.	+	129
<b>A 5.2.6 Einstellzeit</b>  Die Einstellzeit (90%-Zeit) der Messeinrichtung darf nicht mehr als 5 % der Mittelungszeit (180 s) betragen.	Die maximal zulässige Einstellzeit von 180 s wird bei allen geprüften Komponenten deutlich unterschritten.	+	138
<b>A 5.2.7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur</b>  Die Temperaturabhängigkeit des Nullpunkt-Messwertes darf bei einer Änderung der Umgebungstemperatur um 15 K im Bereich zwischen +5 °C und +20 °C bzw. 20 K im Bereich zwischen +20 °C und +40 °C den Bezugswert B <sub>0</sub> nicht überschreiten. (B <sub>0</sub> für NO <sub>2</sub> = 3 µg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>0</sub> für SO <sub>2</sub> = 2 µg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>0</sub> für O <sub>3</sub> = 4 µg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>0</sub> für CO = 1 mg/m <sup>3</sup> )	Die Änderung des Nullpunktes liegt bei allen betrachteten Umgebungstemperaturen deutlich besser als die maximal erlaubte Abweichung.	+	141

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 53 von 910

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
<p><b>A 5.2.8 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur</b></p> <p>Die Temperaturabhängigkeit des Messwertes im Bereich des Bezugswertes B<sub>1</sub> darf nicht mehr als <math>\pm 5\%</math> des Messwertes bei einer Änderung der Umgebungstemperatur um 15 K im Bereich zwischen +5 °C und +20 °C bzw. 20 K im Bereich zwischen +20 °C und +40 °C betragen.</p> <p>(B<sub>1</sub> für NO<sub>2</sub> = 60 µg/m<sup>3</sup>) (B<sub>1</sub> für SO<sub>2</sub> = 40 µg/m<sup>3</sup>) (B<sub>1</sub> für O<sub>3</sub> = 80 µg/m<sup>3</sup>) (B<sub>1</sub> für CO = 20 mg/m<sup>3</sup>)</p>	<p>Die Änderung des Referenzpunktes liegt bei allen betrachteten Umgebungstemperaturen deutlich besser als die maximal erlaubte Abweichung.</p>	+	150
<p><b>A 5.2.9 Nullpunktsdrift</b></p> <p>Die zeitliche Änderung des Nullpunkt-Messwertes darf in 24 h und im Wartungsintervall den Bezugswert B<sub>0</sub> nicht überschreiten.</p> <p>(B<sub>0</sub> für NO<sub>2</sub> = 3 µg/m<sup>3</sup>) (B<sub>0</sub> für SO<sub>2</sub> = 2 µg/m<sup>3</sup>) (B<sub>0</sub> für O<sub>3</sub> = 4 µg/m<sup>3</sup>) (B<sub>0</sub> für CO = 1 mg/m<sup>3</sup>)</p>	<p>Die Nullpunktsdriften für NO<sub>2</sub> in 24 h und im Wartungsintervall liegen mit 0,0061 µg/(m<sup>3</sup>*d) und 0,183 µg/(m<sup>3</sup>*Monat) für Gerät 1 (188), und 0,0064 µg/(m<sup>3</sup>*d) und 0,192 µg/(m<sup>3</sup>*Monat) für Gerät 2 (208) deutlich unterhalb der Anforderung von 3 µg/m<sup>3</sup>.</p> <p>Die Nullpunktsdriften für SO<sub>2</sub> in 24 h und im Wartungsintervall liegen mit 0,0078 µg/(m<sup>3</sup>*d) und 0,234 µg/(m<sup>3</sup>*Monat) für Gerät 1 (188), und 0,0102 µg/(m<sup>3</sup>*d) und 0,306 µg/(m<sup>3</sup>*Monat) für Gerät 2 (208) deutlich unterhalb der Anforderung von 2 µg/m<sup>3</sup>.</p> <p>Die Nullpunktsdriften für O<sub>3</sub> in 24 h und im Wartungsintervall liegen mit 0,0172 µg/(m<sup>3</sup>*d) und 0,516 µg/(m<sup>3</sup>*Monat) für Gerät 1 (188), und 0,0010 µg/(m<sup>3</sup>*d) und 0,030 µg/(m<sup>3</sup>*Monat) für Gerät 2 (208) deutlich unterhalb der Anforderung von 4 µg/m<sup>3</sup>.</p> <p>Die Nullpunktsdriften für CO in 24 h und im Wartungsintervall liegen mit 0,0043 mg/(m<sup>3</sup>*d) und 0,129 mg/(m<sup>3</sup>*Monat) für Gerät 1 (188), und 0,0032 mg/(m<sup>3</sup>*d) und 0,096 mg/(m<sup>3</sup>*Monat) für Gerät 2 (208) deutlich unterhalb der Anforderung von 1 mg/m<sup>3</sup>.</p>	+	159

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
<b>A 5.2.10 Drift des Messwertes</b>  Die zeitliche Änderung des Messwertes im Bereich des Bezugswertes B <sub>1</sub> darf in 24 Stunden und im Wartungsintervall $\pm 5\%$ von B <sub>1</sub> nicht überschreiten.  (B <sub>1</sub> für NO <sub>2</sub> = 60 µg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>1</sub> für SO <sub>2</sub> = 40 µg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>1</sub> für O <sub>3</sub> = 80 µg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>1</sub> für CO = 20 mg/m <sup>3</sup> )	Die Referenzpunktdriften für NO <sub>2</sub> in 24 h und im Wartungsintervall liegen mit 0,0028 µg/(m <sup>3</sup> *d) und 0,084 µg/(m <sup>3</sup> *Monat) für Gerät 1 (188), und 0,0078 µg/(m <sup>3</sup> *d) und 0,234 µg/(m <sup>3</sup> *Monat) für Gerät 2 (208) deutlich unterhalb der Anforderung von 3 µg/m <sup>3</sup> .  Die Referenzpunktdriften für SO <sub>2</sub> in 24 h und im Wartungsintervall liegen mit -0,0034 µg/(m <sup>3</sup> *d) und -0,102 µg/(m <sup>3</sup> *Monat) für Gerät 1 (188), und -0,0010 µg/(m <sup>3</sup> *d) und -0,030 µg/(m <sup>3</sup> *Monat) für Gerät 2 (208) deutlich unterhalb der Anforderung von 2 µg/m <sup>3</sup> .  Die Referenzpunktdriften für O <sub>3</sub> in 24 h und im Wartungsintervall liegen mit 0,0060 µg/(m <sup>3</sup> *d) und 0,180 µg/(m <sup>3</sup> *Monat) für Gerät 1 (188), und 0,0269 µg/(m <sup>3</sup> *d) und 0,807 µg/(m <sup>3</sup> *Monat) für Gerät 2 (208) deutlich unterhalb der Anforderung von 4 µg/m <sup>3</sup> .  Die Referenzpunktdriften für CO in 24 h und im Wartungsintervall liegen mit -0,0029 mg/(m <sup>3</sup> *d) und -0,087 mg/(m <sup>3</sup> *Monat) für Gerät 1 (188), und 0,0049 mg/(m <sup>3</sup> *d) und 0,147 mg/(m <sup>3</sup> *Monat) für Gerät 2 (208) deutlich unterhalb der Anforderung von 1 mg/m <sup>3</sup> .	+	172
<b>A 5.2.11 Querempfindlichkeiten</b>  Die Absolutwerte der Summen der positiven bzw. negativen Abweichungen aufgrund von Störeinflüssen durch die Querempfindlichkeit gegenüber im Messgut enthaltenen Begleitstoffen dürfen im Bereich des Nullpunktes nicht mehr als B <sub>0</sub> und im Bereich von B <sub>2</sub> nicht mehr als 3 % von B <sub>2</sub> betragen. Die Konzentration des Begleitstoffes wird im Bereich des jeweiligen B <sub>2</sub> -Wertes des Begleitstoffes eingesetzt. Sind keine entsprechenden Bezugswerte bekannt, so ist ein geeigneter Bezugswert durch das Prüfinstitut im Einvernehmen mit den anderen Prüfinstituten festzulegen und anzugeben.  (B <sub>0</sub> für NO <sub>2</sub> = 3 µg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>1</sub> für NO <sub>2</sub> = 60 µg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>2</sub> für NO <sub>2</sub> = 400 µg/m <sup>3</sup> )  (B <sub>0</sub> für SO <sub>2</sub> = 2 µg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>1</sub> für SO <sub>2</sub> = 40 µg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>2</sub> für SO <sub>2</sub> = 700 µg/m <sup>3</sup> )  (B <sub>0</sub> für O <sub>3</sub> = 4 µg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>1</sub> für O <sub>3</sub> = 80 µg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>2</sub> für O <sub>3</sub> = 360 µg/m <sup>3</sup> )  (B <sub>0</sub> für CO = 1 mg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>1</sub> für CO = 20 mg/m <sup>3</sup> ) (B <sub>2</sub> für CO = 60 mg/m <sup>3</sup> )	Die Querempfindlichkeiten der Messeinrichtungen erfüllen die Mindestanforderungen. Zur Berechnung der Gesamtunsicherheit wird der größte Gesamtwert pro Gerät herangezogen. Dies sind für die Komponente NO <sub>2</sub> 7,5 µg/m <sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) und 8,4 µg/m <sup>3</sup> bei Gerät 2 (208).  Dies sind für die Komponente SO <sub>2</sub> 12,9 µg/m <sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) und 9,7 µg/m <sup>3</sup> bei Gerät 2 (208).  Dies sind für die Komponente O <sub>3</sub> 9,1 µg/m <sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) und 10,1 µg/m <sup>3</sup> bei Gerät 2 (208).  Dies sind für die Komponente CO 0,88 mg/m <sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) und 0,77 mg/m <sup>3</sup> bei Gerät 2 (208).	+	185
<b>A 5.2.12 Reproduzierbarkeit</b>  Die Reproduzierbarkeit R <sub>D</sub> der Messeinrichtung ist aus Doppelbestimmungen mit zwei baugleichen Messeinrichtungen zu ermitteln und darf den Wert 10 nicht unterschreiten. Als Bezugswert ist B <sub>1</sub> zu verwenden.	Der in der VDI 4202 Blatt 1 geforderte Wert der Reproduzierbarkeit von mindestens 10 wird bei allen geprüften Komponenten eingehalten. Somit sind die Mindestanforderungen eingehalten. Für die Berechnung der Gesamtunsicherheit wird die Reproduzierbarkeit um B <sub>1</sub> (= 25 für NO <sub>2</sub> , 52 für SO <sub>2</sub> , 25 für O <sub>3</sub> und 48 für CO herangezogen.	+	200

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 55 von 910

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
<b>A 5.2.13 Stundenwerte</b>  Das Messverfahren muss die Bildung von Stundenmittelwerten ermöglichen.	Die Messeinrichtung ermöglicht die Bildung von Stundenmittelwerten.	+	214
<b>A 5.2.14 Netzspannung und Netzfrequenz</b>  Die Änderung des Messwertes beim Bezugswert $B_1$ durch die im elektrischen Netz üblicherweise auftretende Änderung der Spannung im Intervall (230V +15V/-20V) darf nicht mehr als $B_0$ betragen. Weiterhin darf im mobilen Einsatz die Änderung des Messwertes durch Änderung der Netzfrequenz im Intervall (50Hz $\pm$ 2Hz) nicht mehr als $B_0$ betragen.  ( $B_0$ für NO <sub>2</sub> = 3 µg/m <sup>3</sup> ) ( $B_0$ für SO <sub>2</sub> = 2 µg/m <sup>3</sup> ) ( $B_0$ für O <sub>3</sub> = 4 µg/m <sup>3</sup> ) ( $B_0$ für CO = 1 mg/m <sup>3</sup> )	Die Messeinrichtung erfüllt die Mindestanforderung bei der Variation der Netzspannung.	+	215
<b>A 5.2.15 Stromausfall</b>  Bei Gerätestörungen und bei Stromausfall muss ein unkontrolliertes Ausströmen von Betriebs- und Kalibriergas unterbunden sein. Die Geräteparameter sind durch eine Pufferung gegen Verlust durch Netzausfall zu schützen. Bei Spannungswiederkehr muss das Gerät automatisch wieder den messbereiten Zustand erreichen und gemäß der Betriebsvorgabe die Messung beginnen.	Ein Stromausfall hat keine negativen Auswirkungen auf die Messeinrichtung. Nach Wiederherstellung der Stromversorgung liefern die Geräte wieder in den normalen Messmodus.	+	221
<b>A 5.2.16 Gerätefunktionen</b>  Die wesentlichen Gerätefunktionen müssen durch telemetrisch übermittelbare Statussignale zu überwachen sein.	Eine telemetrische Überwachung der Statussignale (Betriebszustände, Störungen) ist möglich.	+	222
<b>A 5.2.17 Umschaltung</b>  Die Umschaltung zwischen Messung und Funktionskontrolle und/oder Kalibrierung muss telemetrisch durch rechnerseitige Steuerung und manuell auslösbar sein.	Die Umschaltung zwischen den Betriebsmodi (Messung, Wartung) ist manuell und telemetrisch möglich.	+	223
<b>A 5.2.18 Verfügbarkeit</b>  Die Verfügbarkeit der Messeinrichtung muss mindestens 90 % betragen.	Die Verfügbarkeit beträgt 96,3 %, somit ist die Mindestanforderung erfüllt.	+	224
<b>A 5.2.19 Konverterwirkungsgrad</b>  Bei Messeinrichtungen mit einem Konverter muss dessen Wirkungsgrad mindestens 95 % betragen.	Der Konverterwirkungsgrad liegt bei beiden Messeinrichtungen vor dem Labortest und nach dem Feldtest über dem geforderten Wert von 95 %.	+	226



Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
<b>A 5.2.20 Wartungsintervall</b>  Das Wartungsintervall der Messeinrichtung ist zu ermitteln und anzugeben. Das Wartungsintervall sollte möglichst 28 Tage, muss jedoch mindestens 14 Tage betragen.	Das Wartungsintervall beträgt 4 Wochen.	+	228
<b>A 5.2.21 Gesamtunsicherheit</b>  Die erweiterte Messunsicherheit der Messeinrichtung ist zu ermitteln. Dieser ermittelte Wert darf die Vorgaben der EU-Tochterrichtlinien zur Luftqualität nicht überschreiten.	Die ermittelten Gesamtunsicherheiten betragen 6,12 bzw. 6,49 für NO <sub>2</sub> 6,02 bzw. 5,24 für SO <sub>2</sub> 7,54 bzw. 8,14 für O <sub>3</sub> 10,42 bzw. 10,22 für CO Und unterschreiten damit die geforderte Gesamtunsicherheiten von 15 %.	+	231
<b>A 5.4 Anforderung an Mehrkomponentenmesseinrichtungen</b>  Mehrkomponentenmesseinrichtungen müssen die Anforderungen für jede Einzelkomponente erfüllen, auch bei Simultanbetrieb aller Messkanäle.  Bei sequenziellem Betrieb muss die Bildung von Stundenmittelwerten gesichert sein.	Bei der Bewertung der Mindestanforderungen lagen die Messergebnisse für alle Kanäle simultan vor.	+	241

## **6.2 Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse und Eignungsanerkennung nach DIN EN 14211 für die Komponente NO**

*Die Eignungsanerkennung des Messgerätes besteht aus folgenden Schritten:*

- 1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle 1 angegebene Kriterium erfüllen (siehe 8.2 in DIN EN 14211).*
- 2) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Laborprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das in der Richtlinie 2002/3/EG angegebene Kriterium. Dieses Kriterium ist die maximal zulässige Unsicherheit von Einzelmessungen für kontinuierliche Messungen beim 1-Stunden-Mittelwert der Alarmschwelle. Die relevanten spezifischen Leistungskenngrößen und das Berechnungsverfahren sind im Anhang G der DIN EN 14625 angegeben.*
- 3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle 1 angegebene Kriterium erfüllen (siehe 8.2 in DIN EN 14211).*
- 4) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Labor- und Feldprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das in der Richtlinie 2002/3/EG angegebene Kriterium. Dieses Kriterium ist die maximal zulässige Unsicherheit von Einzelmessungen für kontinuierliche Messungen beim 1-Stunden-Mittelwert der Alarmschwelle. Die relevanten spezifischen Leistungskenngrößen und das Berechnungsverfahren sind im Anhang G der DIN EN 14211 angegeben.*

### **Prüfvorschriften**

Berechnung nach Anhang G der DIN EN 14211

### **Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde nach DIN EN 14211 durchgeführt. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang B aufgeführt. Am Ende der Prüfung wurden die nötigen Unsicherheiten mit den während der Prüfung erhaltenen Werten ausgerechnet.

### **Auswertung**

- Zu 1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngrößen erfüllt das in Tabelle 1 der DIN EN 14211 angegebene Kriterium.
- Zu 2) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Laborprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das geforderte Kriterium.
- Zu 3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Kenngröße erfüllt das in Tabelle 1 der DIN EN 14211 angegebene Kriterium.
- Zu 4) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Labor- und Feldprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das geforderte Kriterium.

## **Bewertung**

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang B aufgeführt. Die Mindestanforderungen werden eingehalten.

Mindestanforderungen erfüllt? Ja

## **Umfassende Darstellung**

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang B aufgeführt.

Die Ergebnisse zu den Punkten 1 und 3 sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Die Ergebnisse zu Punkt 2 sind in Tabelle 4 und Tabelle 6 zu finden.

Die Ergebnisse zu Punkt 4 sind in Tabelle 5 und Tabelle 7 zu finden.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 59 von 910

**Tabelle 3:**     *Leistungsanforderungen nach DIN EN 14211 für die Komponente NO*

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	eingehalten	Anhang/Seite
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei null	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol}$	S <sub>r</sub> Gerät 188: 0,2 ppb S <sub>r</sub> Gerät 208: 0,1 ppb	ja	B 254
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei der Konzentration ct	$\leq 3,0 \text{ nmol/mol}$	S <sub>r</sub> Gerät 188: 1,2 ppb S <sub>r</sub> Gerät 208: 1,1 ppb	ja	B 254
8.4.6 „lack of fit“ (Abweichung von der linearen Regression)	Größte Abweichung von der linearen Regressionsfunktion bei Konzentration größer als null $\leq 4$ % des Messwertes  Abweichung bei null $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$	X <sub>i,z</sub> Gerät 188: NP 0,1 ppb X <sub>i</sub> Gerät 188: RP 0,5 % X <sub>i,z</sub> Gerät 208: NP 0,1 ppb X <sub>i</sub> Gerät 208: RP 0,7 %	ja	B 256
8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes	$\leq 8,0 \text{ nmol/mol/kPa}$	b <sub>gp</sub> Gerät 188: 0,01 b <sub>gp</sub> Gerät 208: 0,02	ja	B 262
8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengas-temperatur	$\leq 3,0 \text{ nmol/mol/K}$	b <sub>gt</sub> Gerät 188: 0,053 ppb b <sub>gt</sub> Gerät 208: 0,017 ppb	ja	B 264
8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungs-temperatur	$\leq 3,0 \text{ nmol/mol/K}$	b <sub>st</sub> Gerät 188: -0,26 ppb b <sub>st</sub> Gerät 208: 0,13 ppb	ja	B 266
8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	$\leq 0,3 \text{ nmol/mol/V}$	b <sub>v</sub> Gerät 188: RP 0,140 ppb b <sub>v</sub> Gerät 208: RP 0,210 ppb	ja	B 270
8.4.11 Störkomponenten bei Null und der Konzentration ct	H <sub>2</sub> O $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$ CO <sub>2</sub> $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$ O <sub>3</sub> $\leq 2,0 \text{ nmol/mol}$ NH <sub>3</sub> $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$	H <sub>2</sub> O X <sub>int,z</sub> Gerät 188: NP 0,1 ppb / RP -1,3 ppb X <sub>int,ct</sub> Gerät 208: NP 0,1 ppb / RP -2,0 ppb CO <sub>2</sub> X <sub>int,z</sub> Gerät 188: NP 0,1 ppb / RP 0,8 ppb X <sub>int,ct</sub> Gerät 208: NP 0,1 ppb / RP 0,1 ppb O <sub>3</sub> X <sub>int,z</sub> Gerät 188: NP 0,0 ppb / RP -1,8 ppb X <sub>int,ct</sub> Gerät 208: NP 0,1 ppb / RP -2,0 ppb NH <sub>3</sub> X <sub>int,z</sub> Gerät 188: NP 0,1 ppb / RP 0,5 ppb X <sub>int,ct</sub> Gerät 208: NP 0,0 ppb / RP 0,8 ppb	ja	B 272

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	eingehalten	Anhang/Seite
8.4.12 Mittelungseinfluss	≤ 7,0 % des Messwertes	X <sub>av</sub> Gerät 188: 5,6 % X <sub>av</sub> Gerät 208: 4,0 %	ja	B 275
8.4.13 Differenz Proben/ Kalibriereingang	≤ 1,0 %	D <sub>SC</sub> Gerät 188: 0,21 % D <sub>SC</sub> Gerät 188: 0,18 %		B 278
8.4.3 Einstellzeit (Anstieg)	≤ 180 s	t <sub>r</sub> Gerät 188: max. 44 s (NO) t <sub>r</sub> Gerät 208: max. 43 s (NO) t <sub>r</sub> Gerät 188: max. 27 s (NO <sub>2</sub> ) t <sub>r</sub> Gerät 208: max. 31 s (NO <sub>2</sub> )	ja	B 246
8.4.3 Einstellzeit (Abfall)	≤ 180 s	t <sub>f</sub> Gerät 188: max. 42 s (NO) t <sub>f</sub> Gerät 208: max. 42 s (NO) t <sub>f</sub> Gerät 188: max. 26 s (NO <sub>2</sub> ) t <sub>f</sub> Gerät 208: max. 27 s (NO <sub>2</sub> )	ja	B 246
8.4.3 Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit	≤ 10 % relative Differenz oder 10 s, je nachdem, welcher Wert größer ist	t <sub>d</sub> Gerät 188: 3,7 % oder 5 s (NO) t <sub>d</sub> Gerät 208: -2,5 % oder 4 s (NO) t <sub>d</sub> Gerät 188: 5,7 % oder 3 s (NO <sub>2</sub> ) t <sub>d</sub> Gerät 208: 6,3 % oder 4 s (NO <sub>2</sub> )	ja	B 246
8.4.14 Konverterwirkungsgrad	≥ 98%	E <sub>conv</sub> Gerät 188: 99,4 % E <sub>conv</sub> Gerät 208: 99,1 %	ja	B 280
8.5.6 Kontrollintervall	3 Monate oder weniger, falls der Hersteller eine kürzere Zeitspanne angibt, aber nicht weniger als 2 Wochen	Gerät 188: 4 Wochen Gerät 208: 4 Wochen	ja	B 290
8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes	> 90 %	A <sub>a</sub> Gerät 188: 96 % A <sub>a</sub> Gerät 208: 96 %	ja	B 291
8.5.5 Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen	≤ 5,0 % des Mittels über einen Zeitraum von drei Monaten	S <sub>r,f</sub> Gerät 188: 2,59 % S <sub>r,f</sub> Gerät 208: 2,59 %	ja	B 288
8.5.4 Langzeitdrift bei null	≤ 5,0 nmol/mol	D <sub>l,z</sub> Gerät 188: 0,63 ppb D <sub>l,z</sub> Gerät 208: 0,84 ppb	ja	B 285
8.5.4 Langzeitdrift beim Spannniveau	≤ 5,0 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches	D <sub>l,s</sub> Gerät 188: max. 1,03 % D <sub>l,s</sub> Gerät 208: max. 0,95 %	ja	B 285
8.4.4 Kurzzeitdrift bei null	≤ 2,0 nmol/mol über 12 h	D <sub>s,z</sub> Gerät 188: 0,0 ppb D <sub>s,z</sub> Gerät 208: -0,3 ppb	ja	B 251
8.4.4 Kurzzeitdrift beim Spannniveau	≤ 6,0 nmol/mol über 12 h	D <sub>s,s</sub> Gerät 188: 1,5 ppb D <sub>s,s</sub> Gerät 208: -0,9 ppb	ja	B 251

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessereinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 61 von 910

**Tabelle 4:** *Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung nach DIN EN 14211 (Komponente NO) Für Gerät 188*

Messgerät: airpointer		Seriennummer: Gerät 1 (188)				
Messkomponente: NO		1h-Grenzwert: 505		nmol/mol		
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,200	U <sub>r,z</sub>	0,02	0,0005
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	1,200	U <sub>r,lh</sub>	0,13	0,0172
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,500	U <sub>l,lh</sub>	1,46	2,1252
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,010	U <sub>gp</sub>	0,17	0,0300
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,053	U <sub>gt</sub>	0,62	0,3821
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	-0,260	U <sub>st</sub>	-3,03	9,1945
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,140	U <sub>v</sub>	2,18	4,7393
8a	Störkomponente H <sub>2</sub> O mit 21 mmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	-0,077	U <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	-1,09	1,1810
8b	Störkomponente CO <sub>2</sub> mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,002	U <sub>int,pos</sub> oder U <sub>int,neg</sub>	1,85	3,4133
8c	Störkomponente O <sub>3</sub> mit 200 nmol/mol	≤ 2,0 nmol/mol	-0,016			
8d	Störkomponente NH <sub>3</sub> mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,003			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	5,600	U <sub>av</sub>	16,33	266,5861
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,210	U <sub>asc</sub>	1,06	1,1247
21	Konverterwirkungsgrad	≥ 98	99,400	U <sub>CE</sub>	3,03	9,1809
22	Anstieg der NO <sub>2</sub> -Konz. durch Verweilzeit im Gerät	≤ 4,0 nmol/mol	0,050	U <sub>ctr</sub>	0,25	0,0638
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	U <sub>cq</sub>	5,05	25,5025
G8		Kombinierte Standardunsicherheit		U <sub>c</sub>	17,9877	nmol/mol
G6		Erweiterte Unsicherheit		U <sub>c</sub>	35,9755	nmol/mol
G7		Relative erweiterte Unsicherheit		U <sub>c,rel</sub>	7,12	%
		Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit		U <sub>req,rel</sub>	15	%

**Tabelle 5:** *Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfung nach DIN EN 14211 (Komponente NO) für Gerät 188*

Messgerät:	airpointer	Seriennummer:		Gerät 1 (188)		
Messkomponente:	NO	1h-Grenzwert:		505 nmol/mol		
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,200	u <sub>r,z</sub>	0,02	0,0005
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	1,200	u <sub>r,lh</sub>	nicht berücksichtigt, da u <sub>r,lh</sub> = 0,131 < u <sub>r,f</sub>	-
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,500	u <sub>i,lh</sub>	1,46	2,1252
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,010	u <sub>gp</sub>	0,17	0,0300
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,053	u <sub>gt</sub>	0,62	0,3821
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	-0,260	u <sub>st</sub>	-3,03	9,1945
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,140	u <sub>v</sub>	2,18	4,7393
8a	Störkomponente H2O mit 21 mmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	-0,077	u <sub>H2O</sub>	-1,09	1,1810
8b	Störkomponente CO2 mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,002	u <sub>int,pos</sub> oder u <sub>int,neg</sub>	1,85	3,4133
8c	Störkomponente O3 mit 200 nmol/mol	≤ 2,0 nmol/mol	-0,016			
8d	Störkomponente NH3 mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,003			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	5,600	u <sub>av</sub>	16,33	266,5861
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	2,590	u <sub>r,f</sub>	2,71	7,3394
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 5,0 nmol/mol	0,630	u <sub>d,lz</sub>	0,36	0,1323
12	Langzeitdrift beim 1h-Grenzwert	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	1,030	u <sub>d,lh</sub>	3,00	9,0185
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,210	u <sub>asc</sub>	1,06	1,1247
21	Konverterwirkungsgrad	≥ 98	99,400	u <sub>CE</sub>	3,03	9,1809
22	Anstieg der NO2-Konz. durch Verweilzeit im Gerät	≤ 4,0 nmol/mol	0,050	u <sub>ctr</sub>	0,25	0,0638
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	u <sub>cg</sub>	5,05	25,5025
G35	Kombinierte Standardunsicherheit			u <sub>c</sub>	18,6374	nmol/mol
G6	Erweiterte Unsicherheit			U <sub>c</sub>	37,2749	nmol/mol
G7	Relative erweiterte Unsicherheit			U <sub>c,rel</sub>	7,38	%
	Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit			U <sub>req,rel</sub>	15	%



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessereinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 63 von 910

**Tabelle 6:** *Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung nach DIN EN 14211 (Komponente NO) für Gerät 208*

Messgerät: airpointer		Seriennummer: Gerät 2 (208)		Messkomponente: NO		1h-Grenzwert: 505 nmol/mol	
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,100	u <sub>r,z</sub>	0,01	0,0001	
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	1,100	u <sub>r,1h</sub>	0,12	0,0143	
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,700	u <sub>l,1h</sub>	2,04	4,1654	
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,020	u <sub>gp</sub>	0,35	0,1200	
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,017	u <sub>gt</sub>	0,20	0,0393	
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,130	u <sub>st</sub>	1,52	2,2986	
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,210	u <sub>v</sub>	3,27	10,6634	
8a	Störkomponente H <sub>2</sub> O mit 21 mmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	-0,118	u <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	-1,67	2,8016	
8b	Störkomponente CO <sub>2</sub> mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,000	u <sub>int,pos</sub> oder u <sub>int,neg</sub>	1,44	2,0833	
8c	Störkomponente O <sub>3</sub> mit 200 nmol/mol	≤ 2,0 nmol/mol	-0,013				
8d	Störkomponente NH <sub>3</sub> mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,004				
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	4,000	u <sub>av</sub>	11,66	136,0133	
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,180	u <sub>asc</sub>	0,91	0,8263	
21	Konverterwirkungsgrad	≥ 98	99,000	u <sub>CE</sub>	5,05	25,5025	
22	Anstieg der NO <sub>2</sub> -Konz. durch Verweilzeit im Gerät	≤ 4,0 nmol/mol	0,050	u <sub>ctr</sub>	0,25	0,0638	
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	u <sub>cg</sub>	5,05	25,5025	
G8		Kombinierte Standardunsicherheit		u <sub>c</sub>		14,4951	nmol/mol
G6		Erweiterte Unsicherheit		U <sub>c</sub>		28,9903	nmol/mol
G7		Relative erweiterte Unsicherheit		U <sub>c,rel</sub>		5,74	%
		Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit		U <sub>req,rel</sub>		15	%

**Tabelle 7:** *Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfung nach DIN EN 14211 (Komponente NO) für Gerät 208*

Messgerät:	airpointer	Seriennummer:	Gerät 2 (208)			
Messkomponente:	NO	1h-Grenzwert:	505 nmol/mol			
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,100	u <sub>r,z</sub>	0,01	0,0001
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	1,100	u <sub>r,lh</sub>	nicht berücksichtigt, da u <sub>r,lh</sub> = 0,119 < u <sub>r,f</sub>	-
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,700	u <sub>l,lh</sub>	2,04	4,1654
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,020	u <sub>gp</sub>	0,35	0,1200
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,017	u <sub>gt</sub>	0,20	0,0393
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,130	u <sub>st</sub>	1,52	2,2986
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,210	u <sub>v</sub>	3,27	10,6634
8a	Störkomponente H2O mit 21 mmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	-0,118	u <sub>H2O</sub>	-1,67	2,8016
8b	Störkomponente CO2 mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,000	u <sub>int,pos</sub>	1,44	2,0833
8c	Störkomponente O3 mit 200 nmol/mol	≤ 2,0 nmol/mol	-0,013	oder		
8d	Störkomponente NH3 mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,004	u <sub>int,neg</sub>		
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	4,000	u <sub>av</sub>	11,66	136,0133
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	2,590	u <sub>r,f</sub>	2,71	7,3394
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 5,0 nmol/mol	0,840	u <sub>d,l,z</sub>	0,48	0,2352
12	Langzeitdrift beim 1h-Grenzwert	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	0,950	u <sub>d,l,lh</sub>	2,77	7,6720
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,180	u <sub>asc</sub>	0,91	0,8263
21	Konverterwirkungsgrad	≥ 98	99,000	u <sub>CE</sub>	5,05	25,5025
22	Anstieg der NO2-Konz. durch Verweilzeit im Gerät	≤ 4,0 nmol/mol	0,050	u <sub>ctr</sub>	0,25	0,0638
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	u <sub>cg</sub>	5,05	25,5025
G35	Kombinierte Standardunsicherheit			u <sub>c</sub>	15,2534	nmol/mol
G6	Erweiterte Unsicherheit			u <sub>c</sub>	30,5068	nmol/mol
G7	Relative erweiterte Unsicherheit			U <sub>c,rel</sub>	6,04	%
	Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit			U <sub>req,rel</sub>	15	%

### 6.3 Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse und Eignungsanerkennung nach DIN EN 14212 für die Komponente SO<sub>2</sub>

*Die Eignungsanerkennung des Messgerätes besteht aus folgenden Schritten:*

- 1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle 1 angegebene Kriterium erfüllen (siehe 8.2 in DIN EN 14212).*
- 2) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Laborprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das in der Richtlinie 2002/3/EG angegebene Kriterium. Dieses Kriterium ist die maximal zulässige Unsicherheit von Einzelmessungen für kontinuierliche Messungen beim 1-Stunden-Grenzwert. Die relevanten spezifischen Leistungskenngrößen und das Berechnungsverfahren sind im Anhang G der DIN EN 14212 angegeben.*
- 3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle 1 angegebene Kriterium erfüllen (siehe 8.2 in DIN EN 14212).*
- 4) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Labor- und Feldprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das in der Richtlinie 2002/3/EG angegebene Kriterium. Dieses Kriterium ist die maximal zulässige Unsicherheit von Einzelmessungen für kontinuierliche Messungen beim 1-Stunden-Grenzwert. Die relevanten spezifischen Leistungskenngrößen und das Berechnungsverfahren sind im Anhang G der DIN EN 14212 angegeben.*

#### Prüfvorschriften

Berechnung nach Anhang G der DIN EN 14212

#### Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde nach DIN EN 14212 durchgeführt. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang C aufgeführt. Am Ende der Prüfung wurden die nötigen Unsicherheiten mit den während der Prüfung erhaltenen Werten ausgerechnet.

#### Auswertung

- Zu 1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngrößen erfüllt das in Tabelle 1 der DIN EN 14212 angegebene Kriterium.
- Zu 2) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Laborprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das geforderte Kriterium.
- Zu 3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Kenngröße erfüllt das in Tabelle 1 der DIN EN 14212 angegebene Kriterium.
- Zu 4) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Labor- und Feldprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das geforderte Kriterium.

## **Bewertung**

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang C aufgeführt. Die Mindestanforderungen werden eingehalten.

Mindestanforderungen erfüllt? Ja

## **Umfassende Darstellung**

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang C aufgeführt.

Die Ergebnisse zu den Punkten 1 und 3 sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

Die Ergebnisse zu Punkt 2 sind in Tabelle 9 und Tabelle 11 zu finden.

Die Ergebnisse zu Punkt 4 sind in Tabelle 10 und Tabelle 12 zu finden.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 67 von 910

**Tabelle 8:**      *Leistungsanforderungen nach DIN EN 14212 für die Komponente SO<sub>2</sub>*

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	ein- gehal- ten	An- hang/ Seite
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei Null	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol}$	S <sub>r</sub> Gerät 188: 0,1 ppb S <sub>r</sub> Gerät 208: 0,1 ppb	ja	C 315
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei der Konzentration ct	$\leq 3,0 \text{ nmol/mol}$	S <sub>r</sub> Gerät 188: 0,5 ppb S <sub>r</sub> Gerät 208: 0,4 ppb	ja	C 315
8.4.6 „lack of fit“ (Abweichung von der linearen Regressionsfunktion bei Konzentration größer als Null $\leq 4$ % des Messwertes  Abweichung bei Null $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$	Größte Abweichung von der linearen Regressionsfunktion bei Konzentration größer als Null $\leq 4$ % des Messwertes  Abweichung bei Null $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$	X <sub>i,z</sub> Gerät 188: NP 0,2 ppb X <sub>i</sub> Gerät 188: RP 0,1 % X <sub>i,z</sub> Gerät 208: NP 0,2 ppb X <sub>i</sub> Gerät 208: RP -0,7 %	ja	C 318
8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes	$\leq 2,0 \text{ nmol/mol/kPa}$	b <sub>gp</sub> Gerät 188: 0,02 ppb/kPa b <sub>gp</sub> Gerät 208: 0,02 ppb/kPa	ja	C 324
8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengas-temperatur	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol/K}$	b <sub>gt</sub> Gerät 188: 0,037 ppb/K b <sub>gt</sub> Gerät 208: 0,008 ppb/K	ja	C 326
8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungs-temperatur	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol/K}$	b <sub>st</sub> Gerät 188: 0,11 ppb/K b <sub>st</sub> Gerät 208: 0,10 ppb/K	ja	C 328
8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	$\leq 0,30 \text{ nmol/mol/V}$	b <sub>v</sub> Gerät 188: NP 0,02 ppb/V b <sub>v</sub> Gerät 208: RP 0,01 ppb/V	ja	C 332
8.4.11 Störkomponenten bei Null und der Konzentration ct	H <sub>2</sub> O $\leq 10 \text{ nmol/mol}$ H <sub>2</sub> S $\leq 5 \text{ nmol/mol}$ NH <sub>3</sub> $\leq 5 \text{ nmol/mol}$ NO $\leq 5 \text{ nmol/mol}$ NO <sub>2</sub> $\leq 5 \text{ nmol/mol}$ m-Xylol $\leq 10 \text{ nmol/mol}$	H <sub>2</sub> O Gerät 188: NP 0,1 ppb / RP -1,7 ppb Gerät 208: NP 0,1 ppb / RP -1,3 ppb H <sub>2</sub> S Gerät 188: NP 0,1 ppb / RP 0,4 ppb Gerät 208: NP 0,1 ppb / RP 0,2 ppb NH <sub>3</sub> Gerät 188: NP 0,3 ppb / RP 0,8 ppb Gerät 208: NP 0,1 ppb / RP 1,1 ppb NO Gerät 188: NP 0,0 ppb / RP 0,4 ppb Gerät 208: NP -0,1 ppb / RP 0,4 ppb NO <sub>2</sub> Gerät 188: NP 0,0 ppb / RP 0,4 ppb Gerät 208: NP 0,0 ppb / RP 0,5 ppb m-Xylol Gerät 188: NP 0,1 ppb / RP 0,5 ppb Gerät 208: NP 0,1 ppb / RP 1,0 ppb	ja	C 334

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	ein- gehal- ten	An- hang/ Seite
8.4.12 Mittelungseinfluss	$\leq 7,0 \%$ des Messwertes	X <sub>av</sub> Gerät 188: -4,8 % X <sub>av</sub> Gerät 208: -3,4 %	ja	C 338
8.4.13 Differenz Proben/Kalibriereingang	$\leq 1,0 \%$	D <sub>SC</sub> Gerät 188: 0,02 D <sub>SC</sub> Gerät 208: 0,04	ja	C 341
8.4.3 Einstellzeit (Anstieg)	$\leq 180 \text{ s}$	t <sub>r</sub> Gerät 188: max. 40 s t <sub>r</sub> Gerät 208: max. 41 s	ja	C 308
8.4.3 Einstellzeit (Abfall)	$\leq 180 \text{ s}$	t <sub>f</sub> Gerät 188: max. 37 s t <sub>f</sub> Gerät 208: max. 42 s	ja	C 308
8.4.3 Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit	$\leq 10 \%$ relative Differenz oder 10 s, je nachdem, welcher Wert größer ist	t <sub>d</sub> Gerät 188: 0,7 % oder 3 s t <sub>d</sub> Gerät 208: 2,6 % oder 5 s	ja	C 308
8.5.6 Kontrollintervall	3 Monate oder weniger, falls der Hersteller eine kürzere Zeitspanne angibt, aber nicht weniger als 2 Wochen	Gerät 188: 4 Wochen Gerät 208: 4 Wochen	ja	C 350
8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes	$> 90 \%$	A <sub>a</sub> Gerät 188: 96 % A <sub>a</sub> Gerät 208: 96 %	ja	C 351
8.5.5 Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen	$\leq 5,0 \%$ des Mittels über einen Zeitraum von drei Monaten	S <sub>r,f</sub> Gerät 188: 4,87 % S <sub>r,f</sub> Gerät 208: 4,87 %	ja	C 348
8.5.4 Langzeitdrift bei Null	$\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$	D <sub>l,z</sub> Gerät 188: 0,42 ppb D <sub>l,z</sub> Gerät 208: 0,57 ppb	ja	C 345
8.5.4 Langzeitdrift beim Spanni- veau	$\leq 5,0 \%$ des Maximums des Zertifizierungsbereiches	D <sub>l,s</sub> Gerät 188: max. 0,88 % D <sub>l,s</sub> Gerät 208: max. 1,37 %	ja	C 345
8.4.4 Kurzzeitdrift bei Null	$\leq 2,0 \text{ nmol/mol}$ über 12 h	D <sub>s,z</sub> Gerät 188: 0,0 ppb D <sub>s,z</sub> Gerät 208: -0,1 ppb	ja	C 312
8.4.4 Kurzzeitdrift beim Spanni- veau	$\leq 6,0 \text{ nmol/mol}$ über 12 h	D <sub>s,s</sub> Gerät 188: 0,0 ppb D <sub>s,s</sub> Gerät 208: 0,0 ppb	ja	C 312

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessereinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 69 von 910

**Tabelle 9:** *Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung nach DIN EN 14212 (Komponente SO<sub>2</sub>) für Gerät 188*

Messgerät:	airpointer	Seriennummer:		Gerät 1 (188)		
Messkomponente:	SO2	1h-Grenzwert:		132		nmol/mol
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,100	U <sub>r,z</sub>	0,01	0,0001
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	0,500	U <sub>r,lv</sub>	0,05	0,0027
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,100	U <sub>l,lv</sub>	0,08	0,0058
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/kPa	0,020	U <sub>gp</sub>	0,41	0,1713
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,037	U <sub>gt</sub>	0,28	0,0790
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,110	U <sub>st</sub>	0,84	0,7028
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,020	U <sub>v</sub>	0,20	0,0413
8a	Störkomponente H2O mit 21 mmol/mol	≤ 10 nmol/mol	-1,944	U <sub>H2O</sub>	1,31	1,7218
8b	Störkomponente H2S mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,404	U <sub>int,pos</sub> oder U <sub>int,neg</sub>	1,51	2,2950
8c	Störkomponente NH3 mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,805			
8d	Störkomponente NO mit 500 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,405			
8e	Störkomponente NO2 mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,506			
8f	Störkomponente m-Xylol mit 1 µmol/mol	≤ 10 nmol/mol	0,505			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	-4,800	U <sub>av</sub>	-3,66	13,3816
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,020	U <sub>Dsc</sub>	0,02	0,0002
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	ucg	1,32	1,7424
Kombinierte Standardunsicherheit				U <sub>c</sub>	4,4882	nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U <sub>c</sub>	8,9764	nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				U <sub>c,rel</sub>	6,80	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				U <sub>req,rel</sub>	15	%



**Tabelle 10:** *Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfungen nach DIN EN 14212 (Komponente SO<sub>2</sub>) für Gerät 188*

Messgerät: airpointer		Seriennummer: Gerät 1 (188)				
Messkomponente: SO <sub>2</sub>		1h-Grenzwert: 132		nmol/mol		
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,100	u <sub>r,z</sub>	0,01	0,0001
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	0,500	u <sub>r,l,v</sub>	nicht berücksichtigt, da u <sub>r,l,v</sub> = 0,05 < u <sub>r,f</sub>	-
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,100	u <sub>i,l,v</sub>	0,08	0,0058
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/kPa	0,020	u <sub>gp</sub>	0,41	0,1713
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,037	u <sub>gt</sub>	0,28	0,0790
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,110	u <sub>st</sub>	0,84	0,7028
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,020	u <sub>v</sub>	0,20	0,0413
8a	Störkomponente H <sub>2</sub> O mit 21 mmol/mol	≤ 10 nmol/mol	-1,944	u <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	1,31	1,7218
8b	Störkomponente H <sub>2</sub> S mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,404	oder u <sub>int,pos</sub>	1,51	2,2950
8c	Störkomponente NH <sub>3</sub> mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,805			
8d	Störkomponente NO mit 500 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,405			
8e	Störkomponente NO <sub>2</sub> mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,506			
8f	Störkomponente m-Xylol mit 1 µmol/mol	≤ 10 nmol/mol	0,505	u <sub>int,neg</sub>		
9	Mittlungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	-4,800	u <sub>av</sub>	-3,66	13,3816
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	4,870	u <sub>r,f</sub>	6,43	41,3243
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 5,0 nmol/mol	0,420	u <sub>d,l,z</sub>	0,24	0,0588
12	Langzeitdrift beim 1h-Grenzwert	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	0,880	u <sub>d,l,v</sub>	0,67	0,4498
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,020	u <sub>Dsc</sub>	0,02	0,0002
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	u <sub>cg</sub>	1,32	1,7424
Kombinierte Standardunsicherheit				u <sub>c</sub>	7,8724	nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U <sub>c</sub>	15,7447	nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				U <sub>c,rel</sub>	<b>11,93</b>	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				U <sub>req,rel</sub>	15	%

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessereinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 71 von 910

**Tabelle 11:** *Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung nach DIN EN 14212 (Komponente SO<sub>2</sub>) für Gerät 208*

Messgerät:	airpointer	Seriennummer:		Gerät 2 (208)				
Messkomponente:	SO2	1h-Grenzwert:		132		nmol/mol		
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit		
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,100	U <sub>r,z</sub>	0,01	0,0001		
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	0,400	U <sub>r,lv</sub>	0,04	0,0019		
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	-0,700	U <sub>l,lv</sub>	-0,53	0,2846		
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/kPa	0,010	U <sub>gp</sub>	0,21	0,0446		
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,008	U <sub>gt</sub>	0,06	0,0037		
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,100	U <sub>st</sub>	0,76	0,5808		
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,010	U <sub>v</sub>	0,10	0,0103		
8a	Störkomponente H2O mit 21 nmol/mol	≤ 10 nmol/mol	-1,487	U <sub>H2O</sub>	1,00	1,0074		
8b	Störkomponente H2S mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,201	U <sub>int,pos</sub> oder U <sub>int,neg</sub>	1,80	3,2570		
8c	Störkomponente NH3 mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	1,107					
8d	Störkomponente NO mit 500 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,406					
8e	Störkomponente NO2 mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,405					
8f	Störkomponente m-Xylol mit 1 µmol/mol	≤ 10 nmol/mol	1,007					
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	-3,400	U <sub>av</sub>	-2,59	6,7140		
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,040	U <sub>Dsc</sub>	0,03	0,0009		
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	0	1,32	1,7424		
				Kombinierte Standardunsicherheit		u <sub>c</sub>	3,6943	nmol/mol
				Erweiterte Unsicherheit		U <sub>c</sub>	7,3886	nmol/mol
				Relative erweiterte Unsicherheit		U <sub>c,rel</sub>	5,60	%
				Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit		U <sub>req,rel</sub>	15	%

**Tabelle 12:** *Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfungen nach DIN EN 14212 (Komponente SO<sub>2</sub>) für Gerät 208*

Messgerät:		airpointer		Seriennummer:		Gerät 2 (208)	
Messkomponente:		SO2		1h-Grenzwert:		132 nmol/mol	
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,100	u <sub>r,z</sub>	0,01	0,0001	
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	0,400	u <sub>r,l,v</sub>	nicht berücksichtigt, da u <sub>r,l,v</sub> = 0,04 < u <sub>r,f</sub>	-	
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	-0,700	u <sub>l,v</sub>	-0,53	0,2846	
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/kPa	0,010	u <sub>gp</sub>	0,21	0,0446	
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,008	u <sub>gt</sub>	0,06	0,0037	
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,100	u <sub>st</sub>	0,76	0,5808	
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,010	u <sub>v</sub>	0,10	0,0103	
8a	Störkomponente H2O mit 21 mmol/mol	≤ 10 nmol/mol	-1,487	u <sub>H2O</sub>	1,00	1,0074	
8b	Störkomponente H2S mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,201	u <sub>int,pos</sub>  oder  u <sub>int,neg</sub>	1,80	3,2570	
8c	Störkomponente NH3 mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	1,107				
8d	Störkomponente NO mit 500 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,406				
8e	Störkomponente NO2 mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,405				
8f	Störkomponente m-Xylol mit 1 µmol/mol	≤ 10 nmol/mol	1,007				
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	-3,400	u <sub>av</sub>	-2,59	6,7140	
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	4,870	u <sub>r,f</sub>	6,43	41,3243	
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 5,0 nmol/mol	0,570	u <sub>d,l,z</sub>	0,33	0,1083	
12	Langzeitdrift beim 1h-Grenzwert	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	1,370	u <sub>d,l,v</sub>	1,04	1,0901	
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,040	u <sub>Dsc</sub>	0,03	0,0009	
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	0	1,32	1,7424	
				Kombinierte Standardunsicherheit		u <sub>c</sub>	7,4946 nmol/mol
				Erweiterte Unsicherheit		U <sub>c</sub>	14,9891 nmol/mol
				Relative erweiterte Unsicherheit		U <sub>c,rel</sub>	11,36 %
				Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit		U <sub>req,rel</sub>	15 %

## 6.4 Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse und Eignungsanerkennung nach DIN EN 14625 für die Komponente O<sub>3</sub>

*Die Eignungsanerkennung des Messgerätes besteht aus folgenden Schritten:*

- 1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle 1 angegebene Kriterium erfüllen (siehe 8.2 in DIN EN 14625).*
- 2) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Laborprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das in der Richtlinie 2002/3/EG angegebene Kriterium. Dieses Kriterium ist die maximal zulässige Unsicherheit von Einzelmessungen für kontinuierliche Messungen beim 1-Stunden-Mittelwert der Alarmschwelle. Die relevanten spezifischen Leistungskenngrößen und das Berechnungsverfahren sind im Anhang G der DIN EN 14625 angegeben.*
- 3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle 1 angegebene Kriterium erfüllen (siehe 8.2 in DIN EN 14625).*
- 4) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Labor- und Feldprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das in der Richtlinie 2002/3/EG angegebene Kriterium. Dieses Kriterium ist die maximal zulässige Unsicherheit von Einzelmessungen für kontinuierliche Messungen beim 1-Stunden-Mittelwert der Alarmschwelle. Die relevanten spezifischen Leistungskenngrößen und das Berechnungsverfahren sind im Anhang G der DIN EN 14625 angegeben.*

### Prüfvorschriften

Berechnung nach Anhang G der DIN EN 14625

### Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde nach DIN EN 14625 durchgeführt. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang D aufgeführt. Am Ende der Prüfung wurden die nötigen Unsicherheiten mit den während der Prüfung erhaltenen Werten ausgerechnet.

### Auswertung

- Zu 1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngrößen erfüllt das in Tabelle 1 der DIN EN 14625 angegebene Kriterium.
- Zu 2) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Laborprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das geforderte Kriterium.
- Zu 3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Kenngröße erfüllt das in Tabelle 1 der DIN EN 14625 angegebene Kriterium.
- Zu 4) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Labor- und Feldprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das geforderte Kriterium.

## **Bewertung**

Die Mindestanforderungen werden eingehalten. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang D aufgeführt.

Mindestanforderungen erfüllt? Ja

## **Umfassende Darstellung**

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang D aufgeführt.

Die Ergebnisse zu den Punkten 1 und 3 sind in Tabelle 13 zusammengefasst.

Die Ergebnisse zu Punkt 2 sind in Tabelle 14 und Tabelle 16 zu finden.

Die Ergebnisse zu Punkt 4 sind in Tabelle 15 und Tabelle 17 zu finden.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 75 von 910

*Tabelle 13: Leistungsanforderungen nach DIN EN 14625 für die Komponente O<sub>3</sub>*

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	ein- gehal- ten	An- hang/ Seite
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei null	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol}$	S <sub>r</sub> Gerät 188: 0,1 ppb S <sub>r</sub> Gerät 208: 0,1 ppb	Ja	D 372
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei der Konzentration ct	$\leq 3,0 \text{ nmol/mol}$	S <sub>r</sub> Gerät 188: 1,0 ppb S <sub>r</sub> Gerät 208: 0,9 ppb	Ja	D 372
8.4.6 „lack of fit“ (Abweichung von der linearen Regression)	Größte Abweichung von der linearen Regressionsfunktion bei Konzentration größer als null $\leq 4$ % des Messwertes  Abweichung bei null $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$	X <sub>i,z</sub> Gerät 188: NP 0,1 ppb X <sub>i</sub> Gerät 188: RP 0,5 % X <sub>i,z</sub> Gerät 208: NP 0,1 ppb X <sub>i</sub> Gerät 208: RP 1,4 %	Ja	D 375
8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes	$\leq 2,0 \text{ nmol/mol/kPa}$	b <sub>gp</sub> Gerät 188: 0,01 b <sub>gp</sub> Gerät 208: 0,01	Ja	D 381
8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengas-temperatur	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol/K}$	b <sub>gt</sub> Gerät 188: 0,022 ppb b <sub>gt</sub> Gerät 208: 0,004 ppb	Ja	D 383
8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungs-temperatur	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol/K}$	b <sub>st</sub> Gerät 188: 0,11 ppb b <sub>st</sub> Gerät 208: 0,09 ppb	Ja	D 385
8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol/V}$	b <sub>v</sub> Gerät 188: NP 0,02 ppb b <sub>v</sub> Gerät 208: RP 0,05 ppb	Ja	D 389
8.4.11 Störkomponenten bei null und der Konzentration ct	H <sub>2</sub> O $\leq 10 \text{ nmol/mol}$ Toluol $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$ Xylol $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$	H <sub>2</sub> O Gerät 188: NP 0,1 ppb / RP 1,0 ppb Gerät 208: NP 0,2 ppb / RP 0,4 ppb Toluol Gerät 188: NP 0,1 ppb / RP 1,5 ppb Gerät 208: NP 0,1 ppb / RP 1,3 ppb Xylol Gerät 188: NP 0,2 ppb / RP 0,4 ppb Gerät 208: NP 0,1 ppb / RP 1,0 ppb	Ja	D 391
8.4.12 Mittelungseinfluss	$\leq 7,0$ % des Messwertes	X <sub>av</sub> Gerät 188: 0,8 % X <sub>av</sub> Gerät 208: 2,5 %	Ja	D 394
8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang	$\leq 1,0$ %	D <sub>SC</sub> Gerät 188: 0,02 D <sub>SC</sub> Gerät 208: 0,01	Ja	D 397



Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	ein- gehal- ten	An- hang/ Seite
8.4.3 Einstellzeit (Anstieg)	$\leq 180$ s	$t_r$ Gerät 188: max. 43 s $t_r$ Gerät 208: max. 43 s	Ja	D 366
8.4.3 Einstellzeit (Abfall)	$\leq 180$ s	$t_f$ Gerät 188: max. 40 s $t_f$ Gerät 208: max. 41 s	Ja	D 366
8.4.3 Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit	$\leq 10$ % relative Differenz oder 10 s, je nachdem, welcher Wert größer ist	$t_d$ Gerät 188: 8,3 % oder 5 s $t_d$ Gerät 208: 3,8 % oder 5 s	Ja	D 366
8.5.6 Kontrollintervall	3 Monate oder weniger, falls der Hersteller eine kürzere Zeitspanne angibt, aber nicht weniger als 2 Wochen	Gerät 188: 4 Wochen Gerät 208: 4 Wochen	Ja	D 406
8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes	$> 90$ %	$A_a$ Gerät 188: 96 % $A_a$ Gerät 208: 96 %	Ja	D 407
8.5.5 Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen	$\leq 5,0$ % des Mittels über einen Zeitraum von drei Monaten	$S_{r,f}$ Gerät 188: 3,27 % $S_{r,f}$ Gerät 208: 3,27 %	Ja	D 404
8.5.4 Langzeitdrift bei null	$\leq 5,0$ nmol/mol	$D_{l,z}$ Gerät 188: 0,43 ppb $D_{l,z}$ Gerät 208: -0,57 ppb	Ja	D 401
8.5.4 Langzeitdrift beim Spanni- veau	$\leq 5,0$ % des Maximums des Zertifizierungsbereiches	$D_{l,s}$ Gerät 188: max. 1,53 % $D_{l,s}$ Gerät 208: max. 1,75 %	Ja	D 401
8.4.4 Kurzzeitdrift bei null	$\leq 2,0$ nmol/mol über 12 h	$D_{s,z}$ Gerät 188: 0,0 ppb $D_{s,z}$ Gerät 208: 0,0 ppb	Ja	D 369
8.4.4 Kurzzeitdrift beim Spanni- veau	$\leq 6,0$ nmol/mol über 12 h	$D_{s,s}$ Gerät 188: -0,5 ppb $D_{s,s}$ Gerät 208: -0,9 ppb	ja	D 369

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessereinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 77 von 910

**Tabelle 14:** *Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung nach DIN EN 14625 (Komponente O<sub>3</sub>) für Gerät 188*

Messgerät:		Airpointer		Seriennummer:		Gerät 1 (188)	
Messkomponente:		O3		1h-Grenzwert Alarmschwelle:		120 nmol/mol	
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	1,0 nmol/mol	0,100	u <sub>r,z</sub>	0,01	0,0001	
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	3,0 nmol/mol	1,000	u <sub>r,l,v</sub>	0,11	0,0115	
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	4,0% des Messwertes	0,500	u <sub>l,l,v</sub>	0,35	0,1200	
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	2,0 nmol/mol/kPa	0,010	u <sub>gp</sub>	0,11	0,0131	
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	1,0 nmol/mol/K	0,022	u <sub>gt</sub>	0,23	0,0523	
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	1,0 nmol/mol/K	0,110	u <sub>st</sub>	0,38	0,1452	
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	0,30 nmol/mol/V	0,020	u <sub>v</sub>	0,24	0,0588	
8a	Störkomponente H20 mit 21 mmol/mol	10 nmol/mol	0,447	u <sub>H2O</sub>	0,30	0,0912	
8b	Störkomponente Toluol mit 0,5 µmol/mol	5,0 nmol/mol	1,470	u <sub>int,pos</sub> oder u <sub>int,neg</sub>	1,08	1,1652	
8c	Störkomponente Xylol mit 0,5 µmol/mol	5,0 nmol/mol	0,399				
9	Mittelungsfehler	7,0% des Messwertes	0,800	u <sub>av</sub>	0,55	0,3072	
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	1,0%	0,020	u <sub>Dsc</sub>	0,01	0,0002	
23	Unsicherheit Prüfgas	3,0%	2,000	ucg	1,20	1,4400	
		Kombinierte Standardunsicherheit		u <sub>c</sub>		1,8452 nmol/mol	
		Erweiterte Unsicherheit		U <sub>c</sub>		3,6904 nmol/mol	
		Relative erweiterte Unsicherheit		U <sub>c,rel</sub>		3,08 %	
		Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit		U <sub>req,rel</sub>		15 %	

**Tabelle 15**      **Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfungen nach DIN EN 14625 (Komponente O<sub>3</sub>) für Gerät 188**

Messgerät: Airpointer		Seriennummer: Gerät 1 (188)				
Messkomponente: O <sub>3</sub>		1h-Grenzwert Alarmschwelle: 120 nmol/mol				
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	1,0 nmol/mol	0,100	u <sub>r,z</sub>	0,01	0,0001
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	3,0 nmol/mol	1,000	u <sub>r,l,v</sub>	nicht berücksichtigt, da u <sub>r,l,v</sub> = 0,1 < u <sub>r,f</sub>	-
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	4,0% des Messwertes	0,500	u <sub>l,l,v</sub>	0,35	0,1200
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	2,0 nmol/mol/kPa	0,010	u <sub>gp</sub>	0,11	0,0131
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	1,0 nmol/mol/K	0,022	u <sub>gt</sub>	0,23	0,0523
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	1,0 nmol/mol/K	0,110	u <sub>gt</sub>	0,38	0,1452
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	0,30 nmol/mol/V	0,020	u <sub>v</sub>	0,24	0,0588
8a	Störkomponente H <sub>2</sub> O mit 21 mmol/mol	10 nmol/mol	0,447	u <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	0,30	0,0912
8b	Störkomponente Toluol mit 0,5 µmol/mol	5,0 nmol/mol	1,470	u <sub>int,pos</sub> oder u <sub>int,neg</sub>	1,08	1,1652
8c	Störkomponente Xylol mit 0,5 µmol/mol	5,0 nmol/mol	0,399			
9	Mittelungsfehler	7,0% des Messwertes	0,800	u <sub>av</sub>	0,55	0,3072
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	5,0% des Mittels über 3 Mon.	3,270	u <sub>r,f</sub>	3,92	15,3978
11	Langzeitdrift bei Null	5,0 nmol/mol	0,430	u <sub>d,l,z</sub>	0,25	0,0616
12	Langzeitdrift beim 1h-Grenzwert	5,0% des Max. des Zert.bereichs	1,530	u <sub>d,l,v</sub>	1,06	1,1236
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	1,0%	0,020	u <sub>disc</sub>	0,01	0,0002
23	Unsicherheit Prüfgas	3,0%	2,000	u <sub>cg</sub>	1,20	1,4400
Kombinierte Standardunsicherheit				u <sub>c</sub>		4,4695 nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U <sub>c</sub>		8,9390 nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				U <sub>c,rel</sub>		7,45 %
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				U <sub>req,rel</sub>		15 %

**Tabelle 16:** *Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung nach DIN EN 14625 (Komponente O<sub>3</sub>) für Gerät 208*

Messgerät:		Airpointer		Seriennummer:		Gerät 2 (208)	
Messkomponente:		O3		1h-Grenzwert Alarmschwelle:		120 nmol/mol	
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	1,0 nmol/mol	0,100	u <sub>r,z</sub>	0,01	0,0001	
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	3,0 nmol/mol	0,900	u <sub>r,lv</sub>	0,10	0,0095	
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	4,0% des Messwertes	1,400	u <sub>l,lv</sub>	0,97	0,9408	
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	2,0 nmol/mol/kPa	0,010	u <sub>gp</sub>	0,11	0,0130	
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	1,0 nmol/mol/K	0,004	u <sub>gt</sub>	0,04	0,0017	
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	1,0 nmol/mol/K	0,090	u <sub>st</sub>	0,31	0,0972	
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	0,30 nmol/mol/V	0,050	u <sub>v</sub>	0,61	0,3675	
8a	Störkomponente H20 mit 21 mmol/mol	10 nmol/mol	1,122	u <sub>H2O</sub>	0,76	0,5738	
8b	Störkomponente Toluol mit 0,5 µmol/mol	5,0 nmol/mol	1,285	u <sub>int,pos</sub> oder u <sub>int, neg</sub>	1,32	1,7294	
8c	Störkomponente Xylol mit 0,5 µmol/mol	5,0 nmol/mol	0,993				
9	Mittelungsfehler	7,0% des Messwertes	2,500	u <sub>av</sub>	1,73	3,0000	
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	1,0%	0,010	u <sub>Dsc</sub>	0,01	0,0000	
23	Unsicherheit Prüfgas	3,0%	2,000	0	1,20	1,4400	
		Kombinierte Standardunsicherheit		u <sub>c</sub>		2,8589	nmol/mol
		Erweiterte Unsicherheit		U <sub>c</sub>		5,7177	nmol/mol
		Relative erweiterte Unsicherheit		U <sub>c,rel</sub>		4,76	%
		Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit		U <sub>req,rel</sub>		15	%

**Tabelle 17**      **Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfungen nach DIN EN 14625 (Komponente O<sub>3</sub>) für Gerät 208**

Messgerät:	Airpointer	Seriennummer:	Gerät 2 (208)			
Messkomponente:	O3	1h-Grenzwert Alarmschwelle:	120	nmol/mol		
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	1,0 nmol/mol	0,100	u <sub>r,z</sub>	0,01	0,0001
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	3,0 nmol/mol	0,900	u <sub>r,l,v</sub>	nicht berücksichtigt, da u <sub>r,l,v</sub> = 0,09 < u <sub>r,f</sub>	-
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	4,0% des Messwertes	1,400	u <sub>l,l,v</sub>	0,97	0,9408
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	2,0 nmol/mol/kPa	0,010	u <sub>gp</sub>	0,11	0,0130
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	1,0 nmol/mol/K	0,004	u <sub>gt</sub>	0,04	0,0017
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	1,0 nmol/mol/K	0,090	u <sub>st</sub>	0,31	0,0972
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	0,30 nmol/mol/V	0,050	u <sub>v</sub>	0,61	0,3675
8a	Störkomponente H2O mit 21 mmol/mol	10 nmol/mol	1,122	u <sub>H2O</sub>	0,76	0,5738
8b	Störkomponente Toluol mit 0,5 µmol/mol	5,0 nmol/mol	1,285	u <sub>int,pos</sub> oder u <sub>int, neg</sub>	1,32	1,7294
8c	Störkomponente Xylol mit 0,5 µmol/mol	5,0 nmol/mol	0,993			
9	Mittelungsfehler	7,0% des Messwertes	2,500	u <sub>av</sub>	1,73	3,0000
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	5,0% des Mittels über 3 Mon.	3,270	u <sub>r,f</sub>	3,92	15,3978
11	Langzeitdrift bei Null	5,0 nmol/mol	-0,570	u <sub>d,l,z</sub>	-0,33	0,1083
12	Langzeitdrift beim 1h-Grenzwert	5,0% des Max. des Zert.bereichs	1,750	u <sub>d,l,v</sub>	1,21	1,4700
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	1,0%	0,010	u <sub>Dec</sub>	0,01	0,0000
23	Unsicherheit Prüfgas	3,0%	2,000	0	1,20	1,4400
		Kombinierte Standardunsicherheit		u <sub>c</sub>	5,0139	nmol/mol
		Erweiterte Unsicherheit		U <sub>c</sub>	10,0279	nmol/mol
		Relative erweiterte Unsicherheit		U <sub>c,rel</sub>	8,36	%
		Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit		U <sub>req,rel</sub>	15	%

## **6.5 Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse und Eignungsanerkennung nach DIN EN 14626 für die Komponente CO**

*Die Eignungsanerkennung des Messgerätes besteht aus folgenden Schritten:*

- 1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle 1 angegebene Kriterium erfüllen (siehe 8.2 in DIN EN 14626).*
- 2) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Laborprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das in der Richtlinie 2002/3/EG angegebene Kriterium. Dieses Kriterium ist die maximal zulässige Unsicherheit von Einzelmessungen für kontinuierliche Messungen beim 8-Stunden-Grenzwert. Die relevanten spezifischen Leistungskenngrößen und das Berechnungsverfahren sind im Anhang G der DIN EN 14626 angegeben.*
- 3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle 1 angegebene Kriterium erfüllen (siehe 8.2 in DIN EN 14626).*
- 4) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Labor- und Feldprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das in der Richtlinie 2002/3/EG angegebene Kriterium. Dieses Kriterium ist die maximal zulässige Unsicherheit von Einzelmessungen für kontinuierliche Messungen beim 8-Stunden-Grenzwert. Die relevanten spezifischen Leistungskenngrößen und das Berechnungsverfahren sind im Anhang G der DIN EN 14626 angegeben.*

### **Prüfvorschriften**

Berechnung nach Anhang G der DIN EN 14626

### **Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde nach DIN EN 14626 durchgeführt. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang E aufgeführt. Am Ende der Prüfung wurden die nötigen Unsicherheiten mit den während der Prüfung erhaltenen Werten ausgerechnet.

### **Auswertung**

- Zu 1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngrößen erfüllt das in Tabelle 1 der DIN EN 14626 angegebene Kriterium.
- Zu 2) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Laborprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das geforderte Kriterium.
- Zu 3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Kenngröße erfüllt das in Tabelle 1 der DIN EN 14626 angegebene Kriterium.
- Zu 4) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Labor- und Feldprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das geforderte Kriterium.

## **Bewertung**

Die Mindestanforderungen werden eingehalten. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang E aufgeführt.

Mindestanforderungen erfüllt? Ja

## **Umfassende Darstellung**

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang E aufgeführt.

Die Ergebnisse zu den Punkten 1 und 3 sind in Tabelle 18 zusammengefasst.

Die Ergebnisse zu Punkt 2 sind in Tabelle 19 und Tabelle 21 zu finden.

Die Ergebnisse zu Punkt 4 sind in Tabelle 20 und Tabelle 22 zu finden.



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 83 von 910

*Tabelle 18: Leistungsanforderungen nach DIN EN 14626 für die Komponente CO*

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	eingehalten	Anhang/Seite
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei Null	$\leq 1,0 \mu\text{mol/mol}$	S <sub>r</sub> Gerät 188: 0,0 ppm S <sub>r</sub> Gerät 208: 0,1 ppm	Ja	E 429
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei der Konzentration c <sub>t</sub>	$\leq 3,0 \mu\text{mol/mol}$	S <sub>r</sub> Gerät 188: 0,1 ppm S <sub>r</sub> Gerät 208: 0,1 ppm	Ja	E 429
8.4.6 „lack of fit“ (Abweichung von der linearen Regression)	Größte Abweichung von der linearen Regressionsfunktion bei Konzentration größer als Null $\leq 4 \%$ des Messwertes  Abweichung bei Null $\leq 0,2 \mu\text{mol/mol}$	X <sub>i,z</sub> Gerät 188: NP 0,09 ppm X <sub>i</sub> Gerät 188: RP 0,4 % X <sub>i,z</sub> Gerät 208: NP -0,02 ppm X <sub>i</sub> Gerät 208: RP 0,4 %	Ja	E 431
8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes	$\leq 0,70 \mu\text{mol/mol/kPa}$	b <sub>gp</sub> Gerät 188: 0,01 ppk/kPa b <sub>gp</sub> Gerät 208: 0,01 ppm/kPa	Ja	E 437
8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengas-temperatur	$\leq 0,30 \mu\text{mol/mol/K}$	b <sub>gt</sub> Gerät 188: 0,003 ppm/K b <sub>gt</sub> Gerät 208: 0,000 ppm/K	Ja	E 439
8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungs-temperatur	$\leq 0,30 \mu\text{mol/mol/K}$	b <sub>st</sub> Gerät 188: 0,01 ppm/K b <sub>st</sub> Gerät 208: 0,01 ppm/K	Ja	E 441
8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	$\leq 0,30 \mu\text{mol/mol/V}$	b <sub>v</sub> Gerät 188: 0,00 ppm/V b <sub>v</sub> Gerät 208: 0,01 ppm/V	Ja	E 445
8.4.11 Störkomponenten bei Null und der Konzentration c <sub>t</sub>	H <sub>2</sub> O $\leq 1,0 \mu\text{mol/mol}$ CO <sub>2</sub> $\leq 0,5 \mu\text{mol/mol}$ NO $\leq 0,5 \mu\text{mol/mol}$ N <sub>2</sub> O $\leq 0,5 \mu\text{mol/mol}$	H <sub>2</sub> O Gerät 188: NP 0,02 ppm / RP 0,03 ppm Gerät 208: NP 0,02 ppm / RP 0,03 ppm CO <sub>2</sub> Gerät 188: NP -0,01 ppm / RP -0,01 ppm Gerät 208: NP -0,01 ppm / RP 0,01 ppm NO Gerät 188: NP 0,00 ppm / RP 0,04 ppm Gerät 208: NP 0,01 ppm / RP 0,03 ppm N <sub>2</sub> O Gerät 188: NP 0,02 ppm / RP -0,01 ppm Gerät 208: NP 0,03 ppm / RP 0,03 ppm	ja	E 447

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	eingehalten	Anhang/Seite
8.4.12 Mittelungseinfluss	$\leq 7,0 \%$ des Messwertes	X <sub>av</sub> Gerät 188: -2,3 % X <sub>av</sub> Gerät 208: 0,6 %	Ja	E 451
8.4.13 Differenz Proben /Kalibriereingang	$\leq 1,0 \%$	D <sub>SC</sub> Gerät 188: -0,12 D <sub>SC</sub> Gerät 208: -0,05	Ja	E 454
8.4.3 Einstellzeit (Anstieg)	$\leq 180$ s	t <sub>r</sub> Gerät 188: max. 92 s t <sub>r</sub> Gerät 208: max. 93 s	Ja	E 422
8.4.3 Einstellzeit (Abfall)	$\leq 180$ s	t <sub>f</sub> Gerät 188: max. 89 s t <sub>f</sub> Gerät 208: max. 89 s	Ja	E 422
8.4.3 Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit	$\leq 10 \%$ relative Differenz oder 10 s, je nachdem, welcher Wert größer ist	t <sub>d</sub> Gerät 188: 1,39 % oder 4 s t <sub>d</sub> Gerät 208: 3,31 % oder 5 s	Ja	E 422
8.5.6 Kontrollintervall	3 Monate oder weniger, falls der Hersteller eine kürzere Zeitspanne angibt, aber nicht weniger als 2 Wochen	Gerät 188: 4 Wochen Gerät 208: 4 Wochen	Ja	E 463
8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes	$> 90 \%$	A <sub>a</sub> Gerät 188: 96 % A <sub>a</sub> Gerät 208: 96 %	Ja	E 464
8.5.5 Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen	$\leq 5,0 \%$ des Mittels über einen Zeitraum von drei Monaten	S <sub>r,f</sub> Gerät 188: 4,80% S <sub>r,f</sub> Gerät 208: 4,80 %	Ja	E 461
8.5.4 Langzeitdrift bei Null	$\leq 0,50 \mu\text{mol/mol}$	D <sub>l,z</sub> Gerät 188: 0,25 ppm D <sub>l,z</sub> Gerät 208: 0,39 ppm	Ja	E 458
8.5.4 Langzeitdrift beim Spanni-veau	$\leq 5,0 \%$ des Maximums des Zertifizierungsbereiches	D <sub>l,s</sub> Gerät 188: max. 1,21 % D <sub>l,s</sub> Gerät 208: max. 1,27 %	Ja	E 458
8.4.4 Kurzzeitdrift bei Null	$\leq 0,20 \mu\text{mol/mol}$ über 12 h	D <sub>s,z</sub> Gerät 188: 0,0 ppm D <sub>s,z</sub> Gerät 208: 0,0 ppm	Ja	E 426
8.4.4 Kurzzeitdrift beim Spanni-veau	$\leq 0,60 \mu\text{mol/mol}$ über 12 h	D <sub>s,s</sub> Gerät 188: 0,0 ppm D <sub>s,s</sub> Gerät 208: 0,1 ppm	Ja	E 426

**Tabelle 19:** *Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung nach DIN EN 14626 (Komponente CO) für Gerät 188*

Messgerät: airpointer		Seriennummer: Gerät 1 (188)				
Messkomponente: CO		1h-Grenzwert: 8,62		µmol/mol		
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 µmol/mol	0,000	u <sub>r,z</sub>	0,00	0,0000
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 µmol/mol	0,100	u <sub>r,l,v</sub>	0,02	0,0003
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,400	u <sub>l,l,v</sub>	0,02	0,0004
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 0,7 µmol/mol/kPa	0,010	u <sub>gp</sub>	0,01	0,0002
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/K	0,003	u <sub>gt</sub>	0,01	0,0000
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/K	0,010	u <sub>st</sub>	0,02	0,0005
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/V	0,000	u <sub>v</sub>	0,00	0,0000
8a	Störkomponente H <sub>2</sub> O mit 21 mmol/mol	≤ 1,0 µmol/mol	0,033	u <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	0,02	0,0005
8b	Störkomponente CO <sub>2</sub> mit 500 µmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	-0,010	u <sub>int,pos</sub> oder u <sub>int,neg</sub>	0,02	0,0005
8c	Störkomponente NO mit 1 µmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	0,038			
8d	Störkomponente N <sub>2</sub> O mit 50 nmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	-0,009			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	-2,300	u <sub>av</sub>	-0,11	0,0131
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	-0,120	u <sub>Dsc</sub>	-0,01	0,0000
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	u <sub>cg</sub>	0,09	0,0074
Kombinierte Standardunsicherheit				u <sub>c</sub>	0,1515	µmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U <sub>c</sub>	0,3030	µmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				U <sub>c,rel</sub>	3,52	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				U <sub>req,rel</sub>	15	%

**Tabelle 20:** *Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfungen nach DIN EN 14626 (Komponente CO) für Gerät 188*

Messgerät:	airpointer	Seriennummer:	Gerät 1 (188)			
Messkomponente:	CO	1h-Grenzwert:	8,62 µmol/mol			
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 µmol/mol	0,000	u <sub>r,z</sub>	0,00	0,0000
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 µmol/mol	0,100	u <sub>r,lv</sub>	nicht berücksichtigt, da u <sub>r,lv</sub> = 0,01 < u <sub>r,f</sub>	-
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,400	u <sub>i,lv</sub>	0,02	0,0004
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 0,7 µmol/mol/kPa	0,010	u <sub>gp</sub>	0,01	0,0002
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/K	0,003	u <sub>gt</sub>	0,01	0,0000
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/K	0,010	u <sub>st</sub>	0,02	0,0005
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/V	0,000	u <sub>v</sub>	0,00	0,0000
8a	Störkomponente H2O mit 21 mmol/mol	≤ 1,0 µmol/mol	0,033	u <sub>H2O</sub>	0,02	0,0005
8b	Störkomponente CO2 mit 500 µmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	-0,010	u <sub>int,pos</sub>	0,02	0,0005
8c	Störkomponente NO mit 1 µmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	0,038	oder		
8d	Störkomponente N2O mit 50 nmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	-0,009	u <sub>int,neg</sub>		
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	-2,300	u <sub>av</sub>	-0,11	0,0131
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	4,800	u <sub>r,f</sub>	0,41	0,1712
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 0,5 µmol/mol	0,250	u <sub>d,l,z</sub>	0,14	0,0208
12	Langzeitdrift beim 1h-Grenzwert	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	1,210	u <sub>d,l,lv</sub>	0,06	0,0036
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	-0,120	u <sub>Disc</sub>	-0,01	0,0000
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	ucg	0,09	0,0074
Kombinierte Standardunsicherheit				uc		0,4673 µmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				Uc		0,9346 µmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				Uc,rel		10,84 %
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				Ureq,rel		15 %

**Tabelle 21:** *Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung nach DIN EN 14626 (Komponente CO) für Gerät 208*

Messgerät:	airpointer	Seriennummer:	Gerät 2 (208)			
Messkomponente:	CO	1h-Grenzwert:	8,62                      µmol/mol			
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 µmol/mol	0,100	U <sub>r,z</sub>	0,02	0,0003
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 µmol/mol	0,100	U <sub>r,jv</sub>	0,02	0,0003
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,400	U <sub>l,jv</sub>	0,02	0,0004
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 0,7 µmol/mol/kPa	0,010	U <sub>gp</sub>	0,01	0,0002
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/K	0,000	U <sub>gt</sub>	0,00	0,0000
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/K	0,010	U <sub>st</sub>	0,02	0,0005
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/V	0,010	U <sub>v</sub>	0,03	0,0009
8a	Störkomponente H2O mit 21 mmol/mol	≤ 1,0 µmol/mol	0,033	U <sub>H2O</sub>	0,02	0,0005
8b	Störkomponente CO2 mit 500 µmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	0,014	U <sub>int,pos</sub> oder U <sub>int,neg</sub>	0,04	0,0018
8c	Störkomponente NO mit 1 µmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	0,029			
8d	Störkomponente N2O mit 50 nmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	0,030			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	0,600	U <sub>av</sub>	0,03	0,0009
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	-0,050	U <sub>Dsc</sub>	0,00	0,0000
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	0	0,09	0,0074
				Kombinierte Standardunsicherheit      U <sub>c</sub>		0,1147                      µmol/mol
				Erweiterte Unsicherheit                      U <sub>c</sub>		0,2293                      µmol/mol
				Relative erweiterte Unsicherheit              U <sub>c,rel</sub>		<b>2,66</b> %
				Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit      U <sub>req,rel</sub>		15                      %

**Tabelle 22:** *Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfungen nach DIN EN 14626 (Komponente CO) für Gerät 208*

Messgerät: airpointer		Seriennummer: Gerät 2 (208)				
Messkomponente: CO		1h-Grenzwert: 8,62		µmol/mol		
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 µmol/mol	0,100	u <sub>r,z</sub>	0,02	0,0003
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 µmol/mol	0,100	u <sub>r,l,v</sub>	nicht berücksichtigt, da u <sub>r,l,v</sub> = 0,01 < u <sub>r,f</sub>	-
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,400	u <sub>l,v</sub>	0,02	0,0004
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 0,7 µmol/mol/kPa	0,010	u <sub>gp</sub>	0,01	0,0002
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/K	0,000	u <sub>gt</sub>	0,00	0,0000
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/K	0,010	u <sub>st</sub>	0,02	0,0005
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/V	0,010	u <sub>v</sub>	0,03	0,0009
8a	Störkomponente H <sub>2</sub> O mit 21 mmol/mol	≤ 1,0 µmol/mol	0,033	u <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	0,02	0,0005
8b	Störkomponente CO <sub>2</sub> mit 500 µmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	0,014	u <sub>int,pos</sub>	0,04	0,0018
8c	Störkomponente NO mit 1 µmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	0,029	oder		
8d	Störkomponente N <sub>2</sub> O mit 50 nmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	0,030	u <sub>int,neg</sub>		
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	0,600	u <sub>av</sub>	0,03	0,0009
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	4,800	u <sub>r,f</sub>	0,41	0,1712
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 0,5 µmol/mol	0,390	u <sub>d,l,z</sub>	0,23	0,0507
12	Langzeitdrift beim 1h-Grenzwert	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	1,270	u <sub>d,l,v</sub>	0,06	0,0040
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	-0,050	u <sub>Dsc</sub>	0,00	0,0000
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	0	0,09	0,0074
Kombinierte Standardunsicherheit				u <sub>c</sub>		0,4887
Erweiterte Unsicherheit				U <sub>c</sub>		0,9773
Relative erweiterte Unsicherheit				U <sub>c,rel</sub>		11,34
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				U <sub>req,rel</sub>		15

## **7 Empfehlungen zum Praxiseinsatz**

Neben den üblichen Kalibrierarbeiten ist es wichtig regelmäßig den Zustand der geräteinternen Teflonfilter zu überprüfen, die bei zu starker Belegung zu einem Abfall des angesaugten Probennamevolumens führen kann. Die Dauer des Wechselintervalls der Filter, die das Verschmutzen der Geräte durch die angesaugte Umgebungsluft verhindern sollen, richtet sich ganz nach der Staubbelastung am Aufstellungsort.

Der airpointer sollte auf offensichtliche Defekte, wie z.B. lockere Stecker und Verbindungen, rissige oder verstopfte Schlauchverbindungen und ungewöhnlich starke Staub oder Schmutzansammlungen hin untersucht werden.

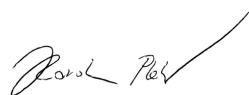
Im Übrigen sind die Anweisungen und der Wartungsplan des Herstellers zu beachten.

Immissionsschutz/Luftreinhaltung



---

Dipl.-Ing. Martin Schneider



---

Dipl.-Ing. Karsten Pletscher

Köln, 15.01.2009  
936/21209700/A



## 8 Literaturverzeichnis

- VDI 4202 Blatt 1: Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung; Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen, vom Juni 2002. Berlin: Beuth Verlag
- VDI 4203 Blatt 3: Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen; Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur Punktförmigen Messung von - und partikelförmigen Immissionen, vom August 2004. Berlin: Beuth Verlag
- VDI 2453 Blatt 2: 2002-10 Messen gasförmiger Immissionen; Messen der Stickstoffmonoxid- und Stickstoffdioxidkonzentration; Kalibrierung von NO/NO<sub>x</sub> Chemolumineszenz-Messgeräten mit Hilfe der Gasphasentitration. Berlin: Beuth Verlag
- VDI 2453 Blatt 1: 1990-10 Messen gasförmiger Immissionen; Messen der Stickstoffdioxidkonzentration; Manuelles photometrisches Basisverfahren (Saltzman). Berlin: Beuth Verlag
- VDI 2451 Blatt 3: Messen der Schwefeldioxid-Konzentration –Photometrisches Verfahren (TCM - Verfahren), 1996
- DIN ISO 13964: Bestimmung von Ozon in der Außenluft – UV-photometrisches Verfahren, vom Dezember 1999
- VDI 2468 Blatt 1: Messen der Ozon- und Peroxid-Konzentration – Manuelles photometrisches Verfahren Kaliumjodid-Methode, vom Mai 1978
- VDI 2459 Blatt 1: Messen gasförmiger Emissionen - Messen von Kohlenmonoxid-Konzentrationen mittels Flammionisationsdetektor nach Reduktion zu Methan, vom Dezember 2000. Berlin: Beuth Verlag
- VDI 3490 Blatt 7: Messen von Gasen; Prüfgase; Dynamische Herstellung durch periodische Injektion, vom Dezember 1980. Berlin: Beuth Verlag
- Richtlinie 96/62/EG des Rates vom 27. September 1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität ABl. L 208, S. 55
- Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft, ABl. L 163, S. 41
- DIN EN 14211 Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz, vom Juni 2005
- DIN EN 14212 Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Schwefeldioxid mit Ultraviolett-Fluoreszenz, vom Juni 2005
- DIN EN 14625 Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Ozon mit Ultraviolett-Photometrie, vom Juli 2005
- DIN EN 14626 Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Kohlenmonoxid mit nicht-dispersiver Infrarot-Photometrie, vom Juli 2005

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 91 von 910

## **9 Anlagen**

- Anhang A: Prüfpunkte und Auswertung nach VDI 4202 für die Komponenten NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO
- Anhang B: Prüfpunkte und Auswertung nach DIN EN 14211 für die Komponente NO
- Anhang C: Prüfpunkte und Auswertung nach DIN EN 14212 für die Komponente SO<sub>2</sub>
- Anhang D: Prüfpunkte und Auswertung nach DIN EN 14625 für die Komponente O<sub>3</sub>
- Anhang E: Prüfpunkte und Auswertung nach DIN EN 14626 für die Komponente CO

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

**Leerseite**

# Anhang A

## Prüfpunkte und Auswertung nach VDI 4202 für die Komponenten NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO

Zur besseren Übersichtlichkeit und Vergleichbarkeit mit den Mindestanforderungen orientiert sich die Nummerierung der Prüfpunkte im Anhang A an der Nummerierung der Bauart und Leistungsanforderungen der VDI 4202 Blatt 1.

#### **A 4.1.1 Messwertanzeige**

*Die Messeinrichtung muss eine Messwertanzeige besitzen.*

##### **Gerätetechnische Ausstattung**

Externer Rechner.

##### **Durchführung der Prüfung**

Die Ausstattungsmerkmale der Messeinrichtung wurden im Hinblick auf eine Messwertanzeige geprüft.

##### **Auswertung**

Die Messeinrichtung selbst besitzt keine Messwertanzeige. Die Messeinrichtung airpointer ist ein kompakter Mehrkomponenten Immissionsanalysator der auch an schwer zugänglichen Orten aufgestellt werden kann. Durch die Ausstattung der Messeinrichtung mit GPRS Modem kann die Messwertausgabe an jedem beliebigen, an das Internet angeschlossenen, PC erfolgen. Ausserdem kann ein PC via Cross Patch Kabel direkt angeschlossen werden. Außerdem werden alle Messdaten noch auf der internen Festplatte gesichert.

##### **Bewertung**

Die Datenauswertung der Messeinrichtung erfolgt ausschließlich über den Webbrowser eines mittels Cross Patch Kabel oder GPRS Modem angeschlossenen externen Rechners.

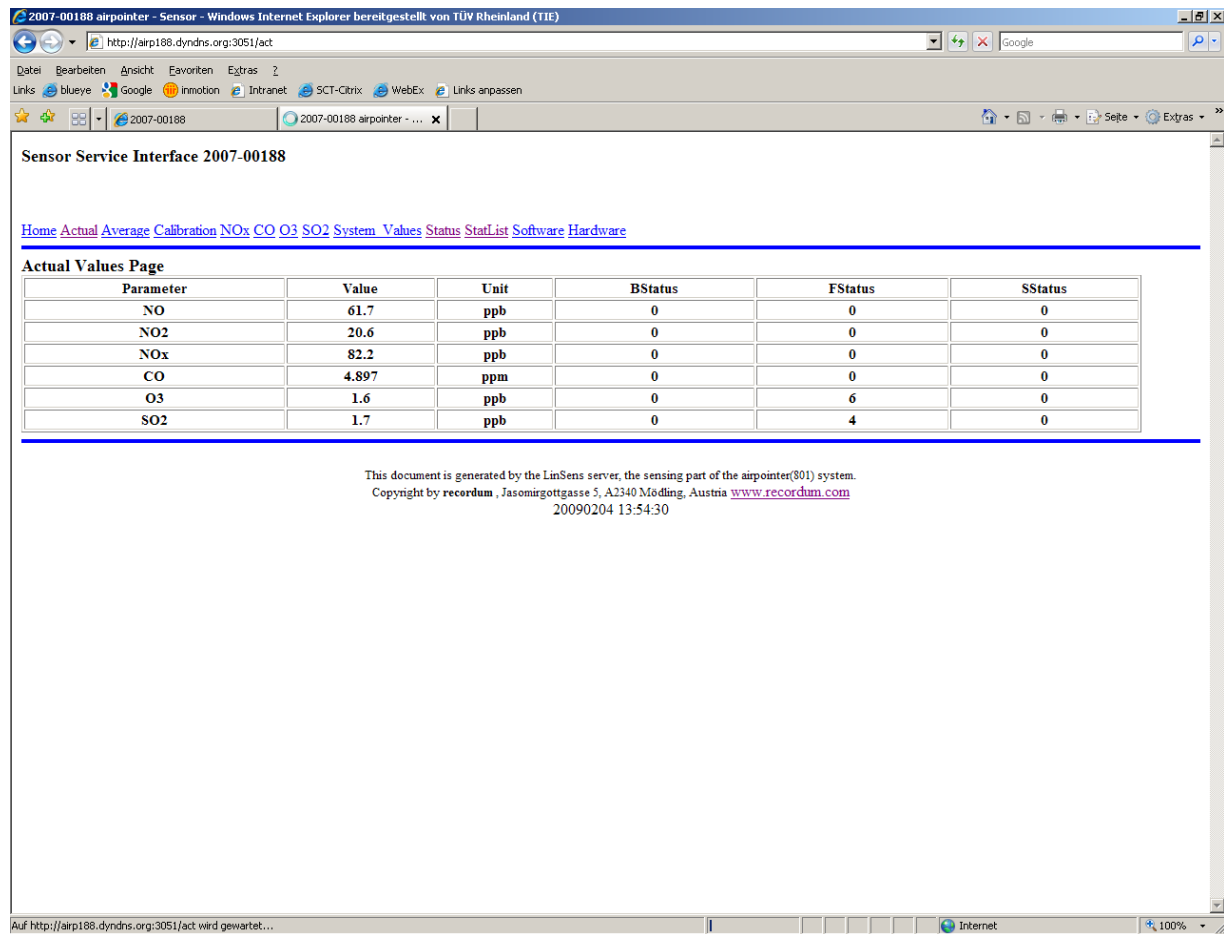
Mindestanforderung erfüllt? ja

##### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Abbildung 27 zeigt einen Screenshot mit aktuellen Messwerten.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 95 von 910



The screenshot shows a web browser window displaying the 'Sensor Service Interface 2007-00188'. The page has a navigation menu with links: Home, Actual, Average, Calibration, NOx, CO, O3, SO2, System, Values, Status, StaffList, Software, Hardware. The 'Actual Values Page' is active, displaying a table with the following data:

Parameter	Value	Unit	BStatus	FStatus	SStatus
NO	61.7	ppb	0	0	0
NO <sub>2</sub>	20.6	ppb	0	0	0
NO <sub>x</sub>	82.2	ppb	0	0	0
CO	4.897	ppm	0	0	0
O <sub>3</sub>	1.6	ppb	0	6	0
SO <sub>2</sub>	1.7	ppb	0	4	0

Below the table, a footer note states: 'This document is generated by the LinSens server, the sensing part of the airpointer(301) system. Copyright by recordum, Jasomirgasse 5, A3340 Mödling, Austria [www.recordum.com](http://www.recordum.com) 20090204 13:54:30'.

Abbildung 27: Screenshot der Seite mit aktuellen Messwerten

#### **A 4.1.2 Wartungsfreundlichkeit**

*Die notwendigen Wartungsarbeiten an der Messeinrichtung sollten ohne größeren Aufwand möglichst von außen durchführbar sein.*

##### **Gerätetechnische Ausstattung**

Übliches Werkzeug.

##### **Durchführung der Prüfung**

Die Wartungsarbeiten an der Messeinrichtung wurden nach den Anweisungen in Kapitel 10 im Handbuch durchgeführt. Zur Durchführung wurde nur übliches Werkzeug benutzt.

##### **Auswertung**

Die Wartung der Messeinrichtung kann problemlos mit üblichem Werkzeug durchgeführt werden. Alle während des Feldtests durchgeführten Wartungsarbeiten sowie die täglichen Prüfgasaufgaben wurden über die seitliche Wartungsklappe durchgeführt.

##### **Bewertung**

Die Wartung der Messeinrichtung ist ohne größeren Aufwand möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

##### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Abbildung 28 zeigt die seitliche Wartungsklappe des airpointer, über die die regelmäßigen Wartungsarbeiten durchgeführt werden können.



Abbildung 28: Wartungsklappe am airpointer



## **A 4.1.3 Funktionskontrolle**

*Soweit zum Betrieb oder zur Funktionskontrolle der Messeinrichtung spezielle Einrichtungen erforderlich sind, sind diese als zum Gerät gehörig zu betrachten und bei den entsprechenden Teilprüfungen einzusetzen und mit in die Bewertung aufzunehmen.*

*Zur Messeinrichtung gehörende Prüfgaserzeugungssysteme müssen der Messeinrichtung ihre Betriebsbereitschaft über ein Statussignal anzeigen und über die Messeinrichtung direkt sowie auch telemetrisch angesteuert werden können.*

*Die Unsicherheit der zur Messeinrichtung gehörenden Prüfgaserzeugungseinrichtung darf in drei Monaten 1 % vom Bezugswert  $B_2$  nicht überschreiten.*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Prüfgase aus Permeationssystemen (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>), Prüfgase aus Druckgasflaschen (NO, CO) sowie Prüfgas aus einem Ozongenerator (O<sub>3</sub>). Als Trägergas wurde jeweils gereinigte, KW-freie, synthetische Luft verwendet. Zur Ansteuerung und Datenaufnahme der airpointer Geräte wurde ein externer PC verwendet.

### **Durchführung der Prüfung**

Zur Funktionskontrolle ist die Messeinrichtung mit einem Prüfgaseingang zum Anschluss von externen Prüfgaserzeugungssystemen versehen. Die Überprüfung des Prüfgaseingangs wird unter Punkt (Anhang B bis E jeweils 8.4.13 Differenz Proben/Kalibriereingang) näher beschrieben. Während der Eignungsprüfung wurde die Messeinrichtung mit Null- und Prüfgasen aus Permeationssystemen, Ozonerzeugungssystemen sowie Druckbehältern geprüft.

Die Messeinrichtung kann optional mit internen Prüfgaserzeugungseinrichtungen für jede Komponente ausgestattet werden. Diese waren nicht Bestandteil der Prüfung.

### **Auswertung**

Hier nicht erforderlich.

### **Bewertung**

Mindestanforderung erfüllt? nicht zutreffend

### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

#### **A 4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten**

*Die Rüst- und Einlaufzeiten der Messeinrichtung sind in der Betriebsanleitung anzugeben.*

##### **Gerätetechnische Ausstattung**

Prüfgase aus Permeationssystemen (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>), Prüfgase aus Druckgasflaschen (NO, CO) sowie Prüfgas aus einem Ozongenerator (O<sub>3</sub>). Als Trägergas wurde jeweils gereinigte, KW-freie, synthetische Luft verwendet. Zur Ansteuerung und Datenaufnahme der airpointer Geräte wurde ein externer PC verwendet.

##### **Durchführung der Prüfung**

Die Rüstzeit wurde beim Aufbau im Labor und im Feld und auf Basis der Daten im Handbuch ermittelt. Die Einlaufzeit wurde durch die Aufgabe von Null- und Prüfgasen nach dem Einschalten der Messeinrichtung bestimmt.

##### **Auswertung**

Zur Rüstzeit wird im Handbuch keine Angabe gemacht. Sie ist selbstverständlich abhängig von den Gegebenheiten am Einbauort sowie der örtlichen Spannungsversorgung. Da es sich bei dem airpointer um ein komplettes, klimatisiertes Messsystem handelt, besteht die Rüstzeit nur aus der Auswahl des Standortes und der Herstellung der Spannungsversorgung. In Labor- und Feldtest wurde eine Rüstzeit von ca. 0,5 Stunden ermittelt.

Für die Einlaufzeit wird im Handbuch keine Angabe gemacht. Bei unseren Versuchen lieferte die Messeinrichtung nach spätestens 3 Stunden für alle geprüften Komponenten stabile Messwerte. Diese Zeit bezieht sich auf ein Einschalten der Messeinrichtung nach einem Stillstand über einen längeren Zeitraum, so dass die Messeinrichtung vor dem Wiedereinschalten vollständig untertemperiert war. Versuche, denen ein nur kurzes Abschalten der Messeinrichtung und direkte Wiederinbetriebnahme vorausgegangen ist, haben zu kürzeren Einlaufzeiten von etwa 0,5 Stunden geführt.

##### **Bewertung**

Die Rüstzeit der Messeinrichtung beträgt 0,5 Stunden. Die Einlaufzeit wurde von uns mit maximal 3 Stunden ermittelt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

##### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## **A 4.1.5 Bauart**

*Die Betriebsanleitung muss Angaben des Herstellers zur Bauart der Messeinrichtung enthalten. Im Wesentlichen sind dies:*

*Bauform (z. B. Tischgerät, Einbaugerät, freie Aufstellung)*

*Einbaulage (z. B. horizontaler oder vertikaler Einbau)*

*Sicherheitsanforderungen*

*Abmessungen*

*Gewicht*

*Energiebedarf.*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Der Energiebedarf wurde mittels Metratester 5 der Firma Gossen Metrawatt ermittelt.

### **Durchführung der Prüfung**

Der Inhalt des Handbuches zur Bauartausführung wurde geprüft. Die Bestimmung des Energiebedarfs erfolgte über 24 h im normalen Messbetrieb im Feldtest. Bei einer Versorgungsspannung von 230 V wurden die in Tabelle 23 dargestellten Ergebnisse ermittelt.

### **Auswertung**

Die Dokumentation im Handbuch beinhaltet alle Informationen zur Bauart der Messeinrichtung. Die wesentlichen Daten sind in der Tabelle 23 zusammengefasst.

*Tabelle 23: Gerätedaten recordum airpointer*

Bauform	Kompakter, klimatisierter Messcontainer
Durchfluss	ca. 3,0 l/min
Abmessung	740 x 352 x 1067 mm / 29,1 x 13,9 x 42 inch
Gewicht	Ca. 74 kg
Luftfeuchtigkeit	0 – 95 % r.F. nicht kondensierend
el. Leistung	115V / 60Hz oder 230V / 50Hz 10A abgesichert  Verbrauch im Dauerbetrieb: ca. 350 Watt bei 5 °C Umgebungstemperatur ca. 530 Watt bei 20 °C Umgebungstemperatur ca. 560 Watt bei 40 °C Umgebungstemperatur
Schutzklasse	IP54 (Messbereich), IP44 (Pumpenraum)
Einheiten	ppm oder ppb
Digitale Ausgänge	2 x Ethernet 10/100 MBits/s Schnittstelle
Software Version	1.001 (analytical module)

## **Bewertung**

Im Handbuch in Kapitel 4.1 und 4.2 werden die Bauart und die technischen Rahmenbedingungen ausführlich beschrieben.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 101 von 910

#### A 4.1.6 Unbefugtes Verstellen

*Die Justierung der Messeinrichtung muss gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen gesichert werden können.*

##### Gerätetechnische Ausstattung

Besondere Prüfmittel sind nicht erforderlich.

##### Durchführung der Prüfung

Die Optionen zur Vermeidung eines unbeabsichtigten oder unbefugten Verstellens der Justierung der Messeinrichtung wurden geprüft.

##### Auswertung

An der Messeinrichtung selbst gibt es keine Justierungsmöglichkeiten. Der Zugriff auf die Geräteeinstellungen erfolgt allein über den Webbrowser eines via Cross Patch Kabel oder GPRS Modem verbundenen externen PC's. Beim Einloggen in das Systemmenü muss ein Passwort eingegeben werden.

##### Bewertung

Die Messeinrichtung ist durch eine Passwortabfrage gegen unbefugtes Verstellen abgesichert.

Mindestanforderung erfüllt? ja

##### Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Abbildung 29 zeigt die Login Seite zur Anwenderoberfläche des airpointers.

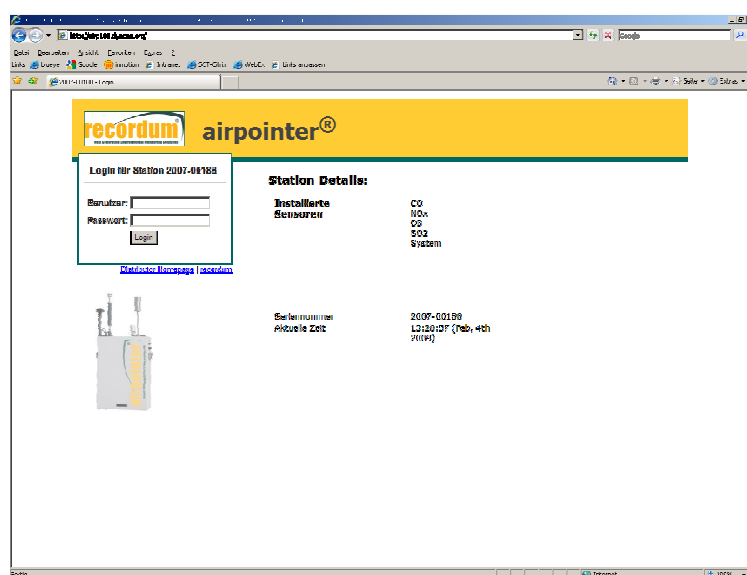


Abbildung 29: Login Seite zur Anwenderoberfläche des airpointers

#### **A 4.1.7 Messsignalausgang**

*Die Messsignale müssen digital (z. B. RS 232) und/oder analog (z. B. 4 mA bis 20 mA) angeboten werden.*

##### **Gerätetechnische Ausstattung**

Die Daten wurden mit einem externen PC aufgezeichnet.

##### **Durchführung der Prüfung**

Durch Anschluss des Auswertesystems wurden die Betriebszustände und die Messsignale aufgezeichnet.

##### **Auswertung**

Das Messsystem airpointer verfügt nicht über analoge Messsignalausgänge. Die Messwerte sowie alle Systemparameter können live an einem via Cross Patch Kabel oder Funkmodem angeschlossenem PC abgelesen sowie gespeichert werden. Außerdem ist eine Datenübertragung mittels AK Datenübertragungsprotokoll sowie Bayern/Hessen Protokoll möglich. Das gesamte Messsystem wird über einen internen PC auf Linux Basis gesteuert der ebenfalls alle Mess- und Systemdaten auf einer Festplatte sichert.

Während der Eignungsprüfung wurden die Messsignale (1-Minuten Mittelwerte) mit Hilfe eines externen PC's aufgezeichnet.

##### **Bewertung**

Messsignale und Betriebszustände werden von den nachgeschalteten Auswertesystemen richtig erkannt. Alle Messsignale können digital ausgegeben werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

##### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## **A 4.2 Anforderungen an Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz**

*Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz müssen die Anforderungen an Messeinrichtungen für den stationären Einsatz auch im mobilen Einsatz erfüllen. Beim mobilen Einsatz von Messeinrichtungen, beispielsweise Messungen im fließenden Verkehr, zeitlich begrenzte Messungen an verschiedenen Orten oder Flugzeugmessungen, muss die ständige Betriebsbereitschaft sichergestellt sein.*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

keine

### **Durchführung der Prüfung**

Die Eignung der Messeinrichtung für einen mobilen Einsatz (in fahrenden Fahrzeugen, Flugzeugen etc.) wurde nicht geprüft. Allerdings kann die Messeinrichtung problemlos für zeitlich begrenzte Messungen an verschiedenen Orten eingesetzt werden. Der Transport der Messeinrichtung wurde nicht explizit geprüft.

### **Auswertung**

Die Messeinrichtung kann problemlos für zeitlich begrenzte Messungen an verschiedenen Orten eingesetzt werden. Der Transport der Messeinrichtung wurde aber nicht explizit geprüft. Deshalb sind beim Transport die üblichen Schutzmaßnahmen vor Erschütterungen vorzusehen. Weiterhin sind die Rüst- und Einlaufzeiten zu beachten.

### **Bewertung**

Die Messeinrichtung ist nicht für den mobilen Einsatz vorgesehen.

Mindestanforderung erfüllt?   nein

### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.



## **A 5.2.1 Messbereich**

*Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung muss größer oder gleich dem Bezugswert  $B_2$  sein.*

*( $B_2$  für NO<sub>2</sub> = 400 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_2$  für SO<sub>2</sub> = 700 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_2$  für O<sub>3</sub> = 360 µg/m<sup>3</sup>)*

*(  $B_2$  für CO = 60 mg/m<sup>3</sup>)*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Keine besonderen Anforderungen.

### **Durchführung der Prüfung**

Es wurde geprüft, ob der Messbereichsendwert der Messeinrichtung frei eingestellt werden kann und mindestens die geforderten Werte erreicht werden.

### **Auswertung**

Das Messsystem airpointer verfügt über frei programmierbare digitale Datenausgänge. Laut Hersteller ist die Messeinrichtung in der Lage Messwerte bis zu 20 ppm für NO<sub>x</sub>, 10 ppm für SO<sub>2</sub>, 200 ppm für O<sub>3</sub> und 10000 ppm für CO dynamisch anzuzeigen.

Im Rahmen der Eignungsprüfung wurden die nach VDI 4202 Blatt 1 bzw. DIN EN 14211, DIN EN 14212, DIN EN 14625 und DIN EN 14626 geforderten Messbereiche überprüft. Die geprüften Messbereiche sind in Tabelle 24 aufgeführt.

### **Bewertung**

Die Nach VDI 4202 geforderten Messbereichsendwerte können überwacht werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 105 von 910

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 24 sind die geprüften Messbereiche angegeben.

*Tabelle 24: Geprüfte Messbereiche*

Komponente		Messbereiche	
		VDI 4202	EN Normen
Stickstoffmonoxid	NO	-----	1200 µg/m <sup>3</sup> *
Stickstoffdioxid	NO <sub>2</sub>	400 µg/m <sup>3</sup>	500 µg/m <sup>3</sup> *
Schwefeldioxid	SO <sub>2</sub>	700 µg/m <sup>3</sup>	1000 µg/m <sup>3</sup> **
Ozon	O <sub>3</sub>	360 µg/m <sup>3</sup>	500 µg/m <sup>3</sup> ***
Kohlenmonoxid	CO	60 mg/m <sup>3</sup>	100 mg/m <sup>3</sup> ****

\* DIN EN 14211; \*\* DIN EN 14212; \*\*\* DIN EN 14625; \*\*\*\* DIN EN 14626

## **A 5.2.2 Negative Messsignale**

*Negative Messsignale bzw. Messwerte dürfen nicht unterdrückt werden (lebender Nullpunkt).*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Prüfgase aus Permeationssystemen (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>), Prüfgase aus Druckgasflaschen (NO, CO) sowie Prüfgas aus einem Ozongenerator (O<sub>3</sub>). Als Trägergas wurde jeweils gereinigte, KW-freie, synthetische Luft verwendet. Zur Ansteuerung und Datenaufnahme der airpointer Geräte wurde ein externer PC verwendet.

### **Durchführung der Prüfung**

Durch die Nullpunktkalibrierung mit definierten Prüfgaskonzentrationen wurde der Nullpunkt der Messeinrichtung soweit verschoben, dass bei der Aufgabe von Nullluft negative Messsignale angezeigt wurden. Am Referenzpunkt wurde der Anzeigenbereich durch Aufgabe von hohen Prüfgaskonzentrationen bestimmt.

### **Auswertung**

Durch die dynamische digitale Datenausgabe sind können theoretisch alle möglichen positiven wie negativen Messsignale ausgegeben werden. Die hier geprüften Messsysteme zeigten negative Werte an.

Es besteht die Möglichkeit negative Messwerte sowie Messbereichsüberschreitungen anzuzeigen.

### **Bewertung**

Die digitale Messwertausgabe ermöglicht die Ausgabe von negativen Messwerten sowie Messbereichsüberschreitungen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht notwendig.

## A 5.2.3 Analysenfunktion

*Der Zusammenhang zwischen dem Ausgangssignal und dem Wert des Luftbeschaffenheitsmerkmals muss mit Hilfe der Analysenfunktion darstellbar sein und durch Regressionsrechnung ermittelt werden.*

### Gerätetechnische Ausstattung

Prüfgase aus Permeationssystemen (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>), Prüfgase aus Druckgasflaschen (NO, CO) sowie Prüfgas aus einem Ozongenerator (O<sub>3</sub>). Als Trägergas wurde jeweils gereinigte, KW-freie, synthetische Luft verwendet. Zur Ansteuerung und Datenaufnahme der airpointer Geräte wurde ein externer PC verwendet.

### Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde durch Aufgabe von Null- und Prüfgaskonzentrationen über mehrere äquidistante Stufen durchgeführt.

### Auswertung

Die Steigung und der Achsenabschnitt der Kalibrierfunktionen

$$Y = m \cdot x + b$$

wurden durch lineare Regression ermittelt und sind für die fünf Kalibrierzyklen zusammen mit den Korrelationskoeffizienten in Tabelle 25 bis Tabelle 28 dargestellt.

*Tabelle 25: Einzelergebnisse der 5 Versuchsreihen zur Bestimmung der Kalibrierfunktion für die Komponente NO<sub>2</sub>*

#### Gerät 1 (188)

Nummer	1	2	3	4	5
Steigung m [(µg/m³)/(µg/m³)]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Achsenabschnitt b [µg/m³]	-0,180	0,115	0,288	-0,030	-0,016
Korrelationskoeffizient	1,0000	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999

#### Gerät 2 (208)

Nummer	1	2	3	4	5
Steigung m [(µg/m³)/(µg/m³)]	0,999	0,998	0,998	0,996	0,995
Achsenabschnitt b [µg/m³]	0,164	0,204	0,076	0,674	0,767
Korrelationskoeffizient	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9999

*Tabelle 26: Einzelergebnisse der 5 Versuchsreihen zur Bestimmung der Kalibrierfunktion für die Komponente SO<sub>2</sub>*

**Gerät 1 (188)**

Nummer	1	2	3	4	5
Steigung m [(µg/m³)/(µg/m³)]	1,004	1,005	1,002	1,006	1,007
Achsenabschnitt b [µg/m³]	0,606	-0,232	0,500	0,667	-0,314
Korrelationskoeffizient	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

**Gerät 2 (208)**

Nummer	1	2	3	4	5
Steigung m [(µg/m³)/(µg/m³)]	1,003	1,005	1,002	1,003	1,004
Achsenabschnitt b [µg/m³]	-1,283	-1,521	0,102	-0,144	-0,262
Korrelationskoeffizient	0,9999	1,0000	0,9999	1,0000	1,0000

*Tabelle 27: Einzelergebnisse der 5 Versuchsreihen zur Bestimmung der Kalibrierfunktion für die Komponente O<sub>3</sub>*

**Gerät 1 (188)**

Nummer	1	2	3	4	5
Steigung m [(µg/m³)/(µg/m³)]	1,000	1,003	1,004	1,008	0,997
Achsenabschnitt b [µg/m³]	0,712	1,318	1,402	1,290	1,244
Korrelationskoeffizient	0,9999	0,9999	0,9999	1,0000	0,9997

**Gerät 2 (208)**

Nummer	1	2	3	4	5
Steigung m [(µg/m³)/(µg/m³)]	0,996	0,993	0,995	1,001	0,996
Achsenabschnitt b [µg/m³]	1,676	2,619	1,698	1,744	2,419
Korrelationskoeffizient	1,0000	0,9999	0,9999	0,9995	0,9999

*Tabelle 28: Einzelergebnisse der 5 Versuchsreihen zur Bestimmung der Kalibrierfunktion für die Komponente CO*

**Gerät 1 (188)**

Nummer	1	2	3	4	5
Steigung m [(mg/m³)/(mg/m³)]	1,001	1,001	1,001	1,002	1,005
Achsenabschnitt b [mg/m³]	0,125	0,064	0,125	0,161	0,040
Korrelationskoeffizient	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

**Gerät 2 (208)**

Nummer	1	2	3	4	5
Steigung m [(mg/m³)/(mg/m³)]	0,993	0,999	0,994	0,996	0,997
Achsenabschnitt b [mg/m³]	-0,058	-0,015	0,030	-0,014	-0,030
Korrelationskoeffizient	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 109 von 910

Die Analysenfunktion wurde durch Umkehrung der Kalibrierfunktion ermittelt und lautet:

$$X = 1/m * y - b/m$$

In Tabelle 29 bis Tabelle 32 sind die Werte für die Steigung und den Achsenabschnitt der Analysenfunktion dargestellt.

*Tabelle 29: Einzelergebnisse der 5 Versuchsreihen zur Bestimmung der Analysenfunktion für die Komponente NO<sub>2</sub>*

**Gerät 1 (188)**

Nummer	1	2	3	4	5
Steigung 1/m [(µg/m³)/(µg/m³)]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Achsenabschnitt b/m [µg/m³]	-0,180	0,115	0,288	-0,030	-0,016

**Gerät 2 (208)**

Nummer	1	2	3	4	5
Steigung 1/m [(µg/m³)/(µg/m³)]	1,001	1,002	1,003	1,004	1,005
Achsenabschnitt b/m [µg/m³]	0,164	0,205	0,076	0,676	0,771

*Tabelle 30: Einzelergebnisse der 5 Versuchsreihen zur Bestimmung der Analysenfunktion für die Komponente SO<sub>2</sub>*

**Gerät 1 (188)**

Nummer	1	2	3	4	5
Steigung 1/m [(µg/m³)/(µg/m³)]	0,997	0,995	0,998	0,994	0,993
Achsenabschnitt b/m [µg/m³]	0,604	-0,231	0,499	0,663	-0,311

**Gerät 2 (208)**

Nummer	1	2	3	4	5
Steigung 1/m [(µg/m³)/(µg/m³)]	0,997	0,995	0,998	0,997	0,996
Achsenabschnitt b/m [µg/m³]	-1,279	-1,513	0,101	-0,144	-0,261

**Tabelle 31:** Einzelergebnisse der 5 Versuchsreihen zur Bestimmung der Analysenfunktion für die Komponente O<sub>3</sub>

**Gerät 1 (188)**

Nummer	1	2	3	4	5
Steigung 1/m [(µg/m³)/(µg/m³)]	1,000	0,997	0,996	0,992	1,004
Achsenabschnitt b/m [µg/m³]	0,711	1,314	1,397	1,279	1,248

**Gerät 2 (208)**

Nummer	1	2	3	4	5
Steigung 1/m [(µg/m³)/(µg/m³)]	1,004	1,007	1,005	0,999	1,005
Achsenabschnitt b/m [µg/m³]	1,683	2,637	1,706	1,741	2,430

**Tabelle 32:** Einzelergebnisse der 5 Versuchsreihen zur Bestimmung der Analysenfunktion für die Komponente CO

**Gerät 1 (188)**

Nummer	1	2	3	4	5
Steigung 1/m [(mg/m³)/(mg/m³)]	0,999	0,999	0,999	0,998	0,996
Achsenabschnitt b/m [mg/m³]	0,125	0,064	0,125	0,161	0,039

**Gerät 2 (208)**

Nummer	1	2	3	4	5
Steigung 1/m [(mg/m³)/(mg/m³)]	1,007	1,001	1,006	1,004	1,003
Achsenabschnitt b/m [mg/m³]	-0,058	-0,015	0,031	-0,014	-0,030

## Bewertung

Der Zusammenhang zwischen Ausgangssignal und Messgröße ist durch die Analysenfunktion statistisch gesichert darstellbar, und durch Regressionsrechnung ermittelt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind in Tabelle 33 bis Tabelle 40 aufgeführt. Die graphische Darstellung für die Gruppenmittelwerte finden sich in Abbildung 30 bis Abbildung 37.



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 111 von 910

**Tabelle 33:** Einzelwerte Analysenfunktion und Linearität für die Komponente NO<sub>2</sub>, Gerät 1 (188)

Zyklus	Datum	Uhrzeit	Istwert [µg/m³]	Sollwert [µg/m³]	Abweichung [µg/m³]
1	29.05.2008	07:45 - 08:00	0,1	0,0	0,1
1	29.05.2008	08:45 - 09:00	49,9	50,0	-0,1
1	29.05.2008	09:45 - 10:00	99,7	100,1	-0,4
1	29.05.2008	08:00 - 08:15	149,2	149,9	-0,8
1	29.05.2008	09:15 - 09:30	199,0	200,0	-1,0
1	29.05.2008	07:30 - 07:45	250,2	250,0	0,2
1	29.05.2008	09:30 - 09:45	300,3	300,1	0,2
1	29.05.2008	08:30 - 08:45	350,5	349,9	0,6
1	29.05.2008	09:00 - 09:15	402,6	400,0	2,7
1	29.05.2008	07:15 - 07:30	449,2	450,0	-0,8
1	29.05.2008	08:15 - 08:30	498,5	500,0	-1,5
2	29.05.2008	10:30 - 10:45	0,2	0,0	0,2
2	29.05.2008	11:30 - 11:45	50,1	50,0	0,0
2	29.05.2008	12:30 - 12:45	99,4	100,1	-0,7
2	29.05.2008	10:45 - 11:00	149,4	149,9	-0,6
2	29.05.2008	12:00 - 12:15	199,6	200,0	-0,4
2	29.05.2008	10:15 - 10:30	251,2	250,0	1,1
2	29.05.2008	12:15 - 12:30	300,6	300,1	0,6
2	29.05.2008	11:15 - 11:30	352,8	349,9	2,9
2	29.05.2008	11:45 - 12:00	401,7	400,0	1,7
2	29.05.2008	10:00 - 10:15	449,2	450,0	-0,8
2	29.05.2008	11:00 - 11:15	498,3	500,0	-1,7
3	29.05.2008	13:15 - 13:30	0,4	0,0	0,4
3	29.05.2008	14:15 - 14:30	50,4	50,0	0,3
3	29.05.2008	15:15 - 15:30	99,1	100,1	-1,0
3	29.05.2008	13:30 - 13:45	149,2	149,9	-0,8
3	29.05.2008	14:45 - 15:00	198,8	200,0	-1,1
3	29.05.2008	13:00 - 13:15	251,7	250,0	1,7
3	29.05.2008	15:00 - 15:15	302,5	300,1	2,5
3	29.05.2008	14:00 - 14:15	352,4	349,9	2,5
3	29.05.2008	14:30 - 14:45	400,7	400,0	0,8
3	29.05.2008	12:45 - 13:00	448,9	450,0	-1,1
3	29.05.2008	13:45 - 14:00	498,2	500,0	-1,8
4	29.05.2008	16:00 - 16:15	0,2	0,0	0,2
4	29.05.2008	17:00 - 17:15	50,4	50,0	0,3
4	29.05.2008	18:00 - 18:15	98,9	100,1	-1,1
4	29.05.2008	16:15 - 16:30	148,6	149,9	-1,3
4	29.05.2008	17:30 - 17:45	198,3	200,0	-1,7
4	29.05.2008	15:45 - 16:00	251,5	250,0	1,5
4	29.05.2008	17:45 - 18:00	302,4	300,1	2,3
4	29.05.2008	16:45 - 17:00	351,4	349,9	1,5
4	29.05.2008	17:15 - 17:30	401,3	400,0	1,3
4	29.05.2008	15:30 - 15:45	449,0	450,0	-1,0
4	29.05.2008	16:30 - 16:45	498,0	500,0	-2,1
5	29.05.2008	18:45 - 19:00	0,2	0,0	0,2
5	29.05.2008	19:45 - 20:00	50,6	50,0	0,6
5	29.05.2008	20:45 - 21:00	99,1	100,1	-1,0
5	29.05.2008	19:00 - 19:15	148,6	149,9	-1,3
5	29.05.2008	20:15 - 20:30	198,6	200,0	-1,3
5	29.05.2008	18:30 - 18:45	251,0	250,0	1,0
5	29.05.2008	20:30 - 20:45	302,2	300,1	2,1
5	29.05.2008	19:30 - 19:45	351,1	349,9	1,1
5	29.05.2008	20:00 - 20:15	401,7	400,0	1,7
5	29.05.2008	18:15 - 18:30	449,6	450,0	-0,4
5	29.05.2008	19:15 - 19:30	498,1	500,0	-2,0

**Tabelle 34:** Einzelwerte Analysenfunktion und Linearität für die Komponente NO<sub>2</sub>, Gerät 2 (208)

Zyklus	Datum	Uhrzeit	Istwert [µg/m³]	Sollwert [µg/m³]	Abweichung [µg/m³]
1	29.05.2008	07:45 - 08:00	0,2	0,0	0,2
1	29.05.2008	08:45 - 09:00	50,2	50,0	0,2
1	29.05.2008	09:45 - 10:00	99,3	100,1	-0,8
1	29.05.2008	08:00 - 08:15	150,3	149,9	0,4
1	29.05.2008	09:15 - 09:30	200,6	200,0	0,6
1	29.05.2008	07:30 - 07:45	249,1	250,0	-1,0
1	29.05.2008	09:30 - 09:45	299,7	300,1	-0,4
1	29.05.2008	08:30 - 08:45	350,3	349,9	0,4
1	29.05.2008	09:00 - 09:15	401,1	400,0	1,1
1	29.05.2008	07:15 - 07:30	449,6	450,0	-0,4
1	29.05.2008	08:15 - 08:30	498,5	500,0	-1,5
2	29.05.2008	10:30 - 10:45	0,3	0,0	0,3
2	29.05.2008	11:30 - 11:45	50,3	50,0	0,3
2	29.05.2008	12:30 - 12:45	99,1	100,1	-1,0
2	29.05.2008	10:45 - 11:00	150,6	149,9	0,7
2	29.05.2008	12:00 - 12:15	201,3	200,0	1,3
2	29.05.2008	10:15 - 10:30	247,9	250,0	-2,1
2	29.05.2008	12:15 - 12:30	298,7	300,1	-1,3
2	29.05.2008	11:15 - 11:30	350,7	349,9	0,8
2	29.05.2008	11:45 - 12:00	400,0	400,0	0,0
2	29.05.2008	10:00 - 10:15	450,4	450,0	0,4
2	29.05.2008	11:00 - 11:15	498,3	500,0	-1,8
3	29.05.2008	13:15 - 13:30	0,4	0,0	0,4
3	29.05.2008	14:15 - 14:30	49,9	50,0	-0,1
3	29.05.2008	15:15 - 15:30	98,9	100,1	-1,1
3	29.05.2008	13:30 - 13:45	150,5	149,9	0,6
3	29.05.2008	14:45 - 15:00	199,8	200,0	-0,2
3	29.05.2008	13:00 - 13:15	248,5	250,0	-1,5
3	29.05.2008	15:00 - 15:15	299,5	300,1	-0,6
3	29.05.2008	14:00 - 14:15	349,0	349,9	-1,0
3	29.05.2008	14:30 - 14:45	400,3	400,0	0,4
3	29.05.2008	12:45 - 13:00	449,0	450,0	-1,0
3	29.05.2008	13:45 - 14:00	498,1	500,0	-1,9
4	29.05.2008	16:00 - 16:15	0,4	0,0	0,4
4	29.05.2008	17:00 - 17:15	50,0	50,0	0,0
4	29.05.2008	18:00 - 18:15	99,5	100,1	-0,6
4	29.05.2008	16:15 - 16:30	150,7	149,9	0,8
4	29.05.2008	17:30 - 17:45	201,9	200,0	1,9
4	29.05.2008	15:45 - 16:00	249,3	250,0	-0,8
4	29.05.2008	17:45 - 18:00	299,9	300,1	-0,2
4	29.05.2008	16:45 - 17:00	348,4	349,9	-1,5
4	29.05.2008	17:15 - 17:30	400,7	400,0	0,8
4	29.05.2008	15:30 - 15:45	448,9	450,0	-1,1
4	29.05.2008	16:30 - 16:45	497,9	500,0	-2,1
5	29.05.2008	18:45 - 19:00	0,3	0,0	0,3
5	29.05.2008	19:45 - 20:00	50,6	50,0	0,6
5	29.05.2008	20:45 - 21:00	99,5	100,1	-0,6
5	29.05.2008	19:00 - 19:15	150,5	149,9	0,6
5	29.05.2008	20:15 - 20:30	202,1	200,0	2,1
5	29.05.2008	18:30 - 18:45	247,2	250,0	-2,9
5	29.05.2008	20:30 - 20:45	300,6	300,1	0,6
5	29.05.2008	19:30 - 19:45	348,8	349,9	-1,1
5	29.05.2008	20:00 - 20:15	400,0	400,0	0,0
5	29.05.2008	18:15 - 18:30	448,5	450,0	-1,5
5	29.05.2008	19:15 - 19:30	497,4	500,0	-2,6

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 113 von 910

**Tabelle 35:** Einzelwerte Analysenfunktion und Linearität für die Komponente SO<sub>2</sub>, Gerät 1 (188)

Zyklus	Datum	Uhrzeit	Istwert [µg/m³]	Sollwert [µg/m³]	Abweichung [µg/m³]
1	27.05.2008	07:45 - 08:00	0,8	0,0	0,8
1	27.05.2008	08:45 - 09:00	50,8	50,0	0,8
1	27.05.2008	09:45 - 10:00	100,8	100,0	0,8
1	27.05.2008	08:00 - 08:15	201,6	200,0	1,6
1	27.05.2008	09:15 - 09:30	301,6	300,0	1,6
1	27.05.2008	07:30 - 07:45	401,9	400,1	1,9
1	27.05.2008	09:30 - 09:45	502,7	500,1	2,7
1	27.05.2008	08:30 - 08:45	602,0	600,1	1,9
1	27.05.2008	09:00 - 09:15	703,6	700,1	3,5
1	27.05.2008	07:15 - 07:30	803,6	800,1	3,5
1	27.05.2008	08:15 - 08:30	954,7	950,2	4,5
2	27.05.2008	10:30 - 10:45	0,6	0,0	0,6
2	27.05.2008	11:30 - 11:45	51,1	50,0	1,1
2	27.05.2008	12:30 - 12:45	101,6	100,0	1,6
2	27.05.2008	10:45 - 11:00	201,4	200,0	1,3
2	27.05.2008	12:00 - 12:15	302,2	300,0	2,1
2	27.05.2008	10:15 - 10:30	400,1	400,1	0,0
2	27.05.2008	12:15 - 12:30	505,7	500,1	5,6
2	27.05.2008	11:15 - 11:30	603,0	600,1	2,9
2	27.05.2008	11:45 - 12:00	702,8	700,1	2,7
2	27.05.2008	10:00 - 10:15	801,7	800,1	1,6
2	27.05.2008	11:00 - 11:15	956,8	950,2	6,6
3	27.05.2008	13:15 - 13:30	0,5	0,0	0,5
3	27.05.2008	14:15 - 14:30	51,1	50,0	1,1
3	27.05.2008	15:15 - 15:30	102,1	100,0	2,1
3	27.05.2008	13:30 - 13:45	201,1	200,0	1,1
3	27.05.2008	14:45 - 15:00	301,1	300,0	1,1
3	27.05.2008	13:00 - 13:15	402,5	400,1	2,4
3	27.05.2008	15:00 - 15:15	504,1	500,1	4,0
3	27.05.2008	14:00 - 14:15	601,2	600,1	1,1
3	27.05.2008	14:30 - 14:45	703,0	700,1	2,9
3	27.05.2008	12:45 - 13:00	800,1	800,1	0,0
3	27.05.2008	13:45 - 14:00	954,7	950,2	4,5
4	27.05.2008	16:00 - 16:15	0,5	0,0	0,5
4	27.05.2008	17:00 - 17:15	51,3	50,0	1,3
4	27.05.2008	18:00 - 18:15	100,8	100,0	0,8
4	27.05.2008	16:15 - 16:30	201,1	200,0	1,1
4	27.05.2008	17:30 - 17:45	300,6	300,0	0,5
4	27.05.2008	15:45 - 16:00	402,2	400,1	2,1
4	27.05.2008	17:45 - 18:00	503,0	500,1	2,9
4	27.05.2008	16:45 - 17:00	608,9	600,1	8,8
4	27.05.2008	17:15 - 17:30	704,9	700,1	4,8
4	27.05.2008	15:30 - 15:45	804,7	800,1	4,5
4	27.05.2008	16:30 - 16:45	955,5	950,2	5,3
5	27.05.2008	18:45 - 19:00	0,6	0,0	0,6
5	27.05.2008	19:45 - 20:00	51,6	50,0	1,6
5	27.05.2008	20:45 - 21:00	101,1	100,0	1,1
5	27.05.2008	19:00 - 19:15	200,6	200,0	0,5
5	27.05.2008	20:15 - 20:30	301,1	300,0	1,1
5	27.05.2008	18:30 - 18:45	402,2	400,1	2,1
5	27.05.2008	20:30 - 20:45	505,9	500,1	5,9
5	27.05.2008	19:30 - 19:45	602,2	600,1	2,1
5	27.05.2008	20:00 - 20:15	704,4	700,1	4,3
5	27.05.2008	18:15 - 18:30	806,2	800,1	6,1
5	27.05.2008	19:15 - 19:30	956,5	950,2	6,4

**Tabelle 36:** Einzelwerte Analysenfunktion und Linearität für die Komponente SO<sub>2</sub>, Gerät 2 (208)

Zyklus	Datum	Uhrzeit	Istwert [µg/m³]	Sollwert [µg/m³]	Abweichung [µg/m³]
1	27.05.2008	07:45 - 08:00	0,5	0,0	0,5
1	27.05.2008	08:45 - 09:00	49,2	50,0	-0,8
1	27.05.2008	09:45 - 10:00	99,5	100,0	-0,5
1	27.05.2008	08:00 - 08:15	200,0	200,0	0,0
1	27.05.2008	09:15 - 09:30	300,6	300,0	0,5
1	27.05.2008	07:30 - 07:45	397,1	400,1	-2,9
1	27.05.2008	09:30 - 09:45	503,3	500,1	3,2
1	27.05.2008	08:30 - 08:45	600,6	600,1	0,5
1	27.05.2008	09:00 - 09:15	702,8	700,1	2,7
1	27.05.2008	07:15 - 07:30	798,3	800,1	-1,9
1	27.05.2008	08:15 - 08:30	956,0	950,2	5,9
2	27.05.2008	10:30 - 10:45	0,5	0,0	0,5
2	27.05.2008	11:30 - 11:45	50,0	50,0	0,0
2	27.05.2008	12:30 - 12:45	99,8	100,0	-0,3
2	27.05.2008	10:45 - 11:00	200,6	200,0	0,5
2	27.05.2008	12:00 - 12:15	300,3	300,0	0,3
2	27.05.2008	10:15 - 10:30	396,9	400,1	-3,2
2	27.05.2008	12:15 - 12:30	503,8	500,1	3,7
2	27.05.2008	11:15 - 11:30	600,4	600,1	0,3
2	27.05.2008	11:45 - 12:00	704,4	700,1	4,3
2	27.05.2008	10:00 - 10:15	802,3	800,1	2,1
2	27.05.2008	11:00 - 11:15	956,5	950,2	6,4
3	27.05.2008	13:15 - 13:30	0,5	0,0	0,5
3	27.05.2008	14:15 - 14:30	49,5	50,0	-0,5
3	27.05.2008	15:15 - 15:30	99,2	100,0	-0,8
3	27.05.2008	13:30 - 13:45	201,4	200,0	1,3
3	27.05.2008	14:45 - 15:00	300,0	300,0	0,0
3	27.05.2008	13:00 - 13:15	397,9	400,1	-2,1
3	27.05.2008	15:00 - 15:15	502,5	500,1	2,4
3	27.05.2008	14:00 - 14:15	602,0	600,1	1,9
3	27.05.2008	14:30 - 14:45	704,1	700,1	4,0
3	27.05.2008	12:45 - 13:00	806,2	800,1	6,1
3	27.05.2008	13:45 - 14:00	949,9	950,2	-0,3
4	27.05.2008	16:00 - 16:15	0,5	0,0	0,5
4	27.05.2008	17:00 - 17:15	48,9	50,0	-1,1
4	27.05.2008	18:00 - 18:15	99,2	100,0	-0,8
4	27.05.2008	16:15 - 16:30	201,1	200,0	1,1
4	27.05.2008	17:30 - 17:45	299,0	300,0	-1,1
4	27.05.2008	15:45 - 16:00	399,0	400,1	-1,1
4	27.05.2008	17:45 - 18:00	501,7	500,1	1,6
4	27.05.2008	16:45 - 17:00	601,2	600,1	1,1
4	27.05.2008	17:15 - 17:30	701,7	700,1	1,6
4	27.05.2008	15:30 - 15:45	802,5	800,1	2,4
4	27.05.2008	16:30 - 16:45	953,1	950,2	2,9
5	27.05.2008	18:45 - 19:00	0,8	0,0	0,8
5	27.05.2008	19:45 - 20:00	49,2	50,0	-0,8
5	27.05.2008	20:45 - 21:00	99,8	100,0	-0,3
5	27.05.2008	19:00 - 19:15	200,6	200,0	0,5
5	27.05.2008	20:15 - 20:30	299,0	300,0	-1,1
5	27.05.2008	18:30 - 18:45	399,3	400,1	-0,8
5	27.05.2008	20:30 - 20:45	503,5	500,1	3,5
5	27.05.2008	19:30 - 19:45	601,4	600,1	1,3
5	27.05.2008	20:00 - 20:15	699,6	700,1	-0,5
5	27.05.2008	18:15 - 18:30	805,4	800,1	5,3
5	27.05.2008	19:15 - 19:30	953,3	950,2	3,2

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 115 von 910

**Tabelle 37:** Einzelwerte Analysenfunktion und Linearität für die Komponente O<sub>3</sub>, Gerät 1 (188)

Zyklus	Datum	Uhrzeit	Istwert [µg/m³]	Sollwert [µg/m³]	Abweichung [µg/m³]
1	28.05.2008	16:10 - 16:25	0,2	0,0	0,2
1	28.05.2008	17:10 - 17:25	49,6	50,0	-0,4
1	28.05.2008	18:10 - 18:25	100,0	100,0	0,0
1	28.05.2008	16:25 - 16:40	153,2	150,0	3,2
1	28.05.2008	17:40 - 17:55	202,8	200,0	2,8
1	28.05.2008	15:55 - 16:10	252,6	250,0	2,6
1	28.05.2008	17:55 - 18:10	300,1	300,0	0,1
1	28.05.2008	16:55 - 17:10	348,4	350,0	-1,6
1	28.05.2008	17:25 - 17:40	402,4	400,0	2,4
1	28.05.2008	15:40 - 15:55	449,2	450,0	-0,8
1	28.05.2008	16:40 - 16:55	502,6	500,0	2,6
2	28.05.2008	18:55 - 19:10	0,2	0,0	0,2
2	28.05.2008	19:55 - 20:10	49,0	50,0	-1,0
2	28.05.2008	20:55 - 21:10	103,2	100,0	3,2
2	28.05.2008	19:10 - 19:25	151,2	150,0	1,2
2	28.05.2008	20:25 - 20:40	201,6	200,0	1,6
2	28.05.2008	18:40 - 18:55	250,6	250,0	0,6
2	28.05.2008	20:40 - 20:55	301,6	300,0	1,6
2	28.05.2008	19:40 - 19:55	346,8	350,0	-3,2
2	28.05.2008	20:10 - 20:25	404,0	400,0	4,0
2	28.05.2008	18:25 - 18:40	451,2	450,0	1,2
2	28.05.2008	19:25 - 19:40	501,2	500,0	1,2
3	28.05.2008	21:40 - 21:55	0,2	0,0	0,2
3	28.05.2008	22:40 - 22:55	49,4	50,0	-0,6
3	28.05.2008	23:40 - 23:55	101,4	100,0	1,4
3	28.05.2008	21:55 - 22:10	148,4	150,0	-1,6
3	28.05.2008	23:10 - 23:25	205,2	200,0	5,2
3	28.05.2008	21:25 - 21:40	250,6	250,0	0,6
3	28.05.2008	23:25 - 23:40	302,6	300,0	2,6
3	28.05.2008	22:25 - 22:40	352,4	350,0	2,4
3	28.05.2008	22:55 - 23:10	400,8	400,0	0,8
3	28.05.2008	21:10 - 21:25	453,6	450,0	3,6
3	28.05.2008	22:10 - 22:25	500,4	500,0	0,4
4	29.05.2008	00:25 - 00:40	0,4	0,0	0,4
4	29.05.2008	01:25 - 01:40	49,0	50,0	-1,0
4	29.05.2008	02:25 - 02:40	102,6	100,0	2,6
4	29.05.2008	00:40 - 00:55	148,4	150,0	-1,6
4	29.05.2008	01:55 - 02:10	203,6	200,0	3,6
4	29.05.2008	00:10 - 00:25	253,0	250,0	3,0
4	29.05.2008	02:10 - 02:25	304,0	300,0	4,0
4	29.05.2008	01:10 - 01:25	349,2	350,0	-0,8
4	29.05.2008	01:40 - 01:55	405,4	400,0	5,4
4	29.05.2008	23:55 - 00:10	453,8	450,0	3,8
4	29.05.2008	00:55 - 01:10	503,4	500,0	3,4
5	29.05.2008	03:10 - 03:25	0,2	0,0	0,2
5	29.05.2008	04:10 - 04:25	48,8	50,0	-1,2
5	29.05.2008	05:10 - 05:25	102,4	100,0	2,4
5	29.05.2008	03:25 - 03:40	147,6	150,0	-2,4
5	29.05.2008	04:40 - 04:55	200,2	200,0	0,2
5	29.05.2008	02:55 - 03:10	248,4	250,0	-1,6
5	29.05.2008	04:55 - 05:10	302,0	300,0	2,0
5	29.05.2008	03:55 - 04:10	348,4	350,0	-1,6
5	29.05.2008	04:25 - 04:40	395,0	400,0	-5,0
5	29.05.2008	02:40 - 02:55	452,6	450,0	2,6
5	29.05.2008	03:40 - 03:55	501,8	500,0	1,8

**Tabelle 38:** Einzelwerte Analysenfunktion und Linearität für die Komponente O<sub>3</sub>, Gerät 2 (208)

Zyklus	Datum	Uhrzeit	Istwert [µg/m³]	Sollwert [µg/m³]	Abweichung [µg/m³]
1	28.05.2008	16:10 - 16:25	0,0	0,0	0,0
1	28.05.2008	17:10 - 17:25	49,2	50,0	-0,8
1	28.05.2008	18:10 - 18:25	102,8	100,0	2,8
1	28.05.2008	16:25 - 16:40	152,4	150,0	2,4
1	28.05.2008	17:40 - 17:55	201,4	200,0	1,4
1	28.05.2008	15:55 - 16:10	255,4	250,0	5,4
1	28.05.2008	17:55 - 18:10	301,2	300,0	1,2
1	28.05.2008	16:55 - 17:10	350,6	350,0	0,6
1	28.05.2008	17:25 - 17:40	400,0	400,0	0,0
1	28.05.2008	15:40 - 15:55	449,0	450,0	-1,0
1	28.05.2008	16:40 - 16:55	500,2	500,0	0,2
2	28.05.2008	18:55 - 19:10	0,4	0,0	0,4
2	28.05.2008	19:55 - 20:10	49,6	50,0	-0,4
2	28.05.2008	20:55 - 21:10	102,6	100,0	2,6
2	28.05.2008	19:10 - 19:25	154,8	150,0	4,8
2	28.05.2008	20:25 - 20:40	203,2	200,0	3,2
2	28.05.2008	18:40 - 18:55	250,8	250,0	0,8
2	28.05.2008	20:40 - 20:55	302,6	300,0	2,6
2	28.05.2008	19:40 - 19:55	351,6	350,0	1,6
2	28.05.2008	20:10 - 20:25	400,2	400,0	0,2
2	28.05.2008	18:25 - 18:40	447,2	450,0	-2,8
2	28.05.2008	19:25 - 19:40	496,2	500,0	-3,8
3	28.05.2008	21:40 - 21:55	0,4	0,0	0,4
3	28.05.2008	22:40 - 22:55	50,0	50,0	0,0
3	28.05.2008	23:40 - 23:55	102,4	100,0	2,4
3	28.05.2008	21:55 - 22:10	151,6	150,0	1,6
3	28.05.2008	23:10 - 23:25	200,4	200,0	0,4
3	28.05.2008	21:25 - 21:40	248,8	250,0	-1,2
3	28.05.2008	23:25 - 23:40	301,6	300,0	1,6
3	28.05.2008	22:25 - 22:40	353,4	350,0	3,4
3	28.05.2008	22:55 - 23:10	401,2	400,0	1,2
3	28.05.2008	21:10 - 21:25	447,4	450,0	-2,6
3	28.05.2008	22:10 - 22:25	498,2	500,0	-1,8
4	29.05.2008	00:25 - 00:40	0,0	0,0	0,0
4	29.05.2008	01:25 - 01:40	49,2	50,0	-0,8
4	29.05.2008	02:25 - 02:40	102,8	100,0	2,8
4	29.05.2008	00:40 - 00:55	152,4	150,0	2,4
4	29.05.2008	01:55 - 02:10	203,6	200,0	3,6
4	29.05.2008	00:10 - 00:25	252,2	250,0	2,2
4	29.05.2008	02:10 - 02:25	300,6	300,0	0,6
4	29.05.2008	01:10 - 01:25	353,2	350,0	3,2
4	29.05.2008	01:40 - 01:55	408,2	400,0	8,2
4	29.05.2008	23:55 - 00:10	447,2	450,0	-2,8
4	29.05.2008	00:55 - 01:10	497,2	500,0	-2,8
5	29.05.2008	03:10 - 03:25	0,2	0,0	0,2
5	29.05.2008	04:10 - 04:25	48,6	50,0	-1,4
5	29.05.2008	05:10 - 05:25	103,6	100,0	3,6
5	29.05.2008	03:25 - 03:40	154,6	150,0	4,6
5	29.05.2008	04:40 - 04:55	202,2	200,0	2,2
5	29.05.2008	02:55 - 03:10	249,8	250,0	-0,2
5	29.05.2008	04:55 - 05:10	302,8	300,0	2,8
5	29.05.2008	03:55 - 04:10	351,8	350,0	1,8
5	29.05.2008	04:25 - 04:40	400,6	400,0	0,6
5	29.05.2008	02:40 - 02:55	448,6	450,0	-1,4
5	29.05.2008	03:40 - 03:55	496,4	500,0	-3,6

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 117 von 910

**Tabelle 39:** Einzelwerte Analysenfunktion und Linearität für die Komponente CO, Gerät 1 (188)

Zyklus	Datum	Uhrzeit	Istwert [mg/m <sup>3</sup> ]	Sollwert [mg/m <sup>3</sup> ]	Abweichung [mg/m <sup>3</sup> ]
1	03.06.2008	08:45 - 09:00	0,07	0,00	0,07
1	03.06.2008	10:00 - 10:15	10,14	9,98	0,16
1	03.06.2008	09:15 - 09:30	20,10	19,95	0,15
1	03.06.2008	09:45 - 10:00	30,15	30,04	0,10
1	03.06.2008	08:30 - 08:45	40,02	40,02	0,00
1	03.06.2008	10:15 - 10:30	50,11	50,00	0,12
1	03.06.2008	09:00 - 09:15	60,44	59,97	0,46
1	03.06.2008	08:15 - 08:30	80,27	79,81	0,46
1	03.06.2008	09:30 - 09:45	94,66	94,77	-0,12
2	03.06.2008	11:00 - 11:15	0,08	0,00	0,08
2	03.06.2008	12:15 - 12:30	10,03	9,98	0,06
2	03.06.2008	11:30 - 11:45	20,06	19,95	0,10
2	03.06.2008	12:00 - 12:15	30,28	30,04	0,23
2	03.06.2008	10:45 - 11:00	40,11	40,02	0,09
2	03.06.2008	12:30 - 12:45	49,93	50,00	-0,07
2	03.06.2008	11:15 - 11:30	60,05	59,97	0,08
2	03.06.2008	10:30 - 10:45	80,07	79,81	0,27
2	03.06.2008	11:45 - 12:00	94,95	94,77	0,17
3	03.06.2008	13:15 - 13:30	0,17	0,00	0,17
3	03.06.2008	14:30 - 14:45	10,08	9,98	0,10
3	03.06.2008	13:45 - 14:00	20,04	19,95	0,09
3	03.06.2008	14:15 - 15:30	30,17	30,04	0,13
3	03.06.2008	13:00 - 13:15	40,16	40,02	0,14
3	03.06.2008	14:45 - 15:00	50,17	50,00	0,17
3	03.06.2008	13:30 - 13:45	60,19	59,97	0,22
3	03.06.2008	12:45 - 13:00	80,05	79,81	0,24
3	03.06.2008	14:00 - 15:15	94,99	94,77	0,22
4	03.06.2008	15:30 - 15:45	0,13	0,00	0,13
4	03.06.2008	16:45 - 17:00	10,06	9,98	0,08
4	03.06.2008	16:00 - 16:15	20,14	19,95	0,19
4	03.06.2008	16:30 - 16:45	30,21	30,04	0,16
4	03.06.2008	15:15 - 15:30	40,30	40,02	0,28
4	03.06.2008	17:00 - 17:15	50,33	50,00	0,34
4	03.06.2008	15:45 - 16:00	60,37	59,97	0,39
4	03.06.2008	15:00 - 15:15	80,20	79,81	0,39
4	03.06.2008	16:15 - 16:30	95,06	94,77	0,29
5	03.06.2008	17:45 - 18:00	0,09	0,00	0,09
5	03.06.2008	19:00 - 19:15	10,10	9,98	0,13
5	03.06.2008	18:15 - 18:30	19,99	19,95	0,03
5	03.06.2008	18:45 - 19:00	30,11	30,04	0,07
5	03.06.2008	17:30 - 17:45	40,23	40,02	0,21
5	03.06.2008	19:15 - 19:30	50,27	50,00	0,28
5	03.06.2008	18:00 - 18:15	60,44	59,97	0,46
5	03.06.2008	17:15 - 17:30	80,03	79,81	0,22
5	03.06.2008	18:30 - 18:45	95,32	94,77	0,55



**Tabelle 40:** Einzelwerte Analysenfunktion und Linearität für die Komponente CO, Gerät 2 (208)

Zyklus	Datum	Uhrzeit	Istwert [mg/m³]	Sollwert [mg/m³]	Abweichung [mg/m³]
1	03.06.2008	08:45 - 09:00	0,00	0,00	0,00
1	03.06.2008	10:00 - 10:15	9,86	9,98	-0,12
1	03.06.2008	09:15 - 09:30	19,72	19,95	-0,23
1	03.06.2008	09:45 - 10:00	29,90	30,04	-0,14
1	03.06.2008	08:30 - 08:45	39,67	40,02	-0,35
1	03.06.2008	10:15 - 10:30	48,72	50,00	-1,28
1	03.06.2008	09:00 - 09:15	59,39	59,97	-0,58
1	03.06.2008	08:15 - 08:30	79,23	79,81	-0,58
1	03.06.2008	09:30 - 09:45	94,08	94,77	-0,70
2	03.06.2008	11:00 - 11:15	-0,02	0,00	-0,02
2	03.06.2008	12:15 - 12:30	9,94	9,98	-0,03
2	03.06.2008	11:30 - 11:45	19,88	19,95	-0,07
2	03.06.2008	12:00 - 12:15	30,06	30,04	0,01
2	03.06.2008	10:45 - 11:00	39,95	40,02	-0,07
2	03.06.2008	12:30 - 12:45	49,73	50,00	-0,27
2	03.06.2008	11:15 - 11:30	60,02	59,97	0,05
2	03.06.2008	10:30 - 10:45	79,60	79,81	-0,21
2	03.06.2008	11:45 - 12:00	94,64	94,77	-0,13
3	03.06.2008	13:15 - 13:30	-0,02	0,00	-0,02
3	03.06.2008	14:30 - 14:45	10,01	9,98	0,03
3	03.06.2008	13:45 - 14:00	19,85	19,95	-0,10
3	03.06.2008	14:15 - 15:30	29,97	30,04	-0,07
3	03.06.2008	13:00 - 13:15	39,81	40,02	-0,21
3	03.06.2008	14:45 - 15:00	49,68	50,00	-0,31
3	03.06.2008	13:30 - 13:45	59,89	59,97	-0,08
3	03.06.2008	12:45 - 13:00	79,20	79,81	-0,60
3	03.06.2008	14:00 - 15:15	94,22	94,77	-0,56
4	03.06.2008	15:30 - 15:45	-0,06	0,00	-0,06
4	03.06.2008	16:45 - 17:00	9,88	9,98	-0,09
4	03.06.2008	16:00 - 16:15	19,93	19,95	-0,02
4	03.06.2008	16:30 - 16:45	29,86	30,04	-0,19
4	03.06.2008	15:15 - 15:30	39,87	40,02	-0,15
4	03.06.2008	17:00 - 17:15	49,87	50,00	-0,13
4	03.06.2008	15:45 - 16:00	59,71	59,97	-0,27
4	03.06.2008	15:00 - 15:15	79,54	79,81	-0,27
4	03.06.2008	16:15 - 16:30	94,40	94,77	-0,37
5	03.06.2008	17:45 - 18:00	-0,03	0,00	-0,03
5	03.06.2008	19:00 - 19:15	9,91	9,98	-0,07
5	03.06.2008	18:15 - 18:30	19,91	19,95	-0,05
5	03.06.2008	18:45 - 19:00	29,77	30,04	-0,27
5	03.06.2008	17:30 - 17:45	39,76	40,02	-0,26
5	03.06.2008	19:15 - 19:30	49,60	50,00	-0,39
5	03.06.2008	18:00 - 18:15	59,88	59,97	-0,09
5	03.06.2008	17:15 - 17:30	79,56	79,81	-0,24
5	03.06.2008	18:30 - 18:45	94,45	94,77	-0,32

## **A 5.2.4 Linearität**

*Die Linearität gilt als gesichert, wenn die Abweichung der Gruppenmittelwerte der Messwerte von der Kalibrierfunktion (nach Abschnitt 5.2.1) im Bereich von Null bis  $B_1$  nicht mehr als 5 % von  $B_1$  und im Bereich von Null bis  $B_2$  nicht mehr als 1 % von  $B_2$  beträgt.*

*( $B_1$  für NO<sub>2</sub> = 60 µg/m<sup>3</sup>)    ( $B_2$  für NO<sub>2</sub> = 400 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_1$  für SO<sub>2</sub> = 40 µg/m<sup>3</sup>)    ( $B_2$  für SO<sub>2</sub> = 700 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_1$  für O<sub>3</sub> = 80 µg/m<sup>3</sup>)    ( $B_2$  für O<sub>3</sub> = 360 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_1$  für CO = 20 mg/m<sup>3</sup>)    ( $B_2$  für CO = 60 mg/m<sup>3</sup>)*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Prüfgase aus Permeationssystemen (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>), Prüfgase aus Druckgasflaschen (NO, CO) sowie Prüfgas aus einem Ozongenerator (O<sub>3</sub>). Als Trägergas wurde jeweils gereinigte, KW-freie, synthetische Luft verwendet. Zur Ansteuerung und Datenaufnahme der airpointer Geräte wurde ein externer PC verwendet.

### **Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde durch Aufgabe von Null und Prüfgaskonzentrationen über mehrere äquidistante Stufen durchgeführt. Sie erfolgte analog zur Prüfung der Analysenfunktion, jedoch wurden die Ergebnisse nach den Anforderungen der Linearitätsprüfung ausgewertet.

### **Auswertung**

Für die einzelnen Konzentrationsstufen wurde über die fünf Messreihen der Gruppenmittelwert für jede Konzentration bestimmt. Die Abweichung der Gruppenmittelwerte zu den aus der Analysenfunktion sich ergebenden Sollwerten wurde bestimmt und mit den Mindestanforderungen verglichen.

Bei der Komponente NO<sub>2</sub> ergibt sich für die Werte von Null bis  $B_1$  eine maximale Abweichung von 0,3 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) bzw. 0,3 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 2 (208) und für Werte von Null bis  $B_2$  eine maximale Abweichung von 1,7 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) bzw. -1,6 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 2 (208). Die Detailergebnisse der Untersuchungen finden sich in Tabelle 41 und Tabelle 42.

Bei der Komponente SO<sub>2</sub> ergibt sich für die Werte von Null bis  $B_1$  eine maximale Abweichung von 0,6 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) bzw. 0,6 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 2 (208) und für Werte von Null bis  $B_2$  eine maximale Abweichung von 4,2 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) bzw. 2,9 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 2 (208). Die Detailergebnisse der Untersuchungen finden sich in Tabelle 43 und Tabelle 44.

Bei der Komponente O<sub>3</sub> ergibt sich für die Werte von Null bis  $B_1$  eine maximale Abweichung von -0,8 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) bzw. -0,7 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 2 (208) und für Werte von Null bis  $B_2$  eine maximale Abweichung von 2,7 µg/m<sup>3</sup> für Gerät 1 (188) bzw. 3,2 µg/m<sup>3</sup> für Gerät 2 (208). Die Detailergebnisse der Untersuchungen finden sich in Tabelle 45 und Tabelle 46.

Bei der Komponente CO ergibt sich für die Werte von Null bis  $B_1$  eine maximale Abweichung von 0,11 mg/m<sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) bzw. -0,06 mg/m<sup>3</sup> bei Gerät 2 (208) und für Werte von Null bis  $B_2$  eine maximale Abweichung von 0,33 mg/m<sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) bzw. -0,48 mg/m<sup>3</sup> bei Gerät 2 (208). Die Detailergebnisse der Untersuchungen finden sich in Tabelle 47 und Tabelle 48.

## **Bewertung**

Die Untersuchungen ergaben keine Überschreitung der zulässigen Abweichungen. Zur Berechnung der Gesamtunsicherheit werden die größeren der beiden Werte herangezogen.

Für die Komponente NO<sub>2</sub> sind dies 1,7 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) und -1,6 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 2 (208).

Für die Komponente SO<sub>2</sub> sind dies 4,2 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) und 2,9 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 2 (208).

Für die Komponente O<sub>3</sub> sind dies 2,7 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) und 3,2 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 2 (208).

Für die Komponente CO sind dies 0,33 mg/m<sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) und -0,48 mg/m<sup>3</sup> bei Gerät 2 (208).

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Die Einzelergebnisse der Messreihen sind in Tabelle 33 bis Tabelle 40 im Abschnitt Analysefunktionen zu finden.

Die Ergebnisse der Gruppenmittelwerte sind folgend in Tabelle 41 bis Tabelle 48 aufgeführt.

In Abbildung 30 bis Abbildung 37 sind die Ergebnisse der Gruppenmittelwertuntersuchungen zusammenfassend graphisch dargestellt.

*Tabelle 41: Linearität aus Gruppenmittelwerten für die Komponente NO<sub>2</sub>, Gerät 1 (188)*

Prüfgas Sollwert	Istwert*	Abweichung**	Erlaubte Abweichung
[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	VDI 4202 Bl.1 [µg/m³]
0,0	0,2	0,2	3
50,0	50,3	0,3	3
100,1	99,3	-0,8	4
149,9	149,0	-0,9	4
200,0	198,9	-1,1	4
250,0	251,1	1,1	4
300,1	301,6	1,5	4
349,9	351,6	1,7	4
400,0	401,6	1,6	4
450,0	449,2	-0,8	4
500,0	498,2	-1,8	4

\* Gruppenmittelwerte aus 5 Einzelmessungen

\*\* Sollwert - Istwert

$B_1 = 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $B_2 = 400 \mu\text{g}/\text{m}^3$

*Tabelle 42: Linearität aus Gruppenmittelwerten für die Komponente NO<sub>2</sub>, Gerät 2 (208)*

Prüfgas Sollwert	Istwert*	Abweichung**	Erlaubte Abweichung
[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	VDI 4202 Bl.1 [µg/m³]
0,0	0,3	0,3	3
50,0	50,2	0,2	3
100,1	99,3	-0,8	4
149,9	150,5	0,6	4
200,0	201,1	1,1	4
250,0	248,4	-1,6	4
300,1	299,7	-0,4	4
349,9	349,4	-0,5	4
400,0	400,4	0,4	4
450,0	449,3	-0,7	4
500,0	498,0	-2,0	4

\* Gruppenmittelwerte aus 5 Einzelmessungen

\*\* Sollwert - Istwert

$B_1 = 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $B_2 = 400 \mu\text{g}/\text{m}^3$

**Tabelle 43:** Linearität aus Gruppenmittelwerten für die Komponente SO<sub>2</sub>, Gerät 1 (188)

Prüfgas Sollwert	Istwert*	Abweichung**	Erlaubte Abweichung
[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	VDI 4202 Bl.1 [µg/m³]
0,0	0,6	0,6	2
50,0	51,2	1,2	7
100,0	101,3	1,3	7
200,0	201,1	1,1	7
300,0	301,3	1,3	7
400,1	401,8	1,7	7
500,1	504,3	4,2	7
600,1	603,4	3,3	7
700,1	703,7	3,6	7
800,1	803,3	3,2	7
950,2	955,6	5,4	7

\* Gruppenmittelwerte aus 5 Einzelmessungen

\*\* Sollwert - Istwert

B<sub>1</sub> = 40 µg/m³ B<sub>2</sub> = 700 µg/m³

**Tabelle 44:** Linearität aus Gruppenmittelwerten für die Komponente SO<sub>2</sub>, Gerät 2 (208)

Prüfgas Sollwert	Istwert*	Abweichung**	Erlaubte Abweichung
[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	VDI 4202 Bl.1 [µg/m³]
0,0	0,6	0,6	2
50,0	49,4	-0,6	7
100,0	99,5	-0,5	7
200,0	200,7	0,7	7
300,0	299,8	-0,2	7
400,1	398,0	-2,1	7
500,1	503,0	2,9	7
600,1	601,1	1,0	7
700,1	702,5	2,4	7
800,1	802,9	2,8	7
950,2	953,8	3,6	7

\* Gruppenmittelwerte aus 5 Einzelmessungen

\*\* Sollwert - Istwert

B<sub>1</sub> = 40 µg/m³ B<sub>2</sub> = 700 µg/m³

*Tabelle 45: Linearität aus Gruppenmittelwerten für die Komponente O<sub>3</sub>, Gerät 1 (188)*

Prüfgas Sollwert	Istwert*	Abweichung**	Erlaubte Abweichung
[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	VDI 4202 Bl.1 [µg/m³]
0,0	0,2	0,2	4
50,0	49,2	-0,8	4
100,0	101,9	1,9	4
150,0	149,8	-0,2	3,6
200,0	202,7	2,7	3,6
250,0	251,0	1,0	3,6
300,0	302,1	2,1	3,6
350,0	349,0	-1,0	3,6
400,0	401,5	1,5	3,6
450,0	452,1	2,1	3,6
500,0	501,9	1,9	3,6

\* Gruppenmittelwerte aus 5 Einzelmessungen

\*\* Sollwert - Istwert

$B_1 = 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $B_2 = 360 \mu\text{g}/\text{m}^3$

*Tabelle 46: Linearität aus Gruppenmittelwerten für die Komponente O<sub>3</sub>, Gerät 2 (208)*

Prüfgas Sollwert	Istwert*	Abweichung**	Erlaubte Abweichung
[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	VDI 4202 Bl.1 [µg/m³]
0,0	0,2	0,2	4
50,0	49,3	-0,7	4
100,0	102,8	2,8	4
150,0	153,2	3,2	3,6
200,0	202,2	2,2	3,6
250,0	251,4	1,4	3,6
300,0	301,8	1,8	3,6
350,0	352,1	2,1	3,6
400,0	402,0	2,0	3,6
450,0	447,9	-2,1	3,6
500,0	497,6	-2,4	3,6

\* Gruppenmittelwerte aus 5 Einzelmessungen

\*\* Sollwert - Istwert

$B_1 = 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $B_2 = 360 \mu\text{g}/\text{m}^3$

*Tabelle 47: Linearität aus Gruppenmittelwerten für die Komponente CO, Gerät 1 (188)*

Prüfgas Sollwert	Istwert*	Abweichung**	Erlaubte Abweichung
[mg/m³]	[mg/m³]	[mg/m³]	VDI 4202 Bl.1 [mg/m³]
0,00	0,11	0,11	1,00
9,98	10,08	0,10	1,00
19,95	20,07	0,12	0,60
30,04	30,18	0,14	0,60
40,02	40,16	0,14	0,60
50,00	50,16	0,16	0,60
59,97	60,30	0,33	0,60

\* Gruppenmittelwerte aus 5 Einzelmessungen

\*\* Sollwert - Istwert

B<sub>1</sub> = 20 mg/m³ B<sub>2</sub> = 60 mg/m³

*Tabelle 48: Linearität aus Gruppenmittelwerten für die Komponente CO, Gerät 2 (208)*

Prüfgas Sollwert	Istwert*	Abweichung**	Erlaubte Abweichung
[mg/m³]	[mg/m³]	[mg/m³]	VDI 4202 Bl.1 [mg/m³]
0,00	-0,03	-0,03	1,00
9,98	9,92	-0,06	1,00
19,95	19,86	-0,09	0,60
30,04	29,91	-0,13	0,60
40,02	39,81	-0,21	0,60
50,00	49,52	-0,48	0,60
59,97	59,78	-0,19	0,60

\* Gruppenmittelwerte aus 5 Einzelmessungen

\*\* Sollwert - Istwert

B<sub>1</sub> = 20 mg/m³ B<sub>2</sub> = 60 mg/m³



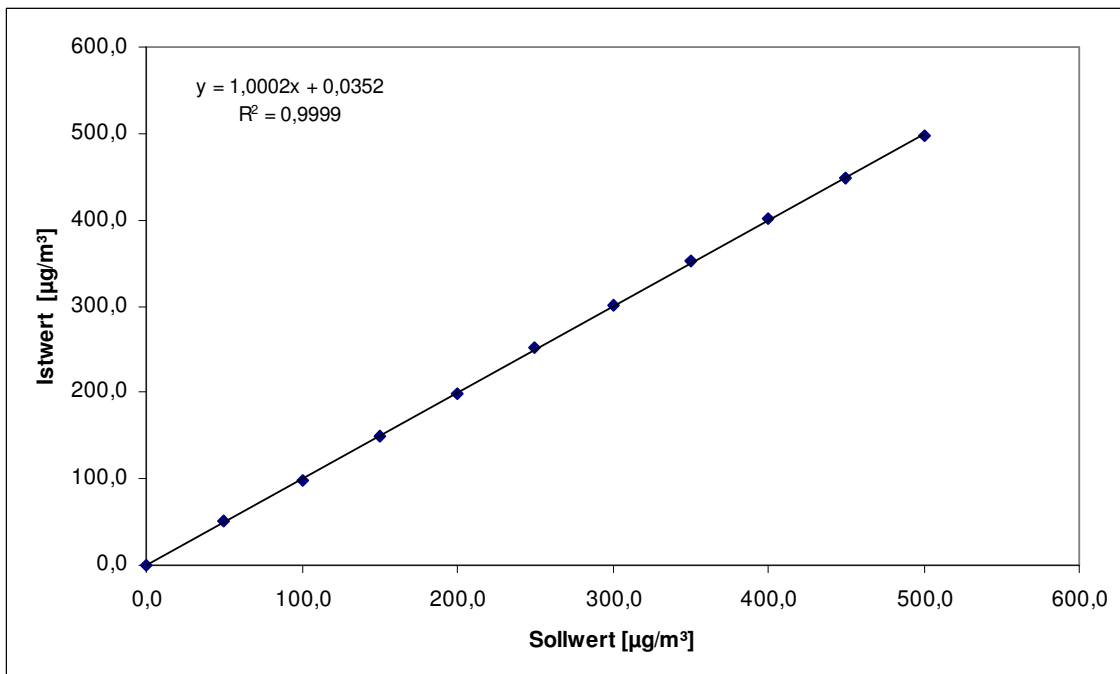


Abbildung 30: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für die Komponente NO<sub>2</sub>, Gerät 1 (188)

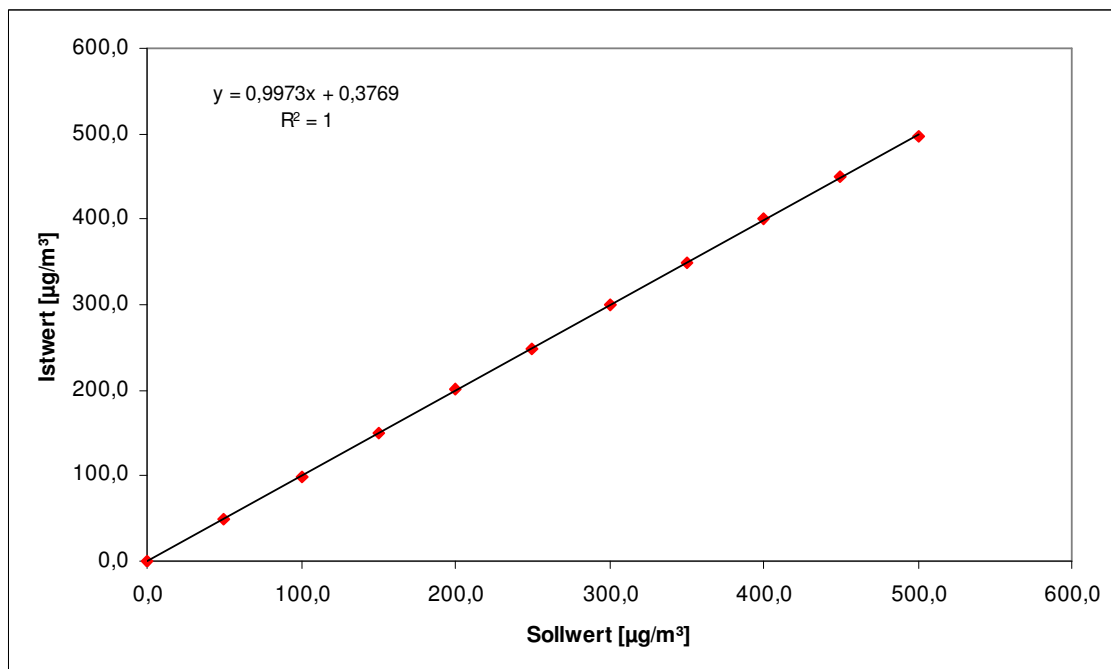


Abbildung 31: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für die Komponente NO<sub>2</sub>, Gerät 2 (208)

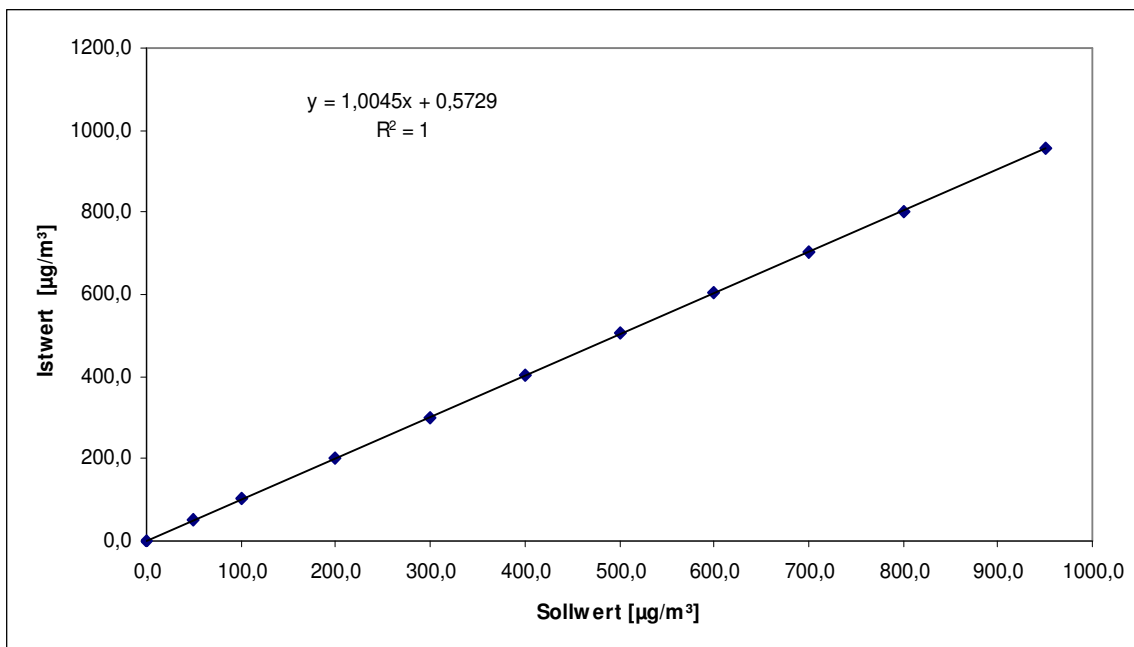


Abbildung 32: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für die Komponente SO<sub>2</sub>, Gerät 1 (188)

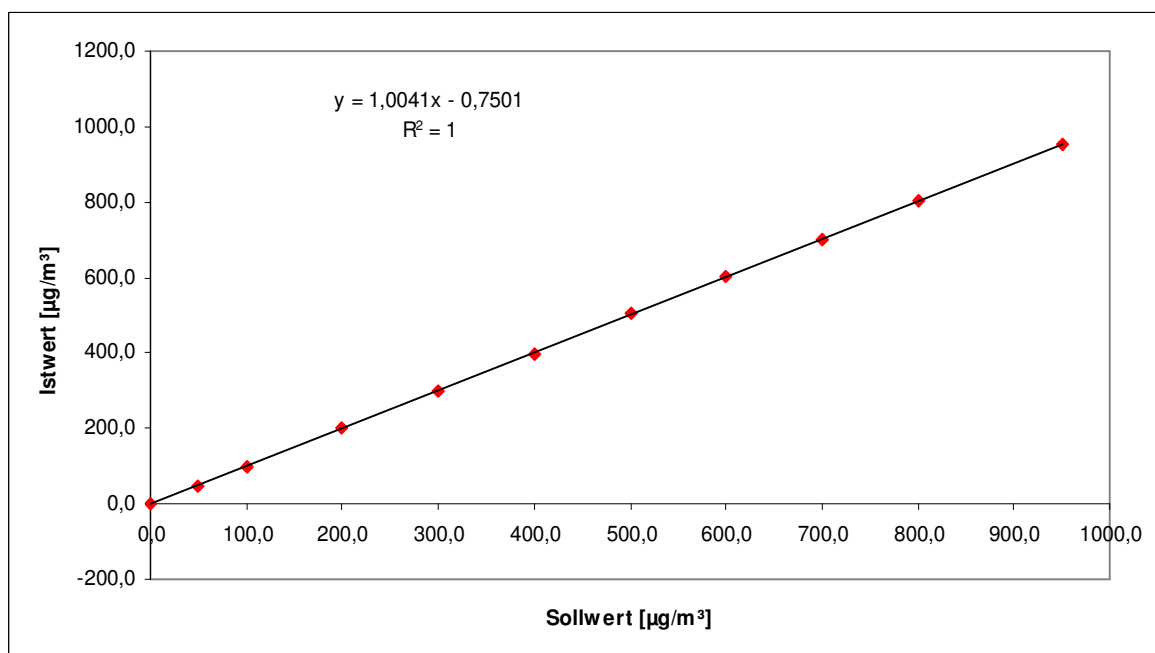


Abbildung 33: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für die Komponente SO<sub>2</sub>, Gerät 2 (208)

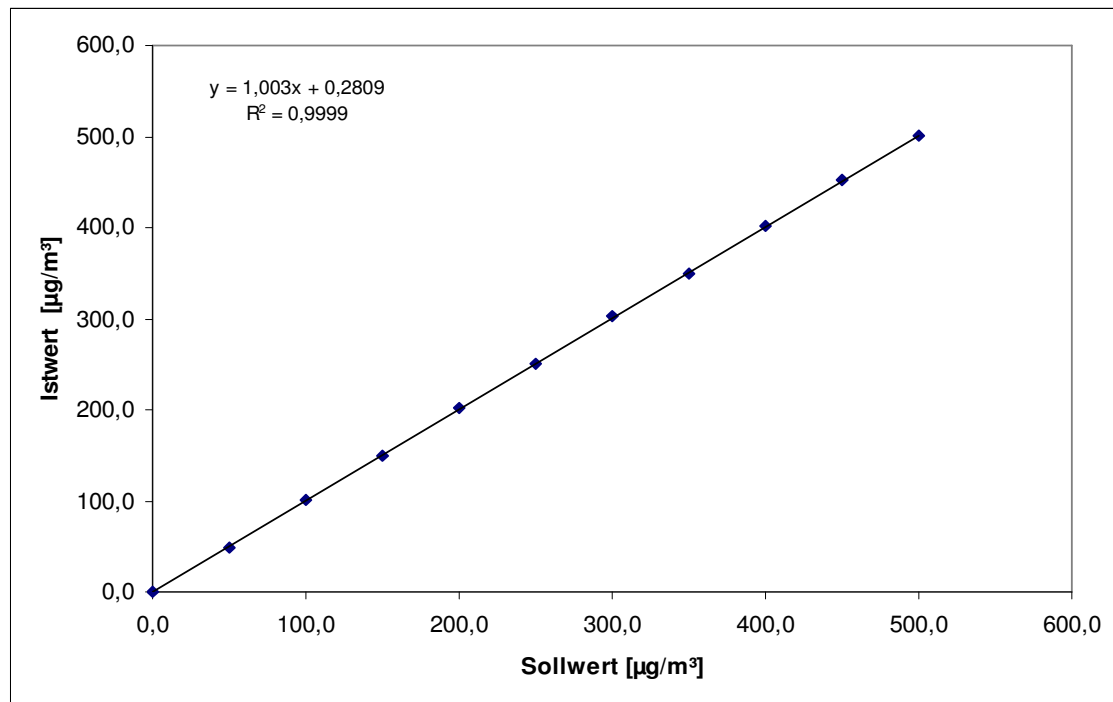


Abbildung 34: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für die Komponente O<sub>3</sub>, Gerät 1 (188)

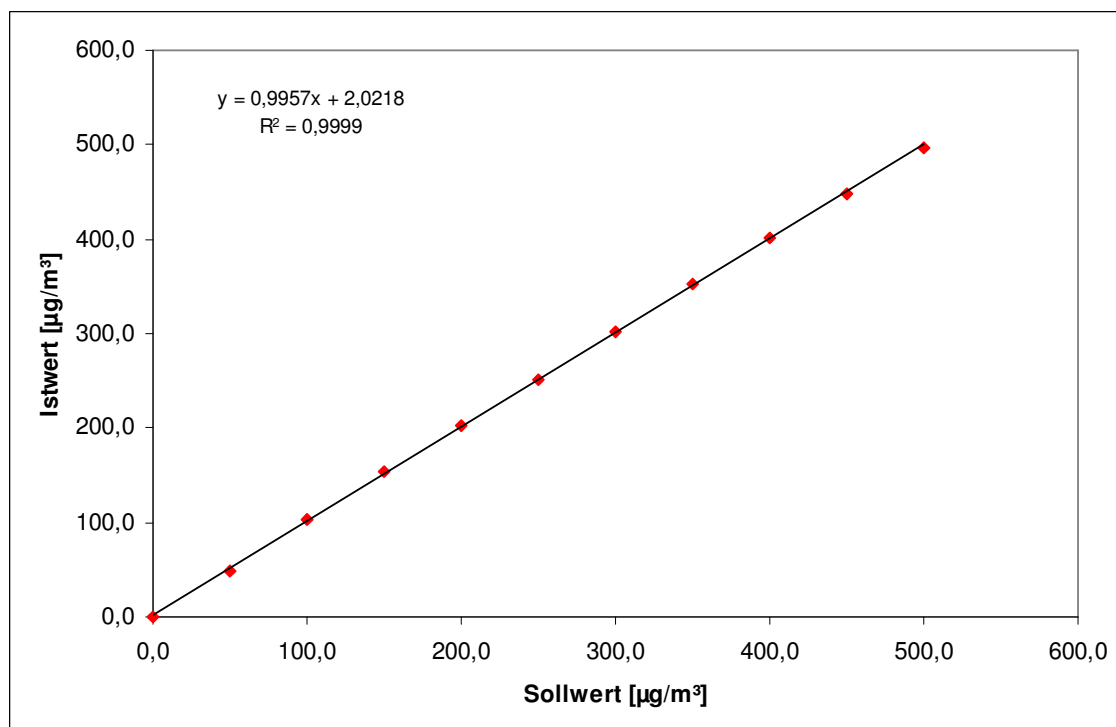


Abbildung 35: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für die Komponente O<sub>3</sub>, Gerät 2 (208)

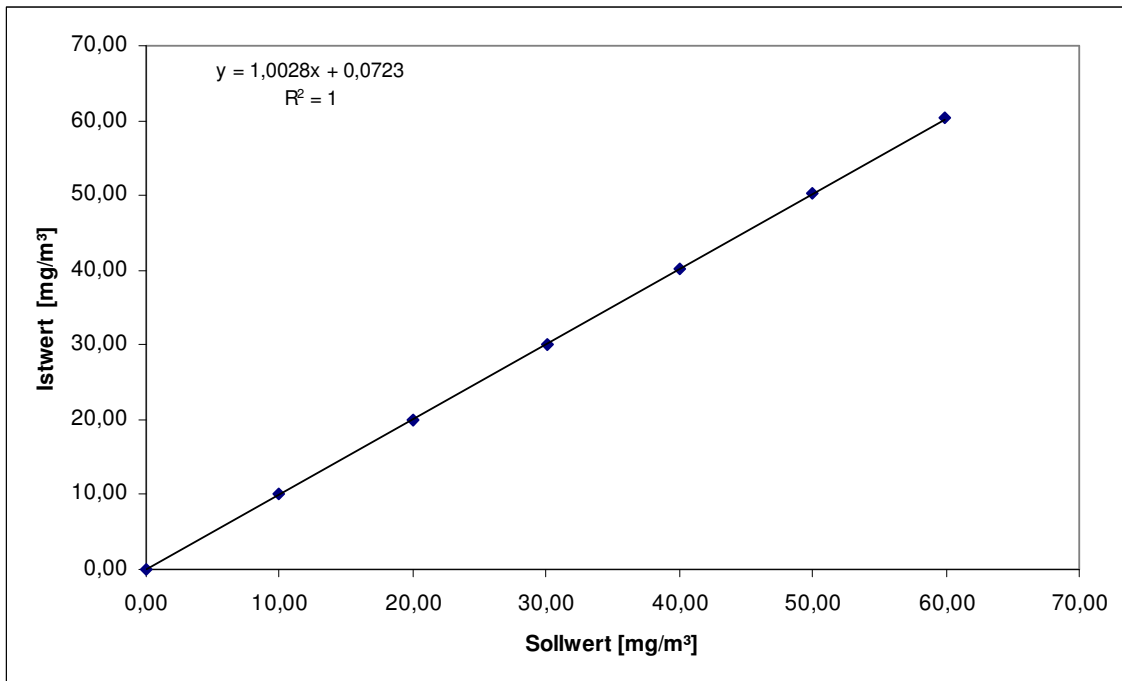


Abbildung 36: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für die Komponente CO, Gerät 1 (188)

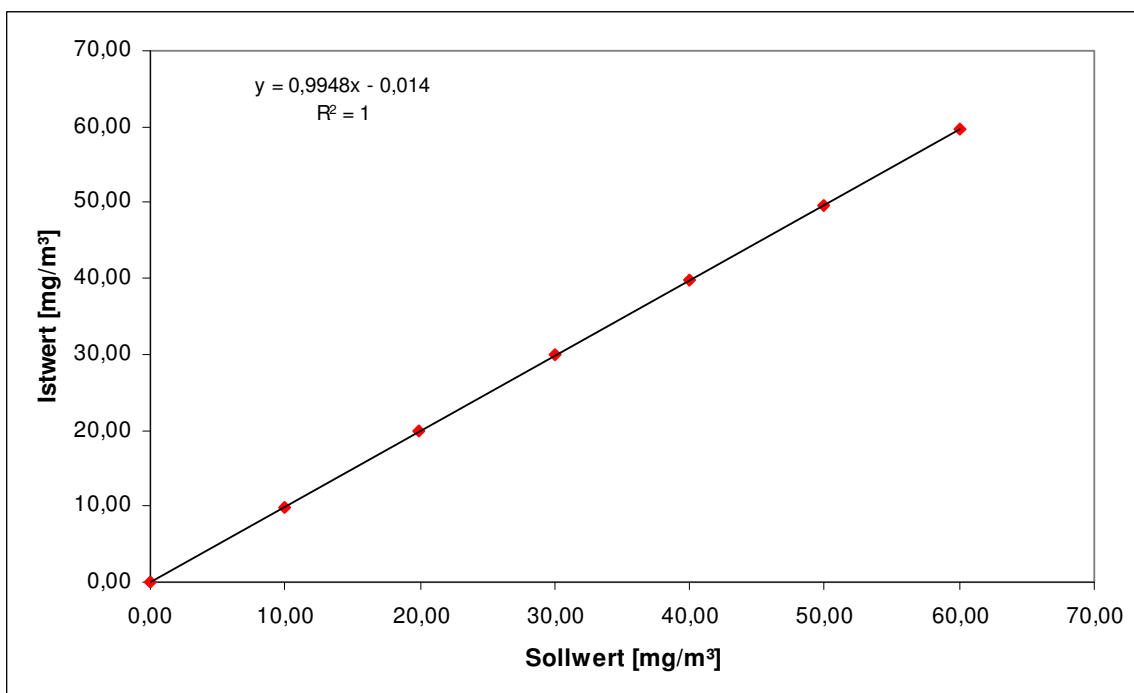


Abbildung 37: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für die Komponente CO, Gerät 2 (208)

## **A 5.2.5 Nachweisgrenze**

*Die Nachweisgrenze der Messeinrichtung darf den Bezugswert  $B_0$  nicht überschreiten. Die Nachweisgrenze ist im Feldtest zu ermitteln.*

*( $B_0$  für NO<sub>2</sub> = 3 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_0$  für SO<sub>2</sub> = 2 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_0$  für O<sub>3</sub> = 4 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_0$  für CO = 1 mg/m<sup>3</sup>)*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Prüfgase aus Permeationssystemen (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>), Prüfgase aus Druckgasflaschen (NO, CO) sowie Prüfgas aus einem Ozongenerator (O<sub>3</sub>). Als Trägergas wurde jeweils gereinigte, KW-freie, synthetische Luft verwendet. Zur Ansteuerung und Datenaufnahme der airpointer Geräte wurde ein externer PC verwendet.

### **Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung erfolgte durch wechselweise Aufgabe von Null- und Referenzgas. Die Nachweisgrenze wird im Labor und am Ende des Feldtestes aus jeweils 15 Einzelwerten ermittelt.

### **Auswertung**

Auf Basis der in Labor und Feld aufgenommenen Messdaten wurde die Auswertung vorgenommen. Das Prüfkriterium der Nachweisgrenze gilt als bestanden, wenn die Nachweisgrenze im Labor und Feld kleiner als  $B_0$  ist. Die Tabelle 49 bis Tabelle 56 zeigen zusammenfassend die Ergebnisse der Untersuchungen. Nach den Auswertekriterien der VDI ist die Nachweisgrenze als 3 \* Standardabweichung definiert (VDI 2449 Blatt 1).

*Tabelle 49: Übersicht der Nachweisgrenzen für die Komponente NO<sub>2</sub> im Labortest (Prüfgas Sollwert = 60,0 µg/m<sup>3</sup>)*

Messung		Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
		NP	RP	NP	RP
		µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
Anzahl	n	15	15	15	15
Mittelwert	x	0,2	59,5	0,1	58,0
Standardabweichung		0,3	0,5	0,4	0,6
<b>NWG = 3 * Standardabweichung</b>	<b>3*s<sub>r</sub></b>	<b>0,9</b>	<b>1,5</b>	<b>1,2</b>	<b>1,8</b>
Anforderung nach VDI 4202	µg/m <sup>3</sup>	3	3	3	3
Anforderung erfüllt?		<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>

*Tabelle 50: Übersicht der Nachweisgrenzen für die Komponente NO<sub>2</sub> im Feldtest (Prüfgas Sollwert = 60,0 µg/m<sup>3</sup>)*

Messung		Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
		NP	RP	NP	RP
		µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
Anzahl	n	15	15	15	15
Mittelwert	x	0,2	60,3	0,2	60,3
Standardabweichung		0,2	0,3	0,2	0,4
<b>NWG = 3 * Standardabweichung</b>	<b>3*s<sub>r</sub></b>	<b>0,6</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	<b>1,2</b>
Anforderung nach VDI 4202	µg/m <sup>3</sup>	3	3	3	3
Anforderung erfüllt?		<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 131 von 910

*Tabelle 51: Übersicht der Nachweisgrenzen für die Komponente SO<sub>2</sub> im Labortest (Prüfgas Sollwert = 40,0 µg/m³)*

Messung		Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
		NP	RP	NP	RP
		µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Anzahl	n	15	15	15	15
Mittelwert	x	0,1	41,3	0,2	41,3
Standardabweichung		0,5	0,5	0,6	0,6
<b>NWG = 3 * Standardabweichung</b>	<b>3*s<sub>r</sub></b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>
Anforderung nach VDI 4202	µg/m³	2	2	2	2
Anforderung erfüllt?		<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>

*Tabelle 52: Übersicht der Nachweisgrenzen für die Komponente SO<sub>2</sub> im Feldtest (Prüfgas Sollwert = 40,0 µg/m³)*

Messung		Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
		NP	RP	NP	RP
		µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Anzahl	n	15	15	15	15
Mittelwert	x	-0,1	39,8	0,4	40,7
Standardabweichung		0,4	0,5	0,4	0,6
<b>NWG = 3 * Standardabweichung</b>	<b>3*s<sub>r</sub></b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>1,2</b>	<b>1,8</b>
Anforderung nach VDI 4202	µg/m³	2	2	2	2
Anforderung erfüllt?		<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>

**Tabelle 53:** Übersicht der Nachweisgrenzen für die Komponente O<sub>3</sub> im Labortest (Prüfgas Sollwert = 80,0 µg/m<sup>3</sup>)

Messung		Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
		NP	RP	NP	RP
		µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
Anzahl	n	15	15	15	15
Mittelwert	x	0,4	81,8	0,5	80,4
Standardabweichung		0,1	0,9	0,1	0,6
<b>NWG = 3 * Standardabweichung</b>	<b>3*s<sub>r</sub></b>	<b>0,3</b>	<b>2,7</b>	<b>0,3</b>	<b>1,8</b>
Anforderung nach VDI 4202	µg/m <sup>3</sup>	4	4	4	4
Anforderung erfüllt?		<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>

**Tabelle 54:** Übersicht der Nachweisgrenzen für die Komponente O<sub>3</sub> im Feldtest (Prüfgas Sollwert = 80,0 µg/m<sup>3</sup>)

Messung		Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
		NP	RP	NP	RP
		µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
Anzahl	n	15	15	15	15
Mittelwert	x	0,3	80,5	0,1	80,8
Standardabweichung		0,2	0,5	0,2	0,6
<b>NWG = 3 * Standardabweichung</b>	<b>3*s<sub>r</sub></b>	<b>0,6</b>	<b>1,5</b>	<b>0,6</b>	<b>1,8</b>
Anforderung nach VDI 4202	µg/m <sup>3</sup>	4	4	4	4
Anforderung erfüllt?		<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>



*Tabelle 55: Übersicht der Nachweisgrenzen für die Komponente CO im Labortest (Prüfgas Sollwert = 20,0 mg/m<sup>3</sup>)*

Messung		Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
		NP	RP	NP	RP
		mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
Anzahl	n	15	15	15	15
Mittelwert	x	-0,08	20,15	0,17	20,18
Standardabweichung		0,02	0,08	0,01	0,05
<b>NWG = 3 * Standardabweichung</b>	<b>3*s<sub>r</sub></b>	<b>0,06</b>	<b>0,24</b>	<b>0,03</b>	<b>0,15</b>
Anforderung nach VDI 4202	mg/m <sup>3</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00
Anforderung erfüllt?		<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>

*Tabelle 56: Übersicht der Nachweisgrenzen für die Komponente CO im Feldtest (Prüfgas Sollwert = 20,0 mg/m<sup>3</sup>)*

Messung		Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
		NP	RP	NP	RP
		mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
Anzahl	n	15	15	15	15
Mittelwert	x	0,04	20,14	0,05	20,16
Standardabweichung		0,02	0,07	0,02	0,08
<b>NWG = 3 * Standardabweichung</b>	<b>3*s<sub>r</sub></b>	<b>0,06</b>	<b>0,21</b>	<b>0,06</b>	<b>0,28</b>
Anforderung nach VDI 4202	mg/m <sup>3</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00
Anforderung erfüllt?		<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>

## Bewertung

Die Nachweisgrenze liegt innerhalb der Mindestanforderungen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Bestimmung der Nachweisgrenze sind in Tabelle 57 bis Tabelle 64 angegeben.

**Tabelle 57:** Einzelwerte der Ermittlung der Nachweisgrenze für die Komponente NO<sub>2</sub> im Labor (Prüfgas Sollwert = 60,0 µg/m<sup>3</sup>)

Labortest		Nullpunkt		Referenzpunkt		
Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]		[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
05.05.2008	08:05 - 08:20	0,5	0,4	08:20 - 08:35	60,1	56,5
05.05.2008	08:35 - 08:40	0,3	0,8	08:40 - 08:55	58,6	57,6
05.05.2008	08:55 - 09:10	0,2	-0,4	09:10 - 09:25	59,1	57,7
05.05.2008	09:25 - 09:40	0,2	-0,4	09:40 - 09:55	61,0	58,9
05.05.2008	09:55 - 10:10	0,1	0,1	10:10 - 10:25	59,7	58,7
05.05.2008	10:25 - 10:40	-0,1	-0,1	10:40 - 10:55	59,5	58,0
05.05.2008	10:55 - 11:10	0,8	0,0	11:10 - 11:25	59,2	57,7
05.05.2008	11:25 - 11:40	0,6	-0,5	11:40 - 11:55	59,1	58,6
05.05.2008	11:55 - 12:10	-0,2	0,4	12:10 - 12:25	59,5	58,5
05.05.2008	12:25 - 12:40	0,1	0,3	12:40 - 12:55	59,7	57,1
05.05.2008	12:55 - 13:10	0,0	0,3	13:10 - 13:25	59,4	58,1
05.05.2008	13:25 - 13:40	0,2	0,4	13:40 - 13:55	59,4	57,8
05.05.2008	13:55 - 14:10	-0,6	-0,1	14:10 - 14:25	59,5	58,4
05.05.2008	14:25 - 14:40	0,3	-0,1	14:40 - 14:55	59,3	58,2
05.05.2008	14:55 - 15:10	0,4	0,2	15:10 - 15:25	59,7	58,4
Anzahl		15	15		15	15
Mittelwert		0,2	0,1		59,5	58,0
Standardabweichung		0,3	0,4		0,5	0,6

**Tabelle 58:** Einzelwerte der Ermittlung der Nachweisgrenze für die Komponente NO<sub>2</sub> im Feld (Prüfgas Sollwert = 60,0 µg/m<sup>3</sup>)

Feldtest		Nullpunkt		Referenzpunkt		
Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]		[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
16.12.2008	07:10 - 07:25	0,1	0,3	07:25 - 07:40	59,6	60,4
16.12.2008	07:40 - 07:55	0,3	0,2	07:55 - 08:10	59,8	61,1
16.12.2008	08:10 - 08:25	0,1	0,5	08:25 - 08:40	60,4	60,5
16.12.2008	08:40 - 08:55	0,2	0,4	08:55 - 09:10	60,1	60,1
16.12.2008	09:10 - 09:25	0,2	0,1	09:25 - 09:40	60,5	60,3
16.12.2008	09:40 - 09:55	0,3	0,1	09:55 - 10:10	60,2	60,0
16.12.2008	10:10 - 10:25	0,4	0,1	10:25 - 10:40	60,5	60,7
16.12.2008	10:40 - 10:55	0,4	0,3	10:55 - 11:10	60,2	61,0
16.12.2008	11:10 - 11:25	-0,2	0,3	11:25 - 11:40	60,9	60,2
16.12.2008	11:40 - 11:55	0,0	-0,2	11:55 - 12:10	60,0	60,5
16.12.2008	12:10 - 12:25	0,2	0,1	12:25 - 12:40	60,7	60,6
16.12.2008	12:40 - 12:55	0,2	0,1	12:55 - 13:10	60,4	60,4
16.12.2008	13:10 - 13:25	-0,1	0,4	13:25 - 13:40	60,2	60,1
16.12.2008	13:40 - 13:55	0,1	0,2	13:55 - 14:10	60,0	59,9
16.12.2008	14:10 - 14:25	0,3	0,3	14:25 - 14:40	60,6	59,3
Anzahl		15	15		15	15
Mittelwert		0,2	0,2		60,3	60,3
Standardabweichung		0,2	0,2		0,3	0,4

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessanlage der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 135 von 910

**Tabelle 59:** Einzelwerte der Ermittlung der Nachweisgrenze für die Komponente SO<sub>2</sub> im Labor (Prüfgas Sollwert = 40,0 µg/m<sup>3</sup>)

Labortest		Nullpunkt		Referenzpunkt		
Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]		[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
06.05.2008	07:33 - 07:48	-0,5	-0,7	07:48 - 08:03	41,2	41,3
06.05.2008	08:03 - 08:18	-0,5	0,9	08:18 - 08:33	41,6	40,4
06.05.2009	08:33 - 08:48	0,1	-1,1	08:48 - 09:03	41,9	41,5
06.05.2008	09:03 - 09:18	-0,4	-0,8	09:18 - 09:33	42,4	42,3
06.05.2008	09:33 - 09:48	-0,3	0,6	09:48 - 10:03	40,9	40,9
06.05.2008	10:03 - 10:18	0,1	0,9	10:18 - 10:33	41,4	42,4
06.05.2009	10:33 - 10:48	0,2	0,1	10:48 - 11:03	40,3	41,6
06.05.2008	11:03 - 11:18	-0,2	0,2	11:18 - 11:33	41,1	40,6
06.05.2008	11:33 - 11:48	0,7	0,4	11:48 - 12:03	41,3	41,5
06.05.2008	12:03 - 12:18	0,6	0,3	12:18 - 12:33	41,4	40,3
06.05.2009	12:33 - 12:48	1,0	0,5	12:48 - 13:03	41,1	41,5
06.05.2008	13:03 - 13:18	0,4	-0,3	13:18 - 13:33	41,4	41,7
06.05.2008	13:33 - 13:48	0,3	0,4	13:48 - 14:03	40,9	42,1
06.05.2008	14:03 - 14:18	0,3	0,4	14:18 - 14:33	42,1	41,0
06.05.2008	14:33 - 14:48	-0,2	0,6	14:48 - 15:03	41,1	40,7
Anzahl		15	15		15	15
Mittelwert		0,1	0,2		41,3	41,3
Standardabweichung		0,5	0,6		0,5	0,6

**Tabelle 60:** Einzelwerte der Ermittlung der Nachweisgrenze für die Komponente SO<sub>2</sub> im Feld (Prüfgas Sollwert = 40,0 µg/m<sup>3</sup>)

Feldtest		Nullpunkt		Referenzpunkt		
Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]		[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
17.12.2008	08:20 - 08:35	0,6	0,5	08:35 - 08:50	40,2	40,2
17.12.2008	08:50 - 09:05	-0,2	0,1	09:05 - 09:20	39,4	40,6
17.12.2008	09:20 - 09:35	-0,5	0,8	09:35 - 09:50	39,2	40,8
17.12.2008	09:50 - 10:05	-0,4	0,6	10:05 - 10:20	39,8	40,2
17.12.2008	10:20 - 10:35	-0,6	0,4	10:35 - 10:50	40,3	39,8
17.12.2008	10:50 - 11:05	-0,2	0,2	11:05 - 11:20	40,8	40,3
17.12.2008	11:20 - 11:35	-0,1	0,3	11:35 - 11:50	39,6	41,3
17.12.2008	11:50 - 12:05	-0,2	0,5	12:05 - 12:20	40,1	40,4
17.12.2008	12:20 - 12:35	0,5	0,7	12:35 - 12:50	39,2	40,6
17.12.2008	12:50 - 13:05	0,0	-0,1	13:05 - 13:20	39,8	40,8
17.12.2008	13:20 - 13:35	-0,5	0,6	13:35 - 13:50	39,6	41,8
17.12.2008	13:50 - 14:05	-0,4	0,5	14:05 - 14:20	39,7	41,2
17.12.2008	14:20 - 14:35	-0,2	0,8	14:35 - 14:50	39,5	40,1
17.12.2008	14:50 - 15:05	-0,3	0,1	15:05 - 15:20	39,6	40,5
17.12.2008	15:20 - 15:35	0,3	-0,5	15:35 - 15:50	40,5	41,6
Anzahl		15	15		15	15
Mittelwert		-0,1	0,4		39,8	40,7
Standardabweichung		0,4	0,4		0,5	0,6

**Tabelle 61:** Einzelwerte der Ermittlung der Nachweisgrenze für die Komponente O<sub>3</sub> im Labor (Prüfgas Sollwert = 80,0 µg/m<sup>3</sup>)

Labortest		Nullpunkt		Referenzpunkt		
Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]		[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
07.05.2008	06:55 - 07:10	0,5	0,6	07:10 - 07:25	80,6	78,8
07.05.2008	07:25 - 07:40	0,2	0,6	07:40 - 07:55	80,1	79,5
07.05.2008	07:55 - 08:10	0,3	0,6	08:10 - 08:25	80,2	80,0
07.05.2008	08:25 - 08:40	0,5	0,6	08:40 - 08:55	81,1	80,4
07.05.2008	08:55 - 09:10	0,3	0,5	09:10 - 09:25	81,6	80,7
07.05.2008	09:25 - 09:40	0,5	0,5	09:40 - 09:55	82,1	80,9
07.05.2008	09:55 - 10:10	0,4	0,5	10:10 - 10:25	82,2	80,9
07.05.2008	10:25 - 10:40	0,5	0,4	10:40 - 10:55	82,3	81,0
07.05.2008	10:55 - 11:10	0,5	0,5	11:10 - 11:25	82,5	80,9
07.05.2008	11:25 - 11:40	0,5	0,5	11:40 - 11:55	82,6	80,6
07.05.2008	11:55 - 12:10	0,5	0,5	12:10 - 12:25	82,5	80,5
07.05.2008	12:25 - 12:40	0,4	0,5	12:40 - 12:55	82,6	80,4
07.05.2008	12:55 - 13:10	0,4	0,5	13:10 - 13:25	82,5	80,5
07.05.2008	13:25 - 13:40	0,4	0,5	13:40 - 13:55	82,3	80,6
07.05.2008	13:55 - 14:10	0,3	0,4	14:10 - 14:25	82,2	80,8
Anzahl		15	15		15	15
Mittelwert		0,4	0,5		81,8	80,4
Standardabweichung		0,1	0,1		0,9	0,6

**Tabelle 62:** Einzelwerte der Ermittlung der Nachweisgrenze für die Komponente O<sub>3</sub> im Feld (Prüfgas Sollwert = 80,0 µg/m<sup>3</sup>)

Feldtest		Nullpunkt		Referenzpunkt		
Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]		[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
18.12.2008	08:00 - 08:15	0,1	0,1	08:15 - 08:30	80,0	80,2
18.12.2008	08:30 - 08:45	0,5	0,1	08:45 - 09:00	80,2	79,8
18.12.2008	09:00 - 09:15	0,4	-0,2	09:15 - 09:30	80,4	81,6
18.12.2008	09:30 - 09:45	0,1	0,1	09:45 - 10:00	80,7	81,4
18.12.2008	10:00 - 10:15	0,1	0,3	10:15 - 10:30	80,4	81,2
18.12.2008	10:30 - 10:45	0,0	0,1	10:45 - 11:00	80,6	80,6
18.12.2008	11:00 - 11:15	0,5	-0,4	11:15 - 11:30	80,7	80,7
18.12.2008	11:30 - 11:45	0,6	-0,2	11:45 - 12:00	81,3	80,9
18.12.2008	12:00 - 12:15	0,5	0,1	12:15 - 12:30	81,0	81,2
18.12.2008	12:30 - 12:45	0,4	0,1	12:45 - 13:00	81,5	81,9
18.12.2008	13:00 - 13:15	0,5	0,3	13:15 - 13:30	80,4	81,4
18.12.2008	13:30 - 13:45	0,2	0,4	13:45 - 14:00	79,7	80,6
18.12.2008	14:00 - 14:15	0,4	0,4	14:15 - 14:30	80,4	79,6
18.12.2008	14:30 - 14:45	0,1	0,2	14:45 - 15:00	80,1	80,7
18.12.2008	15:00 - 15:15	0,1	0,1	15:15 - 15:30	80,8	80,9
Anzahl		15	15		15	15
Mittelwert		0,3	0,1		80,5	80,8
Standardabweichung		0,2	0,2		0,5	0,6

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessanlage der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 137 von 910

**Tabelle 63:** Einzelwerte der Ermittlung der Nachweisgrenze für die Komponente CO im Labor (Prüfgas Sollwert = 20,0 mg/m<sup>3</sup>)

Labortest		Nullpunkt		Referenzpunkt		
Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/m <sup>3</sup> ]		[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/m <sup>3</sup> ]
08.05.2008	07:10 - 07:25	-0,10	0,16	07:25 - 07:40	19,99	20,10
08.05.2008	07:40 - 07:55	-0,09	0,16	07:55 - 08:10	20,15	20,11
08.05.2008	08:10 - 08:25	-0,07	0,15	08:25 - 08:40	20,17	20,15
08.05.2008	08:40 - 08:55	-0,07	0,15	08:55 - 09:10	20,18	20,21
08.05.2008	09:10 - 09:25	-0,07	0,15	09:25 - 09:40	20,22	20,15
08.05.2008	09:40 - 09:55	-0,06	0,16	09:55 - 10:10	20,16	20,24
08.05.2008	10:10 - 10:25	-0,06	0,16	10:25 - 10:40	20,25	20,17
08.05.2008	10:40 - 10:55	-0,06	0,17	10:55 - 11:10	20,24	20,20
08.05.2008	11:10 - 11:25	-0,06	0,17	11:25 - 11:40	20,14	20,16
08.05.2008	11:40 - 11:55	-0,07	0,17	11:55 - 12:10	20,11	20,28
08.05.2008	12:10 - 12:25	-0,08	0,19	12:25 - 12:40	20,20	20,23
08.05.2008	12:40 - 12:55	-0,08	0,17	12:55 - 13:10	20,28	20,13
08.05.2008	13:10 - 13:25	-0,10	0,17	13:25 - 13:40	20,11	20,15
08.05.2008	13:40 - 13:55	-0,10	0,19	13:55 - 14:10	20,03	20,22
08.05.2008	14:10 - 14:25	-0,12	0,17	14:25 - 14:40	20,08	20,17
Anzahl		15	15		15	15
Mittelwert		-0,08	0,17		20,15	20,18
Standardabweichung		0,02	0,01		0,08	0,05

**Tabelle 64:** Einzelwerte der Ermittlung der Nachweisgrenze für die Komponente CO im Feld (Prüfgas Sollwert = 20,0 mg/m<sup>3</sup>)

Labortest		Nullpunkt		Referenzpunkt		
Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/m <sup>3</sup> ]		[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/m <sup>3</sup> ]
19.12.2008	07:15 - 07:30	0,02	0,06	07:30 - 07:45	20,04	20,05
19.12.2008	07:45 - 08:00	0,04	0,04	08:00 - 08:15	20,12	20,14
19.12.2008	08:15 - 08:30	0,05	0,05	08:30 - 08:45	20,08	20,16
19.12.2008	08:45 - 09:00	0,06	0,07	09:00 - 09:15	20,05	20,28
19.12.2008	09:15 - 09:30	0,05	0,09	09:30 - 09:45	20,14	20,22
19.12.2008	09:45 - 10:00	0,05	0,05	10:00 - 10:15	20,19	20,27
19.12.2008	10:15 - 10:30	0,01	0,08	10:30 - 10:45	20,17	20,14
19.12.2008	10:45 - 11:00	0,06	0,04	11:00 - 11:15	20,08	20,11
19.12.2008	11:15 - 11:30	0,05	0,02	11:30 - 11:45	20,07	20,13
19.12.2008	11:45 - 12:00	0,06	0,01	12:00 - 12:15	20,15	20,06
19.12.2008	12:15 - 12:30	0,05	0,08	12:30 - 12:45	20,24	20,17
19.12.2008	12:45 - 13:00	0,04	0,04	13:00 - 13:15	20,26	20,01
19.12.2008	13:15 - 13:30	0,06	0,06	13:30 - 13:45	20,18	20,14
19.12.2008	13:45 - 14:00	0,01	0,05	14:00 - 14:15	20,11	20,19
19.12.2008	14:15 - 14:30	0,01	0,07	14:30 - 14:45	20,23	20,28
Anzahl		15	15		15	15
Mittelwert		0,04	0,05		20,14	20,16
Standardabweichung		0,02	0,02		0,07	0,08

## **A 5.2.6 Einstellzeit**

*Die Einstellzeit (90%-Zeit) der Messeinrichtung darf nicht mehr als 5 % der Mittelungszeit (180 s) betragen.*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Prüfgase aus Permeationssystemen (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>), Prüfgase aus Druckgasflaschen (NO, CO) sowie Prüfgas aus einem Ozongenerator (O<sub>3</sub>). Als Trägergas wurde jeweils gereinigte, KW-freie, synthetische Luft verwendet. Zur Ansteuerung der airpointer Geräte wurde ein externer PC verwendet. Zur Datenaufzeichnung der Sekundenwerte wurde das Bayern/Hessenprotokoll verwendet.

### **Durchführung der Prüfung**

Die Anstiegs- und Abfallzeit wurden durch vierfachen Wechsel von Null- und Referenzgas bestimmt. Die Messdaten wurden mittels Datenaufzeichnungssystem erfasst und auf die 90%-Zeit hin untersucht.

### **Auswertung**

Die ermittelte Einstellzeit betrug maximal 31 s für die Komponente NO<sub>2</sub>, 43 s für die Komponente SO<sub>2</sub>, 43 s für die Komponente O<sub>3</sub> und 89 s für die Komponente CO. Die maximal zulässige Einstellzeit von 180 s wird damit sicher eingehalten.

### **Bewertung**

Die maximal zulässige Einstellzeit von 180 s wird bei allen geprüften Komponenten deutlich unterschritten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

*Die Anstiegs- und Abfallzeiten sind in*

Tabelle 65 bis Tabelle 68 aufgeführt.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 139 von 910

*Tabelle 65: Einstellzeiten für die Komponente NO<sub>2</sub>*

Start Wert [µg/m³]	Ziel Wert 90 % [µg/m³]	Zeit Gerät 1 (188) [s]	Zeit Gerät 2 (208) [s]	Anforderung VDI 4202 [s]	Anforderung erfüllt?
0	360	27	29	180	ja
400	40	24	27	180	ja
	<b>Differenz</b>	<b>3</b>	<b>2</b>		
0	360	26	26	180	ja
400	40	25	24	180	ja
	<b>Differenz</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		
0	360	27	31	180	ja
400	40	26	27	180	ja
	<b>Differenz</b>	<b>1</b>	<b>4</b>		
0	360	25	25	180	ja
400	40	24	26	180	ja
	<b>Differenz</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		

*Tabelle 66: Einstellzeiten für die Komponente SO<sub>2</sub>*

Start Wert [µg/m³]	Ziel Wert 90 % [µg/m³]	Zeit Gerät 1 (188) [s]	Zeit Gerät 2 (208) [s]	Anforderung VDI 4202 [s]	Anforderung erfüllt?
0	630	42	40	180	ja
700	70	36	41	180	ja
	<b>Differenz</b>	<b>6</b>	<b>1</b>		
0	630	40	38	180	ja
700	70	37	35	180	ja
	<b>Differenz</b>	<b>3</b>	<b>3</b>		
0	630	34	36	180	ja
700	70	37	39	180	ja
	<b>Differenz</b>	<b>3</b>	<b>3</b>		
0	630	35	40	180	ja
700	70	33	43	180	ja
	<b>Differenz</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		

*Tabelle 67: Einstellzeiten für die Komponente O<sub>3</sub>*

Start Wert [µg/m <sup>3</sup> ]	Ziel Wert 90 % [µg/m <sup>3</sup> ]	Zeit Gerät 1 (188) [s]	Zeit Gerät 2 (208) [s]	Anforderung VDI 4202 [s]	Anforderung erfüllt?
0	360	39	43	180	ja
400	40	34	41	180	ja
	<b>Differenz</b>	<b>5</b>	<b>2</b>		
0	360	43	36	180	ja
400	40	40	41	180	ja
	<b>Differenz</b>	<b>3</b>	<b>5</b>		
0	360	36	37	180	ja
400	40	35	33	180	ja
	<b>Differenz</b>	<b>1</b>	<b>4</b>		
0	360	38	41	180	ja
400	40	34	36	180	ja
	<b>Differenz</b>	<b>4</b>	<b>5</b>		

*Tabelle 68: Einstellzeiten für die Komponente CO*

Start Wert [mg/m <sup>3</sup> ]	Ziel Wert 90 % [mg/m <sup>3</sup> ]	Zeit Gerät 1 (188) [s]	Zeit Gerät 2 (208) [s]	Anforderung VDI 4202 [s]	Anforderung erfüllt?
0	54	87	84	180	ja
60	6	83	81	180	ja
	<b>Differenz</b>	<b>4</b>	<b>3</b>		
0	54	85	82	180	ja
60	6	86	86	180	ja
	<b>Differenz</b>	<b>1</b>	<b>4</b>		
0	54	89	89	180	ja
60	6	82	84	180	ja
	<b>Differenz</b>	<b>7</b>	<b>5</b>		
0	54	85	84	180	ja
60	6	81	81	180	ja
	<b>Differenz</b>	<b>4</b>	<b>3</b>		



## **A 5.2.7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur**

*Die Temperaturabhängigkeit des Nullpunkt-Messwertes darf bei einer Änderung der Umgebungstemperatur um 15 K im Bereich zwischen +5 °C und +20 °C bzw. 20 K im Bereich zwischen +20 °C und +40 °C den Bezugswert  $B_0$  nicht überschreiten.*

*( $B_0$  für NO<sub>2</sub> = 3 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_0$  für SO<sub>2</sub> = 2 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_0$  für O<sub>3</sub> = 4 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_0$  für CO = 1 mg/m<sup>3</sup>)*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Als Prüfgas wurde jeweils gereinigte, KW-freie, synthetische Luft verwendet. Zur Ansteuerung und Datenaufnahme der airpointer Geräte wurde ein externer PC verwendet. Die Geräte wurden für diesen Prüfpunkt in einer Klimakammer aufgestellt.

### **Durchführung der Prüfung**

Nach VDI 4202 Blatt 1 ist die Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes zwischen + 5°C und + 40°C zu prüfen. Dabei werden folgende Temperaturpunkte geprüft: 20°C → 5°C → 20°C → 40 °C → 20°C. Die Prüfgasaufgabe erfolgt dabei dreimal pro Temperaturpunkt und das Temperaturprogramm wird dreimal durchfahren.

### **Auswertung**

An jedem Temperaturpunkt wurden die Abweichungen zum Ausgangspunkt bei 20°C bestimmt. Für jeden Temperaturschritt wurde der Mittelwert gebildet und mit den Mindestanforderungen verglichen. Dabei darf bei keinem Temperaturpunkt im Vergleich zum Ausgangspunkt die zulässige Abweichung von  $B_0$  der jeweiligen Komponente überschritten werden.

*Tabelle 69: Mittelwerte und Abweichungen der Temperaturabhängigkeit von NO<sub>2</sub> am Nullpunkt*

	Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
Temperatur	Mittelwerte	Abweichung	Mittelwerte	Abweichung
		zu 20°C		zu 20°C
[°C]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
20	0,2	----	0,0	----
5	0,2	<b>0,0</b>	0,3	<b>0,3</b>
20	0,2	<b>0,0</b>	0,4	<b>0,4</b>
40	0,3	<b>0,1</b>	0,3	<b>0,3</b>
20	0,1	<b>-0,1</b>	0,3	<b>0,3</b>
5	0,2	<b>0,0</b>	0,3	<b>0,3</b>
20	0,3	<b>0,1</b>	0,5	<b>0,5</b>
40	0,2	<b>0,0</b>	0,4	<b>0,4</b>
20	-0,2	<b>-0,4</b>	0,4	<b>0,4</b>
5	0,3	<b>0,1</b>	0,4	<b>0,4</b>
20	0,1	<b>-0,1</b>	0,5	<b>0,5</b>
40	0,4	<b>0,2</b>	0,4	<b>0,4</b>
20	0,2	<b>0,0</b>	0,4	<b>0,4</b>

Wie in Tabelle 69 zu erkennen, werden die erlaubten Abweichungen für die Komponente NO<sub>2</sub> nicht überschritten. Für die Berechnung der Gesamtunsicherheit werden bei beiden Geräten die größten Abweichungen herangezogen. Dies sind für Gerät 1 (188) = -0,4 µg/m³ und für Gerät 2 (208) = 0,5 µg/m³.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 143 von 910

*Tabelle 70: Mittelwerte und Abweichungen der Temperaturabhängigkeit von SO<sub>2</sub> am Nullpunkt*

Temperatur	Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
	Mittelwerte	Abweichung	Mittelwerte	Abweichung
		zu 20°C		zu 20°C
	[°C]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
20	0,0	----	0,1	----
5	0,2	<b>0,2</b>	0,3	<b>0,2</b>
20	0,2	<b>0,2</b>	0,2	<b>0,1</b>
40	0,3	<b>0,3</b>	0,5	<b>0,4</b>
20	0,2	<b>0,2</b>	0,1	<b>0,0</b>
5	0,3	<b>0,3</b>	0,3	<b>0,2</b>
20	0,2	<b>0,2</b>	0,2	<b>0,1</b>
40	0,2	<b>0,2</b>	0,4	<b>0,3</b>
20	-0,1	<b>-0,1</b>	0,0	<b>-0,1</b>
5	0,1	<b>0,1</b>	0,2	<b>0,1</b>
20	0,2	<b>0,2</b>	0,1	<b>0,0</b>
40	0,7	<b>0,7</b>	0,1	<b>0,0</b>
20	-0,1	<b>-0,1</b>	-0,1	<b>-0,2</b>

Wie in Tabelle 70 zu erkennen, werden die erlaubten Abweichungen für die Komponente SO<sub>2</sub> nicht überschritten. Für die Berechnung der Gesamtunsicherheit werden bei beiden Geräten die größten Abweichungen herangezogen. Dies sind für Gerät 1 (188) = 0,7 µg/m³ und für Gerät 2 (208) = 0,4 µg/m³.

*Tabelle 71: Mittelwerte und Abweichungen der Temperaturabhängigkeit von O<sub>3</sub> am Nullpunkt*

	Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
Temperatur	Mittelwerte	Abweichung	Mittelwerte	Abweichung
		zu 20°C		zu 20°C
[°C]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
20	0,1	----	-0,1	----
5	0,3	<b>0,2</b>	0,3	<b>0,4</b>
20	0,3	<b>0,2</b>	0,3	<b>0,4</b>
40	0,5	<b>0,4</b>	0,5	<b>0,6</b>
20	0,5	<b>0,4</b>	0,5	<b>0,6</b>
5	0,4	<b>0,3</b>	0,3	<b>0,4</b>
20	0,5	<b>0,4</b>	0,4	<b>0,5</b>
40	0,6	<b>0,5</b>	0,5	<b>0,6</b>
20	0,3	<b>0,2</b>	0,5	<b>0,6</b>
5	0,6	<b>0,5</b>	0,3	<b>0,4</b>
20	0,3	<b>0,2</b>	0,3	<b>0,4</b>
40	0,5	<b>0,4</b>	0,6	<b>0,7</b>
20	0,3	<b>0,2</b>	0,5	<b>0,6</b>

Wie in Tabelle 71 zu erkennen, werden die erlaubten Abweichungen für die Komponente O<sub>3</sub> nicht überschritten. Für die Berechnung der Gesamtunsicherheit werden bei beiden Geräten die größten Abweichungen herangezogen. Dies sind für Gerät 1 (188) = 0,5 µg/m³ und für Gerät 2 (208) = 0,7 µg/m³.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 145 von 910

*Tabelle 72: Mittelwerte und Abweichungen der Temperaturabhängigkeit von CO am Nullpunkt*

Temperatur	Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
	Mittelwerte	Abweichung	Mittelwerte	Abweichung
		zu 20 °C		zu 20 °C
[ °C]	[ µg/m³]	[ µg/m³]	[ µg/m³]	[ µg/m³]
20	0,00	----	0,02	----
5	0,02	<b>0,02</b>	0,05	<b>0,03</b>
20	0,03	<b>0,03</b>	0,08	<b>0,06</b>
40	0,03	<b>0,03</b>	0,06	<b>0,04</b>
20	0,02	<b>0,02</b>	0,06	<b>0,04</b>
5	0,02	<b>0,02</b>	0,08	<b>0,06</b>
20	0,03	<b>0,03</b>	0,07	<b>0,05</b>
40	0,04	<b>0,04</b>	0,07	<b>0,05</b>
20	0,04	<b>0,04</b>	0,07	<b>0,05</b>
5	0,05	<b>0,05</b>	0,07	<b>0,05</b>
20	0,04	<b>0,04</b>	0,07	<b>0,05</b>
40	0,05	<b>0,05</b>	0,07	<b>0,05</b>
20	0,05	<b>0,05</b>	0,06	<b>0,04</b>

Wie in Tabelle 72 zu erkennen, werden die erlaubten Abweichungen für die Komponente CO nicht überschritten. Für die Berechnung der Gesamtunsicherheit werden bei beiden Geräten die größten Abweichungen herangezogen. Dies sind für Gerät 1 (188) = 0,05 mg/m<sup>3</sup> und für Gerät 2 (208) = 0,06 mg/m<sup>3</sup>.

## Bewertung

Die Änderung des Nullpunktes liegt bei allen betrachteten Umgebungstemperaturen im Bereich der maximal erlaubten Abweichung.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelergebnisse der Untersuchung der Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur sind in Tabelle 73 bis Tabelle 76 angegeben.

**Tabelle 73:** *Einzeldaten der Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur für die Komponente NO<sub>2</sub>*

Datum	Uhrzeit	Nullpunkt		
		Temperatur [°C]	Gerät 1 (188) [µg/m³]	Gerät 2 (208) [µg/m³]
18.06.2008	08:26 - 08:41	20	0,2	0,5
18.06.2008	08:56 - 09:11	20	0,1	0,4
18.06.2008	09:26 - 09:41	20	0,2	0,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,4</b>
19.06.2008	08:28 - 08:43	5	0,0	0,6
19.06.2008	08:58 - 09:13	5	0,2	0,1
19.06.2008	09:28 - 09:43	5	0,3	0,2
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,3</b>
19.06.2008	18:45 - 19:00	20	0,2	0,4
19.06.2008	19:15 - 19:30	20	0,3	0,4
19.06.2008	19:45 - 20:00	20	0,2	0,5
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,4</b>
20.06.2008	08:22 - 08:37	40	0,2	0,1
20.06.2008	08:52 - 09:07	40	0,4	0,4
20.06.2008	09:22 - 09:37	40	0,2	0,5
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,3</b>	<b>0,3</b>
20.06.2008	19:25 - 19:40	20	0,1	0,4
20.06.2008	19:55 - 20:10	20	0,0	0,0
20.06.2008	20:25 - 20:40	20	0,2	0,3
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,3</b>
21.06.2008	10:35 - 10:50	5	0,4	0,4
21.06.2008	11:05 - 11:20	5	0,0	0,1
21.06.2008	11:35 - 11:50	5	0,1	0,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,3</b>
23.06.2008	08:26 - 08:41	20	0,1	0,4
23.06.2008	08:56 - 09:11	20	0,4	0,6
23.06.2008	09:26 - 09:41	20	0,3	0,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,3</b>	<b>0,5</b>
23.06.2008	18:45 - 19:00	40	0,1	0,4
23.06.2008	19:15 - 19:30	40	0,2	0,3
23.06.2008	19:45 - 20:00	40	0,4	0,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,4</b>
24.06.2008	08:30 - 08:45	20	-0,1	0,4
24.06.2008	09:00 - 09:15	20	-0,1	0,6
24.06.2008	09:30 - 09:45	20	-0,3	0,3
	<b>Mittelwert</b>		<b>-0,2</b>	<b>0,4</b>
24.06.2008	19:30 - 19:45	5	0,1	0,4
24.06.2008	20:00 - 20:15	5	0,5	0,4
24.06.2008	20:30 - 20:45	5	0,3	0,5
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,3</b>	<b>0,4</b>
25.06.2008	08:30 - 08:45	20	0,1	0,6
25.06.2008	09:00 - 09:15	20	0,0	0,5
25.06.2008	09:30 - 09:45	20	0,2	0,5
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,5</b>
25.06.2008	19:30 - 19:45	40	0,5	0,5
25.06.2008	20:00 - 20:15	40	0,4	0,3
25.06.2008	20:30 - 20:45	40	0,3	0,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,4</b>	<b>0,4</b>
26.06.2008	08:35 - 08:50	20	0,3	0,6
26.06.2008	09:05 - 09:20	20	0,1	0,2
26.06.2008	09:35 - 09:50	20	0,3	0,5
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,4</b>

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 147 von 910

**Tabelle 74:** Einzeldaten der Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur für die Komponente SO<sub>2</sub>

Datum	Uhrzeit	Nullpunkt		
		Temperatur [°C]	Gerät 1 (188) [µg/m³]	Gerät 2 (208) [µg/m³]
18.06.2008	06:50 - 07:05	20	0,0	0,1
18.06.2008	07:20 - 07:35	20	0,0	0,2
18.06.2008	07:50 - 08:05	20	-0,1	0,0
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,0</b>	<b>0,1</b>
19.06.2008	06:55 - 07:10	5	0,2	0,1
19.06.2008	07:25 - 07:40	5	0,3	0,3
19.06.2008	07:55 - 08:10	5	0,1	0,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,3</b>
19.06.2008	17:10 - 17:25	20	0,4	0,1
19.06.2008	17:40 - 17:55	20	0,2	0,2
19.06.2008	18:10 - 18:25	20	0,0	0,2
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,2</b>
20.06.2008	06:50 - 07:05	40	0,5	0,5
20.06.2008	07:20 - 07:35	40	0,2	0,5
20.06.2006	07:50 - 08:05	40	0,3	0,6
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,3</b>	<b>0,5</b>
20.06.2008	17:55 - 18:10	20	0,4	0,1
20.06.2008	18:25 - 18:40	20	0,1	0,2
20.06.2006	18:55 - 19:10	20	0,2	0,1
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,1</b>
21.06.2008	09:05 - 09:20	5	0,2	0,1
21.06.2008	09:35 - 09:50	5	0,5	0,2
21.06.2006	10:05 - 10:20	5	0,2	0,5
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,3</b>	<b>0,3</b>
23.06.2008	06:50 - 07:05	20	-0,1	0,1
23.06.2008	07:20 - 07:35	20	0,3	0,1
23.06.2008	07:50 - 08:05	20	0,5	0,5
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,2</b>
23.06.2008	17:10 - 17:25	40	0,3	0,4
23.06.2008	17:40 - 17:55	40	0,2	0,3
23.06.2008	18:10 - 18:25	40	0,0	0,5
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,4</b>
24.06.2008	07:00 - 07:15	20	0,0	0,1
24.06.2008	07:30 - 07:45	20	-0,1	0,0
24.06.2008	08:00 - 08:15	20	-0,1	0,1
	<b>Mittelwert</b>		<b>-0,1</b>	<b>0,0</b>
24.06.2008	18:00 - 18:15	5	-0,1	0,0
24.06.2008	18:30 - 18:45	5	0,2	0,3
24.06.2008	19:00 - 19:15	5	0,3	0,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,2</b>
25.06.2008	07:00 - 07:15	20	0,2	0,0
25.06.2008	07:30 - 07:45	20	0,3	0,3
25.06.2008	08:00 - 08:15	20	0,1	0,1
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,1</b>
25.06.2008	18:00 - 18:15	40	0,8	0,1
25.06.2008	18:30 - 18:45	40	0,6	0,2
25.06.2008	19:00 - 19:15	40	0,6	0,1
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,7</b>	<b>0,1</b>
26.06.2008	07:05 - 07:20	20	-0,1	-0,1
26.06.2008	07:35 - 07:50	20	-0,1	-0,2
26.06.2008	08:05 - 08:20	20	0,0	0,1
	<b>Mittelwert</b>		<b>-0,1</b>	<b>-0,1</b>

**Tabelle 75:** *Einzeldaten der Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur für die Komponente O<sub>3</sub>*

Datum	Uhrzeit	Nullpunkt		
		Temperatur [ °C]	Gerät 1 (188) [µg/m³]	Gerät 2 (208) [µg/m³]
18.06.2008	11:42 - 11:57	20	0,0	-0,1
18.06.2008	12:12 - 12:27	20	0,1	-0,1
18.06.2008	12:42 : 12:57	20	0,1	0,0
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>-0,1</b>
19.06.2008	11:35 - 11:50	5	0,3	0,4
19.06.2008	12:05 - 12:20	5	0,4	0,3
19.06.2008	12:35 - 12:50	5	0,3	0,2
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,3</b>	<b>0,3</b>
19.06.2008	21:45 - 22:00	20	0,4	0,3
19.06.2008	22:15 - 22:30	20	0,3	0,3
19.06.2008	22:45 - 23:00	20	0,3	0,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,3</b>	<b>0,3</b>
20.06.2008	11:25 - 11:40	40	0,4	0,4
20.06.2008	11:55 - 12:10	40	0,6	0,5
20.06.2006	12:25 - 12:40	40	0,6	0,7
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
20.06.2008	22:25 - 22:40	20	0,4	0,4
20.06.2008	22:55 - 23:10	20	0,5	0,5
20.06.2006	23:25 - 23:40	20	0,5	0,5
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
21.06.2008	13:35 - 13:50	5	0,3	0,3
21.06.2008	14:05 - 14:20	5	0,3	0,3
21.06.2006	14:35 - 14:50	5	0,5	0,3
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,4</b>	<b>0,3</b>
23.06.2008	11:42 - 11:57	20	0,4	0,4
23.06.2008	12:12 - 12:27	20	0,5	0,3
23.06.2008	12:42 : 12:57	20	0,5	0,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,5</b>	<b>0,4</b>
23.06.2008	21:45 - 22:00	40	0,3	0,4
23.06.2008	22:15 - 22:30	40	0,8	0,7
23.06.2008	22:45 - 23:00	40	0,7	0,5
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,6</b>	<b>0,5</b>
24.06.2008	11:30 - 11:45	20	0,5	0,5
24.06.2008	12:00 - 12:15	20	0,1	0,5
24.06.2008	12:30 - 12:45	20	0,4	0,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,3</b>	<b>0,5</b>
24.06.2008	22:30 - 22:45	5	0,4	0,4
24.06.2008	23:00 - 23:15	5	0,6	0,3
24.06.2008	23:30 - 23:45	5	0,8	0,3
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,6</b>	<b>0,3</b>
25.06.2008	11:30 - 11:45	20	0,5	0,5
25.06.2008	12:00 - 12:15	20	0,3	0,3
25.06.2008	12:30 - 12:45	20	0,2	0,3
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,3</b>	<b>0,3</b>
25.06.2008	22:30 - 22:45	40	0,6	0,8
25.06.2008	23:00 - 23:15	40	0,7	0,6
25.06.2008	23:30 - 23:45	40	0,3	0,5
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,5</b>	<b>0,6</b>
26.06.2008	11:35 - 11:50	20	0,5	0,4
26.06.2008	12:05 - 12:20	20	0,4	0,8
26.06.2008	12:35 - 12:50	20	0,1	0,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,3</b>	<b>0,5</b>



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessstation airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 149 von 910

**Tabelle 76:** Einzeldaten der Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur für die Komponente CO

Datum	Uhrzeit	Nullpunkt		
		Temperatur	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[°C]	[mg/m³]	[mg/m³]
18.06.2008	10:05 - 10:20	20	0,00	0,02
18.06.2008	10:35 - 10:50	20	0,01	0,01
18.06.2008	11:05 - 11:20	20	0,00	0,01
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,00</b>	<b>0,02</b>
19.06.2008	10:04 - 10:19	5	0,01	0,03
19.06.2008	10:34 - 10:49	5	0,02	0,06
19.06.2008	11:04 - 11:19	5	0,02	0,06
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,02</b>	<b>0,05</b>
19.06.2008	20:15 - 20:30	20	0,01	0,07
19.06.2008	20:45 - 21:00	20	0,03	0,08
19.06.2008	21:15 - 21:30	20	0,03	0,08
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,03</b>	<b>0,08</b>
20.06.2008	09:55 - 10:10	40	0,02	0,07
20.06.2008	10:25 - 10:40	40	0,03	0,06
20.06.2006	10:55 - 11:10	40	0,05	0,05
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,03</b>	<b>0,06</b>
20.06.2008	20:55 - 21:10	20	0,01	0,05
20.06.2008	21:25 - 21:40	20	0,02	0,07
20.06.2006	21:55 - 22:10	20	0,02	0,07
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,02</b>	<b>0,06</b>
21.06.2008	12:05 - 12:20	5	0,03	0,08
21.06.2008	12:35 - 12:50	5	0,01	0,08
21.06.2006	13:05 - 13:20	5	0,02	0,08
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,02</b>	<b>0,08</b>
23.06.2008	10:05 - 10:20	20	0,01	0,06
23.06.2008	10:35 - 10:50	20	0,05	0,07
23.06.2008	11:05 - 11:20	20	0,05	0,07
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,03</b>	<b>0,07</b>
23.06.2008	20:15 - 20:30	40	0,03	0,07
23.06.2008	20:45 - 21:00	40	0,03	0,08
23.06.2008	21:15 - 21:30	40	0,06	0,07
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,04</b>	<b>0,07</b>
24.06.2008	10:00 - 10:15	20	0,02	0,06
24.06.2008	10:30 - 10:45	20	0,05	0,07
24.06.2008	11:00 - 11:15	20	0,05	0,07
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,04</b>	<b>0,07</b>
24.06.2008	21:00 - 21:15	5	0,06	0,08
24.06.2008	21:30 - 21:45	5	0,05	0,09
24.06.2008	22:00 - 22:15	5	0,03	0,05
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,05</b>	<b>0,07</b>
25.06.2008	10:00 - 10:15	20	0,02	0,06
25.06.2008	10:30 - 10:45	20	0,06	0,07
25.06.2008	11:00 - 11:15	20	0,05	0,07
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,04</b>	<b>0,07</b>
25.06.2008	21:00 - 21:15	40	0,03	0,07
25.06.2008	21:30 - 21:45	40	0,05	0,07
25.06.2008	22:00 - 22:15	40	0,06	0,06
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,05</b>	<b>0,07</b>
26.06.2008	10:05 - 10:20	20	0,06	0,08
26.06.2008	10:35 - 10:50	20	0,06	0,05
26.06.2008	11:05 - 11:20	20	0,05	0,06
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,05</b>	<b>0,06</b>

## **A 5.2.8 Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur**

*Die Temperaturabhängigkeit des Messwertes im Bereich des Bezugswertes  $B_1$  darf nicht mehr als  $\pm 5 \%$  des Messwertes bei einer Änderung der Umgebungstemperatur um 15 K im Bereich zwischen +5 °C und +20 °C bzw. 20 K im Bereich zwischen +20 °C und +40 °C betragen.*

*( $B_1$  für NO<sub>2</sub> = 60 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_1$  für SO<sub>2</sub> = 40 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_1$  für O<sub>3</sub> = 80 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_1$  für CO = 20 mg/m<sup>3</sup>)*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Prüfgase aus Permeationssystemen (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>), Prüfgase aus Druckgasflaschen (NO, CO) sowie Prüfgas aus einem Ozongenerator (O<sub>3</sub>). Als Trägergas wurde jeweils gereinigte, KW-freie, synthetische Luft verwendet. Zur Ansteuerung und Datenaufnahme der airpointer Geräte wurde ein externer PC verwendet. Die Geräte wurden für diesen Prüfpunkt in einer Klimakammer aufgestellt.

### **Durchführung der Prüfung**

Nach VDI 4202 Blatt 1 ist die Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes zwischen + 5°C und + 40°C zu prüfen. Dabei werden folgende Temperaturpunkte geprüft: 20°C → 5°C → 20°C → 40 °C → 20°C. Die Prüfgasaufgabe erfolgt dabei dreimal pro Temperaturpunkt und das Temperaturprogramm wird dreimal durchfahren. Die Prüfgaskonzentration liegt dabei im Bereich von  $B_1$ .

### **Auswertung**

An jedem Temperaturpunkt wurden die Abweichungen zum Ausgangspunkt bei 20°C bestimmt. Für jeden Temperaturschritt wurde der Mittelwert gebildet und mit den Mindestanforderungen verglichen. Dabei darf bei keinem Temperaturpunkt im Vergleich zum Ausgangspunkt die zulässige Abweichung von 5 % von  $B_1$  der jeweiligen Komponente überschritten werden.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 151 von 910

*Tabelle 77: Mittelwerte und Abweichungen der Temperaturabhängigkeit von NO<sub>2</sub> am Referenzpunkt*

Temperatur	Gerät 1 (188)		Gerät (208)	
	Mittelwerte	Abweichung	Mittelwerte	Abweichung
		zu 20°C		zu 20°C
[°C]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
20	59,6	----	60,1	----
5	59,9	<b>0,3</b>	60,8	<b>0,7</b>
20	60,5	<b>0,9</b>	60,6	<b>0,5</b>
40	59,7	<b>0,1</b>	60,1	<b>0,0</b>
20	59,8	<b>0,2</b>	60,4	<b>0,3</b>
5	60,1	<b>0,5</b>	60,9	<b>0,8</b>
20	59,8	<b>0,2</b>	60,6	<b>0,5</b>
40	60,0	<b>0,4</b>	60,7	<b>0,6</b>
20	59,7	<b>0,1</b>	60,4	<b>0,3</b>
5	60,0	<b>0,4</b>	60,5	<b>0,4</b>
20	60,0	<b>0,4</b>	60,2	<b>0,1</b>
40	60,4	<b>0,8</b>	60,6	<b>0,5</b>
20	59,8	<b>0,2</b>	60,7	<b>0,6</b>

Wie in Tabelle 77 zu erkennen, werden die erlaubten Abweichungen für die Komponente NO<sub>2</sub> nicht überschritten. Für die Berechnung der Gesamtunsicherheit werden bei beiden Geräten die größten Abweichungen herangezogen. Dies sind für Gerät 1 (188) = 0,9 µg/m³ und für Gerät 2 (208) = 0,8 µg/m³.

*Tabelle 78: Mittelwerte und Abweichungen der Temperaturabhängigkeit von SO<sub>2</sub> am Referenzpunkt*

Temperatur	Gerät 1 (188)		Gerät (208)	
	Mittelwerte	Abweichung	Mittelwerte	Abweichung
		zu 20°C		zu 20°C
[°C]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
20	40,4	----	40,4	----
5	39,9	<b>-0,5</b>	40,2	<b>-0,2</b>
20	40,6	<b>0,2</b>	40,4	<b>0,0</b>
40	41,2	<b>0,8</b>	41,4	<b>1,0</b>
20	40,5	<b>0,1</b>	40,5	<b>0,1</b>
5	40,0	<b>-0,4</b>	39,9	<b>-0,5</b>
20	40,5	<b>0,1</b>	41,0	<b>0,6</b>
40	40,9	<b>0,5</b>	41,2	<b>0,8</b>
20	40,5	<b>0,1</b>	40,7	<b>0,3</b>
5	40,1	<b>-0,3</b>	40,2	<b>-0,2</b>
20	40,5	<b>0,1</b>	40,6	<b>0,2</b>
40	41,1	<b>0,7</b>	41,2	<b>0,8</b>
20	40,6	<b>0,2</b>	40,5	<b>0,1</b>

Wie in Tabelle 78 zu erkennen, werden die erlaubten Abweichungen für die Komponente SO<sub>2</sub> nicht überschritten. Für die Berechnung der Gesamtunsicherheit werden bei beiden Geräten die größten Abweichungen herangezogen. Dies sind für Gerät 1 (188) = 0,8 µg/m³ und für Gerät 2 (208) = 1,0 µg/m³.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 153 von 910

*Tabelle 79: Mittelwerte und Abweichungen der Temperaturabhängigkeit von O<sub>3</sub> am Referenzpunkt*

Temperatur	Gerät 1 (188)		Gerät (208)	
	Mittelwerte	Abweichung	Mittelwerte	Abweichung
		zu 20 °C		zu 20 °C
	[°C]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
20	79,5	----	80,1	----
5	78,9	-0,6	80,7	0,6
20	79,4	-0,1	80,5	0,4
40	80,3	0,8	80,6	0,5
20	79,5	0,0	80,9	0,8
5	79,5	0,0	80,7	0,6
20	79,6	0,1	80,6	0,5
40	80,3	0,8	80,4	0,3
20	79,4	-0,1	80,5	0,4
5	79,0	-0,5	80,6	0,5
20	79,7	0,2	80,7	0,6
40	80,4	0,9	80,4	0,3
20	79,5	0,0	80,5	0,4

Wie in Tabelle 79 zu erkennen, werden die erlaubten Abweichungen für die Komponente O<sub>3</sub> nicht überschritten. Für die Berechnung der Gesamtunsicherheit werden bei beiden Geräten die größten Abweichungen herangezogen. Dies sind für Gerät 1 (188) = 0,9 µg/m³ und für Gerät 2 (208) = 0,8 µg/m³.

*Tabelle 80: Mittelwerte und Abweichungen der Temperaturabhängigkeit von CO am Referenzpunkt*

Temperatur	Gerät 1 (188)		Gerät (208)	
	Mittelwerte	Abweichung	Mittelwerte	Abweichung
		zu 20°C		zu 20°C
[°C]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
20	20,03	----	20,03	----
5	20,25	<b>0,22</b>	20,16	<b>0,13</b>
20	20,28	<b>0,25</b>	20,13	<b>0,10</b>
40	20,24	<b>0,21</b>	20,11	<b>0,08</b>
20	20,27	<b>0,24</b>	20,12	<b>0,09</b>
5	20,21	<b>0,18</b>	20,05	<b>0,02</b>
20	20,25	<b>0,22</b>	20,11	<b>0,08</b>
40	20,33	<b>0,30</b>	20,14	<b>0,11</b>
20	20,21	<b>0,18</b>	20,16	<b>0,13</b>
5	20,16	<b>0,13</b>	20,16	<b>0,13</b>
20	20,21	<b>0,18</b>	20,15	<b>0,12</b>
40	20,31	<b>0,28</b>	20,08	<b>0,05</b>
20	20,31	<b>0,28</b>	20,13	<b>0,10</b>

Wie in Tabelle 80 zu erkennen, werden die erlaubten Abweichungen für die Komponente CO nicht überschritten. Für die Berechnung der Gesamtunsicherheit werden bei beiden Geräten die größten Abweichungen herangezogen. Dies sind für Gerät 1 (188) = 0,30 mg/m³ und für Gerät 2 (208) = 0,13 mg/m³.

### Bewertung

Die Änderung des Referenzpunktes liegt bei allen betrachteten Umgebungstemperaturen im Bereich der maximal erlaubten Abweichung.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelergebnisse der Untersuchung der Abhängigkeit des Referenzpunktes von der Umgebungstemperatur sind in Tabelle 81 bis Tabelle 84 angegeben

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 155 von 910

*Tabelle 81: Einzeldaten der Abhängigkeit des Referenzpunktes von der Umgebungstemperatur für die Komponente NO<sub>2</sub>*

Datum	Referenzpunkt			
	Uhrzeit	Temperatur	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[°C]	[µg/m³]	[µg/m³]
18.06.2008	08:41 - 08:56	20	59,5	60,2
18.06.2008	09:11 - 09:26	20	59,5	60,1
18.06.2008	09:41 - 09:56	20	59,6	60,1
	<b>Mittelwert</b>		<b>59,6</b>	<b>60,1</b>
19.06.2008	08:43 - 08:58	5	60,1	60,3
19.06.2008	09:13 - 09:28	5	59,4	61,2
19.06.2008	09:43 - 09:58	5	60,3	60,8
	<b>Mittelwert</b>		<b>59,9</b>	<b>60,8</b>
19.06.2008	19:00 - 19:15	20	60,2	60,5
19.06.2008	19:30 - 19:45	20	60,4	60,8
19.06.2008	20:00 - 20:15	20	60,8	60,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>60,5</b>	<b>60,6</b>
20.06.2008	08:37 - 08:52	40	59,7	60,3
20.06.2008	09:07 - 09:22	40	59,8	60,0
20.06.2006	09:37 - 09:52	40	59,7	60,0
	<b>Mittelwert</b>		<b>59,7</b>	<b>60,1</b>
20.06.2008	19:40 - 19:55	20	59,5	60,4
20.06.2008	20:10 - 20:25	20	59,7	60,2
20.06.2006	20:40 - 20:55	20	60,1	60,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>59,8</b>	<b>60,4</b>
21.06.2008	10:50 - 11:05	5	59,9	60,6
21.06.2008	11:20 - 11:35	5	60,6	61,4
21.06.2006	11:50 - 12:05	5	59,7	60,5
	<b>Mittelwert</b>		<b>60,1</b>	<b>60,9</b>
23.06.2008	08:41 - 08:56	20	60,1	60,5
23.06.2008	09:11 - 09:26	20	59,8	60,7
23.06.2008	09:41 - 09:56	20	59,4	60,6
	<b>Mittelwert</b>		<b>59,8</b>	<b>60,6</b>
23.06.2008	19:00 - 19:15	40	59,6	60,4
23.06.2008	19:30 - 19:45	40	60,0	60,9
23.06.2008	20:00 - 20:15	40	60,4	60,7
	<b>Mittelwert</b>		<b>60,0</b>	<b>60,7</b>
24.06.2008	08:45 - 09:00	20	59,7	60,3
24.06.2008	09:15 - 09:30	20	59,9	60,4
24.06.2008	09:45 - 10:00	20	59,6	60,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>59,7</b>	<b>60,4</b>
24.06.2008	19:45 - 20:00	5	59,9	60,2
24.06.2008	20:15 - 20:30	5	60,3	60,5
24.06.2008	20:45 - 21:00	5	59,9	60,8
	<b>Mittelwert</b>		<b>60,0</b>	<b>60,5</b>
25.06.2008	08:45 - 09:00	20	59,9	60,3
25.06.2008	09:15 - 09:30	20	60,1	60,2
25.06.2008	09:45 - 10:00	20	59,9	60,1
	<b>Mittelwert</b>		<b>60,0</b>	<b>60,2</b>
25.06.2008	19:45 - 20:00	40	60,7	60,5
25.06.2008	20:15 - 20:30	40	60,0	60,5
25.06.2008	20:45 - 21:00	40	60,4	60,7
	<b>Mittelwert</b>		<b>60,4</b>	<b>60,6</b>
26.06.2008	08:50 - 09:05	20	59,5	60,6
26.06.2008	09:20 - 09:35	20	60,2	61,0
26.06.2008	09:50 - 10:05	20	59,8	60,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>59,8</b>	<b>60,7</b>

**Tabelle 82:** *Einzeldaten der Abhängigkeit des Referenzpunktes von der Umgebungstemperatur für die Komponente SO<sub>2</sub>*

Datum	Referenzpunkt			
	Uhrzeit	Temperatur	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[ °C ]	[ µg/m³ ]	[ µg/m³ ]
18.06.2008	07:05 - 07:20	20	40,7	40,5
18.06.2008	07:35 - 07:50	20	40,5	40,5
18.06.2008	08:05 - 08:20	20	40,1	40,3
	<b>Mittelwert</b>		<b>40,4</b>	<b>40,4</b>
19.06.2008	07:10 - 07:25	5	40,1	40,3
19.06.2008	07:40 - 07:55	5	39,7	40,0
19.06.2008	08:10 - 08:25	5	39,9	40,3
	<b>Mittelwert</b>		<b>39,9</b>	<b>40,2</b>
19.06.2008	17:25 - 17:40	20	40,5	40,2
19.06.2008	17:55 - 18:10	20	40,5	40,4
19.06.2008	18:25 - 18:40	20	40,8	40,5
	<b>Mittelwert</b>		<b>40,6</b>	<b>40,4</b>
20.06.2008	07:05 - 07:20	40	41,5	41,5
20.06.2008	07:35 - 07:50	40	41,2	41,2
20.06.2008	08:05 - 08:20	40	40,8	41,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>41,2</b>	<b>41,4</b>
20.06.2008	18:10 - 18:25	20	40,5	40,6
20.06.2008	18:40 - 18:55	20	40,6	40,6
20.06.2008	19:10 - 19:25	20	40,5	40,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>40,5</b>	<b>40,5</b>
21.06.2008	09:20 - 09:35	5	40,2	40,2
21.06.2008	09:50 - 10:05	5	39,7	39,9
21.06.2008	10:20 - 10:35	5	40,0	39,7
	<b>Mittelwert</b>		<b>40,0</b>	<b>39,9</b>
23.06.2008	07:05 - 07:20	20	40,5	40,9
23.06.2008	07:35 - 07:50	20	40,5	41,0
23.06.2008	08:05 - 08:20	20	40,6	41,0
	<b>Mittelwert</b>		<b>40,5</b>	<b>41,0</b>
23.06.2008	17:25 - 17:40	40	40,9	41,1
23.06.2008	17:55 - 18:10	40	40,9	41,5
23.06.2008	18:25 - 18:40	40	40,9	41,1
	<b>Mittelwert</b>		<b>40,9</b>	<b>41,2</b>
24.06.2008	07:15 - 07:30	20	40,5	40,6
24.06.2008	07:45 - 08:00	20	40,5	40,7
24.06.2008	08:15 - 08:30	20	40,5	40,7
	<b>Mittelwert</b>		<b>40,5</b>	<b>40,7</b>
24.06.2008	18:15 - 18:30	5	40,0	40,2
24.06.2008	18:45 - 19:00	5	40,1	40,3
24.06.2008	19:15 - 19:30	5	40,2	40,2
	<b>Mittelwert</b>		<b>40,1</b>	<b>40,2</b>
25.06.2008	07:15 - 07:30	20	40,5	40,7
25.06.2008	07:45 - 08:00	20	40,5	40,5
25.06.2008	08:15 - 08:30	20	40,6	40,5
	<b>Mittelwert</b>		<b>40,5</b>	<b>40,6</b>
25.06.2008	18:15 - 18:30	40	41,4	41,6
25.06.2008	18:45 - 19:00	40	40,9	41,1
25.06.2008	19:15 - 19:30	40	41,0	41,0
	<b>Mittelwert</b>		<b>41,1</b>	<b>41,2</b>
26.06.2008	07:20 - 07:35	20	40,5	40,5
26.06.2008	07:50 - 08:05	20	40,6	40,5
26.06.2008	08:20 - 08:35	20	40,6	40,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>40,6</b>	<b>40,5</b>



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 157 von 910

*Tabelle 83: Einzeldaten der Abhängigkeit des Referenzpunktes von der Umgebungstemperatur für die Komponente O<sub>3</sub>*

Datum	Uhrzeit	Referenzpunkt		
		Temperatur [°C]	Gerät 1 (188) [µg/m³]	Gerät 2 (208) [µg/m³]
18.06.2008	11:57 - 12:12	20	79,3	80,1
18.06.2008	12:27 - 12:42	20	79,9	80,2
18.06.2008	12:57 - 13:12	20	79,1	80,0
	<b>Mittelwert</b>		<b>79,5</b>	<b>80,1</b>
19.06.2008	11:50 - 12:05	5	78,5	80,8
19.06.2008	12:20 - 12:35	5	79,1	80,4
19.06.2008	12:50 - 13:05	5	79,1	80,9
	<b>Mittelwert</b>		<b>78,9</b>	<b>80,7</b>
19.06.2008	22:00 - 22:15	20	79,4	80,7
19.06.2008	22:30 - 22:45	20	79,3	80,4
19.06.2008	23:00 - 23:15	20	79,5	80,6
	<b>Mittelwert</b>		<b>79,4</b>	<b>80,5</b>
20.06.2008	11:40 - 11:55	40	80,1	80,5
20.06.2008	12:10 - 12:25	40	80,3	80,8
20.06.2006	12:40 - 12:55	40	80,6	80,6
	<b>Mittelwert</b>		<b>80,3</b>	<b>80,6</b>
20.06.2008	22:40 - 22:55	20	78,9	80,8
20.06.2008	23:10 - 23:25	20	79,7	80,9
20.06.2006	23:40 - 23:55	20	79,7	81,0
	<b>Mittelwert</b>		<b>79,5</b>	<b>80,9</b>
21.06.2008	13:50 - 14:05	5	79,2	80,6
21.06.2008	14:20 - 14:35	5	79,6	80,7
21.06.2006	14:50 - 15:05	5	79,8	80,8
	<b>Mittelwert</b>		<b>79,5</b>	<b>80,7</b>
23.06.2008	11:57 - 12:12	20	79,7	80,5
23.06.2008	12:27 - 12:42	20	79,8	80,8
23.06.2008	12:57 - 13:12	20	79,4	80,6
	<b>Mittelwert</b>		<b>79,6</b>	<b>80,6</b>
23.06.2008	22:00 - 22:15	40	80,1	80,2
23.06.2008	22:30 - 22:45	40	80,5	80,5
23.06.2008	23:00 - 23:15	40	80,2	80,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>80,3</b>	<b>80,4</b>
24.06.2008	11:45 - 12:00	20	79,3	80,4
24.06.2008	12:15 - 12:30	20	79,4	80,5
24.06.2008	12:45 - 13:00	20	79,4	80,5
	<b>Mittelwert</b>		<b>79,4</b>	<b>80,5</b>
24.06.2008	22:45 - 23:00	5	79,0	80,6
24.06.2008	23:15 - 23:30	5	79,2	80,6
24.06.2008	23:45 - 00:00	5	78,8	80,5
	<b>Mittelwert</b>		<b>79,0</b>	<b>80,6</b>
25.06.2008	11:45 - 12:00	20	79,6	80,6
25.06.2008	12:15 - 12:30	20	79,4	80,6
25.06.2008	12:45 - 13:00	20	80,0	80,8
	<b>Mittelwert</b>		<b>79,7</b>	<b>80,7</b>
25.06.2008	22:45 - 23:00	40	80,5	80,4
25.06.2008	23:15 - 23:30	40	80,6	80,3
25.06.2008	23:45 - 00:00	40	80,2	80,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>80,4</b>	<b>80,4</b>
26.06.2008	11:50 - 12:05	20	79,5	80,5
26.06.2008	12:20 - 12:35	20	79,4	80,5
26.06.2008	12:50 - 13:05	20	79,5	80,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>79,5</b>	<b>80,5</b>

**Tabelle 84:** *Einzeldaten der Abhängigkeit des Referenzpunktes von der Umgebungstemperatur für die Komponente CO*

Datum	Uhrzeit	Referenzpunkt		
		Temperatur	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[°C]	[mg/m³]	[mg/m³]
18.06.2008	10:20 - 10:35	20	20,05	20,00
18.06.2008	10:50 - 11:05	20	20,01	20,04
18.06.2008	11:20 - 11:35	20	20,04	20,06
	<b>Mittelwert</b>		<b>20,03</b>	<b>20,03</b>
19.06.2008	10:19 - 10:34	5	20,23	20,13
19.06.2008	10:49 - 11:04	5	20,25	20,20
19.06.2008	11:19 - 11:34	5	20,28	20,16
	<b>Mittelwert</b>		<b>20,25</b>	<b>20,16</b>
19.06.2008	20:30 - 20:45	20	20,24	20,10
19.06.2008	21:00 - 21:15	20	20,29	20,13
19.06.2008	21:30 - 21:45	20	20,31	20,16
	<b>Mittelwert</b>		<b>20,28</b>	<b>20,13</b>
20.06.2008	10:10 - 10:25	40	20,23	20,16
20.06.2008	10:40 - 10:55	40	20,24	20,06
20.06.2006	11:10 - 11:25	40	20,25	20,11
	<b>Mittelwert</b>		<b>20,24</b>	<b>20,11</b>
20.06.2008	21:10 - 21:25	20	20,24	20,14
20.06.2008	21:40 - 21:55	20	20,28	20,16
20.06.2006	22:10 - 22:25	20	20,29	20,07
	<b>Mittelwert</b>		<b>20,27</b>	<b>20,12</b>
21.06.2008	12:20 - 12:35	5	20,21	20,07
21.06.2008	12:50 - 13:05	5	20,22	20,03
21.06.2006	13:20 - 13:35	5	20,22	20,04
	<b>Mittelwert</b>		<b>20,21</b>	<b>20,05</b>
23.06.2008	10:20 - 10:35	20	20,21	20,11
23.06.2008	10:50 - 11:05	20	20,25	20,09
23.06.2008	11:20 - 11:35	20	20,28	20,14
	<b>Mittelwert</b>		<b>20,25</b>	<b>20,11</b>
23.06.2008	20:30 - 20:45	40	20,37	20,11
23.06.2008	21:00 - 21:15	40	20,31	20,14
23.06.2008	21:30 - 21:45	40	20,32	20,16
	<b>Mittelwert</b>		<b>20,33</b>	<b>20,14</b>
24.06.2008	10:15 - 10:30	20	20,16	20,21
24.06.2008	10:45 - 11:00	20	20,24	20,16
24.06.2008	11:15 - 11:30	20	20,22	20,11
	<b>Mittelwert</b>		<b>20,21</b>	<b>20,16</b>
24.06.2008	21:15 - 21:30	5	20,16	20,13
24.06.2008	21:45 - 22:00	5	20,17	20,17
24.06.2008	22:15 - 22:30	5	20,15	20,17
	<b>Mittelwert</b>		<b>20,16</b>	<b>20,16</b>
25.06.2008	10:15 - 10:30	20	20,20	20,20
25.06.2008	10:45 - 11:00	20	20,21	20,11
25.06.2008	11:15 - 11:30	20	20,23	20,14
	<b>Mittelwert</b>		<b>20,21</b>	<b>20,15</b>
25.06.2008	21:15 - 21:30	40	20,24	20,04
25.06.2008	21:45 - 22:00	40	20,37	20,06
25.06.2008	22:15 - 22:30	40	20,31	20,13
	<b>Mittelwert</b>		<b>20,31</b>	<b>20,08</b>
26.06.2008	10:20 - 10:35	20	20,24	20,16
26.06.2008	10:50 - 11:05	20	20,33	20,14
26.06.2008	11:20 - 11:35	20	20,35	20,08
	<b>Mittelwert</b>		<b>20,31</b>	<b>20,13</b>

## **A 5.2.9 Nullpunktsdrift**

*Die zeitliche Änderung des Nullpunkt-Messwertes darf in 24 h und im Wartungsintervall den Bezugswert  $B_0$  nicht überschreiten.*

*( $B_0$  für NO<sub>2</sub> = 3 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_0$  für SO<sub>2</sub> = 2 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_0$  für O<sub>3</sub> = 4 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_0$  für CO = 1 mg/m<sup>3</sup>)*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Als Prüfgas wurde jeweils gereinigte, KW-freie, synthetische Luft verwendet. Zur Ansteuerung und Datenaufnahme der airpointer Geräte wurde ein externer PC verwendet. Die Geräte wurden für diesen Prüfpunkt in einer Klimakammer aufgestellt.

### **Durchführung der Prüfung**

Die Prüfgasaufgabe erfolgte täglich über einen Zeitraum von 15 Minuten. Dabei wurden die letzten 5 Minuten des Untersuchungszeitraumes gemittelt und ausgewertet. Da die Prüfgasaufgabe ausschließlich manuell erfolgte, liegen an den Wochenenden keine Prüfgasaufgaben vor.

Der Dauertest wurde vom 25.08.2008 bis zum 10.12.2008 durchgeführt. Während der gesamten Feldtestdauer wurden keine Justierarbeiten an den Geräten vorgenommen.

### **Auswertung**

Laut Mindestanforderung darf die zeitliche Änderung des Nullpunkt-Messwertes in 24 h und im Wartungsintervall den Bezugswert  $B_0$  (entspricht 3 µg/m<sup>3</sup> für NO<sub>2</sub>) nicht überschreiten.

Aus dem Datensatz ergibt sich keine Überschreitung der 24 Stunden Drift. Aus der Regressionsrechnung für die Nullpunktsdrift ergeben sich für die Messgeräte folgende Werte für die 24 Stunden Drift:

Die mittlere zeitliche Änderung am Nullpunkt betrug in 24 Stunden während des Feldversuchs:

Gerät 1 (188): 0,0061 µg/(m<sup>3</sup>\*d) für NO<sub>2</sub>

Gerät 2 (208): 0,0064 µg/(m<sup>3</sup>\*d) für NO<sub>2</sub>

Im Wartungsintervall von einem Monat beträgt die mittlere zeitliche Änderung am Nullpunkt:

Gerät 1 (188): 0,183 µg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für NO<sub>2</sub>

Gerät 2 (208): 0,192 µg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für NO<sub>2</sub>

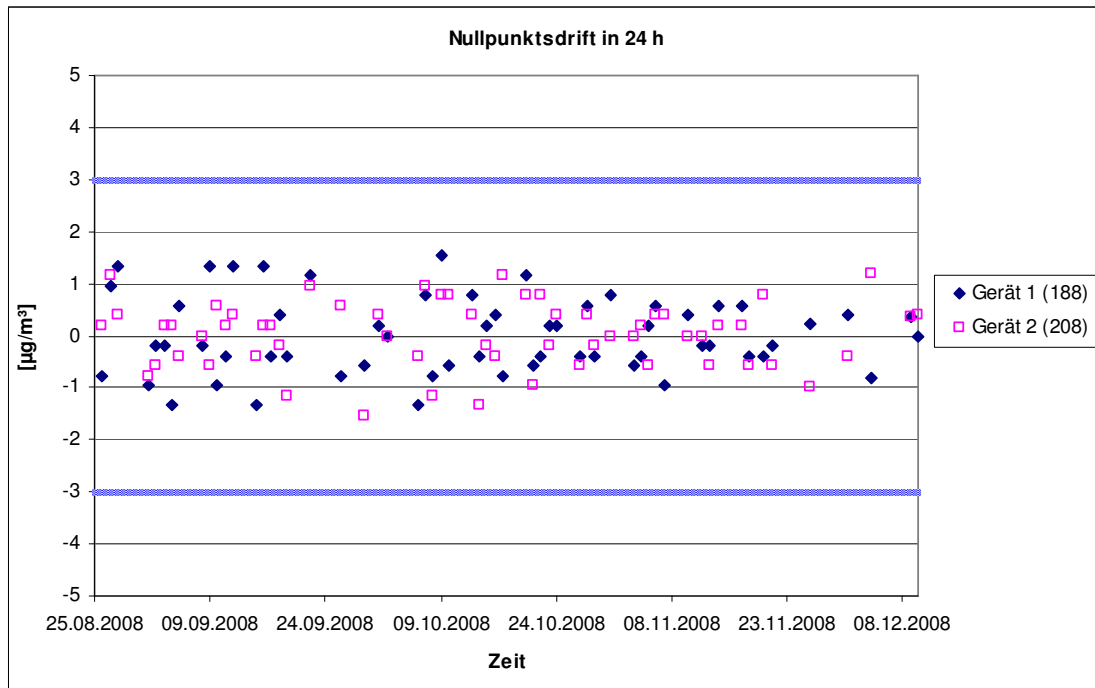


Abbildung 38: Nullpunktsdrift für die Komponente NO<sub>2</sub> in 24h während des Feldtestes

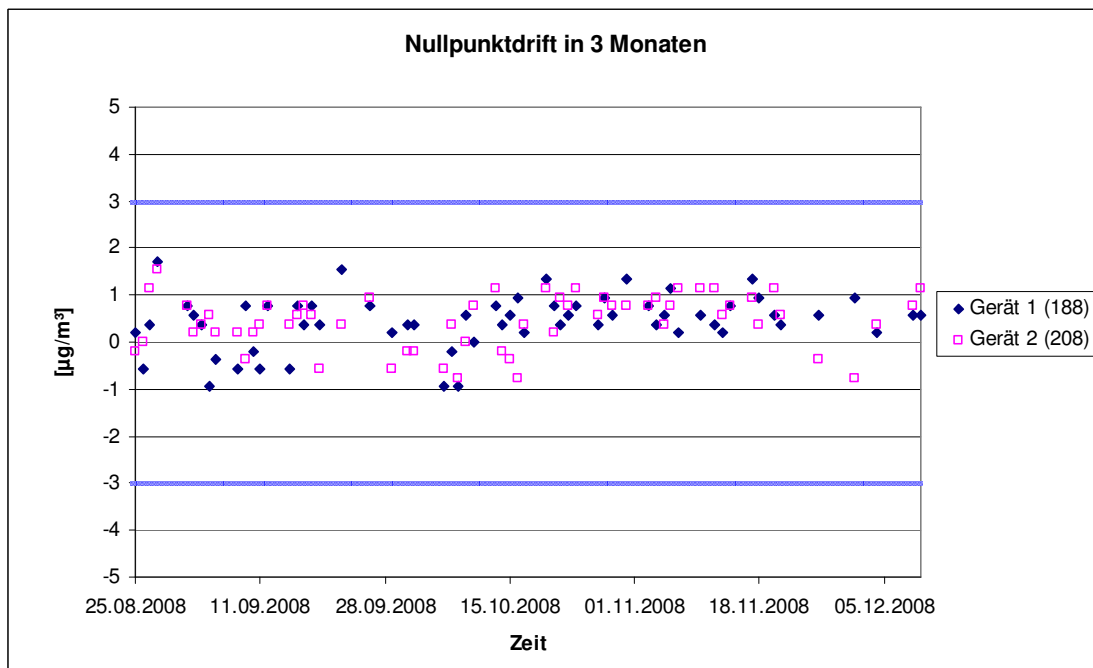


Abbildung 39: Drift am Nullpunkt für die Komponente NO<sub>2</sub> während des 3-monatigen Feldtests

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 161 von 910

Laut Mindestanforderung darf die zeitliche Änderung des Nullpunkt-Messwertes in 24 h und im Wartungsintervall den Bezugswert B<sub>0</sub> (entspricht 2 µg/m<sup>3</sup> für SO<sub>2</sub>) nicht überschreiten.

Aus dem Datensatz ergibt sich keine Überschreitung der 24 Stunden Drift. Aus der Regressionsrechnung für die Nullpunktsdrift ergeben sich für die Messgeräte folgende Werte für die 24 Stunden Drift:

Die mittlere zeitliche Änderung am Nullpunkt betrug in 24 Stunden während des Feldversuchs:

Gerät 1 (188): 0,0078 µg/(m<sup>3</sup>\*d) für SO<sub>2</sub>

Gerät 2 (208): 0,0102 µg/(m<sup>3</sup>\*d) für SO<sub>2</sub>

Im Wartungsintervall von einem Monat beträgt die mittlere zeitliche Änderung am Nullpunkt:

Gerät 1 (188): 0,234 µg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für SO<sub>2</sub>

Gerät 2 (208): 0,306 µg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für SO<sub>2</sub>

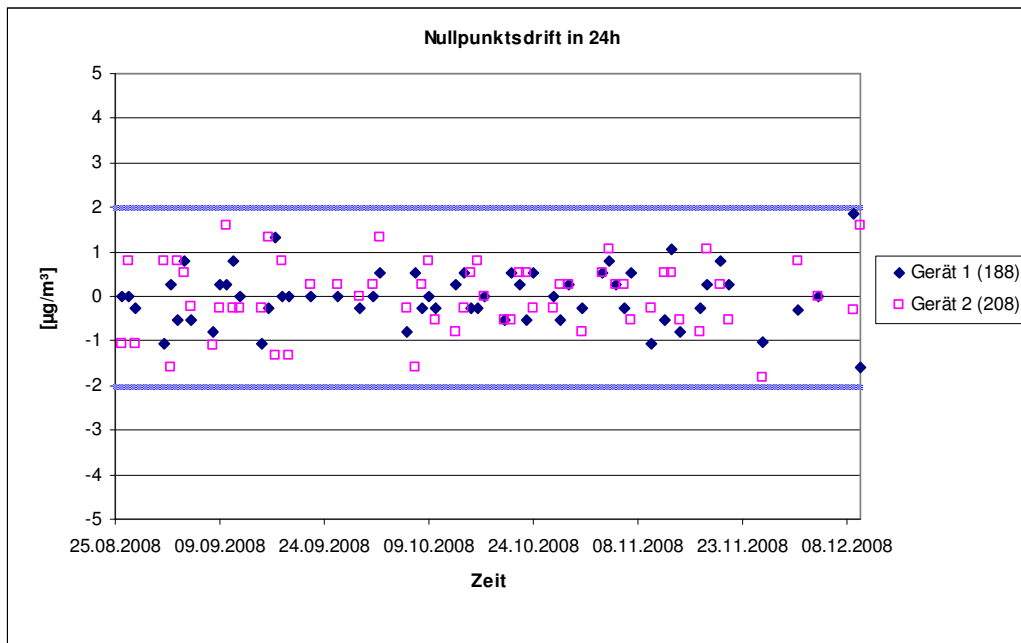


Abbildung 40: Nullpunktsdrift für die Komponente SO<sub>2</sub> in 24h während des Feldtestes

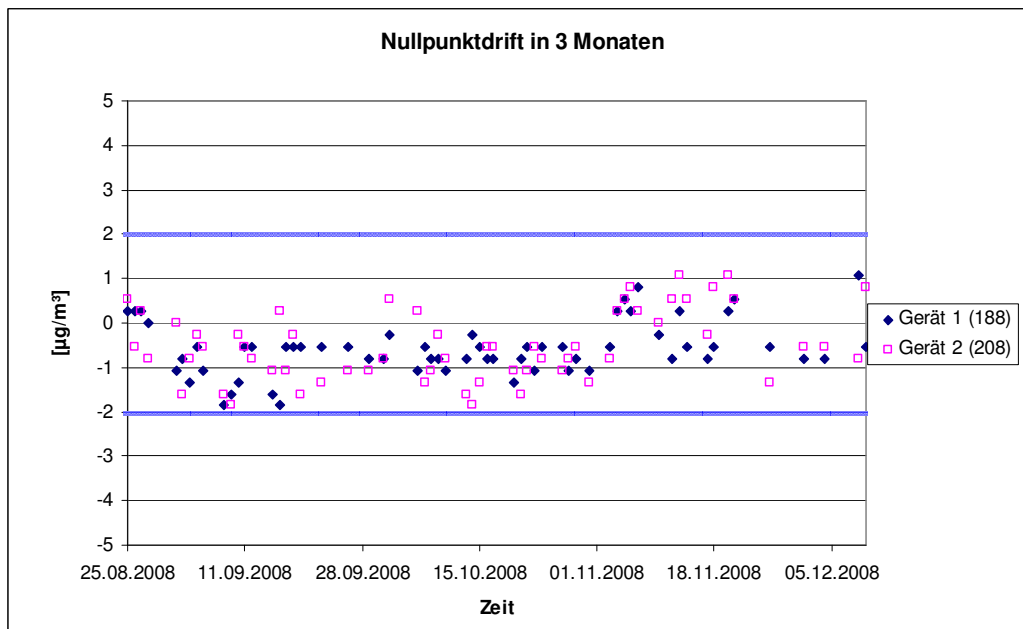


Abbildung 41: Drift am Nullpunkt für die Komponente SO<sub>2</sub> während des 3-monatigen Feldtests

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 163 von 910

Laut Mindestanforderung darf die zeitliche Änderung des Nullpunkt-Messwertes in 24 h und im Wartungsintervall den Bezugswert B<sub>0</sub> (entspricht 4 µg/m<sup>3</sup> für O<sub>3</sub>) nicht überschreiten.

Aus dem Datensatz ergibt sich keine Überschreitung der 24 Stunden Drift. Aus der Regressionsrechnung für die Nullpunktsdrift ergeben sich für die Messgeräte folgende Werte für die 24 Stunden Drift:

Die mittlere zeitliche Änderung am Nullpunkt betrug in 24 Stunden während des Feldversuchs:

Gerät 1 (188): 0,0172 µg/(m<sup>3</sup>\*d) für O<sub>3</sub>

Gerät 2 (208): 0,0010 µg/(m<sup>3</sup>\*d) für O<sub>3</sub>

Im Wartungsintervall von einem Monat beträgt die mittlere zeitliche Änderung am Nullpunkt:

Gerät 1 (188): 0,516 µg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für O<sub>3</sub>

Gerät 2 (208): 0,030 µg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für O<sub>3</sub>

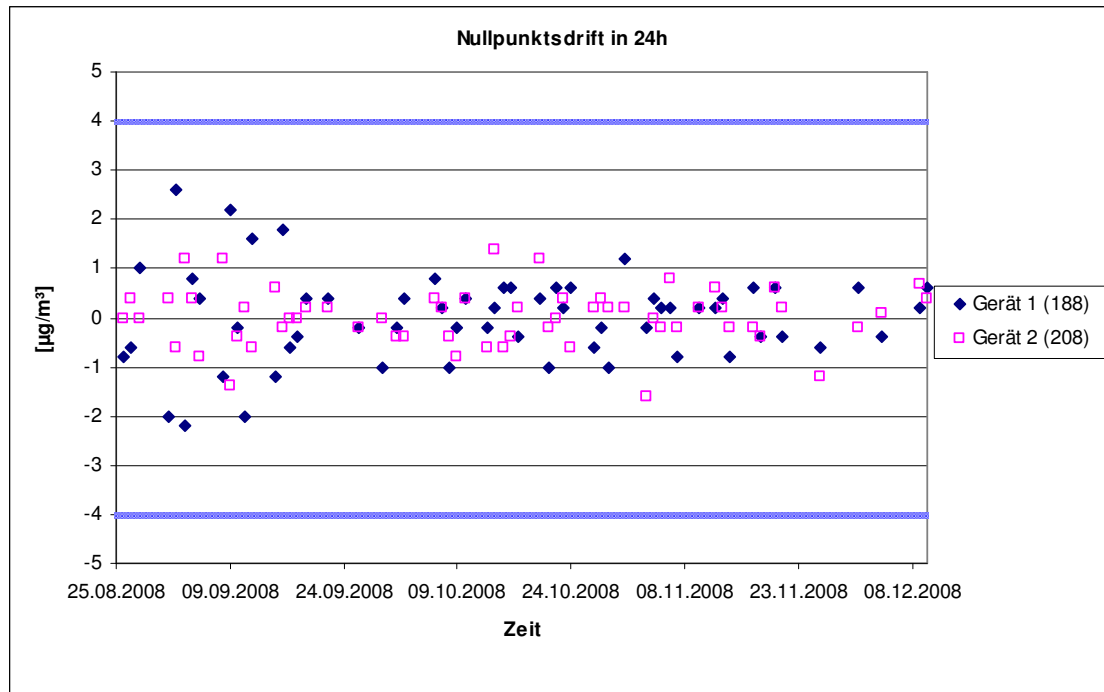


Abbildung 42: Nullpunktsdrift für die Komponente O<sub>3</sub> in 24h während des Feldtestes

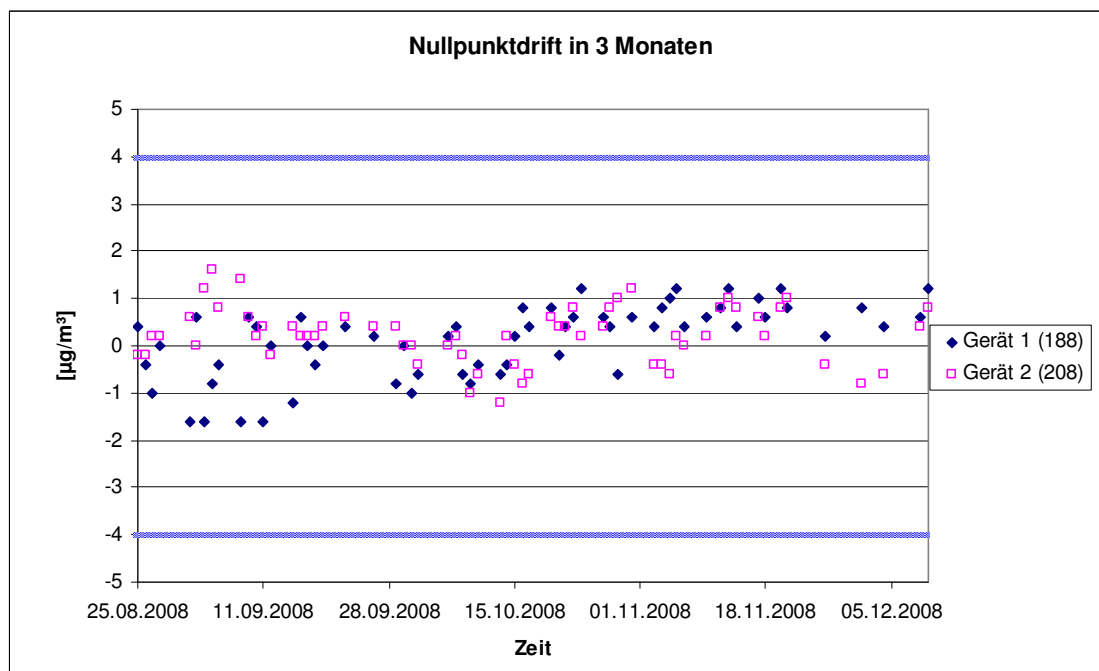


Abbildung 43: Drift am Nullpunkt für die Komponente O<sub>3</sub> während des 3-monatigen Feldtests



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 165 von 910

Laut Mindestanforderung darf die zeitliche Änderung des Nullpunkt-Messwertes in 24 h und im Wartungsintervall den Bezugswert  $B_0$  (entspricht 1 mg/m<sup>3</sup> für CO) nicht überschreiten.

Aus dem Datensatz ergibt sich keine Überschreitung der 24 Stunden Drift. Aus der Regressionsrechnung für die Nullpunktsdrift ergeben sich für die Messgeräte folgende Werte für die 24 Stunden Drift:

Die mittlere zeitliche Änderung am Nullpunkt betrug in 24 Stunden während des Feldversuchs:

Gerät 1 (188): 0,0043 mg/(m<sup>3</sup>\*d) für CO

Gerät 2 (208): 0,0032 mg/(m<sup>3</sup>\*d) für CO

Im Wartungsintervall von einem Monat beträgt die mittlere zeitliche Änderung am Nullpunkt:

Gerät 1 (188): 0,129 mg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für CO

Gerät 2 (208): 0,096 mg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für CO

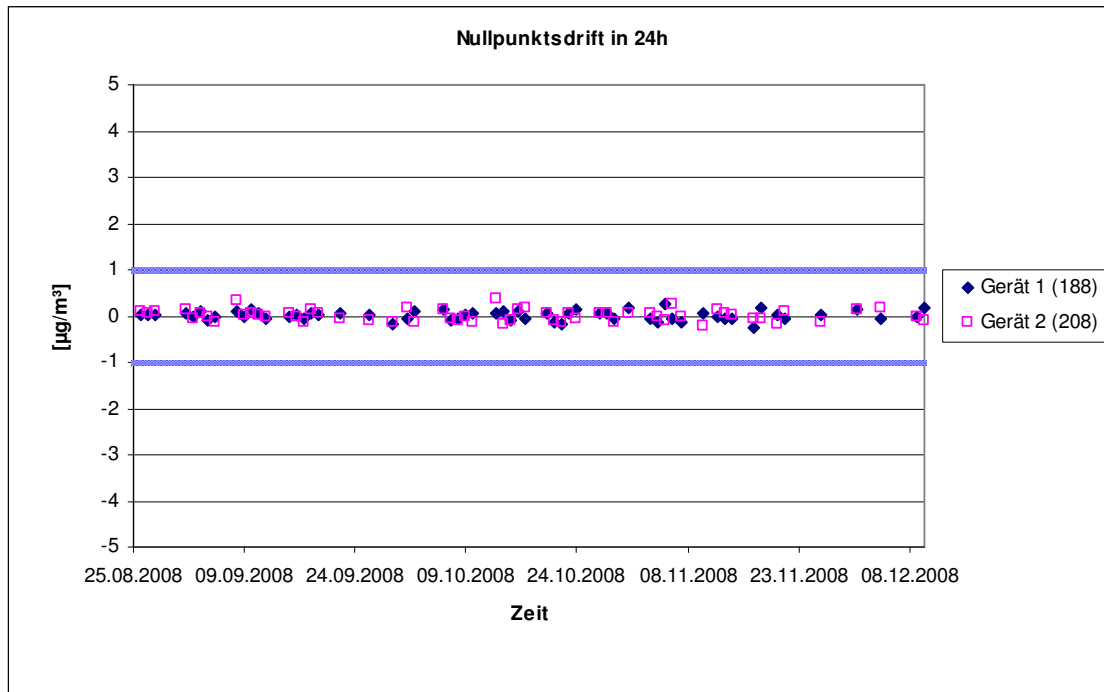


Abbildung 44: Nullpunktsdrift für die Komponente CO in 24h während des Feldtestes

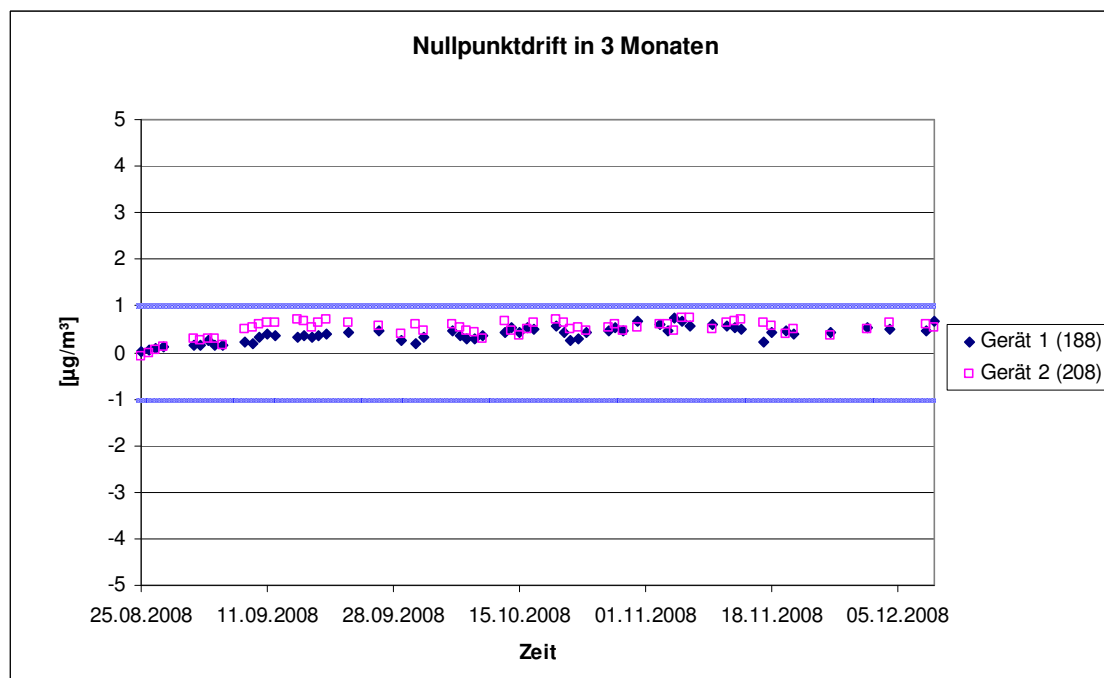


Abbildung 45: Drift am Nullpunkt für die Komponente CO während des 3-monatigen Feldtests

## **Bewertung**

Die Nullpunktsdriften für NO<sub>2</sub> in 24 h und im Wartungsintervall liegen mit 0,0061 µg/(m<sup>3</sup>\*d) und 0,183 µg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für Gerät 1 (188), und 0,0064 µg/(m<sup>3</sup>\*d) und 0,192 µg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für Gerät 2 (208) deutlich unterhalb der Anforderung von 3 µg/m<sup>3</sup>.

Die Nullpunktsdriften für SO<sub>2</sub> in 24 h und im Wartungsintervall liegen mit 0,0078 µg/(m<sup>3</sup>\*d) und 0,234 µg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für Gerät 1 (188), und 0,0102 µg/(m<sup>3</sup>\*d) und 0,306 µg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für Gerät 2 (208) deutlich unterhalb der Anforderung von 2 µg/m<sup>3</sup>.

Die Nullpunktsdriften für O<sub>3</sub> in 24 h und im Wartungsintervall liegen mit 0,0172 µg/(m<sup>3</sup>\*d) und 0,516 µg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für Gerät 1 (188), und 0,0010 µg/(m<sup>3</sup>\*d) und 0,030 µg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für Gerät 2 (208) deutlich unterhalb der Anforderung von 4 µg/m<sup>3</sup>.

Die Nullpunktsdriften für CO in 24 h und im Wartungsintervall liegen mit 0,0043 mg/(m<sup>3</sup>\*d) und 0,129 mg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für Gerät 1 (188), und 0,0032 mg/(m<sup>3</sup>\*d) und 0,096 mg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für Gerät 2 (208) deutlich unterhalb der Anforderung von 1 mg/m<sup>3</sup>.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Die einzelnen Messwerte der Driftuntersuchungen am Referenzpunkt sind in Tabelle 85 bis Tabelle 88 aufgeführt.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

**Tabelle 85:** Einzelwerte der täglichen Prüfgasaufgaben am Nullpunkt für die Komponente NO<sub>2</sub>

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
		Messwert	Abw. in 24h	Messwert	Abw. in 24h
	[hh:mm]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
25.08.2008	08:46	0,2	---	-0,2	---
26.08.2008	11:25	-0,6	-0,8	0,0	0,2
27.08.2008	12:10	0,4	1,0	1,1	1,1
28.08.2008	12:25	1,7	1,3	1,5	0,4
01.09.2008	07:35	0,8	-1,0	0,8	-0,8
02.09.2008	07:45	0,6	-0,2	0,2	-0,6
03.09.2008	08:25	0,4	-0,2	0,4	0,2
04.09.2008	08:25	-1,0	-1,3	0,6	0,2
05.09.2008	09:35	-0,4	0,6	0,2	-0,4
08.09.2008	09:55	-0,6	-0,2	0,2	0,0
09.09.2008	07:20	0,8	1,3	-0,4	-0,6
10.09.2008	14:00	-0,2	-1,0	0,2	0,6
11.09.2008	12:20	-0,6	-0,4	0,4	0,2
12.09.2008	12:30	0,8	1,3	0,8	0,4
15.09.2008	11:45	-0,6	-1,3	0,4	-0,4
16.09.2008	14:10	0,8	1,3	0,6	0,2
17.09.2008	11:55	0,4	-0,4	0,8	0,2
18.09.2008	11:50	0,8	0,4	0,6	-0,2
19.09.2008	10:15	0,4	-0,4	-0,6	-1,1
22.09.2008	11:25	1,5	1,1	0,4	1,0
26.09.2008	09:20	0,8	-0,8	1,0	0,6
29.09.2008	07:55	0,2	-0,6	-0,6	-1,5
01.10.2008	12:25	0,4	0,2	-0,2	0,4
02.10.2008	07:05	0,4	0,0	-0,2	0,0
06.10.2008	15:25	-1,0	-1,3	-0,6	-0,4
07.10.2008	12:55	-0,2	0,8	0,4	1,0
08.10.2008	11:55	-1,0	-0,8	-0,8	-1,1
09.10.2008	15:30	0,6	1,5	0,0	0,8
10.10.2008	08:45	0,0	-0,6	0,8	0,8
13.10.2008	15:45	0,8	0,8	1,1	0,4
14.10.2008	12:20	0,4	-0,4	-0,2	-1,3
15.10.2008	08:15	0,6	0,2	-0,4	-0,2
16.10.2008	09:20	1,0	0,4	-0,8	-0,4
17.10.2008	09:20	0,2	-0,8	0,4	1,1
20.10.2008	12:15	1,3	1,1	1,1	0,8
21.10.2008	08:30	0,8	-0,6	0,2	-1,0
22.10.2008	08:50	0,4	-0,4	1,0	0,8
23.10.2008	09:10	0,6	0,2	0,8	-0,2
24.10.2008	09:15	0,8	0,2	1,1	0,4
27.10.2008	09:20	0,4	-0,4	0,6	-0,6
28.10.2008	10:35	1,0	0,6	1,0	0,4
29.10.2008	08:40	0,6	-0,4	0,8	-0,2
31.10.2008	10:20	1,3	0,8	0,8	0,0
03.11.2008	12:15	0,8	-0,6	0,8	0,0
04.11.2008	12:30	0,4	-0,4	1,0	0,2
05.11.2008	12:20	0,6	0,2	0,4	-0,6
06.11.2008	12:05	1,1	0,6	0,8	0,4
07.11.2008	10:30	0,2	-1,0	1,1	0,4
10.11.2008	09:50	0,6	0,4	1,1	0,0
12.11.2008	11:20	0,4	-0,2	1,1	0,0
13.11.2008	12:30	0,2	-0,2	0,6	-0,6
14.11.2008	12:15	0,8	0,6	0,8	0,2
17.11.2008	11:10	1,3	0,6	1,0	0,2
18.11.2008	13:25	1,0	-0,4	0,4	-0,6
20.11.2008	10:00	0,6	-0,4	1,1	0,8
21.11.2008	09:20	0,4	-0,2	0,6	-0,6
26.11.2008	08:15	0,6	0,2	-0,4	-1,0
01.12.2008	09:20	1,0	0,4	-0,8	-0,4
04.12.2008	09:20	0,2	-0,8	0,4	1,2
09.12.2008	08:10	0,6	0,4	0,8	0,4
10.12.2008	12:10	0,6	0,0	1,1	0,4

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 169 von 910

**Tabelle 86:** Einzelwerte der täglichen Prüfgasaufgaben am Nullpunkt für die Komponente SO<sub>2</sub>

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
	[hh:mm]	Messwert	Abw. in 24h	Messwert	Abw. in 24h
		[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
25.08.2008	08:46	0,3	---	0,5	---
26.08.2008	11:25	0,3	0,0	-0,5	-1,1
27.08.2008	12:10	0,3	0,0	0,3	0,8
28.08.2008	12:25	0,0	-0,3	-0,8	-1,1
01.09.2008	07:35	-1,1	-1,1	0,0	0,8
02.09.2008	07:45	-0,8	0,3	-1,6	-1,6
03.09.2008	08:25	-1,3	-0,5	-0,8	0,8
04.09.2008	08:25	-0,5	0,8	-0,3	0,5
05.09.2008	09:35	-1,1	-0,5	-0,5	-0,2
08.09.2008	09:55	-1,9	-0,8	-1,6	-1,1
09.09.2008	07:20	-1,6	0,3	-1,9	-0,3
10.09.2008	14:00	-1,3	0,3	-0,3	1,6
11.09.2008	12:20	-0,5	0,8	-0,5	-0,3
12.09.2008	12:30	-0,5	0,0	-0,8	-0,3
15.09.2008	11:45	-1,6	-1,1	-1,1	-0,3
16.09.2008	14:10	-1,9	-0,3	0,3	1,3
17.09.2008	11:55	-0,5	1,3	-1,1	-1,3
18.09.2008	11:50	-0,5	0,0	-0,3	0,8
19.09.2008	10:15	-0,5	0,0	-1,6	-1,3
22.09.2008	11:25	-0,5	0,0	-1,3	0,3
26.09.2008	09:20	-0,5	0,0	-1,1	0,3
29.09.2008	07:55	-0,8	-0,3	-1,1	0,0
01.10.2008	12:25	-0,8	0,0	-0,8	0,3
02.10.2008	07:05	-0,3	0,5	0,5	1,3
06.10.2008	15:25	-1,1	-0,8	0,3	-0,3
07.10.2008	12:55	-0,5	0,5	-1,3	-1,6
08.10.2008	11:55	-0,8	-0,3	-1,1	0,3
09.10.2008	15:30	-0,8	0,0	-0,3	0,8
10.10.2008	08:45	-1,1	-0,3	-0,8	-0,5
13.10.2008	15:45	-0,8	0,3	-1,6	-0,8
14.10.2008	12:20	-0,3	0,5	-1,9	-0,3
15.10.2008	08:15	-0,5	-0,3	-1,3	0,5
16.10.2008	09:20	-0,8	-0,3	-0,5	0,8
17.10.2008	09:20	-0,8	0,0	-0,5	0,0
20.10.2008	12:15	-1,3	-0,5	-1,1	-0,5
21.10.2008	08:30	-0,8	0,5	-1,6	-0,5
22.10.2008	08:50	-0,5	0,3	-1,1	0,5
23.10.2008	09:10	-1,1	-0,5	-0,5	0,5
24.10.2008	09:15	-0,5	0,5	-0,8	-0,3
27.10.2008	09:20	-0,5	0,0	-1,1	-0,3
28.10.2008	10:35	-1,1	-0,5	-0,8	0,3
29.10.2008	08:40	-0,8	0,3	-0,5	0,3
31.10.2008	10:20	-1,1	-0,3	-1,3	-0,8
03.11.2008	12:15	-0,5	0,5	-0,8	0,5
04.11.2008	12:30	0,3	0,8	0,3	1,1
05.11.2008	12:20	0,5	0,3	0,5	0,3
06.11.2008	12:05	0,3	-0,3	0,8	0,3
07.11.2008	10:30	0,8	0,5	0,3	-0,5
10.11.2008	09:50	-0,3	-1,1	0,0	-0,3
12.11.2008	11:20	-0,8	-0,5	0,5	0,5
13.11.2008	12:30	0,3	1,1	1,1	0,5
14.11.2008	12:15	-0,5	-0,8	0,5	-0,5
17.11.2008	11:10	-0,8	-0,3	-0,3	-0,8
18.11.2008	13:25	-0,5	0,3	0,8	1,1
20.11.2008	10:00	0,3	0,8	1,1	0,3
21.11.2008	09:20	0,5	0,3	0,5	-0,5
26.11.2008	08:15	-0,5	-1,0	-1,3	-1,8
01.12.2008	09:20	-0,8	-0,3	-0,5	0,8
04.12.2008	09:20	-0,8	0,0	-0,5	0,0
09.12.2008	08:10	1,1	1,9	-0,8	-0,3
10.12.2008	12:10	-0,5	-1,6	0,8	1,6

**Tabelle 87:** Einzelwerte der täglichen Prüfgasaufgaben am Nullpunkt für die Komponente O<sub>3</sub>

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
		Messwert	Abw. in 24h	Messwert	Abw. in 24h
	[hh:mm]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
25.08.2008	08:46	0,4	---	-0,2	---
26.08.2008	11:25	-0,4	<b>-0,8</b>	-0,2	<b>0,0</b>
27.08.2008	12:10	-1,0	<b>-0,6</b>	0,2	<b>0,4</b>
28.08.2008	12:25	0,0	<b>1,0</b>	0,2	<b>0,0</b>
01.09.2008	07:35	-2,0	<b>-2,0</b>	0,6	<b>0,4</b>
02.09.2008	07:45	0,6	<b>2,6</b>	0,0	<b>-0,6</b>
03.09.2008	08:25	-1,6	<b>-2,2</b>	1,2	<b>1,2</b>
04.09.2008	08:25	-0,8	<b>0,8</b>	1,6	<b>0,4</b>
05.09.2008	09:35	-0,4	<b>0,4</b>	0,8	<b>-0,8</b>
08.09.2008	09:55	-1,6	<b>-1,2</b>	2,0	<b>1,2</b>
09.09.2008	07:20	0,6	<b>2,2</b>	0,6	<b>-1,4</b>
10.09.2008	14:00	0,4	<b>-0,2</b>	0,2	<b>-0,4</b>
11.09.2008	12:20	-1,6	<b>-2,0</b>	0,4	<b>0,2</b>
12.09.2008	12:30	0,0	<b>1,6</b>	-0,2	<b>-0,6</b>
15.09.2008	11:45	-1,2	<b>-1,2</b>	0,4	<b>0,6</b>
16.09.2008	14:10	0,6	<b>1,8</b>	0,2	<b>-0,2</b>
17.09.2008	11:55	0,0	<b>-0,6</b>	0,2	<b>0,0</b>
18.09.2008	11:50	-0,4	<b>-0,4</b>	0,2	<b>0,0</b>
19.09.2008	10:15	0,0	<b>0,4</b>	0,4	<b>0,2</b>
22.09.2008	11:25	0,4	<b>0,4</b>	0,6	<b>0,2</b>
26.09.2008	09:20	0,2	<b>-0,2</b>	0,4	<b>-0,2</b>
29.09.2008	07:55	-0,8	<b>-1,0</b>	0,4	<b>0,0</b>
01.10.2008	12:25	-1,0	<b>-0,2</b>	0,0	<b>-0,4</b>
02.10.2008	07:05	-0,6	<b>0,4</b>	-0,4	<b>-0,4</b>
06.10.2008	15:25	0,2	<b>0,8</b>	0,0	<b>0,4</b>
07.10.2008	12:55	0,4	<b>0,2</b>	0,2	<b>0,2</b>
08.10.2008	11:55	-0,6	<b>-1,0</b>	-0,2	<b>-0,4</b>
09.10.2008	15:30	-0,8	<b>-0,2</b>	-1,0	<b>-0,8</b>
10.10.2008	08:45	-0,4	<b>0,4</b>	-0,6	<b>0,4</b>
13.10.2008	15:45	-0,6	<b>-0,2</b>	-1,2	<b>-0,6</b>
14.10.2008	12:20	-0,4	<b>0,2</b>	0,2	<b>1,4</b>
15.10.2008	08:15	0,2	<b>0,6</b>	-0,4	<b>-0,6</b>
16.10.2008	09:20	0,8	<b>0,6</b>	-0,8	<b>-0,4</b>
17.10.2008	09:20	0,4	<b>-0,4</b>	-0,6	<b>0,2</b>
20.10.2008	12:15	0,8	<b>0,4</b>	0,6	<b>1,2</b>
21.10.2008	08:30	-0,2	<b>-1,0</b>	0,4	<b>-0,2</b>
22.10.2008	08:50	0,4	<b>0,6</b>	0,4	<b>0,0</b>
23.10.2008	09:10	0,6	<b>0,2</b>	0,8	<b>0,4</b>
24.10.2008	09:15	1,2	<b>0,6</b>	0,2	<b>-0,6</b>
27.10.2008	09:20	0,6	<b>-0,6</b>	0,4	<b>0,2</b>
28.10.2008	10:35	0,4	<b>-0,2</b>	0,8	<b>0,4</b>
29.10.2008	08:40	-0,6	<b>-1,0</b>	1,0	<b>0,2</b>
31.10.2008	10:20	0,6	<b>1,2</b>	1,2	<b>0,2</b>
03.11.2008	12:15	0,4	<b>-0,2</b>	-0,4	<b>-1,6</b>
04.11.2008	12:30	0,8	<b>0,4</b>	-0,4	<b>0,0</b>
05.11.2008	12:20	1,0	<b>0,2</b>	-0,6	<b>-0,2</b>
06.11.2008	12:05	1,2	<b>0,2</b>	0,2	<b>0,8</b>
07.11.2008	10:30	0,4	<b>-0,8</b>	0,0	<b>-0,2</b>
10.11.2008	09:50	0,6	<b>0,2</b>	0,2	<b>0,2</b>
12.11.2008	11:20	0,8	<b>0,2</b>	0,8	<b>0,6</b>
13.11.2008	12:30	1,2	<b>0,4</b>	1,0	<b>0,2</b>
14.11.2008	12:15	0,4	<b>-0,8</b>	0,8	<b>-0,2</b>
17.11.2008	11:10	1,0	<b>0,6</b>	0,6	<b>-0,2</b>
18.11.2008	13:25	0,6	<b>-0,4</b>	0,2	<b>-0,4</b>
20.11.2008	10:00	1,2	<b>0,6</b>	0,8	<b>0,6</b>
21.11.2008	09:20	0,8	<b>-0,4</b>	1,0	<b>0,2</b>
26.11.2008	08:15	0,2	<b>-0,6</b>	-0,2	<b>-1,2</b>
01.12.2008	09:20	0,8	<b>0,6</b>	-0,4	<b>-0,2</b>
04.12.2008	09:20	0,4	<b>-0,4</b>	-0,3	<b>0,1</b>
09.12.2008	08:10	0,6	<b>0,2</b>	0,4	<b>0,7</b>
10.12.2008	12:10	1,2	<b>0,6</b>	0,8	<b>0,4</b>

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 171 von 910

**Tabelle 88:** Einzelwerte der täglichen Prüfgasaufgaben am Nullpunkt für die Komponente CO

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
		Messwert	Abw. in 24h	Messwert	Abw. in 24h
	[hh:mm]	[mg/m³]	[mg/m³]	[mg/m³]	[mg/m³]
25.08.2008	08:46	0,03	---	-0,10	---
26.08.2008	11:25	0,07	0,03	0,00	0,10
27.08.2008	12:10	0,08	0,01	0,05	0,05
28.08.2008	12:25	0,11	0,03	0,14	0,09
01.09.2008	07:35	0,16	0,05	0,29	0,16
02.09.2008	07:45	0,14	-0,02	0,25	-0,04
03.09.2008	08:25	0,25	0,11	0,30	0,05
04.09.2008	08:25	0,17	-0,08	0,29	0,00
05.09.2008	09:35	0,14	-0,02	0,16	-0,13
08.09.2008	09:55	0,23	0,08	0,51	0,34
09.09.2008	07:20	0,20	-0,03	0,54	0,03
10.09.2008	14:00	0,34	0,14	0,60	0,06
11.09.2008	12:20	0,40	0,05	0,64	0,04
12.09.2008	12:30	0,36	-0,04	0,63	0,00
15.09.2008	11:45	0,33	-0,03	0,71	0,07
16.09.2008	14:10	0,36	0,03	0,67	-0,03
17.09.2008	11:55	0,31	-0,05	0,53	-0,15
18.09.2008	11:50	0,37	0,06	0,65	0,12
19.09.2008	10:15	0,39	0,01	0,71	0,06
22.09.2008	11:25	0,44	0,05	0,64	-0,07
26.09.2008	09:20	0,46	0,02	0,55	-0,08
29.09.2008	07:55	0,27	-0,19	0,40	-0,15
01.10.2008	12:25	0,21	-0,06	0,59	0,19
02.10.2008	07:05	0,31	0,11	0,47	-0,12
06.10.2008	15:25	0,46	0,15	0,61	0,14
07.10.2008	12:55	0,35	-0,11	0,54	-0,07
08.10.2008	11:55	0,28	-0,07	0,45	-0,09
09.10.2008	15:30	0,30	0,01	0,43	-0,02
10.10.2008	08:45	0,36	0,06	0,29	-0,14
13.10.2008	15:45	0,43	0,07	0,66	0,38
14.10.2008	12:20	0,52	0,09	0,48	-0,19
15.10.2008	08:15	0,41	-0,11	0,36	-0,12
16.10.2008	09:20	0,53	0,12	0,49	0,13
17.10.2008	09:20	0,49	-0,04	0,65	0,16
20.10.2008	12:15	0,56	0,07	0,71	0,06
21.10.2008	08:30	0,41	-0,15	0,63	-0,08
22.10.2008	08:50	0,25	-0,16	0,49	-0,14
23.10.2008	09:10	0,30	0,05	0,54	0,05
24.10.2008	09:15	0,43	0,13	0,48	-0,07
27.10.2008	09:20	0,48	0,05	0,53	0,05
28.10.2008	10:35	0,53	0,05	0,61	0,08
29.10.2008	08:40	0,48	-0,05	0,48	-0,13
31.10.2008	10:20	0,67	0,19	0,53	0,05
03.11.2008	12:15	0,62	-0,05	0,60	0,07
04.11.2008	12:30	0,48	-0,14	0,59	-0,01
05.11.2008	12:20	0,73	0,26	0,48	-0,12
06.11.2008	12:05	0,68	-0,05	0,74	0,27
07.11.2008	10:30	0,55	-0,13	0,72	-0,02
10.11.2008	09:50	0,61	0,06	0,49	-0,23
12.11.2008	11:20	0,58	-0,03	0,63	0,14
13.11.2008	12:30	0,54	-0,04	0,68	0,05
14.11.2008	12:15	0,49	-0,05	0,70	0,02
17.11.2008	11:10	0,24	-0,25	0,63	-0,07
18.11.2008	13:25	0,41	0,17	0,58	-0,05
20.11.2008	10:00	0,45	0,04	0,40	-0,17
21.11.2008	09:20	0,40	-0,05	0,49	0,08
26.11.2008	08:15	0,41	0,01	0,36	-0,13
01.12.2008	09:20	0,53	0,12	0,49	0,13
04.12.2008	09:20	0,49	-0,04	0,65	0,16
09.12.2008	08:10	0,48	-0,01	0,61	-0,04
10.12.2008	12:10	0,66	0,18	0,53	-0,09

## **A 5.2.10 Drift des Messwertes**

*Die zeitliche Änderung des Messwertes im Bereich des Bezugswertes  $B_1$  darf in 24 Stunden und im Wartungsintervall  $\pm 5 \%$  von  $B_1$  nicht überschreiten.*

*( $B_1$  für NO<sub>2</sub> = 60 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_1$  für SO<sub>2</sub> = 40 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_1$  für O<sub>3</sub> = 80 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_1$  für CO = 20 mg/m<sup>3</sup>)*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Prüfgase aus Permeationssystemen (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>), Prüfgase aus Druckgasflaschen (NO, CO) sowie Prüfgas aus einem Ozongenerator (O<sub>3</sub>). Als Trägergas wurde jeweils gereinigte, KW-freie, synthetische Luft verwendet. Zur Ansteuerung und Datenaufnahme der airpointer Geräte wurde ein externer PC verwendet. Die Geräte wurden für diesen Prüfpunkt in einer Klimakammer aufgestellt.

### **Durchführung der Prüfung**

Die Prüfgasaufgabe erfolgte täglich über einen Zeitraum von 15 Minuten. Dabei wurden die letzten 5 Minuten des Untersuchungszeitraumes gemittelt und ausgewertet. Da die Prüfgasaufgabe ausschließlich manuell erfolgte, liegen an den Wochenenden keine Prüfgasaufgaben vor.

Der Dauertest wurde vom 25.08.2008 bis zum 10.12.2008 durchgeführt. Während der gesamten Feldtestdauer wurden keine Justierarbeiten an den Geräten vorgenommen.

### **Auswertung**

Laut Mindestanforderung darf die zeitliche Änderung des Referenzpunkt-Messwertes in 24 h und im Wartungsintervall 5 % des Bezugswerts  $B_1$  (entspricht 3 µg/m<sup>3</sup> für NO<sub>2</sub>) nicht überschreiten.

Aus dem Datensatz ergibt sich keine Überschreitung der 24 Stunden Drift. Aus der Regressionsrechnung für die Referenzpunktdrift ergeben sich für die Messgeräte folgende Werte für die 24 Stunden Drift:

Die mittlere zeitliche Änderung am Referenzpunkt betrug in 24 Stunden während des Feldversuchs:

Gerät 1 (188): 0,0028 µg/(m<sup>3</sup>\*d) für NO<sub>2</sub>

Gerät 2 (208): 0,0078 µg/(m<sup>3</sup>\*d) für NO<sub>2</sub>

Im Wartungsintervall von einem Monat beträgt die mittlere zeitliche Änderung am Referenzpunkt:

Gerät 1 (188): 0,084 µg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für NO<sub>2</sub>

Gerät 2 (208): 0,234 µg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für NO<sub>2</sub>



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 173 von 910

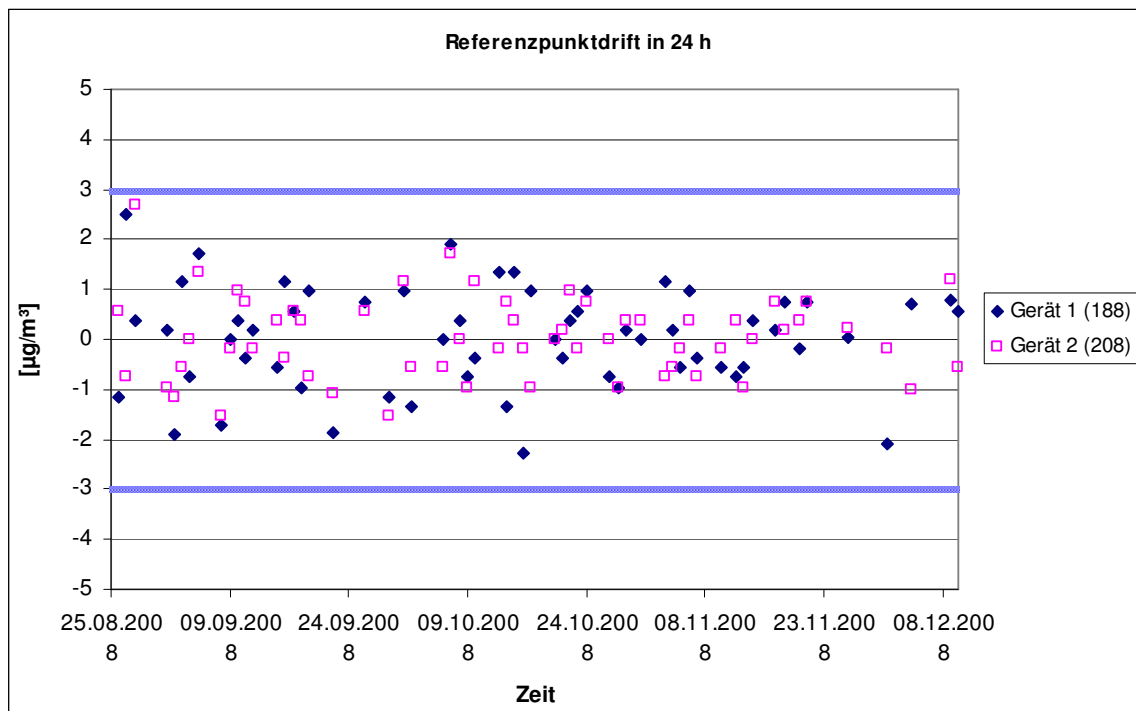


Abbildung 46: Referenzpunktdrift für die Komponente NO<sub>2</sub> in 24h während des Feldtestes

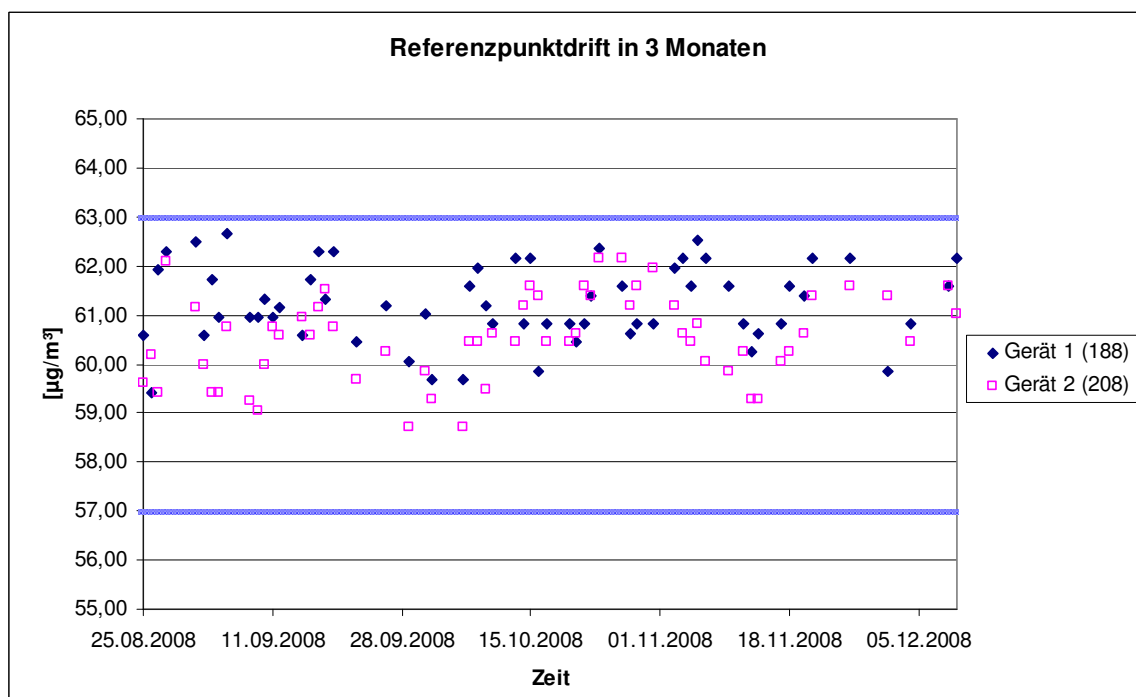


Abbildung 47: Drift am Referenzpunkt für die Komponente NO<sub>2</sub> während des 3-monatigen Feldtests (Sollwert 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Laut Mindestanforderung darf die zeitliche Änderung des Referenzpunkt-Messwertes in 24 h und im Wartungsintervall 5% des Bezugswerts  $B_1$  (entspricht  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für SO<sub>2</sub>) nicht überschreiten.

Aus dem Datensatz ergibt sich keine Überschreitung der 24 Stunden Drift. Aus der Regressionsrechnung für die Referenzpunktdrift ergeben sich für die Messgeräte folgende Werte für die 24 Stunden Drift:

Die mittlere zeitliche Änderung am Referenzpunkt betrug in 24 Stunden während des Feldversuchs:

Gerät 1 (188):  $-0,0034 \mu\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$  für SO<sub>2</sub>

Gerät 2 (208):  $-0,0010 \mu\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$  für SO<sub>2</sub>

Im Wartungsintervall von einem Monat beträgt die mittlere zeitliche Änderung am Referenzpunkt:

Gerät 1 (188):  $-0,102 \mu\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{Monat})$  für SO<sub>2</sub>

Gerät 2 (208):  $-0,030 \mu\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{Monat})$  für SO<sub>2</sub>

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessereinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 175 von 910

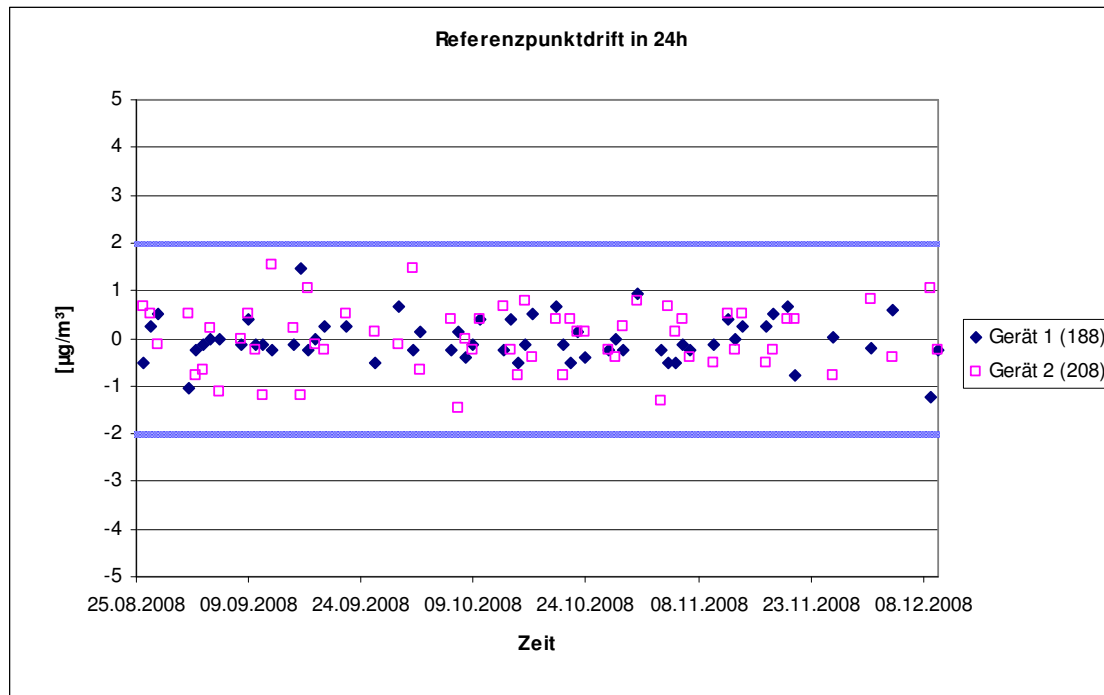


Abbildung 48: Referenzpunktdrift für die Komponente SO<sub>2</sub> in 24h während des Feldtestes

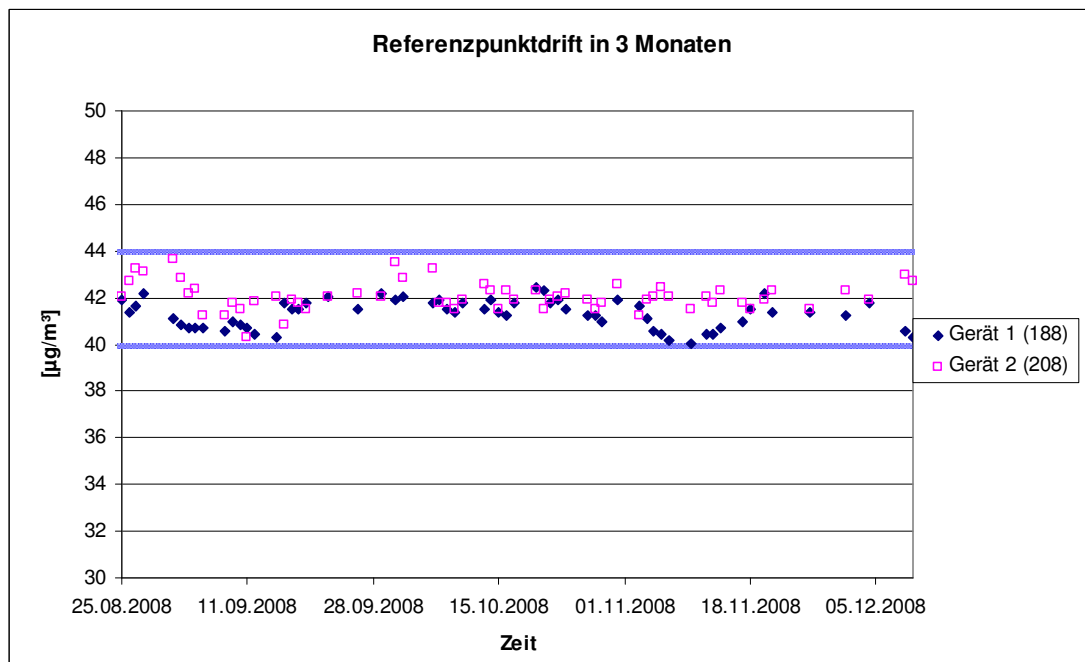


Abbildung 49: Drift am Referenzpunkt für die Komponente SO<sub>2</sub> während des 3-monatigen Feldtests (Sollwert 42 µg/m<sup>3</sup>)

Laut Mindestanforderung darf die zeitliche Änderung des Referenzpunkt-Messwertes in 24 h und im Wartungsintervall 5% des Bezugswerts  $B_1$  (entspricht  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für O<sub>3</sub>) nicht überschreiten.

Aus dem Datensatz ergibt sich keine Überschreitung der 24 Stunden Drift. Aus der Regressionsrechnung für die Referenzpunktdrift ergeben sich für die Messgeräte folgende Werte für die 24 Stunden Drift:

Die mittlere zeitliche Änderung am Referenzpunkt betrug in 24 Stunden während des Feldversuchs:

Gerät 1 (188):  $0,0060 \mu\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$  für O<sub>3</sub>

Gerät 2 (208):  $0,0269 \mu\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$  für O<sub>3</sub>

Im Wartungsintervall von einem Monat beträgt die mittlere zeitliche Änderung am Referenzpunkt:

Gerät 1 (188):  $0,180 \mu\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{Monat})$  für O<sub>3</sub>

Gerät 2 (208):  $0,807 \mu\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{Monat})$  für O<sub>3</sub>

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 177 von 910

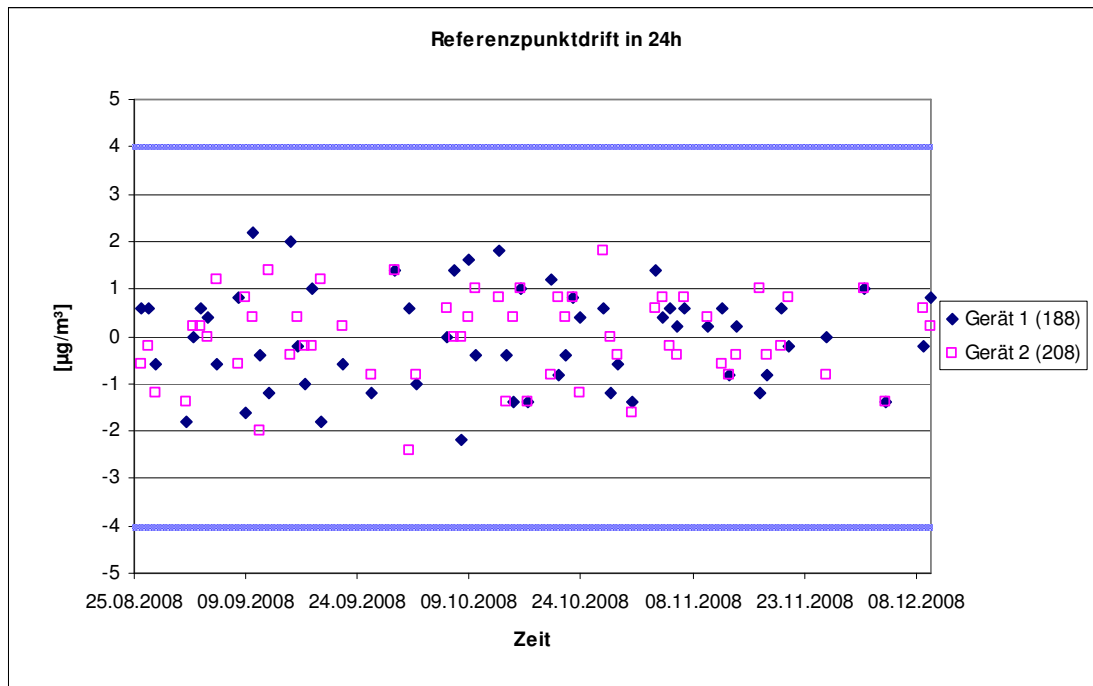


Abbildung 50: Referenzpunktdrift für die Komponente O<sub>3</sub> in 24h während des Feldtestes

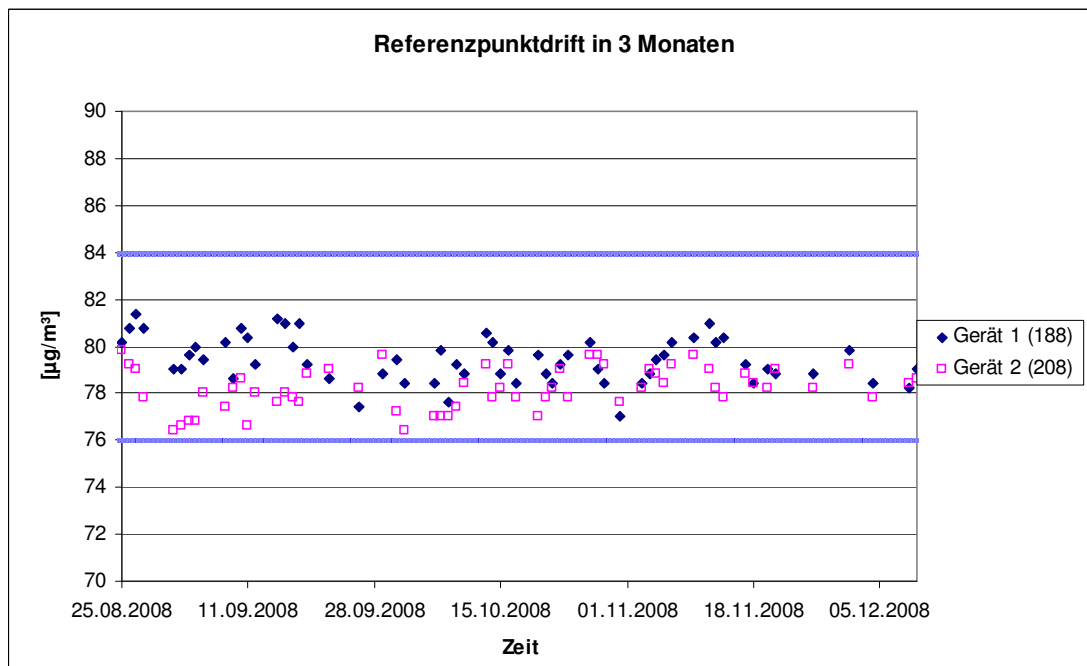


Abbildung 51: Drift am Referenzpunkt für die Komponente O<sub>3</sub> während des 3-monatigen Feldtests (Sollwert 80 µg/m<sup>3</sup>)

Laut Mindestanforderung darf die zeitliche Änderung des Referenzpunkt-Messwertes in 24 h und im Wartungsintervall 5% des Bezugswerts  $B_1$  (entspricht 1 mg/m<sup>3</sup> für CO) nicht überschreiten.

Aus dem Datensatz ergibt sich keine Überschreitung der 24 Stunden Drift. Aus der Regressionsrechnung für die Referenzpunktdrift ergeben sich für die Messgeräte folgende Werte für die 24 Stunden Drift:

Die mittlere zeitliche Änderung am Referenzpunkt betrug in 24 Stunden während des Feldversuchs:

Gerät 1 (188): -0,0029 mg/(m<sup>3</sup>\*d) für CO

Gerät 2 (208): 0,0049 mg/(m<sup>3</sup>\*d) für CO

Im Wartungsintervall von einem Monat beträgt die mittlere zeitliche Änderung am Referenzpunkt:

Gerät 1 (188): -0,087 mg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für CO

Gerät 2 (208): 0,147 mg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für CO

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessanlage der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 179 von 910

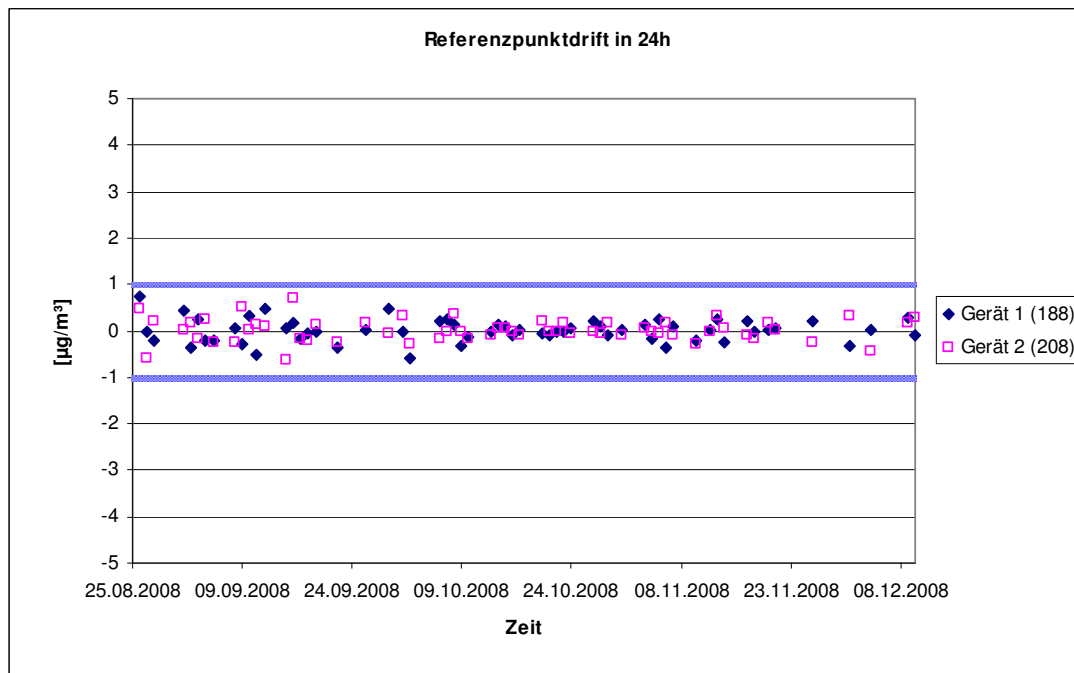


Abbildung 52: Referenzpunktdrift für die Komponente CO in 24h während des Feldtestes

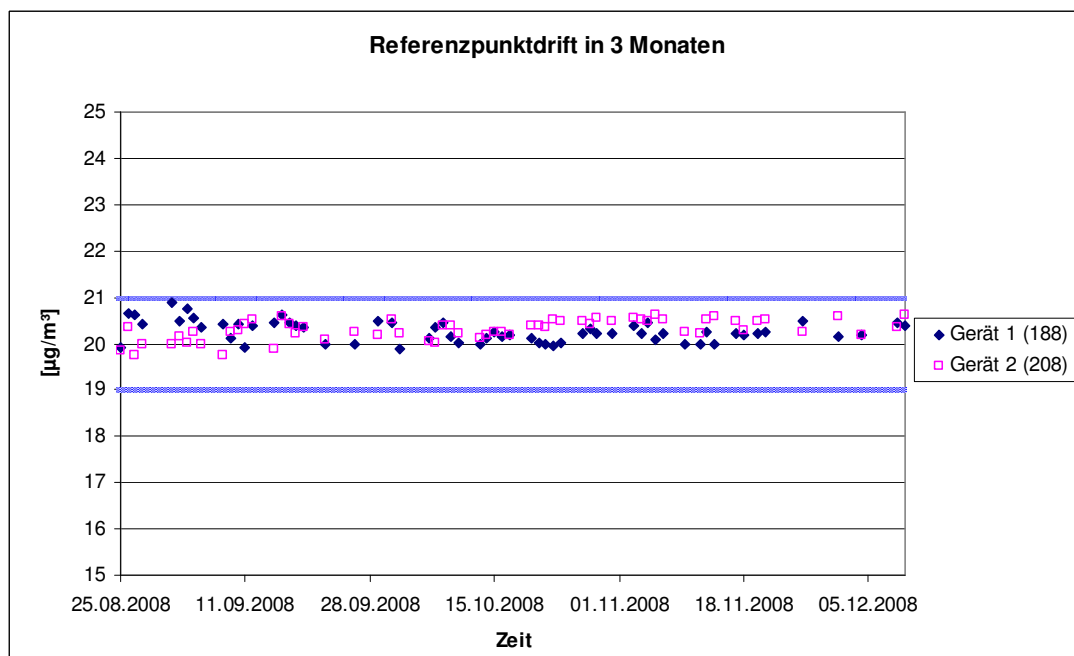


Abbildung 53: Drift am Referenzpunkt für die Komponente CO während des 3-monatigen Feldtests (Sollwert 20 mg/m<sup>3</sup>)

## **Bewertung**

Die Referenzpunktdriften für NO<sub>2</sub> in 24 h und im Wartungsintervall liegen mit 0,0028 µg/(m<sup>3</sup>\*d) und 0,084 µg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für Gerät 1 (188), und 0,0078 µg/(m<sup>3</sup>\*d) und 0,234 µg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für Gerät 2 (208) deutlich unterhalb der Anforderung von 3 µg/m<sup>3</sup>.

Die Referenzpunktdriften für SO<sub>2</sub> in 24 h und im Wartungsintervall liegen mit -0,0034 µg/(m<sup>3</sup>\*d) und -0,102 µg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für Gerät 1 (188), und -0,0010 µg/(m<sup>3</sup>\*d) und -0,030 µg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für Gerät 2 (208) deutlich unterhalb der Anforderung von 2 µg/m<sup>3</sup>.

Die Referenzpunktdriften für O<sub>3</sub> in 24 h und im Wartungsintervall liegen mit 0,0060 µg/(m<sup>3</sup>\*d) und 0,180 µg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für Gerät 1 (188), und 0,0269 µg/(m<sup>3</sup>\*d) und 0,807 µg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für Gerät 2 (208) deutlich unterhalb der Anforderung von 4 µg/m<sup>3</sup>.

Die Referenzpunktdriften für CO in 24 h und im Wartungsintervall liegen mit -0,0029 mg/(m<sup>3</sup>\*d) und -0,087 mg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für Gerät 1 (188), und 0,0049 mg/(m<sup>3</sup>\*d) und 0,147 mg/(m<sup>3</sup>\*Monat) für Gerät 2 (208) deutlich unterhalb der Anforderung von 1 mg/m<sup>3</sup>.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Die einzelnen Messwerte der Driftuntersuchungen am Referenzpunkt sind in Tabelle 89 bis Tabelle 92 aufgeführt.



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 181 von 910

**Tabelle 89:** Einzelwerte der täglichen Prüfgasaufgaben am Referenzpunkt für die Komponente NO<sub>2</sub>

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
		Messwert	Abw. in 24h	Messwert	Abw. in 24h
	[hh:mm]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
25.08.2008	09:57	60,6	---	59,6	---
26.08.2008	12:25	59,4	-1,1	60,2	0,6
27.08.2008	13:10	61,9	2,5	59,4	-0,8
28.08.2008	13:25	62,3	0,4	62,1	2,7
01.09.2008	08:35	62,5	0,2	61,1	-1,0
02.09.2008	08:45	60,6	-1,9	60,0	-1,1
03.09.2008	09:40	61,7	1,1	59,4	-0,6
04.09.2008	09:40	61,0	-0,8	59,4	0,0
05.09.2008	10:50	62,7	1,7	60,8	1,3
08.09.2008	12:20	61,0	-1,7	59,2	-1,5
09.09.2008	07:35	61,0	0,0	59,0	-0,2
10.09.2008	15:00	61,3	0,4	60,0	1,0
11.09.2008	13:20	61,0	-0,4	60,8	0,8
12.09.2008	13:30	61,1	0,2	60,6	-0,2
15.09.2008	12:45	60,6	-0,6	61,0	0,4
16.09.2008	15:15	61,7	1,1	60,6	-0,4
17.09.2008	13:00	62,3	0,6	61,1	0,6
18.09.2008	12:50	61,3	-1,0	61,5	0,4
19.09.2008	11:15	62,3	1,0	60,8	-0,8
22.09.2008	12:10	60,4	-1,9	59,7	-1,1
26.09.2008	09:55	61,2	0,8	60,2	0,6
29.09.2008	08:40	60,1	-1,1	58,7	-1,5
01.10.2008	13:10	61,0	1,0	59,9	1,1
02.10.2008	07:50	59,7	-1,3	59,3	-0,6
06.10.2008	16:10	59,7	0,0	58,7	-0,6
07.10.2008	13:40	61,6	1,9	60,4	1,7
08.10.2008	12:40	62,0	0,4	60,4	0,0
09.10.2008	16:15	61,2	-0,8	59,5	-1,0
10.10.2008	09:30	60,8	-0,4	60,6	1,1
13.10.2008	16:30	62,2	1,3	60,4	-0,2
14.10.2008	13:05	60,8	-1,3	61,2	0,8
15.10.2008	09:00	62,2	1,3	61,6	0,4
16.10.2008	10:05	59,9	-2,3	61,4	-0,2
17.10.2008	10:05	60,8	1,0	60,4	-1,0
20.10.2008	13:00	60,8	0,0	60,4	0,0
21.10.2008	09:15	60,4	-0,4	60,6	0,2
22.10.2008	09:35	60,8	0,4	61,6	1,0
23.10.2008	09:55	61,4	0,6	61,4	-0,2
24.10.2008	10:00	62,3	1,0	62,2	0,8
27.10.2008	10:05	61,6	-0,8	62,2	0,0
28.10.2008	11:20	60,6	-1,0	61,2	-1,0
29.10.2008	09:25	60,8	0,2	61,6	0,4
31.10.2008	11:05	60,8	0,0	62,0	0,4
03.11.2008	13:00	62,0	1,1	61,2	-0,8
04.11.2008	13:15	62,2	0,2	60,6	-0,6
05.11.2008	13:05	61,6	-0,6	60,4	-0,2
06.11.2008	13:20	62,5	1,0	60,8	0,4
07.11.2008	11:15	62,2	-0,4	60,1	-0,8
10.11.2008	10:35	61,6	-0,6	59,9	-0,2
12.11.2008	12:05	60,8	-0,8	60,2	0,4
13.11.2008	13:15	60,2	-0,6	59,3	-1,0
14.11.2008	13:00	60,6	0,4	59,3	0,0
17.11.2008	11:55	60,8	0,2	60,1	0,8
18.11.2008	14:10	61,6	0,8	60,2	0,2
20.11.2008	10:45	61,4	-0,2	60,6	0,4
21.11.2008	10:05	62,2	0,8	61,4	0,8
26.11.2008	09:00	62,2	0,0	61,6	0,2
01.12.2008	10:05	60,1	-2,1	61,4	-0,2
04.12.2008	10:05	60,8	0,7	60,4	-1,0
09.12.2008	08:55	61,6	0,8	61,6	1,2
10.12.2008	12:55	62,2	0,6	61,0	-0,6

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

**Tabelle 90:** Einzelwerte der täglichen Prüfgasaufgaben am Referenzpunkt für die Komponente SO<sub>2</sub>

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
		Messwert	Abw. in 24h	Messwert	Abw. in 24h
	[hh:mm]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
25.08.2008	09:31	41,9	---	42,0	---
26.08.2008	12:10	41,4	-0,5	42,7	0,7
27.08.2008	12:55	41,6	0,3	43,2	0,5
28.08.2008	13:10	42,2	0,5	43,1	-0,1
01.09.2008	08:20	41,1	-1,1	43,6	0,5
02.09.2008	08:30	40,8	-0,3	42,8	-0,8
03.09.2008	09:25	40,7	-0,1	42,2	-0,7
04.09.2008	09:25	40,7	0,0	42,4	0,2
05.09.2008	10:35	40,7	0,0	41,2	-1,1
08.09.2008	12:05	40,6	-0,1	41,2	0,0
09.09.2008	08:05	41,0	0,4	41,8	0,5
10.09.2008	14:45	40,8	-0,1	41,5	-0,3
11.09.2008	13:05	40,7	-0,1	40,3	-1,2
12.09.2008	13:15	40,4	-0,3	41,8	1,5
15.09.2008	12:30	40,3	-0,1	42,0	0,2
16.09.2008	15:00	41,8	1,5	40,8	-1,2
17.09.2008	12:45	41,5	-0,3	41,9	1,1
18.09.2008	12:35	41,5	0,0	41,8	-0,1
19.09.2008	12:55	41,8	0,3	41,5	-0,3
22.09.2008	12:25	42,0	0,3	42,0	0,5
26.09.2008	10:10	41,5	-0,5	42,2	0,1
29.09.2008	08:55	42,2	0,7	42,0	-0,1
01.10.2008	13:25	41,9	-0,3	43,5	1,5
02.10.2008	08:05	42,0	0,1	42,8	-0,7
06.10.2008	16:25	41,8	-0,3	43,2	0,4
07.10.2008	13:55	41,9	0,1	41,8	-1,5
08.10.2008	12:55	41,5	-0,4	41,8	0,0
09.10.2008	16:30	41,4	-0,1	41,5	-0,3
10.10.2008	09:45	41,8	0,4	41,9	0,4
13.10.2008	16:45	41,5	-0,3	42,6	0,7
14.10.2008	13:20	41,9	0,4	42,3	-0,3
15.10.2008	09:15	41,4	-0,5	41,5	-0,8
16.10.2008	10:20	41,2	-0,1	42,3	0,8
17.10.2008	10:20	41,8	0,5	41,9	-0,4
20.10.2008	13:15	42,4	0,7	42,3	0,4
21.10.2008	09:30	42,3	-0,1	41,5	-0,8
22.10.2008	09:50	41,8	-0,5	41,9	0,4
23.10.2008	10:10	41,9	0,1	42,0	0,1
24.10.2008	10:15	41,5	-0,4	42,2	0,1
27.10.2008	10:20	41,2	-0,3	41,9	-0,3
28.10.2008	11:35	41,2	0,0	41,5	-0,4
29.10.2008	09:40	41,0	-0,3	41,8	0,3
31.10.2008	11:20	41,9	0,9	42,6	0,8
03.11.2008	13:15	41,6	-0,3	41,2	-1,3
04.11.2008	13:30	41,1	-0,5	41,9	0,7
05.11.2008	13:20	40,6	-0,5	42,0	0,1
06.11.2008	13:05	40,4	-0,1	42,4	0,4
07.11.2008	11:30	40,2	-0,3	42,0	-0,4
10.11.2008	10:50	40,0	-0,1	41,5	-0,5
12.11.2008	12:20	40,4	0,4	42,0	0,5
13.11.2008	13:30	40,4	0,0	41,8	-0,3
14.11.2008	13:15	40,7	0,3	42,3	0,5
17.11.2008	12:10	41,0	0,3	41,8	-0,5
18.11.2008	14:25	41,5	0,5	41,5	-0,3
20.11.2008	11:00	42,2	0,7	41,9	0,4
21.11.2008	10:20	41,4	-0,8	42,3	0,4
26.11.2008	09:15	41,4	0,0	41,5	-0,8
01.12.2008	10:20	41,2	-0,2	42,3	0,8
04.12.2008	10:20	41,8	0,6	41,9	-0,4
09.12.2008	09:10	40,6	-1,2	43,0	1,1
10.12.2008	13:10	40,3	-0,3	42,7	-0,3

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 183 von 910

**Tabelle 91:** Einzelwerte der täglichen Prüfgasaufgaben am Referenzpunkt für die Komponente O<sub>3</sub>

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
		Messwert	Abw. in 24h	Messwert	Abw. in 24h
	[hh:mm]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
25.08.2008	09:01	80,2	---	79,8	---
26.08.2008	11:40	80,8	0,6	79,2	-0,6
27.08.2008	12:25	81,4	0,6	79,0	-0,2
28.08.2008	13:25	80,8	-0,6	77,8	-1,2
01.09.2008	07:50	79,0	-1,8	76,4	-1,4
02.09.2008	08:00	79,0	0,0	76,6	0,2
03.09.2008	08:55	79,6	0,6	76,8	0,2
04.09.2008	08:55	80,0	0,4	76,8	0,0
05.09.2008	10:05	79,4	-0,6	78,0	1,2
08.09.2008	10:10	80,2	0,8	77,4	-0,6
09.09.2008	07:35	78,6	-1,6	78,2	0,8
10.09.2008	14:15	80,8	2,2	78,6	0,4
11.09.2008	12:35	80,4	-0,4	76,6	-2,0
12.09.2008	12:45	79,2	-1,2	78,0	1,4
15.09.2008	12:00	81,2	2,0	77,6	-0,4
16.09.2008	14:30	81,0	-0,2	78,0	0,4
17.09.2008	12:10	80,0	-1,0	77,8	-0,2
18.09.2008	12:05	81,0	1,0	77,6	-0,2
19.09.2008	10:30	79,2	-1,8	78,8	1,2
22.09.2008	11:40	78,6	-0,6	79,0	0,2
26.09.2008	09:35	77,4	-1,2	78,2	-0,8
29.09.2008	08:10	78,8	1,4	79,6	1,4
01.10.2008	12:40	79,4	0,6	77,2	-2,4
02.10.2008	07:20	78,4	-1,0	76,4	-0,8
06.10.2008	15:40	78,4	0,0	77,0	0,6
07.10.2008	13:10	79,8	1,4	77,0	0,0
08.10.2008	12:10	77,6	-2,2	77,0	0,0
09.10.2008	15:45	79,2	1,6	77,4	0,4
10.10.2008	09:00	78,8	-0,4	78,4	1,0
13.10.2008	16:00	80,6	1,8	79,2	0,8
14.10.2008	12:35	80,2	-0,4	77,8	-1,4
15.10.2008	08:30	78,8	-1,4	78,2	0,4
16.10.2008	09:35	79,8	1,0	79,2	1,0
17.10.2008	09:35	78,4	-1,4	77,8	-1,4
20.10.2008	12:30	79,6	1,2	77,0	-0,8
21.10.2008	08:45	78,8	-0,8	77,8	0,8
22.10.2008	09:05	78,4	-0,4	78,2	0,4
23.10.2008	09:25	79,2	0,8	79,0	0,8
24.10.2008	09:30	79,6	0,4	77,8	-1,2
27.10.2008	09:35	80,2	0,6	79,6	1,8
28.10.2008	10:50	79,0	-1,2	79,6	0,0
29.10.2008	08:55	78,4	-0,6	79,2	-0,4
31.10.2008	10:35	77,0	-1,4	77,6	-1,6
03.11.2008	12:30	78,4	1,4	78,2	0,6
04.11.2008	12:45	78,8	0,4	79,0	0,8
05.11.2008	12:35	79,4	0,6	78,8	-0,2
06.11.2008	12:20	79,6	0,2	78,4	-0,4
07.11.2008	10:45	80,2	0,6	79,2	0,8
10.11.2008	10:05	80,4	0,2	79,6	0,4
12.11.2008	11:35	81,0	0,6	79,0	-0,6
13.11.2008	12:45	80,2	-0,8	78,2	-0,8
14.11.2008	12:30	80,4	0,2	77,8	-0,4
17.11.2008	11:25	79,2	-1,2	78,8	1,0
18.11.2008	13:40	78,4	-0,8	78,4	-0,4
20.11.2008	10:15	79,0	0,6	78,2	-0,2
21.11.2008	09:35	78,8	-0,2	79,0	0,8
26.11.2008	08:30	78,8	0,0	78,2	-0,8
01.12.2008	09:35	79,8	1,0	79,2	1,0
04.12.2008	09:35	78,4	-1,4	77,8	-1,4
09.12.2008	08:25	78,2	-0,2	78,4	0,6
10.12.2008	12:25	79,0	0,8	78,6	0,2

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

**Tabelle 92:** Einzelwerte der täglichen Prüfgasaufgaben am Referenzpunkt für die Komponente CO

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
		Messwert	Abw. in 24h	Messwert	Abw. in 24h
	[hh:mm]	[mg/m³]	[mg/m³]	[mg/m³]	[mg/m³]
25.08.2008	09:16	19,91	---	19,86	---
26.08.2008	11:55	20,66	0,75	20,34	0,48
27.08.2008	12:40	20,63	-0,02	19,76	-0,58
28.08.2008	12:55	20,43	-0,21	19,97	0,21
01.09.2008	08:05	20,87	0,44	19,98	0,01
02.09.2008	08:15	20,50	-0,37	20,16	0,18
03.09.2008	09:10	20,76	0,26	20,00	-0,16
04.09.2008	09:10	20,55	-0,21	20,25	0,25
05.09.2008	10:20	20,35	-0,20	19,99	-0,26
08.09.2008	10:25	20,41	0,05	19,74	-0,25
09.09.2008	07:50	20,11	-0,30	20,26	0,52
10.09.2008	14:30	20,42	0,31	20,27	0,01
11.09.2008	12:50	19,93	-0,50	20,41	0,14
12.09.2008	13:00	20,38	0,46	20,50	0,09
15.09.2008	12:15	20,44	0,06	19,89	-0,62
16.09.2008	14:45	20,61	0,17	20,59	0,70
17.09.2008	12:25	20,44	-0,18	20,42	-0,17
18.09.2008	12:20	20,38	-0,06	20,21	-0,21
19.09.2008	10:45	20,35	-0,03	20,34	0,13
22.09.2008	11:55	19,98	-0,36	20,07	-0,27
26.09.2008	09:40	19,99	0,01	20,24	0,17
29.09.2008	08:25	20,48	0,49	20,20	-0,04
01.10.2008	12:55	20,46	-0,02	20,51	0,31
02.10.2008	07:35	19,89	-0,57	20,23	-0,28
06.10.2008	15:55	20,10	0,21	20,04	-0,18
07.10.2008	13:25	20,35	0,25	20,01	-0,03
08.10.2008	12:25	20,46	0,11	20,38	0,38
09.10.2008	16:00	20,16	-0,31	20,38	0,00
10.10.2008	09:15	20,02	-0,14	20,21	-0,17
13.10.2008	16:15	19,99	-0,02	20,13	-0,08
14.10.2008	12:50	20,13	0,14	20,20	0,07
15.10.2008	08:45	20,24	0,11	20,26	0,06
16.10.2008	09:50	20,15	-0,10	20,25	0,00
17.10.2008	09:50	20,17	0,02	20,17	-0,08
20.10.2008	12:45	20,12	-0,06	20,39	0,22
21.10.2008	09:00	20,02	-0,10	20,38	-0,01
22.10.2008	09:20	19,99	-0,02	20,35	-0,03
23.10.2008	09:40	19,96	-0,03	20,52	0,17
24.10.2008	09:45	20,02	0,05	20,48	-0,04
27.10.2008	09:50	20,21	0,19	20,48	0,00
28.10.2008	11:05	20,33	0,11	20,40	-0,07
29.10.2008	09:10	20,22	-0,11	20,56	0,16
31.10.2008	10:50	20,22	0,00	20,48	-0,08
03.11.2008	12:45	20,37	0,15	20,56	0,07
04.11.2008	13:00	20,21	-0,16	20,52	-0,04
05.11.2008	12:50	20,45	0,24	20,48	-0,04
06.11.2008	13:05	20,10	-0,35	20,63	0,16
07.11.2008	11:00	20,21	0,11	20,53	-0,10
10.11.2008	10:20	19,99	-0,22	20,24	-0,29
12.11.2008	11:50	19,99	0,00	20,21	-0,03
13.11.2008	13:00	20,24	0,25	20,52	0,31
14.11.2008	12:45	19,99	-0,25	20,58	0,06
17.11.2008	11:40	20,20	0,21	20,48	-0,11
18.11.2008	13:55	20,18	-0,02	20,29	-0,18
20.11.2008	10:30	20,20	0,02	20,48	0,19
21.11.2008	09:50	20,26	0,06	20,51	0,03
26.11.2008	08:45	20,48	0,22	20,26	-0,25
01.12.2008	09:50	20,15	-0,33	20,60	0,34
04.12.2008	09:50	20,17	0,02	20,17	-0,43
09.12.2008	08:40	20,46	0,29	20,36	0,19
10.12.2008	12:40	20,38	-0,08	20,63	0,27

## A 5.2.11 Querempfindlichkeit

*Die Absolutwerte der Summen der positiven bzw. negativen Abweichungen aufgrund von Störeinflüssen durch die Querempfindlichkeit gegenüber im Messgut enthaltenen Begleitstoffen dürfen im Bereich des Nullpunktes nicht mehr als  $B_0$  und im Bereich von  $B_2$  nicht mehr als 3 % von  $B_2$  betragen. Die Konzentration des Begleitstoffes wird im Bereich des jeweiligen  $B_2$ -Wertes des Begleitstoffes eingesetzt. Sind keine entsprechenden Bezugswerte bekannt, so ist ein geeigneter Bezugswert durch das Prüfinstitut im Einvernehmen mit den anderen Prüfinstituten festzulegen und anzugeben.*

*( $B_0$  für NO<sub>2</sub> = 3 µg/m<sup>3</sup>) ( $B_1$  für NO<sub>2</sub> = 60 µg/m<sup>3</sup>) ( $B_2$  für NO<sub>2</sub> = 400 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_0$  für SO<sub>2</sub> = 2 µg/m<sup>3</sup>) ( $B_1$  für SO<sub>2</sub> = 40 µg/m<sup>3</sup>) ( $B_2$  für SO<sub>2</sub> = 700 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_0$  für O<sub>3</sub> = 4 µg/m<sup>3</sup>) ( $B_1$  für O<sub>3</sub> = 80 µg/m<sup>3</sup>) ( $B_2$  für O<sub>3</sub> = 360 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_0$  für CO = 1 mg/m<sup>3</sup>) ( $B_1$  für CO = 20 mg/m<sup>3</sup>) ( $B_2$  für CO = 60 mg/m<sup>3</sup>)*

## Gerätetechnische Ausstattung

Prüfgase aus Permeationssystemen (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>), Prüfgase aus Druckgasflaschen (NO, CO) sowie Prüfgas aus einem Ozongenerator (O<sub>3</sub>). Als Trägergas wurde jeweils gereinigte, KW-freie, synthetische Luft verwendet. Zur Ansteuerung und Datenaufnahme der airpointer Geräte wurde ein externer PC verwendet. Die Geräte wurden für diesen Prüfpunkt in einer Klimakammer aufgestellt.

## Durchführung der Prüfung

Bei der Untersuchung der Querempfindlichkeit sind die in Tabelle 93 aufgeführten Stoffe zu berücksichtigen.

Tabelle 93: Störkomponenten nach VDI 4202

Störkomponente	Wert
CO <sub>2</sub>	700 mg/m <sup>3</sup>
CO	60 mg/m <sup>3</sup>
H <sub>2</sub> O	30 % bis 90 % relative Feuchte
SO <sub>2</sub>	700 µg/m <sup>3</sup>
NO	100 µg/m <sup>3</sup> bis 1000 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	400 µg/m <sup>3</sup>
N <sub>2</sub> O	500 µg/m <sup>3</sup>
H <sub>2</sub> S	30 µg/m <sup>3</sup>
NH <sub>3</sub>	30 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	360 µg/m <sup>3</sup>
Benzol	1 mg/m <sup>3</sup>

## Auswertung

In der folgenden tabellarischen Übersicht sind die aufgefundenen Differenzen mit und ohne Störkomponente für den Null- und Referenzpunkt der beiden Analysatoren aufgetragen. Unten in der Tabelle sind die Summen der positiven und der negativen Abweichungen zusammengefasst. Die Werte sind mit der Mindestanforderung zu vergleichen, welche am Nullpunkt eine Abweichung der positiven und negativen Summen von 3 µg/m<sup>3</sup> für NO<sub>2</sub>, 2 µg/m<sup>3</sup> für SO<sub>2</sub>, 3 µg/m<sup>3</sup> für O<sub>3</sub> und 1 mg/m<sup>3</sup> (B<sub>0</sub>) und am Referenzpunkt eine Abweichung von 12 µg/m<sup>3</sup> für NO<sub>2</sub>, 21 µg/m<sup>3</sup> für SO<sub>2</sub>, 10,8 µg/m<sup>3</sup> für O<sub>3</sub> und 1,8 mg/m<sup>3</sup> (3 % von B<sub>2</sub>) zulässt.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 187 von 910

**Tabelle 94:** Querempfindlichkeiten nach VDI 4202 Bl.1 für die Komponente NO<sub>2</sub>, Gerät 1 (188)

Störstoff	Nullgas [µg/m³]		Abweichung [µg/m³]	Prüfgas [µg/m³]		Abweichung [µg/m³]
	ohne	mit		ohne	mit	
H <sub>2</sub> O	0,1	0,3	<b>0,2</b>	399,7	398,2	<b>-1,5</b>
H <sub>2</sub> S	-0,1	0,1	<b>0,2</b>	400,3	399,7	<b>-0,6</b>
NH <sub>3</sub>	0,2	0,2	<b>0,0</b>	400,7	401,0	<b>0,3</b>
N <sub>2</sub> O	0,0	0,1	<b>0,1</b>	400,4	399,6	<b>-0,8</b>
SO <sub>2</sub>	0,2	-0,4	<b>-0,6</b>	399,9	402,6	<b>2,7</b>
O <sub>3</sub>	0,2	0,4	<b>0,2</b>	398,4	400,5	<b>2,1</b>
CO	0,1	-0,2	<b>-0,3</b>	400,3	400,4	<b>0,1</b>
CO <sub>2</sub>	0,0	0,4	<b>0,4</b>	399,8	399,3	<b>-0,5</b>
NO	-0,1	0,3	<b>0,4</b>	399,9	401,4	<b>1,5</b>
Benzol	-0,2	0,3	<b>0,5</b>	400,5	401,2	<b>0,7</b>
Summe der negativen Abweichungen			<b>-0,9</b>			<b>-3,4</b>
Summe der positiven Abweichungen			<b>2,0</b>			<b>7,4</b>
Maximal erlaubte Abweichung			<b>3</b>			<b>12</b>
Bestanden ?			<b>ja</b>			<b>ja</b>

**Tabelle 95:** Querempfindlichkeiten nach VDI 4202 Bl.1 für die Komponente NO<sub>2</sub>, Gerät 2 (208)

Störstoff	Nullgas [µg/m³]		Abweichung [µg/m³]	Prüfgas [µg/m³]		Abweichung [µg/m³]
	ohne	mit		ohne	mit	
H <sub>2</sub> O	0,1	0,1	<b>0,0</b>	400,4	397,5	<b>-2,9</b>
H <sub>2</sub> S	0,0	-0,1	<b>-0,1</b>	400,4	399,8	<b>-0,6</b>
NH <sub>3</sub>	-0,1	0,1	<b>0,2</b>	399,6	400,5	<b>0,9</b>
N <sub>2</sub> O	0,1	0,1	<b>0,0</b>	399,9	400,5	<b>0,6</b>
SO <sub>2</sub>	0,2	-0,3	<b>-0,5</b>	399,8	403,4	<b>3,6</b>
O <sub>3</sub>	0,1	0,2	<b>0,1</b>	400,0	400,8	<b>0,8</b>
CO	-0,1	-0,1	<b>0,0</b>	399,0	398,7	<b>-0,3</b>
CO <sub>2</sub>	0,4	0,2	<b>-0,2</b>	399,4	400,4	<b>1,0</b>
NO	0,2	0,1	<b>-0,1</b>	399,7	400,8	<b>1,1</b>
Benzol	0,2	0,1	<b>-0,1</b>	400,2	400,5	<b>0,3</b>
Summe der negativen Abweichungen			<b>-1,0</b>			<b>-3,8</b>
Summe der positiven Abweichungen			<b>0,3</b>			<b>8,3</b>
Maximal erlaubte Abweichung			<b>3</b>			<b>12</b>
Bestanden ?			<b>ja</b>			<b>ja</b>

**Tabelle 96:** Querempfindlichkeiten nach VDI 4202 Bl.1 für die Komponente SO<sub>2</sub>, Gerät 1 (188)

Störstoff	Nullgas [µg/m³]		Abweichung [µg/m³]	Prüfgas [µg/m³]		Abweichung [µg/m³]
	ohne	mit		ohne	mit	
H <sub>2</sub> O	0,2	0,0	<b>-0,2</b>	700,1	695,3	<b>-4,8</b>
H <sub>2</sub> S	0,4	0,5	<b>0,1</b>	701,2	699,0	<b>-2,2</b>
NH <sub>3</sub>	0,2	0,2	<b>0,0</b>	699,8	698,0	<b>-1,8</b>
N <sub>2</sub> O	-0,1	-0,3	<b>-0,2</b>	700,7	699,8	<b>-0,9</b>
O <sub>3</sub>	0,0	0,6	<b>0,6</b>	700,6	704,9	<b>4,3</b>
NO <sub>2</sub>	0,1	0,3	<b>0,2</b>	700,6	701,3	<b>0,7</b>
CO	0,2	0,0	<b>-0,2</b>	700,6	700,7	<b>0,1</b>
CO <sub>2</sub>	0,1	0,4	<b>0,3</b>	700,6	698,2	<b>-2,4</b>
NO	0,2	0,2	<b>0,0</b>	699,8	703,0	<b>3,2</b>
Benzol	0,1	0,4	<b>0,3</b>	699,8	699,0	<b>-0,8</b>
Summe der negativen Abweichungen			<b>-0,6</b>			<b>-12,9</b>
Summe der positiven Abweichungen			<b>1,5</b>			<b>8,3</b>
Maximal erlaubte Abweichung			<b>2,0</b>			<b>21</b>
Bestanden ?			<b>ja</b>			<b>ja</b>

**Tabelle 97:** Querempfindlichkeiten nach VDI 4202 Bl.1 für die Komponente SO<sub>2</sub>, Gerät 2 (208)

Störstoff	Nullgas [µg/m³]		Abweichung [µg/m³]	Prüfgas [µg/m³]		Abweichung [µg/m³]
	ohne	mit		ohne	mit	
H <sub>2</sub> O	0,2	-0,2	<b>-0,4</b>	701,8	696,1	<b>-5,8</b>
H <sub>2</sub> S	0,3	0,3	<b>0,0</b>	700,5	700,6	<b>0,1</b>
NH <sub>3</sub>	0,2	0,1	<b>-0,1</b>	700,8	699,5	<b>-1,3</b>
N <sub>2</sub> O	0,2	-0,2	<b>-0,4</b>	699,0	698,8	<b>-0,2</b>
O <sub>3</sub>	-0,1	0,9	<b>1,0</b>	701,4	704,4	<b>3,0</b>
NO <sub>2</sub>	0,2	0,4	<b>0,2</b>	700,7	701,4	<b>0,7</b>
CO	0,2	-0,1	<b>-0,3</b>	699,8	700,6	<b>0,8</b>
CO <sub>2</sub>	0,3	0,3	<b>0,0</b>	700,9	699,0	<b>-1,9</b>
NO	0,2	0,3	<b>0,1</b>	699,7	703,4	<b>3,7</b>
Benzol	0,3	0,2	<b>-0,1</b>	698,5	699,9	<b>1,4</b>
Summe der negativen Abweichungen			<b>-1,3</b>			<b>-9,2</b>
Summe der positiven Abweichungen			<b>1,3</b>			<b>9,7</b>
Maximal erlaubte Abweichung			<b>2,0</b>			<b>21</b>
Bestanden ?			<b>ja</b>			<b>ja</b>



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessanlage airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 189 von 910

**Tabelle 98:** Querempfindlichkeiten nach VDI 4202 Bl.1 für die Komponente O<sub>3</sub>, Gerät 1 (188)

Störstoff	Nullgas [µg/m³]		Abweichung [µg/m³]	Prüfgas [µg/m³]		Abweichung [µg/m³]
	ohne	mit		ohne	mit	
H <sub>2</sub> O	0,1	0,2	<b>0,1</b>	360,0	358,9	<b>-1,1</b>
H <sub>2</sub> S	0,1	0,2	<b>0,1</b>	360,2	360,3	<b>0,1</b>
NH <sub>3</sub>	0,2	0,1	<b>-0,1</b>	359,9	360,4	<b>0,5</b>
N <sub>2</sub> O	0,1	0,0	<b>-0,1</b>	360,3	360,5	<b>0,2</b>
SO <sub>2</sub>	0,3	3,2	<b>2,9</b>	360,1	366,7	<b>6,6</b>
NO <sub>2</sub>	-0,1	0,1	<b>0,2</b>	360,2	359,6	<b>-0,6</b>
CO	0,1	0,3	<b>0,2</b>	360,3	359,5	<b>-0,8</b>
CO <sub>2</sub>	0,1	0,2	<b>0,1</b>	360,3	359,5	<b>-0,8</b>
Toluol	0,2	0,5	<b>0,3</b>	359,7	360,4	<b>0,7</b>
Xylol	0,3	0,1	<b>-0,2</b>	359,8	360,6	<b>0,8</b>
NO	0,1	0,1	<b>0,0</b>	360,1	355,7	<b>-4,4</b>
Benzol	0,0	0,1	<b>0,1</b>	360,2	360,4	<b>0,2</b>
Summe der negativen Abweichungen			<b>-0,4</b>			<b>-7,7</b>
Summe der positiven Abweichungen			<b>4,0</b>			<b>9,1</b>
Maximal erlaubte Abweichung			<b>4,0</b>			<b>10,8</b>
Bestanden ?			<b>ja</b>			<b>ja</b>

**Tabelle 99:** Querempfindlichkeiten nach VDI 4202 Bl.1 für die Komponente O<sub>3</sub>, Gerät 2 (208)

Störstoff	Nullgas [µg/m³]		Abweichung [µg/m³]	Prüfgas [µg/m³]		Abweichung [µg/m³]
	ohne	mit		ohne	mit	
H <sub>2</sub> O	0,1	0,2	<b>0,1</b>	360,0	358,9	<b>-1,1</b>
H <sub>2</sub> S	0,1	0,2	<b>0,1</b>	360,1	360,4	<b>0,3</b>
NH <sub>3</sub>	0,2	0,0	<b>-0,2</b>	359,9	360,2	<b>0,3</b>
N <sub>2</sub> O	0,2	0,0	<b>-0,2</b>	360,2	360,5	<b>0,3</b>
SO <sub>2</sub>	0,2	3,3	<b>3,1</b>	360,0	367,5	<b>7,5</b>
NO <sub>2</sub>	0,0	-0,2	<b>-0,2</b>	360,3	359,5	<b>-0,8</b>
CO	0,1	0,2	<b>0,1</b>	360,2	361,0	<b>0,8</b>
CO <sub>2</sub>	0,1	0,1	<b>0,0</b>	360,2	359,1	<b>-1,1</b>
Toluol	0,2	0,4	<b>0,2</b>	360,3	360,9	<b>0,6</b>
Xylol	0,4	-0,1	<b>-0,5</b>	360,3	359,5	<b>-0,8</b>
NO	0,1	0,2	<b>0,1</b>	360,1	355,9	<b>-4,2</b>
Benzol	0,1	0,1	<b>0,1</b>	360,4	360,7	<b>0,3</b>
Summe der negativen Abweichungen			<b>-1,1</b>			<b>-8,0</b>
Summe der positiven Abweichungen			<b>3,8</b>			<b>10,1</b>
Maximal erlaubte Abweichung			<b>4,0</b>			<b>10,8</b>
Bestanden ?			<b>ja</b>			<b>ja</b>

**Tabelle 100: Querempfindlichkeiten nach VDI 4202 Bl.1 für die Komponente CO, Gerät 1 (188)**

Störstoff	Nullgas [mg/m³]		Abweichung [mg/m³]	Prüfgas [mg/m³]		Abweichung [mg/m³]
	ohne	mit		ohne	mit	
H <sub>2</sub> O	0,05	0,07	<b>0,02</b>	60,00	59,86	<b>-0,14</b>
H <sub>2</sub> S	0,10	0,16	<b>0,06</b>	59,77	59,96	<b>0,19</b>
NH <sub>3</sub>	0,05	-0,03	<b>-0,08</b>	60,12	59,84	<b>-0,28</b>
N <sub>2</sub> O	0,08	0,15	<b>0,07</b>	59,94	60,16	<b>0,22</b>
O <sub>3</sub>	0,12	0,05	<b>-0,07</b>	59,98	59,96	<b>-0,02</b>
NO <sub>2</sub>	0,05	0,11	<b>0,06</b>	60,02	60,08	<b>0,06</b>
SO <sub>2</sub>	-0,03	0,09	<b>0,12</b>	60,08	59,77	<b>-0,31</b>
CO <sub>2</sub>	0,05	0,08	<b>0,03</b>	60,11	60,01	<b>-0,10</b>
NO	0,03	0,06	<b>0,03</b>	60,18	60,14	<b>-0,04</b>
Benzol	0,00	0,03	<b>0,03</b>	60,00	60,25	<b>0,25</b>
Summe der negativen Abweichungen			<b>-0,15</b>			<b>-0,89</b>
Summe der positiven Abweichungen			<b>0,42</b>			<b>0,72</b>
Maximal erlaubte Abweichung			<b>1,00</b>			<b>1,80</b>
Bestanden ?			<b>ja</b>			<b>ja</b>

**Tabelle 101: Querempfindlichkeiten nach VDI 4202 Bl.1 für die Komponente CO, Gerät 2 (208)**

Störstoff	Nullgas [mg/m³]		Abweichung [mg/m³]	Prüfgas [mg/m³]		Abweichung [mg/m³]
	ohne	mit		ohne	mit	
H <sub>2</sub> O	0,04	0,10	<b>0,06</b>	59,89	59,85	<b>-0,04</b>
H <sub>2</sub> S	0,10	0,17	<b>0,07</b>	59,90	59,96	<b>0,06</b>
NH <sub>3</sub>	0,09	-0,07	<b>-0,16</b>	60,08	59,91	<b>-0,17</b>
N <sub>2</sub> O	0,05	0,18	<b>0,13</b>	59,93	60,02	<b>0,09</b>
O <sub>3</sub>	0,05	-0,02	<b>-0,07</b>	60,02	60,12	<b>0,10</b>
NO <sub>2</sub>	0,06	0,15	<b>0,09</b>	59,89	59,98	<b>0,09</b>
SO <sub>2</sub>	0,03	0,14	<b>0,11</b>	60,08	59,89	<b>-0,19</b>
CO <sub>2</sub>	0,02	0,10	<b>0,08</b>	59,96	59,93	<b>-0,03</b>
NO	0,02	0,07	<b>0,05</b>	60,37	60,04	<b>-0,33</b>
Benzol	0,00	-0,06	<b>-0,06</b>	59,95	60,02	<b>0,07</b>
Summe der negativen Abweichungen			<b>-0,29</b>			<b>-0,76</b>
Summe der positiven Abweichungen			<b>0,59</b>			<b>0,41</b>
Maximal erlaubte Abweichung			<b>1,00</b>			<b>1,80</b>
Bestanden ?			<b>ja</b>			<b>ja</b>

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 191 von 910

## **Bewertung**

Die Querempfindlichkeiten der Messeinrichtungen erfüllen die Mindestanforderungen. Zur Berechnung der Gesamtunsicherheit wird der größte Gesamtwerte pro Gerät herangezogen. Dies sind für die Komponente NO<sub>2</sub> 7,4 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) und 8,3 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 2 (208).

Dies sind für die Komponente SO<sub>2</sub> -12,9 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) und 9,7 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 2 (208).

Dies sind für die Komponente O<sub>3</sub> 9,1 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) und 10,1 µg/m<sup>3</sup> bei Gerät 2 (208).

Dies sind für die Komponente CO -0,89 mg/m<sup>3</sup> bei Gerät 1 (188) und -0,76 mg/m<sup>3</sup> bei Gerät 2 (208).

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Die Prüfergebnisse sind in Tabelle 94 bis Tabelle 101 aufgeführt.

Die Einzelwerte sind der Querempfindlichkeitsuntersuchung sind in Tabelle 102 bis Tabelle 109 aufgeführt.



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessereinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

**Tabelle 102: Einzelwerte der Querempfindlichkeitsuntersuchungen für die Komponente NO<sub>2</sub>, (Teil 1)**

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [µg/m³]	Gerät 2 (208) [µg/m³]	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [µg/m³]	Gerät 2 (208) [µg/m³]
<b>Nullgas</b>				<b>Nullgas</b>			
30.06.2008	10:35 - 10:50	0,2	0,0	30.06.2008	13:45 - 14:00	0,0	0,0
30.06.2008	11:05 - 11:20	0,0	0,2	30.06.2008	14:15 - 14:30	-0,2	0,0
30.06.2008	11:35 - 11:50	0,0	0,2	30.06.2008	14:45 - 15:00	0,0	0,0
<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>-0,1</b>	<b>0,0</b>
<b>Nullgas + H<sub>2</sub>O (80 % rel.-F.)</b>				<b>Nullgas + H<sub>2</sub>S (30 µg/m³)</b>			
30.06.2008	10:50 - 11:05	0,2	0,2	30.06.2008	14:00 - 14:15	0,0	0,2
30.06.2008	11:20 - 11:35	0,4	0,2	30.06.2008	14:30 - 14:45	0,2	-0,2
30.06.2008	11:50 - 12:05	0,4	0,0	30.06.2008	15:00 - 15:15	0,2	-0,2
<b>Mittelwert</b>		<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>-0,1</b>
<b>Prüfgas</b>				<b>Prüfgas</b>			
01.07.2008	14:40 - 14:55	400,0	400,3	03.07.2008	08:30 - 08:45	400,7	400,0
01.07.2008	15:10 - 15:25	399,8	400,7	03.07.2008	09:00 - 09:15	400,0	400,3
01.07.2008	15:40 - 15:55	399,4	400,1	03.07.2008	09:30 - 09:45	400,1	400,9
<b>Mittelwert</b>		<b>399,7</b>	<b>400,4</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>400,3</b>	<b>400,4</b>
<b>Prüfgas + H<sub>2</sub>O (80 % rel.-F.)</b>				<b>Prüfgas + H<sub>2</sub>S (30 µg/m³)</b>			
01.07.2008	14:55 - 15:10	398,8	397,1	03.07.2008	08:45 - 09:00	399,4	400,1
01.07.2008	15:25 - 15:40	398,4	397,5	03.07.2008	09:15 - 09:30	399,8	399,4
01.07.2008	15:55 - 16:10	397,5	397,9	03.07.2008	09:45 - 10:00	400,0	400,0
<b>Mittelwert</b>		<b>398,2</b>	<b>397,5</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>399,7</b>	<b>399,8</b>
<b>Nullgas</b>				<b>Nullgas</b>			
30.06.2008	16:50 - 17:05	0,0	-0,2	30.06.2008	15:15 - 15:30	0,0	0,2
30.06.2008	17:20 - 17:35	0,2	-0,2	30.06.2008	15:45 - 16:00	0,0	0,2
30.06.2008	17:50 - 18:05	0,4	0,0	30.06.2008	16:15 - 16:30	0,0	-0,2
<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>-0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,0</b>	<b>0,1</b>
<b>Nullgas + NH<sub>3</sub> (30 µg/m³)</b>				<b>Nullgas + N<sub>2</sub>O (500 µg/m³)</b>			
30.06.2008	17:05 - 17:20	0,2	0,0	30.06.2008	15:30 - 15:45	0,0	0,0
30.06.2008	17:35 - 17:50	0,2	0,0	30.06.2008	16:00 - 16:15	0,0	0,2
30.06.2008	18:05 - 18:20	0,2	0,2	30.06.2008	16:30 - 16:45	0,2	0,2
<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
<b>Prüfgas</b>				<b>Prüfgas</b>			
02.07.2008	14:50 - 15:05	400,3	399,4	02.07.2008	08:45 - 09:00	400,0	400,3
02.07.2008	15:20 - 15:35	400,7	399,4	02.07.2008	09:15 - 09:30	400,3	400,0
02.07.2008	15:50 - 16:05	400,9	400,0	02.07.2008	09:45 - 10:00	400,9	399,4
<b>Mittelwert</b>		<b>400,7</b>	<b>399,6</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>400,4</b>	<b>399,9</b>
<b>Prüfgas + NH<sub>3</sub> (30 µg/m³)</b>				<b>Prüfgas + N<sub>2</sub>O (500 µg/m³)</b>			
02.07.2008	15:05 - 15:20	400,7	400,3	02.07.2008	09:00 - 09:15	400,0	400,5
02.07.2008	15:35 - 15:50	400,7	400,5	02.07.2008	09:30 - 09:45	399,4	400,7
02.07.2008	16:05 - 16:20	401,5	400,7	02.07.2008	10:00 - 10:15	399,6	400,3
<b>Mittelwert</b>		<b>401,0</b>	<b>400,5</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>399,6</b>	<b>400,5</b>
<b>Nullgas</b>				<b>Nullgas</b>			
30.06.2008	22:55 - 23:10	0,2	0,0	30.06.2008	19:55 - 20:10	0,2	0,1
30.06.2008	23:25 - 23:40	0,2	0,0	30.06.2008	20:25 - 20:40	0,4	0,0
30.06.2008	23:55 - 00:10	0,1	0,5	30.06.2008	20:55 - 21:10	0,1	0,3
<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,1</b>
<b>Nullgas + SO<sub>2</sub> (700 µg/m³)</b>				<b>Nullgas + O<sub>3</sub> (360 µg/m³)</b>			
30.06.2008	23:10 - 23:25	-0,2	-0,3	30.06.2008	20:10 - 20:25	0,2	0,2
30.06.2008	23:40 - 23:55	-0,6	-0,2	30.06.2008	20:40 - 20:55	0,5	0,1
01.07.2008	00:10 - 00:25	-0,5	-0,3	30.06.2008	21:10 - 21:25	0,4	0,2
<b>Mittelwert</b>		<b>-0,4</b>	<b>-0,3</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,4</b>	<b>0,2</b>
<b>Prüfgas</b>				<b>Prüfgas</b>			
07.07.2008	11:25 - 11:40	400,0	400,1	07.07.2008	17:30 - 17:45	400,3	400,0
07.07.2008	11:55 - 12:10	400,3	399,8	07.07.2008	18:00 - 18:15	394,8	400,0
07.07.2008	12:25 - 12:40	399,4	399,4	07.07.2008	18:30 - 18:45	400,1	400,0
<b>Mittelwert</b>		<b>399,9</b>	<b>399,8</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>398,4</b>	<b>400,0</b>
<b>Prüfgas + SO<sub>2</sub> (700 µg/m³)</b>				<b>Prüfgas + O<sub>3</sub> (360 µg/m³)</b>			
07.07.2008	11:40 - 11:55	403,8	402,6	07.07.2008	17:45 - 18:00	400,7	400,7
07.07.2008	12:10 - 12:25	401,5	403,4	07.07.2008	18:15 - 18:30	400,1	401,1
07.07.2008	12:40 - 12:55	402,6	404,2	07.07.2008	18:45 - 19:00	400,5	400,7
<b>Mittelwert</b>		<b>402,6</b>	<b>403,4</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>400,5</b>	<b>400,8</b>

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessanlage der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 193 von 910

**Tabelle 103: Einzelwerte der Querempfindlichkeitsuntersuchungen für die Komponente NO<sub>2</sub>, (Teil 2)**

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[µg/m³]	[µg/m³]			[µg/m³]	[µg/m³]
Nullgas				Nullgas			
30.06.2008	21:25 - 21:40	0,2	0,0	30.06.2008	07:10 - 07:25	0,0	0,2
30.06.2008	21:55 - 22:10	0,0	-0,4	30.06.2008	07:40 - 07:55	0,0	0,4
30.06.2008	22:25 - 22:40	0,0	0,0	30.06.2008	08:10 - 08:25	0,0	0,5
Mittelwert		0,1	-0,1	Mittelwert		0,0	0,4
Nullgas + CO (60 mg/m³)				Nullgas + CO2 (700 mg/m³)			
30.06.2008	21:40 - 21:55	0,0	0,0	30.06.2008	07:25 - 07:40	0,4	0,2
30.06.2008	22:10 - 22:25	-0,4	0,0	30.06.2008	07:55 - 08:10	0,5	0,3
30.06.2008	22:40 - 22:55	-0,3	-0,2	30.06.2008	08:25 - 08:40	0,4	0,2
Mittelwert		-0,2	-0,1	Mittelwert		0,4	0,2
Prüfgas				Prüfgas			
08.07.2008	08:40 - 08:55	400,1	399,4	01.07.2008	08:25 - 08:40	399,4	400,1
08.07.2008	09:10 - 09:25	400,3	399,2	01.07.2008	08:55 - 09:10	399,8	399,4
08.07.2008	09:40 - 09:55	400,3	398,4	01.07.2008	09:25 - 09:40	400,1	398,6
Mittelwert		400,3	399,0	Mittelwert		399,8	399,4
Prüfgas + CO (60 mg/m³)				Prüfgas + CO2 (700 mg/m³)			
08.07.2008	08:55 - 09:10	400,5	398,0	01.07.2008	08:40 - 08:55	400,7	400,3
08.07.2008	09:25 - 09:40	400,0	399,4	01.07.2008	09:10 - 09:25	398,0	400,9
08.07.2008	09:55 - 10:10	400,7	398,8	01.07.2008	09:40 - 09:55	399,2	400,0
Mittelwert		400,4	398,7	Mittelwert		399,3	400,4
Nullgas				Nullgas			
30.06.2008	12:10 - 12:25	0,2	0,0	30.06.2008	08:50 - 09:05	0,0	0,2
30.06.2008	12:40 - 12:55	-0,2	0,5	30.06.2008	09:20 - 09:35	-0,3	0,2
30.06.2008	13:10 - 13:25	-0,2	0,2	30.06.2008	09:50 - 10:05	-0,3	0,3
Mittelwert		-0,1	0,2	Mittelwert		-0,2	0,2
Nullgas + NO (1 mg/m³)				Nullgas + Benzol (1 mg/m³)			
30.06.2008	12:25 - 12:40	0,2	0,2	30.06.2008	09:05 - 09:20	0,5	0,2
30.06.2008	12:55 - 13:10	0,3	0,0	30.06.2008	09:35 - 09:50	0,3	0,2
30.06.2008	13:25 - 13:40	0,3	0,0	30.06.2008	10:05 - 10:20	0,2	0,0
Mittelwert		0,3	0,1	Mittelwert		0,3	0,1
Prüfgas				Prüfgas			
08.07.2008	13:20 - 13:35	400,3	400,0	03.07.2008	14:45 - 15:00	400,3	400,0
08.07.2008	13:50 - 14:05	399,6	399,6	03.07.2008	15:15 - 15:30	400,7	400,7
08.07.2008	14:20 - 14:35	399,8	399,5	03.07.2008	15:45 - 16:00	400,3	400,0
Mittelwert		399,9	399,7	Mittelwert		400,5	400,2
Prüfgas + NO (1 mg/m³)				Prüfgas + Benzol (1 mg/m³)			
08.07.2008	13:35 - 13:50	400,7	401,3	03.07.2008	15:00 - 15:15	401,9	400,5
08.07.2008	14:05 - 14:20	401,5	400,3	03.07.2008	15:30 - 15:45	400,7	400,3
08.07.2008	14:35 - 14:50	402,1	400,7	03.07.2008	16:00 - 16:15	400,9	400,7
Mittelwert		401,4	400,8	Mittelwert		401,2	400,5



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessereinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

**Tabelle 104: Einzelwerte der Querempfindlichkeitsuntersuchungen für die Komponente SO<sub>2</sub>, (Teil 1)**

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [µg/m³]	Gerät 2 (208) [µg/m³]	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [µg/m³]	Gerät 2 (208) [µg/m³]
<b>Nullgas</b>				<b>Nullgas</b>			
30.06.2008	07:10 - 07:25	0,1	0,3	30.06.2008	08:50 - 09:05	0,2	0,2
30.06.2008	07:40 - 07:55	0,1	0,2	30.06.2008	09:20 - 09:35	0,2	0,3
30.06.2008	08:10 - 08:25	0,2	0,3	30.06.2008	09:50 - 10:05	0,1	0,3
<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,3</b>
<b>Nullgas + CO<sub>2</sub> (700 mg/m³)</b>				<b>Nullgas + Benzol (1 mg/m³)</b>			
30.06.2008	07:25 - 07:40	0,3	0,3	30.06.2008	09:05 - 09:20	0,3	0,2
30.06.2008	07:55 - 08:10	0,4	0,4	30.06.2008	09:35 - 09:50	0,4	0,1
30.06.2008	08:25 - 08:40	0,5	0,3	30.06.2008	10:05 - 10:20	0,5	0,2
<b>Mittelwert</b>		<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,4</b>	<b>0,2</b>
<b>Prüfgas</b>				<b>Prüfgas</b>			
01.07.2008	06:55 - 07:10	700,1	700,4	03.07.2008	13:15 - 13:30	700,6	698,0
01.07.2008	07:25 - 07:40	701,7	700,6	03.07.2008	13:45 - 14:00	699,8	699,0
01.07.2008	07:55 - 08:10	699,8	701,7	03.07.2008	14:15 - 14:30	699,0	698,5
<b>Mittelwert</b>		<b>700,6</b>	<b>700,9</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>699,8</b>	<b>698,5</b>
<b>Prüfgas + CO<sub>2</sub> (700 mg/m³)</b>				<b>Prüfgas + Benzol (1 mg/m³)</b>			
01.07.2008	07:10 - 07:25	698,0	698,3	03.07.2008	13:30 - 13:45	699,8	699,8
01.07.2008	07:40 - 07:55	699,3	699,0	03.07.2008	14:00 - 14:15	699,0	699,0
01.07.2008	08:10 - 08:25	697,2	699,8	03.07.2008	14:30 - 14:45	698,0	700,9
<b>Mittelwert</b>		<b>698,2</b>	<b>699,0</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>699,0</b>	<b>699,9</b>
<b>Nullgas</b>				<b>Nullgas</b>			
30.06.2008	18:25 - 18:40	0,1	0,1	30.06.2008	19:55 - 20:10	0,0	-0,3
30.06.2008	18:55 - 19:10	0,2	0,3	30.06.2008	20:25 - 20:40	-0,1	0,0
30.06.2008	19:25 - 19:40	0,1	0,2	30.06.2008	20:55 - 21:10	-0,1	-0,1
<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,0</b>	<b>-0,1</b>
<b>Nullgas + NO<sub>2</sub> (400 µg/m³)</b>				<b>Nullgas + O<sub>3</sub> (360 µg/m³)</b>			
30.06.2008	18:40 - 18:55	0,2	0,3	30.06.2008	20:10 - 20:25	0,7	0,9
30.06.2008	19:10 - 19:25	0,3	0,4	30.06.2008	20:40 - 20:55	0,4	1,0
30.06.2008	19:40 - 19:55	0,3	0,6	30.06.2008	21:10 - 21:25	0,8	0,9
<b>Mittelwert</b>		<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,6</b>	<b>0,9</b>
<b>Prüfgas</b>				<b>Prüfgas</b>			
07.07.2008	06:50 - 07:05	699,0	700,6	07.07.2008	16:00 - 16:15	699,0	700,6
07.07.2008	07:20 - 07:35	700,6	701,7	07.07.2008	16:30 - 16:45	700,6	701,7
07.07.2008	07:50 - 08:05	702,0	699,8	07.07.2008	17:00 - 17:15	702,0	702,0
<b>Mittelwert</b>		<b>700,6</b>	<b>700,7</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>700,6</b>	<b>701,4</b>
<b>Prüfgas + NO<sub>2</sub> (400 µg/m³)</b>				<b>Prüfgas + O<sub>3</sub> (360 µg/m³)</b>			
07.07.2008	07:05 - 07:20	700,6	700,9	07.07.2008	16:15 - 16:30	706,0	702,0
07.07.2008	07:35 - 07:50	701,7	701,4	07.07.2008	16:45 - 17:00	704,1	706,5
07.07.2008	08:05 - 08:20	701,4	701,7	07.07.2008	17:15 - 17:30	704,6	704,6
<b>Mittelwert</b>		<b>701,3</b>	<b>701,4</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>704,9</b>	<b>704,4</b>
<b>Nullgas</b>				<b>Nullgas</b>			
30.06.2008	21:25 - 21:40	0,1	0,3	30.06.2008	10:35 - 10:50	0,2	0,2
30.06.2008	21:55 - 22:10	0,1	0,2	30.06.2008	11:05 - 11:20	0,2	0,3
30.06.2008	22:25 - 22:40	0,4	0,2	30.06.2008	11:35 - 11:50	0,1	0,2
<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,2</b>
<b>Nullgas + CO (60 mg/m³)</b>				<b>Nullgas + H<sub>2</sub>O ca. (80 Vol.-%)</b>			
30.06.2008	21:40 - 21:55	0,1	-0,3	30.06.2008	10:50 - 11:05	0,1	-0,1
30.06.2008	22:10 - 22:25	0,0	-0,1	30.06.2008	11:20 - 11:35	0,0	-0,2
30.06.2008	22:40 - 22:55	-0,2	0,0	30.06.2008	11:50 - 12:05	-0,2	-0,2
<b>Mittelwert</b>		<b>0,0</b>	<b>-0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,0</b>	<b>-0,2</b>
<b>Prüfgas</b>				<b>Prüfgas</b>			
08.07.2008	07:10 - 07:25	700,6	698,0	01.07.2008	13:10 - 13:25	700,6	704,1
08.07.2008	07:40 - 07:55	699,3	701,7	01.07.2008	13:40 - 13:55	701,7	701,4
08.07.2008	08:10 - 08:25	702,0	699,6	01.07.2008	14:10 - 14:25	698,0	699,8
<b>Mittelwert</b>		<b>700,6</b>	<b>699,8</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>700,1</b>	<b>701,8</b>
<b>Prüfgas + CO (60 mg/m³)</b>				<b>Prüfgas + H<sub>2</sub>O (ca. 80 Vol.-%)</b>			
08.07.2008	07:25 - 07:40	700,9	701,7	01.07.2008	13:25 - 13:40	694,8	696,9
08.07.2008	07:55 - 08:10	699,8	700,6	01.07.2008	13:55 - 14:10	696,7	695,3
08.07.2008	08:25 - 08:40	701,4	699,6	01.07.2008	14:25 - 14:40	694,5	696,1
<b>Mittelwert</b>		<b>700,7</b>	<b>700,6</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>695,3</b>	<b>696,1</b>

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessanlage airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 195 von 910

**Tabelle 105: Einzelwerte der Querempfindlichkeitsuntersuchungen für die Komponente SO<sub>2</sub>, (Teil 2)**

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [µg/m³]	Gerät 2 (208) [µg/m³]	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [µg/m³]	Gerät 2 (208) [µg/m³]
<b>Nullgas</b>				<b>Nullgas</b>			
30.06.2008	12:10 - 12:25	0,1	0,2	30.06.2008	13:45 - 14:00	0,3	0,3
30.06.2008	12:40 - 12:55	0,2	0,2	30.06.2008	14:15 - 14:30	0,4	0,4
30.06.2008	13:10 - 13:25	0,4	0,3	30.06.2008	14:45 - 15:00	0,5	0,3
<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,4</b>	<b>0,3</b>
<b>Nullgas + NO (1 mg/m³)</b>				<b>Nullgas + H<sub>2</sub>S (30 µg/m³)</b>			
30.06.2008	12:25 - 12:40	0,1	0,3	30.06.2008	14:00 - 14:15	0,4	0,4
30.06.2008	12:55 - 13:10	0,2	0,4	30.06.2008	14:30 - 14:45	0,4	0,4
30.06.2008	13:25 - 13:40	0,1	0,1	30.06.2008	15:00 - 15:15	0,6	0,2
<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,5</b>	<b>0,3</b>
<b>Prüfgas</b>				<b>Prüfgas</b>			
08.07.2008	11:50 - 12:05	702,5	699,8	03.07.2008	07:00 - 07:15	701,7	699,0
08.07.2008	12:20 - 12:35	699,0	698,0	03.07.2008	07:30 - 07:45	700,6	701,4
08.07.2008	12:50 - 13:05	698,0	701,2	03.07.2008	08:00 - 08:15	701,2	700,9
<b>Mittelwert</b>		<b>699,8</b>	<b>699,7</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>701,2</b>	<b>700,5</b>
<b>Prüfgas + NO (1 mg/m³)</b>				<b>Prüfgas + H<sub>2</sub>S (30 µg/m³)</b>			
08.07.2008	12:05 - 12:20	703,0	703,6	03.07.2008	07:15 - 07:30	699,8	700,6
08.07.2008	12:35 - 12:50	702,5	704,1	03.07.2008	07:45 - 08:00	698,0	699,8
08.07.2008	13:05 - 13:20	703,6	702,5	03.07.2008	08:15 - 08:30	699,0	701,4
<b>Mittelwert</b>		<b>703,0</b>	<b>703,4</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>699,0</b>	<b>700,6</b>
<b>Nullgas</b>				<b>Nullgas</b>			
30.06.2008	15:15 - 15:30	0,1	0,3	30.06.2008	16:50 - 17:05	0,4	0,2
30.06.2008	15:45 - 16:00	-0,2	0,0	30.06.2008	17:20 - 17:35	0,1	0,2
30.06.2008	16:15 - 16:30	-0,1	-0,2	30.06.2008	17:50 - 18:05	0,2	0,3
<b>Mittelwert</b>		<b>-0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,2</b>
<b>Nullgas + N<sub>2</sub>O (500 µg/m³)</b>				<b>Nullgas + NH<sub>3</sub> (30 µg/m³)</b>			
30.06.2008	15:30 - 15:45	-0,2	-0,1	30.06.2008	17:05 - 17:20	0,1	0,3
30.06.2008	16:00 - 16:15	-0,3	-0,2	30.06.2008	17:35 - 17:50	0,2	0,1
30.06.2008	16:30 - 16:45	-0,2	-0,3	30.06.2008	18:05 - 18:20	0,3	0,0
<b>Mittelwert</b>		<b>-0,3</b>	<b>-0,2</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,1</b>
<b>Prüfgas</b>				<b>Prüfgas</b>			
02.07.2008	07:15 - 07:30	700,6	699,8	02.07.2008	13:20 - 13:35	699,0	700,6
02.07.2008	07:45 - 08:00	699,8	698,0	02.07.2008	13:50 - 14:05	700,6	701,7
02.07.2008	08:15 - 08:30	701,7	699,0	02.07.2008	14:20 - 14:35	699,6	700,1
<b>Mittelwert</b>		<b>700,7</b>	<b>699,0</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>699,8</b>	<b>700,8</b>
<b>Prüfgas + N<sub>2</sub>O (500 µg/m³)</b>				<b>Prüfgas + NH<sub>3</sub> (30 µg/m³)</b>			
02.07.2008	07:30 - 07:45	699,6	698,0	02.07.2008	13:35 - 13:50	698,0	698,0
02.07.2008	08:00 - 08:15	700,6	699,0	02.07.2008	14:05 - 14:20	697,2	699,0
02.07.2008	08:30 - 08:45	699,0	699,3	02.07.2008	14:35 - 14:50	698,8	701,4
<b>Mittelwert</b>		<b>699,8</b>	<b>698,8</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>698,0</b>	<b>699,5</b>



**Tabelle 106:** Einzelwerte der Querempfindlichkeitsuntersuchungen für die Komponente O<sub>3</sub>, (Teil 1)

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [µg/m³]	Gerät 2 (208) [µg/m³]	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [µg/m³]	Gerät 2 (208) [µg/m³]
<b>Nullgas</b>				<b>Nullgas</b>			
30.06.2008	07:10 - 07:25	0,2	0,0	30.06.2008	08:50 - 09:05	0,0	0,1
30.06.2008	07:40 - 07:55	0,1	0,1	30.06.2008	09:20 - 09:35	0,0	0,1
30.06.2008	08:10 - 08:25	0,1	0,1	30.06.2008	09:50 - 10:05	0,0	0,0
<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,0</b>	<b>0,1</b>
<b>Nullgas + CO<sub>2</sub> (700 mg/m³)</b>				<b>Nullgas + Benzol (1 mg/m³)</b>			
30.06.2008	07:25 - 07:40	0,2	0,1	30.06.2008	09:05 - 09:20	0,0	0,2
30.06.2008	07:55 - 08:10	0,3	0,1	30.06.2008	09:35 - 09:50	0,1	0,1
30.06.2008	08:25 - 08:40	0,1	0,0	30.06.2008	10:05 - 10:20	0,2	0,1
<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
<b>Prüfgas</b>				<b>Prüfgas</b>			
01.07.2008	11:25 - 11:40	360,0	360,1	03.07.2008	17:45 - 18:00	360,2	360,0
01.07.2008	11:55 - 12:10	360,4	360,2	03.07.2008	18:15 - 18:30	360,0	360,8
01.07.2008	12:25 - 12:40	360,4	360,2	03.07.2008	18:45 - 19:00	360,4	360,4
<b>Mittelwert</b>		<b>360,3</b>	<b>360,2</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>360,2</b>	<b>360,4</b>
<b>Prüfgas + CO<sub>2</sub> (700 mg/m³)</b>				<b>Prüfgas + Benzol (1 mg/m³)</b>			
01.07.2008	11:40 - 11:55	359,6	359,5	03.07.2008	18:00 - 18:15	360,4	360,2
01.07.2008	12:10 - 12:25	359,1	357,8	03.07.2008	18:30 - 18:45	360,6	360,8
01.07.2008	12:40 - 12:55	359,9	359,9	03.07.2008	19:00 - 19:15	360,2	361,2
<b>Mittelwert</b>		<b>359,5</b>	<b>359,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>360,4</b>	<b>360,7</b>
<b>Nullgas</b>				<b>Nullgas</b>			
30.06.2008	18:25 - 18:40	0,0	0,0	30.06.2008	22:55 - 23:10	0,2	0,2
30.06.2008	18:55 - 19:10	-0,1	0,1	30.06.2008	23:25 - 23:40	0,4	0,1
30.06.2008	19:25 - 19:40	-0,2	0,0	30.06.2008	23:55 - 00:10	0,2	0,3
<b>Mittelwert</b>		<b>-0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,3</b>	<b>0,2</b>
<b>Nullgas + NO<sub>2</sub> (400 µg/m³)</b>				<b>Nullgas + SO<sub>2</sub> (700 µg/m³)</b>			
30.06.2008	18:40 - 18:55	0,2	0,0	30.06.2008	23:10 - 23:25	3,2	3,2
30.06.2008	19:10 - 19:25	0,1	-0,4	30.06.2008	23:40 - 23:55	3,4	3,6
30.06.2008	19:40 - 19:55	0,1	-0,2	01.07.2008	00:10 - 00:25	3,0	3,2
<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>-0,2</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>3,2</b>	<b>3,3</b>
<b>Prüfgas</b>				<b>Prüfgas</b>			
07.07.2008	09:50 - 10:05	360,0	360,4	07.07.2008	14:25 - 14:40	360,3	360,1
07.07.2008	10:20 - 10:35	360,3	360,3	07.07.2008	14:55 - 15:10	360,1	360,3
07.07.2008	10:50 - 11:05	360,4	360,1	07.07.2008	15:25 - 15:40	360,0	359,7
<b>Mittelwert</b>		<b>360,2</b>	<b>360,3</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>360,1</b>	<b>360,0</b>
<b>Prüfgas + NO<sub>2</sub> (400 µg/m³)</b>				<b>Prüfgas + SO<sub>2</sub> (700 µg/m³)</b>			
07.07.2008	10:05 - 10:20	360,0	359,4	07.07.2008	14:40 - 14:55	366,6	367,0
07.07.2008	10:35 - 10:50	359,5	359,7	07.07.2008	15:10 - 15:25	366,2	367,4
07.07.2008	11:05 - 11:20	359,2	359,4	07.07.2008	15:40 - 15:55	367,2	368,2
<b>Mittelwert</b>		<b>359,6</b>	<b>359,5</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>366,7</b>	<b>367,5</b>
<b>Nullgas</b>				<b>Nullgas</b>			
30.06.2008	21:25 - 21:40	0,1	0,0	30.06.2008	10:35 - 10:50	0,0	0,0
30.06.2008	21:55 - 22:10	0,1	0,0	30.06.2008	11:05 - 11:20	0,1	0,0
30.06.2008	22:25 - 22:40	0,0	0,3	30.06.2008	11:35 - 11:50	0,1	0,2
<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
<b>Nullgas + CO (60 mg/m³)</b>				<b>Nullgas + H<sub>2</sub>O (80 Vol.-%)</b>			
30.06.2008	21:40 - 21:55	0,2	0,2	30.06.2008	10:50 - 11:05	0,1	0,1
30.06.2008	22:10 - 22:25	0,3	0,2	30.06.2008	11:20 - 11:35	0,2	0,1
30.06.2008	22:40 - 22:55	0,3	0,1	30.06.2008	11:50 - 12:05	0,2	0,2
<b>Mittelwert</b>		<b>0,3</b>	<b>0,2</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,2</b>
<b>Prüfgas</b>				<b>Prüfgas</b>			
08.07.2008	10:10 - 10:25	360,2	360,1	01.07.2008	17:40 - 17:55	360,2	360,2
08.07.2008	10:40 - 10:55	360,4	360,1	01.07.2008	18:10 - 18:25	360,0	359,6
08.07.2008	11:10 - 11:25	360,4	360,3	01.07.2008	18:40 - 18:55	359,9	360,3
<b>Mittelwert</b>		<b>360,3</b>	<b>360,2</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>360,0</b>	<b>360,0</b>
<b>Prüfgas + CO (60 mg/m³)</b>				<b>Prüfgas + H<sub>2</sub>O (80 Vol.-%)</b>			
08.07.2008	10:25 - 10:40	360,4	360,4	01.07.2008	17:55 - 18:10	358,9	358,7
08.07.2008	10:55 - 11:10	358,6	361,2	01.07.2008	18:25 - 18:40	358,8	359,3
08.07.2008	11:25 - 11:40	359,6	361,4	01.07.2008	18:55 - 19:10	359,1	358,8
<b>Mittelwert</b>		<b>359,5</b>	<b>361,0</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>358,9</b>	<b>358,9</b>



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessanlage der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 197 von 910

**Tabelle 107: Einzelwerte der Querempfindlichkeitsuntersuchungen für die Komponente O<sub>3</sub>, (Teil 2)**

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (295) [µg/m³]	Gerät 2 (296) [µg/m³]	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (295) [µg/m³]	Gerät 2 (296) [µg/m³]
<b>Nullgas</b>				<b>Nullgas</b>			
30.06.2008	12:10 - 12:25	0,0	0,0	30.06.2008	13:45 - 14:00	0,0	0,0
30.06.2008	12:40 - 12:55	0,1	0,0	30.06.2008	14:15 - 14:30	0,1	0,1
30.06.2008	13:10 - 13:25	0,2	0,2	30.06.2008	14:45 - 15:00	0,2	0,1
<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
<b>Nullgas + NO (1 mg/m³)</b>				<b>Nullgas + H<sub>2</sub>S (30 µg/m³)</b>			
30.06.2008	12:25 - 12:40	0,0	0,3	30.06.2008	14:00 - 14:15	0,2	0,2
30.06.2008	12:55 - 13:10	0,0	0,1	30.06.2008	14:30 - 14:45	0,1	0,2
30.06.2008	13:25 - 13:40	0,1	0,2	30.06.2008	15:00 - 15:15	0,2	0,1
<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,2</b>
<b>Prüfgas</b>				<b>Prüfgas</b>			
08.07.2008	16:20 - 16:35	360,3	360,0	03.07.2008	11:30 - 11:45	360,2	360,4
08.07.2008	16:50 - 17:05	360,0	360,1	03.07.2008	12:00 - 12:15	360,1	360,0
08.07.2008	17:20 - 17:35	360,2	360,1	03.07.2008	12:30 - 12:45	360,2	359,8
<b>Mittelwert</b>		<b>360,1</b>	<b>360,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>360,2</b>	<b>360,1</b>
<b>Prüfgas + NO (1 mg/m³)</b>				<b>Prüfgas + H<sub>2</sub>S (30 µg/m³)</b>			
08.07.2008	16:35 - 16:50	356,4	356,4	03.07.2008	11:45 - 12:00	359,8	360,4
08.07.2008	17:05 - 17:20	356,0	355,6	03.07.2008	12:15 - 12:30	360,4	360,6
08.07.2008	17:35 - 17:50	354,8	355,8	03.07.2008	12:45 - 13:00	360,8	360,1
<b>Mittelwert</b>		<b>355,7</b>	<b>355,9</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>360,3</b>	<b>360,4</b>
<b>Nullgas</b>				<b>Nullgas</b>			
30.06.2008	15:15 - 15:30	0,0	0,0	30.06.2008	16:50 - 17:05	0,1	0,2
30.06.2008	15:45 - 16:00	0,2	0,1	30.06.2008	17:20 - 17:35	0,2	0,1
30.06.2008	16:15 - 16:30	0,1	0,1	30.06.2008	17:50 - 18:05	0,3	0,3
<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,2</b>
<b>Nullgas + N<sub>2</sub>O (500 µg/m³)</b>				<b>Nullgas + NH<sub>3</sub> (30 µg/m³)</b>			
30.06.2008	15:30 - 15:45	-0,1	0,1	30.06.2008	17:05 - 17:20	0,2	0,0
30.06.2008	16:00 - 16:15	0,0	0,0	30.06.2008	17:35 - 17:50	0,0	0,0
30.06.2008	16:30 - 16:45	0,0	-0,1	30.06.2008	18:05 - 18:20	0,0	0,0
<b>Mittelwert</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,0</b>
<b>Prüfgas</b>				<b>Prüfgas</b>			
02.07.2008	11:45 - 12:00	360,2	360,0	02.07.2008	17:50 - 18:05	360,1	360,0
02.07.2008	12:15 - 12:30	360,3	360,3	02.07.2008	18:20 - 18:35	360,0	359,9
02.07.2008	12:45 - 13:00	360,3	360,3	02.07.2008	18:50 - 19:05	359,6	359,8
<b>Mittelwert</b>		<b>360,3</b>	<b>360,2</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>359,9</b>	<b>359,9</b>
<b>Prüfgas + N<sub>2</sub>O (500 µg/m³)</b>				<b>Prüfgas + NH<sub>3</sub> (30 µg/m³)</b>			
02.07.2008	12:00 - 12:15	360,4	360,8	02.07.2008	18:05 - 18:20	360,1	360,1
02.07.2008	12:30 - 12:45	360,5	360,5	02.07.2008	18:35 - 18:50	360,5	360,2
02.07.2008	13:00 - 13:15	360,6	360,2	02.07.2008	19:05 - 19:20	360,6	360,4
<b>Mittelwert</b>		<b>360,5</b>	<b>360,5</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>360,4</b>	<b>360,2</b>
<b>Nullgas</b>				<b>Nullgas</b>			
04.07.2008	07:15 - 07:30	0,2	0,1	04.07.2008	10:25 - 10:40	0,2	0,5
04.07.2008	07:45 - 08:00	0,0	0,2	04.07.2008	10:55 - 11:10	0,4	0,5
04.07.2008	08:15 - 08:30	0,4	0,3	04.07.2008	11:25 - 11:40	0,4	0,2
<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,3</b>	<b>0,4</b>
<b>Nullgas + Toluol (500 µg/m³)</b>				<b>Nullgas + Xylol (500 µg/m³)</b>			
04.07.2008	07:30 - 07:45	0,4	0,6	04.07.2008	10:40 - 10:55	-0,2	0,2
04.07.2008	08:00 - 08:15	0,7	0,4	04.07.2008	11:10 - 11:25	0,2	-0,3
04.07.2008	08:30 - 08:45	0,3	0,2	04.07.2008	11:40 - 11:55	0,2	-0,1
<b>Mittelwert</b>		<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>-0,1</b>
<b>Prüfgas</b>				<b>Prüfgas</b>			
04.07.2008	08:50 - 09:05	360,2	359,6	04.07.2008	12:00 - 12:15	359,0	360,2
04.07.2008	09:20 - 09:35	359,6	360,4	04.07.2008	12:30 - 12:45	359,8	360,0
04.07.2008	09:50 - 10:05	359,2	360,8	04.07.2008	13:00 - 13:15	360,6	360,7
<b>Mittelwert</b>		<b>359,7</b>	<b>360,3</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>359,8</b>	<b>360,3</b>
<b>Prüfgas + Toluol (500 µg/m³)</b>				<b>Prüfgas + Xylol (500 µg/m³)</b>			
04.07.2008	09:05 - 09:20	360,5	361,2	04.07.2008	12:15 - 12:30	360,4	360,0
04.07.2008	09:35 - 09:50	360,5	360,8	04.07.2008	12:45 - 13:00	360,6	359,8
04.07.2008	10:05 - 10:20	360,4	360,8	04.07.2008	13:15 - 13:30	360,8	358,6
<b>Mittelwert</b>		<b>360,4</b>	<b>360,9</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>360,6</b>	<b>359,5</b>



**Tabelle 108: Einzelwerte der Querempfindlichkeitsuntersuchungen für die Komponente CO, (Teil 1)**

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [mg/m³]	Gerät 2 (208) [mg/m³]	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [mg/m³]	Gerät 2 (208) [mg/m³]
<b>Nullgas</b>				<b>Nullgas</b>			
30.06.2008	07:10 - 07:25	0,01	0,00	30.06.2008	08:50 - 09:05	0,01	-0,01
30.06.2008	07:40 - 07:55	0,07	0,02	30.06.2008	09:20 - 09:35	0,01	0,00
30.06.2008	08:10 - 08:25	0,06	0,02	30.06.2008	09:50 - 10:05	-0,01	0,00
<b>Mittelwert</b>		<b>0,05</b>	<b>0,02</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Nullgas + CO<sub>2</sub> (700 mg/m³)</b>				<b>Nullgas + Benzol (1 mg/m³)</b>			
30.06.2008	07:25 - 07:40	0,09	0,10	30.06.2008	09:05 - 09:20	0,05	-0,02
30.06.2008	07:55 - 08:10	0,06	0,12	30.06.2008	09:35 - 09:50	0,02	-0,07
30.06.2008	08:25 - 08:40	0,08	0,07	30.06.2008	10:05 - 10:20	0,01	-0,08
<b>Mittelwert</b>		<b>0,08</b>	<b>0,10</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,03</b>	<b>-0,06</b>
<b>Prüfgas</b>				<b>Prüfgas</b>			
01.07.2008	09:55 - 10:10	60,16	60,05	03.07.2008	16:15 - 16:30	59,91	59,98
01.07.2008	10:25 - 10:40	60,15	59,96	03.07.2008	16:45 - 17:00	60,02	59,96
01.07.2008	10:55 - 11:10	60,02	59,88	03.07.2008	17:15 - 17:30	60,08	59,90
<b>Mittelwert</b>		<b>60,11</b>	<b>59,96</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>60,00</b>	<b>59,95</b>
<b>Prüfgas + CO<sub>2</sub> (700 mg/m³)</b>				<b>Prüfgas + Benzol (1 mg/m³)</b>			
01.07.2008	10:10 - 10:25	60,05	59,98	03.07.2008	16:30 - 16:45	60,19	60,05
01.07.2008	10:40 - 10:55	60,04	59,88	03.07.2008	17:00 - 17:15	60,31	60,02
01.07.2008	11:10 - 11:25	59,95	59,93	03.07.2008	17:30 - 17:45	60,24	59,98
<b>Mittelwert</b>		<b>60,01</b>	<b>59,93</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>60,25</b>	<b>60,02</b>
<b>Nullgas</b>				<b>Nullgas</b>			
30.06.2008	18:25 - 18:40	0,06	0,03	30.06.2008	19:55 - 20:10	0,07	0,02
30.06.2008	18:55 - 19:10	0,09	0,01	30.06.2008	20:25 - 20:40	0,09	0,07
30.06.2008	19:25 - 19:40	0,01	0,14	30.06.2008	20:55 - 21:10	0,19	0,05
<b>Mittelwert</b>		<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,12</b>	<b>0,05</b>
<b>Nullgas + NO<sub>2</sub> (400 µg/m³)</b>				<b>Nullgas + O<sub>3</sub> (360 µg/m³)</b>			
30.06.2008	18:40 - 18:55	0,07	0,09	30.06.2008	20:10 - 20:25	0,05	0,01
30.06.2008	19:10 - 19:25	0,14	0,15	30.06.2008	20:40 - 20:55	0,09	-0,02
30.06.2008	19:40 - 19:55	0,12	0,22	30.06.2008	21:10 - 21:25	0,02	-0,05
<b>Mittelwert</b>		<b>0,11</b>	<b>0,15</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,05</b>	<b>-0,02</b>
<b>Prüfgas</b>				<b>Prüfgas</b>			
07.07.2008	08:20 - 08:35	59,96	59,81	07.07.2008	19:00 - 19:15	59,90	60,02
07.07.2008	08:50 - 09:05	60,02	59,95	07.07.2008	19:30 - 19:45	59,96	59,97
07.07.2008	09:20 - 09:35	60,08	59,90	07.07.2008	20:00 - 20:15	60,06	60,08
<b>Mittelwert</b>		<b>60,02</b>	<b>59,89</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>59,98</b>	<b>60,02</b>
<b>Prüfgas + NO<sub>2</sub> (400 µg/m³)</b>				<b>Prüfgas + O<sub>3</sub> (360 µg/m³)</b>			
07.07.2008	08:35 - 08:50	60,16	60,00	07.07.2008	19:15 - 19:30	60,04	60,19
07.07.2008	09:05 - 09:20	60,05	60,01	07.07.2008	19:45 - 20:00	59,90	60,11
07.07.2008	09:35 - 09:50	60,02	59,93	07.07.2008	20:15 - 20:30	59,95	60,04
<b>Mittelwert</b>		<b>60,08</b>	<b>59,98</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>59,96</b>	<b>60,12</b>
<b>Nullgas</b>				<b>Nullgas</b>			
30.06.2008	22:55 - 23:10	0,01	0,01	30.06.2008	10:35 - 10:50	0,05	0,03
30.06.2008	23:25 - 23:40	-0,02	0,00	30.06.2008	11:05 - 11:20	0,06	0,07
30.06.2008	23:55 - 00:10	-0,07	0,07	30.06.2008	11:35 - 11:50	0,05	0,01
<b>Mittelwert</b>		<b>-0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,05</b>	<b>0,04</b>
<b>Nullgas + SO<sub>2</sub> (700 µg/m³)</b>				<b>Nullgas + H<sub>2</sub>O ca. (80 Vol.-%)</b>			
30.06.2008	23:10 - 23:25	0,05	0,07	30.06.2008	10:50 - 11:05	0,07	0,13
30.06.2008	23:40 - 23:55	0,14	0,14	30.06.2008	11:20 - 11:35	0,06	0,10
01.07.2008	00:10 - 00:25	0,09	0,21	30.06.2008	11:50 - 12:05	0,09	0,06
<b>Mittelwert</b>		<b>0,09</b>	<b>0,14</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,07</b>	<b>0,10</b>
<b>Prüfgas</b>				<b>Prüfgas</b>			
07.07.2008	12:55 - 13:10	60,02	60,13	01.07.2008	16:10 - 16:25	60,04	59,84
07.07.2008	13:25 - 13:40	60,13	60,11	01.07.2008	16:40 - 16:55	59,98	59,95
07.07.2008	13:55 - 14:10	60,08	60,00	01.07.2008	17:10 - 17:25	59,96	59,89
<b>Mittelwert</b>		<b>60,08</b>	<b>60,08</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>60,00</b>	<b>59,89</b>
<b>Prüfgas + SO<sub>2</sub> (700 µg/m³)</b>				<b>Prüfgas + H<sub>2</sub>O (ca. 80 Vol.-%)</b>			
07.07.2008	13:10 - 13:25	59,89	59,89	01.07.2008	16:25 - 16:40	59,89	59,79
07.07.2008	13:40 - 13:55	59,76	59,84	01.07.2008	16:55 - 17:10	59,86	59,95
07.07.2008	14:10 - 14:25	59,66	59,94	01.07.2008	17:25 - 17:40	59,83	59,81
<b>Mittelwert</b>		<b>59,77</b>	<b>59,89</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>59,86</b>	<b>59,85</b>

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessanlage airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 199 von 910

*Tabelle 109: Einzelwerte der Querempfindlichkeitsuntersuchungen für die Komponente CO, (Teil 2)*

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [mg/m³]	Gerät 2 (208) [mg/m³]	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [mg/m³]	Gerät 2 (208) [mg/m³]
<b>Nullgas</b>				<b>Nullgas</b>			
30.06.2008	12:10 - 12:25	0,01	0,00	30.06.2008	13:45 - 14:00	0,07	0,13
30.06.2008	12:40 - 12:55	0,02	0,00	30.06.2008	14:15 - 14:30	0,09	0,07
30.06.2008	13:10 - 13:25	0,06	0,07	30.06.2008	14:45 - 15:00	0,14	0,09
<b>Mittelwert</b>		<b>0,03</b>	<b>0,02</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,10</b>	<b>0,10</b>
<b>Nullgas + NO (1 mg/m³)</b>				<b>Nullgas + H<sub>2</sub>S (30 µg/m³)</b>			
30.06.2008	12:25 - 12:40	0,05	0,05	30.06.2008	14:00 - 14:15	0,21	0,14
30.06.2008	12:55 - 13:10	0,06	0,06	30.06.2008	14:30 - 14:45	0,16	0,16
30.06.2008	13:25 - 13:40	0,07	0,09	30.06.2008	15:00 - 15:15	0,12	0,22
<b>Mittelwert</b>		<b>0,06</b>	<b>0,07</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,16</b>	<b>0,17</b>
<b>Prüfgas</b>				<b>Prüfgas</b>			
08.07.2008	14:50 - 15:05	59,97	60,44	03.07.2008	10:00 - 10:15	59,96	59,95
08.07.2008	15:20 - 15:35	60,27	60,37	03.07.2008	10:30 - 10:45	59,71	59,83
08.07.2008	15:50 - 16:05	60,31	60,30	03.07.2008	11:00 - 11:15	59,65	59,93
<b>Mittelwert</b>		<b>60,18</b>	<b>60,37</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>59,77</b>	<b>59,90</b>
<b>Prüfgas + NO (1 mg/m³)</b>				<b>Prüfgas + H<sub>2</sub>S (30 µg/m³)</b>			
08.07.2008	15:05 - 15:20	60,13	59,94	03.07.2008	10:15 - 10:30	60,03	60,02
08.07.2008	15:35 - 15:50	60,27	60,06	03.07.2008	10:45 - 11:00	59,98	59,89
08.07.2008	16:05 - 16:20	60,02	60,12	03.07.2008	11:15 - 11:30	59,88	59,96
<b>Mittelwert</b>		<b>60,14</b>	<b>60,04</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>59,96</b>	<b>59,96</b>
<b>Nullgas</b>				<b>Nullgas</b>			
30.06.2008	15:15 - 15:30	0,12	0,14	30.06.2008	16:50 - 17:05	0,07	0,07
30.06.2008	15:45 - 16:00	0,10	0,16	30.06.2008	17:20 - 17:35	0,07	0,09
30.06.2008	16:15 - 16:30	0,02	0,14	30.06.2008	17:50 - 18:05	0,02	0,10
<b>Mittelwert</b>		<b>0,08</b>	<b>0,15</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,05</b>	<b>0,09</b>
<b>Nullgas + N<sub>2</sub>O (500 µg/m³)</b>				<b>Nullgas + NH<sub>3</sub> (30 µg/m³)</b>			
30.06.2008	15:30 - 15:45	0,14	0,19	30.06.2008	17:05 - 17:20	0,01	0,03
30.06.2008	16:00 - 16:15	0,19	0,16	30.06.2008	17:35 - 17:50	-0,07	-0,10
30.06.2008	16:30 - 16:45	0,14	0,20	30.06.2008	18:05 - 18:20	-0,02	-0,13
<b>Mittelwert</b>		<b>0,15</b>	<b>0,18</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>-0,03</b>	<b>-0,07</b>
<b>Prüfgas</b>				<b>Prüfgas</b>			
02.07.2008	10:15 - 10:30	60,02	59,84	02.07.2008	16:20 - 16:35	60,11	60,02
02.07.2008	10:45 - 11:00	59,96	59,96	02.07.2008	16:50 - 17:05	60,19	60,08
02.07.2008	11:15 - 11:30	59,83	60,00	02.07.2008	17:20 - 17:35	60,05	60,16
<b>Mittelwert</b>		<b>59,94</b>	<b>59,93</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>60,12</b>	<b>60,08</b>
<b>Prüfgas + N<sub>2</sub>O (500 µg/m³)</b>				<b>Prüfgas + NH<sub>3</sub> (30 µg/m³)</b>			
02.07.2008	10:30 - 10:45	60,19	59,96	02.07.2008	16:35 - 16:50	59,93	59,95
02.07.2008	11:00 - 11:15	60,04	60,02	02.07.2008	17:05 - 17:20	59,83	59,88
02.07.2008	11:30 - 11:45	60,24	60,08	02.07.2008	17:35 - 17:50	59,77	59,90
<b>Mittelwert</b>		<b>60,16</b>	<b>60,02</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>59,84</b>	<b>59,91</b>

**A 5.2.12 Reproduzierbarkeit**

*Die Reproduzierbarkeit  $R_D$  der Messeinrichtung ist aus Doppelbestimmungen mit zwei baugleichen Messeinrichtungen zu ermitteln und darf den Wert 10 nicht unterschreiten. Als Bezugswert ist  $B_1$  zu verwenden.*

*( $B_1$  für NO<sub>2</sub> = 60 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_1$  für SO<sub>2</sub> = 40 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_1$  für O<sub>3</sub> = 80 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_1$  für CO = 20 mg/m<sup>3</sup>)*

**Gerätetechnische Ausstattung**

Prüfgase aus Permeationssystemen (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>), Prüfgase aus Druckgasflaschen (NO, CO) sowie Prüfgas aus einem Ozongenerator (O<sub>3</sub>). Als Trägergas wurde jeweils gereinigte, KW-freie, synthetische Luft verwendet. Zur Ansteuerung und Datenaufnahme der airpointer Geräte wurde ein externer PC verwendet.

**Durchführung der Prüfung**

Im Labortest wurde dem Gerät abwechselnd Null- und Prüfgas in 10-facher Wiederholung angeboten. Die Konzentrationsniveaus standen jeweils 15 Minuten an. Die letzten 5 Minuten wurden als Mittelwert ausgewertet und für die weiteren Berechnungen verwandt. Es wurde ein Teil des Datensatzes zur Prüfung der Nachweisgrenze (Punkt 5.2.5) verwendet, da die Prüfprozeduren bei beiden Punkten identisch sind.

Für die Berechnung der Reproduzierbarkeit im Feld wurden die Daten im Bereich von  $B_1 \pm 20\%$  (48 – 72 µg/m<sup>3</sup> für NO<sub>2</sub>, 32 – 48 µg/m<sup>3</sup> für SO<sub>2</sub>, 64 – 96 µg/m<sup>3</sup> für O<sub>3</sub> und 16 – 24 mg/m<sup>3</sup> für CO) ausgewählt. Zusätzlich wurde die Reproduzierbarkeit über alle Messwerte im Feldtest berechnet.

Da die Umgebungsluftkonzentrationen von SO<sub>2</sub> und CO während des Feldtestes sehr niedrig waren, wurde die Probenluft an 17 Tagen mit CO und an 21 Tagen mit SO<sub>2</sub> Prüfgasen angereichert.

Die Umgebungsluftkonzentrationen von NO<sub>2</sub> und O<sub>3</sub> lagen erwartungsgemäß bei maximal ca. 50 % des jeweiligen geprüften Messbereiches. Um sicherzustellen, dass die Messeinrichtungen auch bei höheren Gaskonzentrationen reproduzierbar messen, wurden das Proben-gas an jeweils 2 Tagen mit höheren NO<sub>2</sub> und O<sub>3</sub> Konzentrationen angereichert.

Zur Anreicherungen wurde jeweils ein geringer Gasflow (ca. 0,1 – 0,3 l/min) eines höher konzentrierten Prüfgases über den Prüfgasaufgabestutzen in das Gesamtproben-nahme-system aufgegeben. Durch den geringen Zusatzgasflow wurde sichergestellt, dass während der Anreicherungen die Messgasmatrix nicht signifikant modifiziert wurde. Die angereicherten Messwerte wurden in Abbildung 58 bis Abbildung 61 grafisch hervorgehoben.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 201 von 910

## Auswertung

Die Reproduzierbarkeit berechnet sich wie folgt:

$$R = \frac{B_1}{U} \geq 10 \quad \text{mit} \quad U = \pm s_D \cdot t_{(n;0,95)} \quad \text{und} \quad s_D = \sqrt{\frac{1}{2n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_{1i} - x_{2i})^2}$$

- R = Reproduzierbarkeit bei B<sub>1</sub>
- U = Unsicherheit
- B<sub>1</sub> = 60 µg/m<sup>3</sup> für NO<sub>2</sub>, 40 µg/m<sup>3</sup> für SO<sub>2</sub>, 80 µg/m<sup>3</sup> für O<sub>3</sub> und 20 mg/m<sup>3</sup> für CO (VDI)
- s<sub>D</sub> = Standardabweichung aus Doppelbestimmungen
- n = Anzahl der Doppelbestimmungen
- t<sub>(n;0,95)</sub> = Studentfaktor für 95%ige Sicherheit
- x<sub>1i</sub> = Messsignal des Gerätes 1 (188) bei der i-ten Konzentration
- x<sub>2i</sub> = Messsignal des Gerätes 2 (208) bei der i-ten Konzentration

Daraus ergeben sich für die Laborprüfung, die Prüfung aller Werte im Bereich von B<sub>1</sub> ± 20 % im Feld und die Prüfung aller Messwerte im Feld die folgenden Reproduzierbarkeiten.

*Tabelle 110: Reproduzierbarkeit für die Komponente NO<sub>2</sub>*

	n	S <sub>D</sub>	R <sub>D</sub>
<b>Labor</b>	10	0,421	64
<b>Feld</b>			
Werte um B <sub>1</sub>	332	1,240	<b>25</b>
Alle Werte	2568	1,165	31

*Tabelle 111: Reproduzierbarkeit für die Komponente SO<sub>2</sub>*

	n	S <sub>D</sub>	R <sub>D</sub>
<b>Labor</b>	10	0,543	33
<b>Feld</b>			
Werte um B <sub>1</sub>	28	0,376	<b>52</b>
Alle Werte	2568	0,572	36

*Tabelle 112: Reproduzierbarkeit für die Komponente O<sub>3</sub>*

	n	S <sub>D</sub>	R <sub>D</sub>
<b>Labor</b>	10	0,907	40
<b>Feld</b>			
Werte um B <sub>1</sub>	60	1,580	<b>25</b>
Alle Werte	2568	0,761	54

*Tabelle 113: Reproduzierbarkeit für die Komponente CO*

	n	S <sub>D</sub>	R <sub>D</sub>
<b>Labor</b>	10	0,056	160
<b>Feld</b>			
Werte um B <sub>1</sub>	42	0,209	<b>48</b>
Alle Werte	2568	0,164	62

## Bewertung

Der in der VDI 4202 Blatt 1 geforderte Wert der Reproduzierbarkeit von mindestens 10 wird bei allen geprüften Komponenten eingehalten. Somit sind die Mindestanforderungen eingehalten. Für die Berechnung der Gesamtunsicherheit wird die Reproduzierbarkeit um B<sub>1</sub> (= 25 für NO<sub>2</sub>, 52 für SO<sub>2</sub>, 25 für O<sub>3</sub> und 48 für CO herangezogen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Tabelle 114 bis Tabelle 117 zeigen die Einzelwerte der im Labortest erzielten Ergebnisse. In Tabelle 118 bis Tabelle 121 finden sich die statistischen Daten der Auswertung der Reproduzierbarkeit im Labor.

*Tabelle 114: Einzelwerte der Laboruntersuchungen zur Reproduzierbarkeit für die Komponente NO<sub>2</sub>*

Labor	Referenzpunkt NO <sub>2</sub>		
	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[µg/m³]	[µg/m³]
05.05.2008	08:10 - 08:25	60,1	56,5
05.05.2008	08:40 - 08:55	58,6	57,6
05.05.2008	09:10 - 09:25	59,1	57,7
05.05.2008	09:40 - 09:55	61,0	58,9
05.05.2008	10:10 - 10:25	59,7	58,7
05.05.2008	10:40 - 10:55	59,5	58,0
05.05.2008	11:10 - 11:25	59,2	57,7
05.05.2008	11:40 - 11:55	59,1	58,6
05.05.2008	12:10 - 12:25	59,5	58,5
05.05.2008	12:40 - 12:55	59,7	57,1

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 203 von 910

**Tabelle 115:** Einzelwerte der Laboruntersuchungen zur Reproduzierbarkeit für die Komponente SO<sub>2</sub>

Labor	Referenzpunkt SO <sub>2</sub>		
	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)
			Gerät 2 (208)
			[µg/m³]
			[µg/m³]
	06.05.2008	07:48 - 08:03	41,2
	06.05.2008	08:18 - 08:33	41,6
	06.05.2009	08:48 - 09:03	41,9
	06.05.2008	09:18 - 09:33	42,4
	06.05.2008	09:48 - 10:03	40,9
	06.05.2008	10:18 - 10:33	41,4
	06.05.2009	10:48 - 11:03	40,3
	06.05.2008	11:18 - 11:33	41,1
	06.05.2008	11:48 - 12:03	41,3
	06.05.2008	12:18 - 12:33	41,4

**Tabelle 116:** Einzelwerte der Laboruntersuchungen zur Reproduzierbarkeit für die Komponente O<sub>3</sub>

Labor	Referenzpunkt O <sub>3</sub>		
	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)
			Gerät 2 (208)
			[µg/m³]
			[µg/m³]
	07.05.2008	07:10 - 07:25	80,6
	07.05.2008	07:40 - 07:55	80,1
	07.05.2008	08:10 - 08:25	80,2
	07.05.2008	08:40 - 08:55	81,1
	07.05.2008	09:10 - 09:25	81,6
	07.05.2008	09:40 - 09:55	82,1
	07.05.2008	10:10 - 10:25	82,2
	07.05.2008	10:40 - 10:55	82,3
	07.05.2008	11:10 - 11:25	82,5
	07.05.2008	11:40 - 11:55	82,6

**Tabelle 117:** Einzelwerte der Laboruntersuchungen zur Reproduzierbarkeit für die Komponente CO

Labor	Referenzpunkt CO		
	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)
			Gerät 2 (208)
			[mg/m³]
			[mg/m³]
	08.05.2008	07:25 - 07:40	19,99
	08.05.2008	07:55 - 08:10	20,15
	08.05.2008	08:25 - 08:40	20,17
	08.05.2008	08:55 - 09:10	20,18
	08.05.2008	09:25 - 09:40	20,22
	08.05.2008	09:55 - 10:10	20,16
	08.05.2008	10:25 - 10:40	20,25
	08.05.2008	10:55 - 11:10	20,24
	08.05.2008	11:25 - 11:40	20,14
	08.05.2008	11:55 - 12:10	20,11

*Tabelle 118: Auswertung der Reproduzierbarkeit im Labortest für die Komponente NO<sub>2</sub>*

Reproduzierbarkeit für NO <sub>2</sub> im Labortest				
Stichprobenumfang	n	=	10	
Bezugswert	B <sub>1</sub>	=	60	µg/m <sup>3</sup>
t-Wert für die gewählte Sicherheit	t <sub>95</sub>	=	2,229	
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	sd	=	0,421	
<b>Reproduzierbarkeit</b>	<b>R(d)</b>	=	<b>64</b>	
Standardabweichung	s	=	0,367	
Korrelationskoeffizient	r	=	0,2423	
Y = b * x + c      Steigung	b	=	-0,234	
Ordinatenabstand	c	=	74,543	µg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 1	=	60,2	µg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 2	=	60,4	µg/m <sup>3</sup>

*Tabelle 119: Auswertung der Reproduzierbarkeit im Labortest für die Komponente SO<sub>2</sub>*

Reproduzierbarkeit für SO <sub>2</sub> im Labortest				
Stichprobenumfang	n	=	10	
Bezugswert	B <sub>1</sub>	=	40	µg/m <sup>3</sup>
t-Wert für die gewählte Sicherheit	t <sub>95</sub>	=	2,229	
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	sd	=	0,543	
<b>Reproduzierbarkeit</b>	<b>R(d)</b>	=	<b>33</b>	
Standardabweichung	s	=	0,743	
Korrelationskoeffizient	r	=	0,2306	
Y = b * x + c      Steigung	b	=	0,294	
Ordinatenabstand	c	=	29,136	µg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 1	=	41,3	µg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 2	=	41,3	µg/m <sup>3</sup>



*Tabelle 120: Auswertung der Reproduzierbarkeit im Labortest für die Komponente O<sub>3</sub>*

Reproduzierbarkeit für O <sub>3</sub> im Labortest				
Stichprobenumfang	n	=	10	
Bezugswert	B <sub>1</sub>	=	80	µg/m <sup>3</sup>
t-Wert für die gewählte Sicherheit	t <sub>95</sub>	=	2,229	
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	sd	=	0,907	
<b>Reproduzierbarkeit</b>	<b>R(d)</b>	=	<b>40</b>	
Standardabweichung	s	=	0,462	
Korrelationskoeffizient	r	=	0,8011	
Y = b * x + c      Steigung	b	=	0,598	
Ordinatenabstand	c	=	31,586	µg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 1	=	81,5	µg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 2	=	80,4	µg/m <sup>3</sup>

*Tabelle 121: Auswertung der Reproduzierbarkeit im Labortest für die Komponente CO*

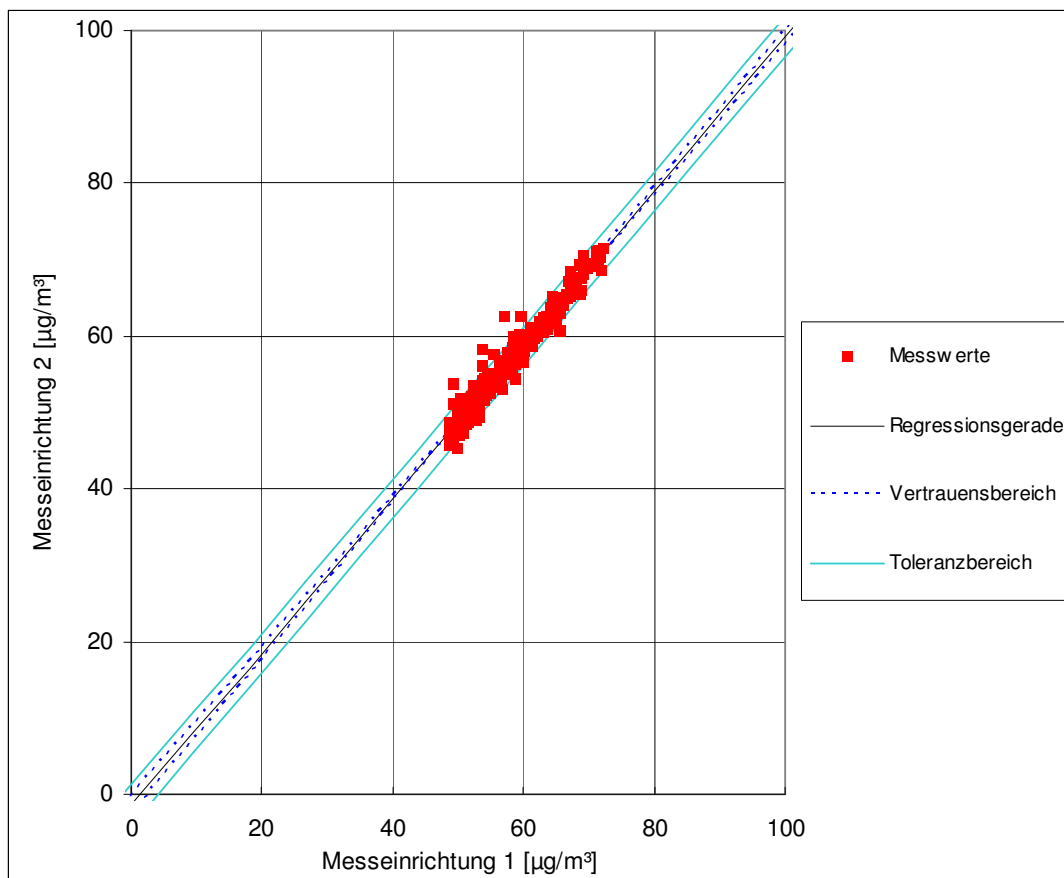
Reproduzierbarkeit für CO im Labortest				
Stichprobenumfang	n	=	10	
Bezugswert	B <sub>1</sub>	=	20	mg/m <sup>3</sup>
t-Wert für die gewählte Sicherheit	t <sub>95</sub>	=	2,229	
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	sd	=	0,056	
<b>Reproduzierbarkeit</b>	<b>R(d)</b>	=	<b>160</b>	
Standardabweichung	s	=	0,056	
Korrelationskoeffizient	r	=	0,2470	
Y = b * x + c      Steigung	b	=	0,176	
Ordinatenabstand	c	=	16,621	mg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 1	=	20,16	mg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 2	=	20,18	mg/m <sup>3</sup>

Es ergibt sich im Labortest eine Reproduzierbarkeit von 64 für die Komponente NO<sub>2</sub>, 33 für die Komponente SO<sub>2</sub>, 40 für die Komponente O<sub>3</sub> und 160 für die Komponente CO.

In Tabelle 122 bis Tabelle 125 und Abbildung 54 Abbildung 57 findet sich die Auswertung der Reproduzierbarkeit mit allen Werten um den Bezugswert B<sub>1</sub>.

*Tabelle 122: Auswertung der Reproduzierbarkeit um B<sub>1</sub> für die Komponente NO<sub>2</sub>*

Reproduzierbarkeit um B <sub>1</sub> für NO <sub>2</sub>				
Stichprobenumfang	n	=	332	
Bezugswert	B <sub>1</sub>	=	60	µg/m <sup>3</sup>
t-Wert für die gewählte Sicherheit	t <sub>95</sub>	=	1,967	
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	sd	=	1,240	
<b>Reproduzierbarkeit</b>	<b>R(d)</b>	=	<b>25</b>	
Standardabweichung	s	=	1,261	
Korrelationskoeffizient	r	=	0,9806	
Y = b* x + c      Steigung	b	=	1,006	
Ordinatenabstand	c	=	-1,553	µg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 1	=	56,2	µg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 2	=	54,9	µg/m <sup>3</sup>



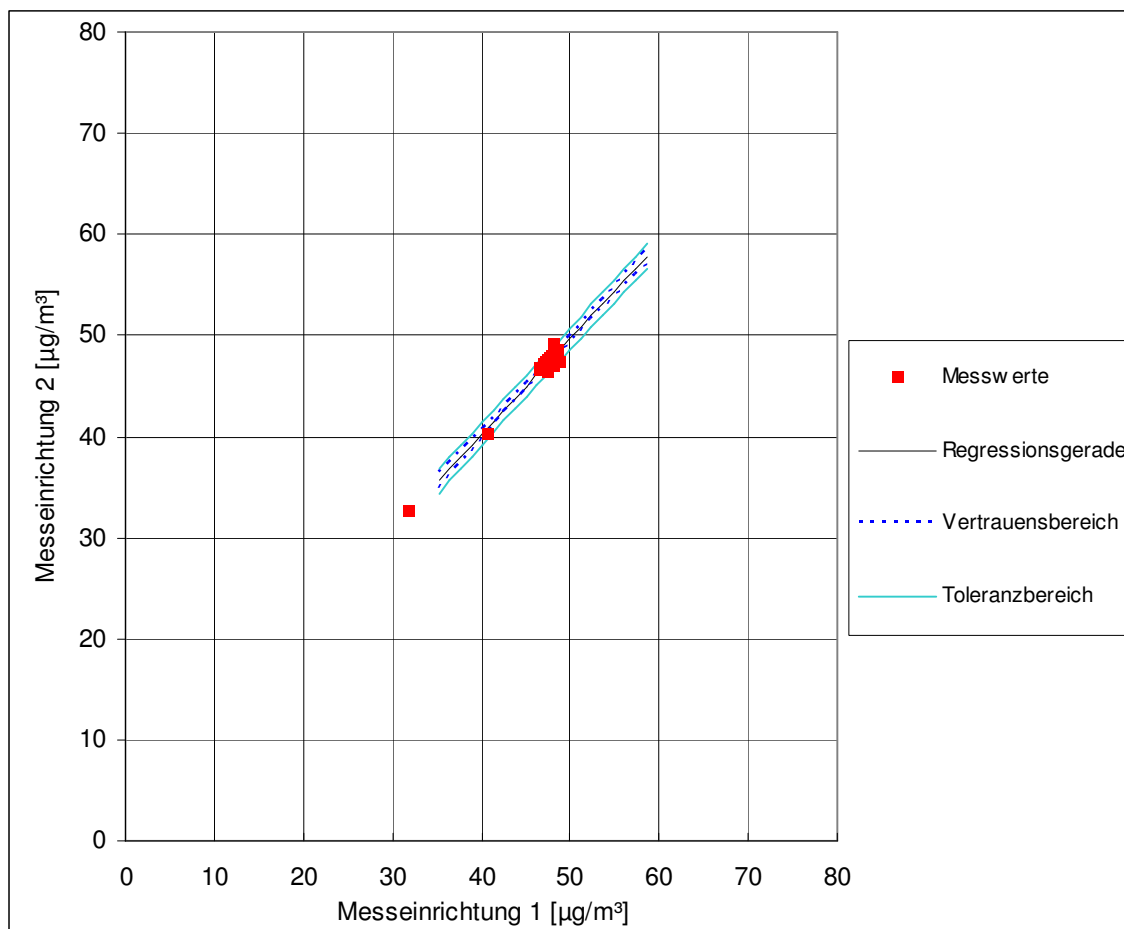
*Abbildung 54: Graphische Darstellung der Reproduzierbarkeitsdaten um B<sub>1</sub> für die Komponente NO<sub>2</sub>*

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 207 von 910

*Tabelle 123: Auswertung der Reproduzierbarkeit um B<sub>1</sub> für die Komponente SO<sub>2</sub>*

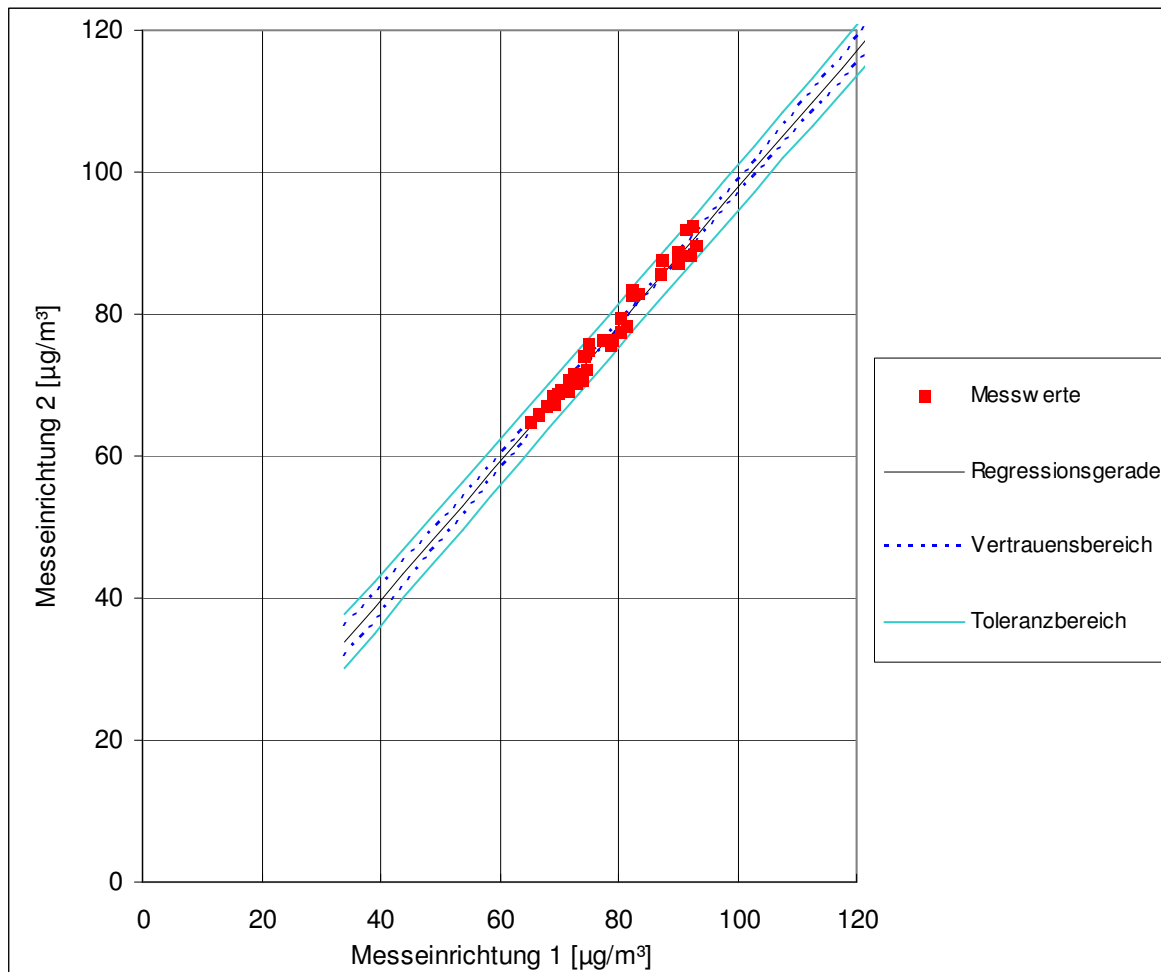
Reproduzierbarkeit um B <sub>1</sub> für SO <sub>2</sub>				
Stichprobenumfang	n	=	28	
Bezugswert	B <sub>1</sub>	=	40	µg/m <sup>3</sup>
t-Wert für die gewählte Sicherheit	t <sub>95</sub>	=	2,049	
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	sd	=	0,376	
<b>Reproduzierbarkeit</b>	<b>R(d)</b>	=	<b>52</b>	
Standardabweichung	s	=	0,495	
Korrelationskoeffizient	r	=	0,9881	
Y = b* x + c      Steigung	b	=	0,952	
Ordinatenabstand	c	=	2,089	µg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 1	=	46,9	µg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 2	=	46,7	µg/m <sup>3</sup>



*Abbildung 55: Graphische Darstellung der Reproduzierbarkeitsdaten um B<sub>1</sub> für die Komponente SO<sub>2</sub>*

**Tabelle 124:** Auswertung der Reproduzierbarkeit um  $B_1$  für die Komponente O<sub>3</sub>

Reproduzierbarkeit um $B_1$ für O <sub>3</sub>				
Stichprobenumfang	n	=	60	
Bezugswert	$B_1$	=	80	µg/m <sup>3</sup>
t-Wert für die gewählte Sicherheit	t <sub>95</sub>	=	2,000	
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	sd	=	1,580	
<b>Reproduzierbarkeit</b>	<b>R(d)</b>	=	<b>25</b>	
Standardabweichung	s	=	1,522	
Korrelationskoeffizient	r	=	0,9845	
Y = b * x + c      Steigung	b	=	0,967	
Ordinatenabstand	c	=	1,045	µg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 1	=	80,6	µg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 2	=	79,1	µg/m <sup>3</sup>



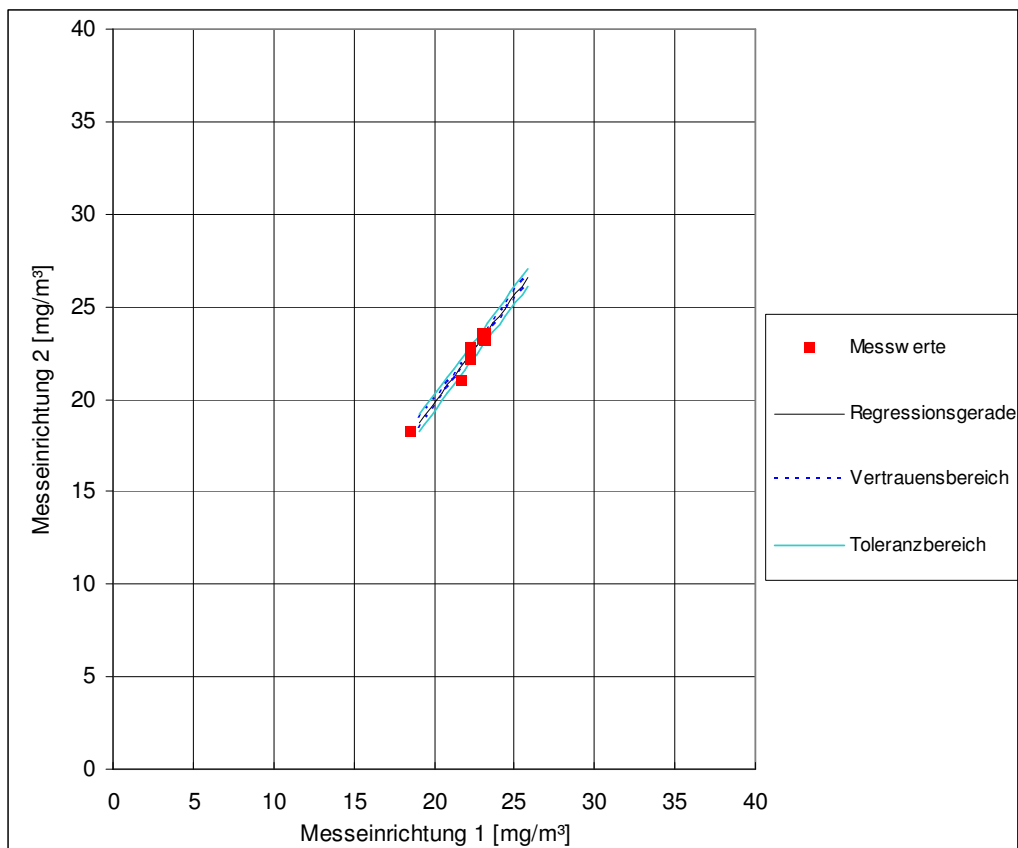
**Abbildung 56:** Graphische Darstellung der Reproduzierbarkeitsdaten um  $B_1$  für die Komponente O<sub>3</sub>

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 209 von 910

*Tabelle 125: Auswertung der Reproduzierbarkeit um  $B_1$  für die Komponente CO*

Reproduzierbarkeit um $B_1$ für CO				
Stichprobenumfang	n	=	42	
Bezugswert	$B_1$	=	20	mg/m <sup>3</sup>
t-Wert für die gewählte Sicherheit	t <sub>95</sub>	=	2,018	
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	sd	=	0,209	
<b>Reproduzierbarkeit</b>	<b>R(d)</b>	=	<b>48</b>	
Standardabweichung	s	=	0,202	
Korrelationskoeffizient	r	=	0,9755	
Y = b* x + c      Steigung	b	=	1,161	
Ordinatenabstand	c	=	-3,443	mg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 1	=	22,46	mg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 2	=	22,64	mg/m <sup>3</sup>

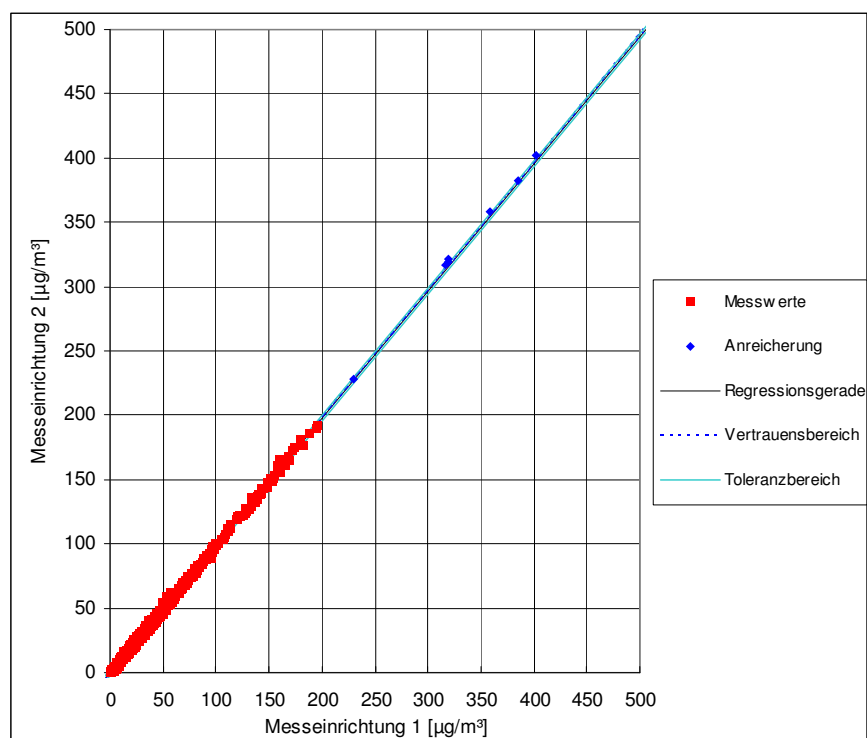


*Abbildung 57: Graphische Darstellung der Reproduzierbarkeitsdaten um  $B_1$  für die Komponente CO*

In Tabelle 126 bis Tabelle 129 und Abbildung 58 bis Abbildung 61 findet sich eine Auswertung der Reproduzierbarkeit mit allen Werten des Feldtestes.

**Tabelle 126:** Bestimmung der Reproduzierbarkeit auf Basis aller Daten aus dem Feldtest für die Komponente NO<sub>2</sub>

Reproduzierbarkeit für NO <sub>2</sub>				
Stichprobenumfang	n	=	2568	
Bezugswert	B <sub>1</sub>	=	60	µg/m <sup>3</sup>
t-Wert für die gewählte Sicherheit	t <sub>95</sub>	=	1,961	
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	sd	=	0,997	
<b>Reproduzierbarkeit</b>	<b>R(d)</b>	=	<b>31</b>	
Standardabweichung	s	=	1,165	
Korrelationskoeffizient	r	=	0,9993	
Y = b* x + c      Steigung	b	=	0,989	
Ordinatenabstand	c	=	-0,297	µg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 1	=	38,9	µg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 2	=	38,1	µg/m <sup>3</sup>



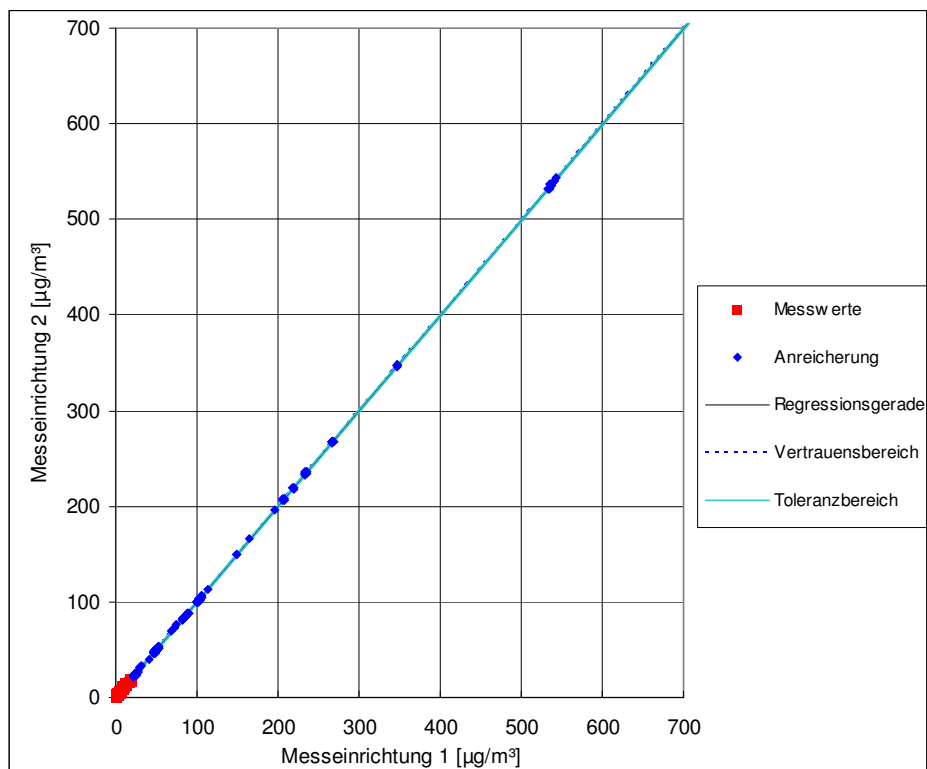
**Abbildung 58:** Graphische Darstellung der Reproduzierbarkeitsdaten aus dem Feldtest auf Basis aller Daten für die Komponente NO<sub>2</sub>

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 211 von 910

*Tabelle 127: Bestimmung der Reproduzierbarkeit auf Basis aller Daten aus dem Feldtest für die Komponente SO<sub>2</sub>*

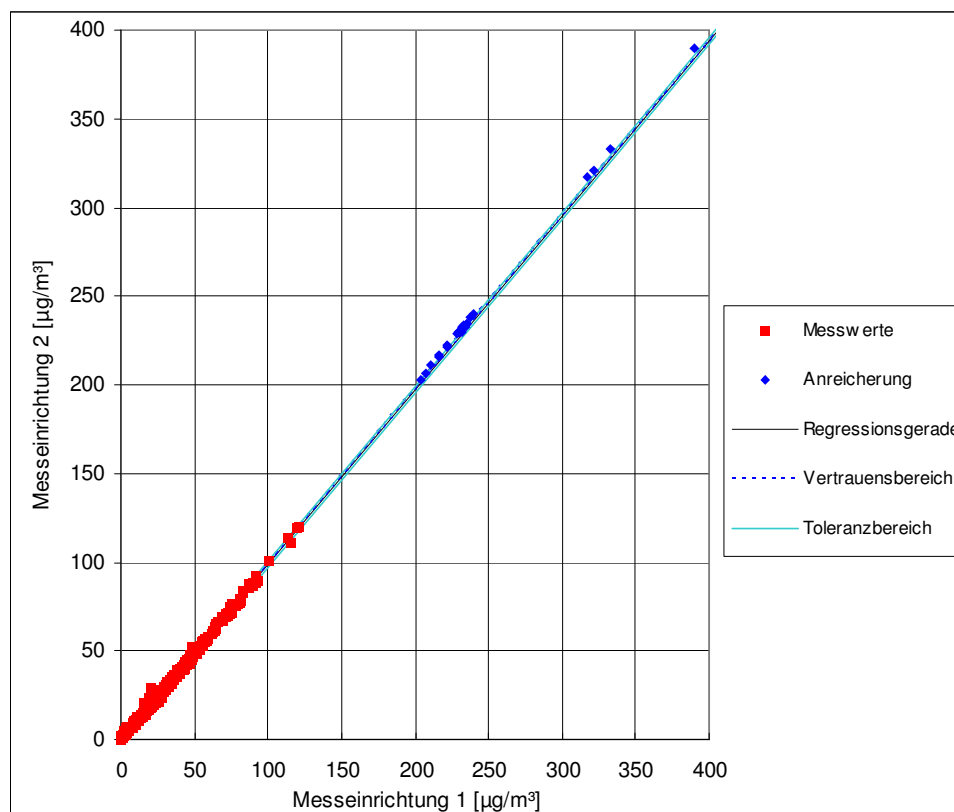
Reproduzierbarkeit für SO <sub>2</sub>				
Stichprobenumfang	n	=	2568	
Bezugswert	B <sub>1</sub>	=	40	µg/m <sup>3</sup>
t-Wert für die gewählte Sicherheit	t <sub>95</sub>	=	1,961	
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	sd	=	0,572	
<b>Reproduzierbarkeit</b>	<b>R(d)</b>	=	<b>36</b>	
Standardabweichung	s	=	0,794	
Korrelationskoeffizient	r	=	0,9999	
Y = b* x + c      Steigung	b	=	0,999	
Ordinatenabstand	c	=	-0,141	µg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 1	=	11,8	µg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 2	=	11,7	µg/m <sup>3</sup>



*Abbildung 59: Graphische Darstellung der Reproduzierbarkeitsdaten aus dem Feldtest auf Basis aller Daten für die Komponente SO<sub>2</sub>*

**Tabelle 128:** Bestimmung der Reproduzierbarkeit auf Basis aller Daten aus dem Feldtest für die Komponente O<sub>3</sub>

Reproduzierbarkeit für O <sub>3</sub>				
Stichprobenumfang	n	=	2568	
Bezugswert	B <sub>1</sub>	=	80	µg/m <sup>3</sup>
t-Wert für die gewählte Sicherheit	t <sub>95</sub>	=	1,961	
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	sd	=	0,761	
<b>Reproduzierbarkeit</b>	<b>R(d)</b>	=	<b>54</b>	
Standardabweichung	s	=	0,936	
Korrelationskoeffizient	r	=	0,9995	
Y = b * x + c      Steigung	b	=	0,985	
Ordinatenabstand	c	=	0,129	µg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 1	=	23,4	µg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 2	=	23,1	µg/m <sup>3</sup>



**Abbildung 60:** Graphische Darstellung der Reproduzierbarkeitsdaten aus dem Feldtest auf Basis aller Daten für die Komponente O<sub>3</sub>

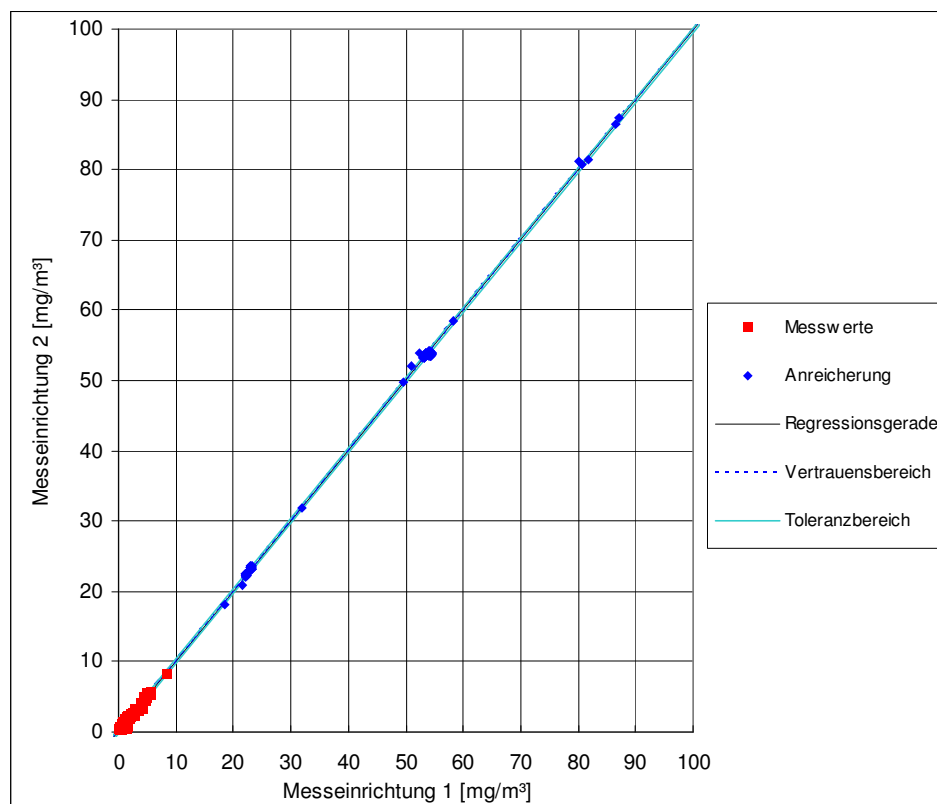


Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 213 von 910

*Tabelle 129: Bestimmung der Reproduzierbarkeit auf Basis aller Daten aus dem Feldtest für die Komponente CO*

Reproduzierbarkeit für CO				
Stichprobenumfang	n	=	2568	
Bezugswert	B <sub>1</sub>	=	40	µg/m <sup>3</sup>
t-Wert für die gewählte Sicherheit	t <sub>95</sub>	=	1,961	
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	sd	=	0,164	
<b>Reproduzierbarkeit</b>	<b>R(d)</b>	=	<b>62</b>	
Standardabweichung	s	=	0,166	
Korrelationskoeffizient	r	=	0,9999	
Y = b * x + c      Steigung	b	=	0,997	
Ordinatenabstand	c	=	0,171	mg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 1	=	3,29	mg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 2	=	3,45	mg/m <sup>3</sup>



*Abbildung 61: Graphische Darstellung der Reproduzierbarkeitsdaten aus dem Feldtest auf Basis aller Daten für die Komponente CO*

## **A 5.2.13 Stundenwerte**

*Das Messverfahren muss die Bildung von Stundenmittelwerten ermöglichen.*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Zur Ansteuerung und Datenaufnahme der airpointer Geräte wurde ein externer PC verwendet.

### **Durchführung der Prüfung**

Im Labor wurde die Bildung von Stundenwerten durch Anschluss des Datenaufzeichnungssystems geprüft. Während des gesamten Feldtestes wurde aus den aufgezeichneten Minutenintegralen die Stundenmittelwertbildung ermittelt.

### **Auswertung**

Die kleinste zeitliche Auflösung der Messsignale sind 1-Minuten Mittelwerte. Diese können aus dem System gelesen und mit gebräuchlicher Tabellenkalkulationssoftware zu Stundenmittelwerten zusammengefasst werden. Außerdem ist es möglich direkt Stundenmittelwerte von der internen Festplatte der Messsysteme herunterzuladen.

### **Bewertung**

Die Messeinrichtung ermöglicht die Bildung von Stundenmittelwerten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## **A 5.2.14 Netzspannung und Netzfrequenz**

*Die Änderung des Messwertes beim Bezugswert  $B_1$  durch die im elektrischen Netz üblicherweise auftretende Änderung der Spannung im Intervall (230V +15V/-20V) darf nicht mehr als  $B_0$  betragen. Weiterhin darf im mobilen Einsatz die Änderung des Messwertes durch Änderung der Netzfrequenz im Intervall (50Hz ± 2Hz) nicht mehr als  $B_0$  betragen.*

*( $B_0$  für NO<sub>2</sub> = 3 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_0$  für SO<sub>2</sub> = 2 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_0$  für O<sub>3</sub> = 4 µg/m<sup>3</sup>)*

*( $B_0$  für CO = 1 mg/m<sup>3</sup>)*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Netzspannung: Transformator mit einem Regelbereich von 210 V bis 245 V

Prüfgase aus Permeationssystemen (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>), Prüfgase aus Druckgasflaschen (NO, CO) sowie Prüfgas aus einem Ozongenerator (O<sub>3</sub>). Als Trägergas wurde jeweils gereinigte, KW-freie, synthetische Luft verwendet. Zur Ansteuerung und Datenaufnahme der airpointer Geräte wurde ein externer PC verwendet. Zur Variation der Netzspannung wurde ein Transformator mit einem Regelbereich von 210 V bis 245 V verwendet.

### **Durchführung der Prüfung**

Zur Prüfung des Einflusses durch Änderung der Netzspannung wurde ein Transformator in die Stromversorgung der Messeinrichtung geschaltet und am Null- und Referenzpunkt für die Spannungen 210 V und 245 V die Änderung des Messsignals in Bezug auf die übliche Netzspannung von 230 V verglichen.

Nach VDI 4202 Blatt 1 wird diese Prüfung bei einer Konzentration von Null und um den Bezugswert  $B_1$  der jeweiligen Komponente durchgeführt.

Die Überprüfung der Netzfrequenz ist nach VDI 4202 Blatt 1 nur bei Messgeräten nötig, die mobil eingesetzt werden. Da der mobile Einsatz der Messgeräte Punkt 4.2 ausgeschlossen wurde, wurde auf diese Prüfung verzichtet.

### **Auswertung**

Bei der Variation der Netzspannung ergaben sich folgende Abweichungen:

Die maximal erlaubten Abweichungen von 3 µg/m<sup>3</sup> für NO<sub>2</sub> am Null- und Referenzpunkt werden nicht überschritten.

Die für die Berechnung der Gesamtunsicherheiten der Komponente NO<sub>2</sub> relevanten Werte betragen:

-0,1 mg/m<sup>3</sup> für Gerät 1 (188)

0,3 mg/m<sup>3</sup> für Gerät 2 (208)

*Tabelle 130: Variation der Netzspannung für die Komponente NO<sub>2</sub>*

Spannung	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
Nullpunkt		
230 V	0,2	0,1
210 V	0,1	0,1
<b>Abw.</b>	<b>-0,1</b>	<b>0,0</b>
230 V	0,0	0,0
245 V	0,0	0,1
<b>Abw.</b>	<b>-0,1</b>	<b>0,0</b>
Referenzpunkt		
230 V	60,3	60,4
210 V	60,3	60,1
<b>Abw.</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,3</b>
230 V	59,9	60,0
245 V	59,8	60,3
<b>Abw.</b>	<b>-0,1</b>	<b>0,3</b>

Die maximal erlaubten Abweichungen von 2 µg/m<sup>3</sup> Für SO<sub>2</sub> am Null- und Referenzpunkt werden nicht überschritten.

Die für die Berechnung der Gesamtunsicherheiten der Komponente SO<sub>2</sub> relevanten Werte betragen:

0,4 µg/m<sup>3</sup> für Gerät 1 (188)

-0,3 µg/m<sup>3</sup> für Gerät 2 (208)

*Tabelle 131: Variation der Netzspannung für die Komponente SO<sub>2</sub>*

Spannung	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
Nullpunkt		
230 V	0,0	0,1
210 V	0,1	0,0
<b>Abw.</b>	<b>-0,1</b>	<b>0,1</b>
230 V	0,0	0,0
245 V	0,0	0,0
<b>Abw.</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Referenzpunkt		
230 V	40,0	40,0
210 V	40,4	39,7
<b>Abw.</b>	<b>0,4</b>	<b>-0,3</b>
230 V	40,0	40,2
245 V	40,2	39,9
<b>Abw.</b>	<b>0,2</b>	<b>-0,3</b>

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 217 von 910

Die maximal erlaubten Abweichungen von 4 µg/m<sup>3</sup> für O<sub>3</sub> am Null- und Referenzpunkt werden nicht überschritten.

Die für die Berechnung der Gesamtunsicherheiten der Komponente O<sub>3</sub> relevanten Werte betragen:

0,2 µg/m<sup>3</sup> für Gerät 1 (188)

0,5 µg/m<sup>3</sup> für Gerät 2 (208)

*Tabelle 132: Variation der Netzspannung für die Komponente O<sub>3</sub>*

Spannung	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
Nullpunkt		
230 V	0,1	-0,1
210 V	0,1	-0,1
<b>Abw.</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
230 V	0,1	-0,1
245 V	0,2	0,2
<b>Abw.</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>
Referenzpunkt		
230 V	80,3	79,8
210 V	80,5	79,8
<b>Abw.</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>
230 V	80,1	79,7
245 V	80,2	80,2
<b>Abw.</b>	<b>0,1</b>	<b>0,5</b>

Die maximal erlaubten Abweichungen von 1 mg/m<sup>3</sup> für CO am Null- und Referenzpunkt werden nicht überschritten.

Die für die Berechnung der Gesamtunsicherheiten für die Komponente CO relevanten Werte betragen:

0,06 mg/m<sup>3</sup> für Gerät 1 (188)

-0,08 mg/m<sup>3</sup> für Gerät 2 (208)

*Tabelle 133: Variation der Netzspannung für die Komponente CO*

Spannung	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (404)
	[mg/m <sup>3</sup> ]	[mg/m <sup>3</sup> ]
Nullpunkt		
230 V	0,01	-0,01
210 V	0,01	0,01
<b>Abw.</b>	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>
230 V	0,00	0,00
245 V	0,03	0,00
<b>Abw.</b>	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>
Referenzpunkt		
230 V	20,10	20,15
210 V	20,16	20,20
<b>Abw.</b>	<b>0,06</b>	<b>0,05</b>
230 V	20,03	20,21
245 V	19,99	20,13
<b>Abw.</b>	<b>-0,04</b>	<b>-0,08</b>

## Bewertung

Die Messeinrichtung erfüllt die Mindestanforderung bei der Variation der Netzspannung.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

*Tabelle 134: Einzelwerte der Spannungsprüfung für die Komponente NO<sub>2</sub>*

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [µg/m³]	Gerät 2 (208) [µg/m³]	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [µg/m³]	Gerät 2 (208) [µg/m³]
<b>Nullgas bei 230 V</b>				<b>Prüfgas bei 230 V</b>			
14.07.2008	07:00 - 07:15	0,1	0,0	14.07.2008	07:15 - 07:30	60,1	60,2
14.07.2008	09:00 - 09:15	0,2	0,0	14.07.2008	09:15 - 09:30	60,3	60,8
14.07.2008	11:00 - 11:15	0,3	0,2	14.07.2008	11:15 - 11:30	60,4	60,1
<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>60,3</b>	<b>60,4</b>
<b>Nullgas bei 210 V</b>				<b>Prüfgas bei 210 V</b>			
14.07.2008	07:30 - 07:45	0,1	0,1	14.07.2008	07:45 - 08:00	60,5	59,8
14.07.2008	09:30 - 09:45	0,1	0,1	14.07.2008	09:45 - 10:00	60,1	60,4
14.07.2008	11:30 - 11:45	0,1	0,1	14.07.2008	11:45 - 12:00	60,2	60,2
<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>60,3</b>	<b>60,1</b>
<b>Nullgas bei 230 V</b>				<b>Prüfgas bei 230 V</b>			
14.07.2008	08:00 - 08:15	0,1	0,2	14.07.2008	08:15 - 08:30	60,2	59,7
14.07.2008	10:00 - 10:15	0,0	0,0	14.07.2008	10:15 - 10:30	59,8	60,5
14.07.2008	12:00 - 12:15	0,0	-0,1	14.07.2008	12:15 - 12:30	59,8	59,8
<b>Mittelwert</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>59,9</b>	<b>60,0</b>
<b>Nullgas bei 245 V</b>				<b>Prüfgas bei 245 V</b>			
14.07.2008	08:30 - 08:45	0,0	0,1	14.07.2008	08:45 - 09:00	59,4	60,2
14.07.2008	10:30 - 10:45	-0,1	0,0	14.07.2008	10:45 - 11:00	59,9	60,5
14.07.2008	12:30 - 12:45	0,0	0,1	14.07.2008	12:45 - 13:00	60,2	60,1
<b>Mittelwert</b>		<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>59,8</b>	<b>60,3</b>

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessanlage airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 219 von 910

*Tabelle 135: Einzelwerte der Spannungsprüfung für die Komponente SO<sub>2</sub>*

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [µg/m³]	Gerät 2 (208) [µg/m³]	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [µg/m³]	Gerät 2 (208) [µg/m³]
<b>Nullgas bei 230 V</b>				<b>Prüfgas bei 230 V</b>			
15.07.2008	07:20 - 07:35	0,1	0,0	15.07.2008	07:35 - 07:50	40,1	40,2
15.07.2008	09:20 - 09:35	-0,1	0,0	15.07.2008	09:35 - 09:50	40,3	40,1
15.07.2008	11:20 - 11:35	0,1	0,2	15.07.2008	11:35 - 11:50	39,7	39,8
<b>Mittelwert</b>		<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>40,0</b>	<b>40,0</b>
<b>Nullgas bei 210 V</b>				<b>Prüfgas bei 210 V</b>			
15.07.2008	07:50 - 08:05	0,1	0,1	15.07.2008	08:05 - 08:20	40,3	39,7
15.07.2008	09:50 - 10:05	0,1	0,0	15.07.2008	10:05 - 10:20	40,5	39,8
15.07.2008	11:50 - 12:05	0,0	0,0	15.07.2008	12:05 - 12:20	40,5	39,7
<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>40,4</b>	<b>39,7</b>
<b>Nullgas bei 230 V</b>				<b>Prüfgas bei 230 V</b>			
15.07.2008	08:20 - 08:35	0,0	0,0	15.07.2008	08:35 - 08:50	40,2	40,1
15.07.2008	10:20 - 10:35	0,1	0,0	15.07.2008	10:35 - 10:50	39,8	40,0
15.07.2008	12:20 - 12:35	0,0	0,0	15.07.2008	12:35 - 12:50	40,0	40,4
<b>Mittelwert</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>40,0</b>	<b>40,2</b>
<b>Nullgas bei 245 V</b>				<b>Prüfgas bei 245 V</b>			
15.07.2008	08:50 - 09:05	0,1	0,0	15.07.2008	09:05 - 09:20	40,1	40,1
15.07.2008	10:50 - 11:05	0,0	-0,1	15.07.2008	11:05 - 11:20	40,3	39,8
15.07.2008	12:50 - 13:05	0,0	0,0	15.07.2008	13:05 - 13:20	40,1	39,7
<b>Mittelwert</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>40,2</b>	<b>39,9</b>

*Tabelle 136: Einzelwerte der Spannungsprüfung für die Komponente O<sub>3</sub>*

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [µg/m³]	Gerät 2 (208) [µg/m³]	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [µg/m³]	Gerät 2 (208) [µg/m³]
<b>Nullgas bei 230 V</b>				<b>Prüfgas bei 230 V</b>			
16.07.2008	07:00 - 07:15	0,1	-0,1	16.07.2008	07:15 - 07:30	80,2	79,8
16.07.2008	09:00 - 09:15	0,2	0,0	16.07.2008	09:15 - 09:30	80,4	79,7
16.07.2008	11:00 - 11:15	0,0	-0,1	16.07.2008	11:15 - 11:30	80,3	80,0
<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>-0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>80,3</b>	<b>79,8</b>
<b>Nullgas bei 210 V</b>				<b>Prüfgas bei 210 V</b>			
16.07.2008	07:30 - 07:45	0,2	-0,1	16.07.2008	07:45 - 08:00	80,6	80,1
16.07.2008	09:30 - 09:45	0,0	-0,2	16.07.2008	09:45 - 10:00	80,4	79,5
16.07.2008	11:30 - 11:45	0,0	0,0	16.07.2008	11:45 - 12:00	80,5	79,8
<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>-0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>80,5</b>	<b>79,8</b>
<b>Nullgas bei 230 V</b>				<b>Prüfgas bei 230 V</b>			
16.07.2008	08:00 - 08:15	0,2	-0,2	16.07.2008	08:15 - 08:30	80,2	79,6
16.07.2008	10:00 - 10:15	0,1	0,1	16.07.2008	10:15 - 10:30	80,1	79,8
16.07.2008	12:00 - 12:15	0,1	-0,1	16.07.2008	12:15 - 12:30	80,1	79,8
<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>-0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>80,1</b>	<b>79,7</b>
<b>Nullgas bei 245 V</b>				<b>Prüfgas bei 245 V</b>			
16.07.2008	08:30 - 08:45	0,2	0,0	16.07.2008	08:45 - 09:00	80,4	80,0
16.07.2008	10:30 - 10:45	0,3	0,2	16.07.2008	10:45 - 11:00	80,2	80,4
16.07.2008	12:30 - 12:45	0,1	0,3	16.07.2008	12:45 - 13:00	80,0	80,3
<b>Mittelwert</b>		<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>80,2</b>	<b>80,2</b>

*Tabelle 137: Einzelwerte der Spannungsprüfung für die Komponente CO*

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [mg/m³]	Gerät 2 (208) [mg/m³]	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [mg/m³]	Gerät 2 (208) [mg/m³]
<b>Nullgas bei 230 V</b>				<b>Prüfgas bei 230 V</b>			
17.07.2008	07:40 - 07:55	0,01	0,00	17.07.2008	07:55 - 08:10	20,05	20,11
17.07.2008	09:40 - 09:55	0,01	-0,01	17.07.2008	09:55 - 10:10	20,11	20,16
17.07.2008	11:40 - 11:55	0,02	-0,01	17.07.2008	11:55 - 12:10	20,13	20,17
<b>Mittelwert</b>		<b>0,01</b>	<b>-0,01</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>20,10</b>	<b>20,15</b>
<b>Nullgas bei 210 V</b>				<b>Prüfgas bei 210 V</b>			
17.07.2008	08:10 - 08:25	0,03	0,01	17.07.2008	08:25 - 08:40	20,14	20,23
17.07.2008	10:10 - 10:25	0,00	0,02	17.07.2008	10:25 - 10:40	20,24	20,14
17.07.2008	12:10 - 12:25	0,00	0,01	17.07.2008	12:25 - 12:40	20,10	20,22
<b>Mittelwert</b>		<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>20,16</b>	<b>20,20</b>
<b>Nullgas bei 230 V</b>				<b>Prüfgas bei 230 V</b>			
17.07.2008	08:40 - 08:55	-0,01	0,01	17.07.2008	08:55 - 09:10	20,06	20,18
17.07.2008	10:40 - 10:55	0,00	0,00	17.07.2008	10:55 - 11:10	20,08	20,26
17.07.2008	12:40 - 12:55	0,00	-0,02	17.07.2008	12:55 - 13:10	19,94	20,19
<b>Mittelwert</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>20,03</b>	<b>20,21</b>
<b>Nullgas bei 245 V</b>				<b>Prüfgas bei 245 V</b>			
17.07.2008	09:10 - 09:25	0,02	-0,01	17.07.2008	09:25 - 09:40	20,06	20,18
17.07.2008	11:10 - 11:25	0,04	-0,01	17.07.2008	11:25 - 11:40	19,98	20,14
17.07.2008	13:10 - 13:25	0,02	0,01	17.07.2008	13:25 - 13:40	19,92	20,06
<b>Mittelwert</b>		<b>0,03</b>	<b>0,00</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>19,99</b>	<b>20,13</b>



## **A 5.2.15 Stromausfall**

*Bei Gerätestörungen und bei Stromausfall muss ein unkontrolliertes Ausströmen von Betriebs- und Kalibrier gas unterbunden sein. Die Geräteparameter sind durch eine Pufferung gegen Verlust durch Netzausfall zu schützen. Bei Spannungswiederkehr muss das Gerät automatisch wieder den messbereiten Zustand erreichen und gemäß der Betriebsvorgabe die Messung beginnen.*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Zusätzliche Geräte werden nicht benötigt.

### **Durchführung der Prüfung**

Durch Trennung des Netzsteckers während des Messbetriebes über einen Zeitraum von 10 h sowie für einen Zeitraum von 10 min, wurde ein Stromausfall simuliert. Bei der anschließenden Wiederinbetriebnahme liefen die Geräte dabei jedes Mal ohne erkennbare Fehlfunktionen wieder an und nahmen nach der Warmlaufzeit ihren normalen Messbetrieb wieder auf.

### **Auswertung**

Ein Stromausfall wurde durch Unterbrechung der Stromversorgung an beiden Geräten simuliert. Nach Wiederherstellung der Stromversorgung nach 10 h / 10 min schalteten beide Geräte automatisch wieder in den normalen Betriebsmodus. Die geräteinterne Pumpe schaltete während des Stromausfalls ab. Ein Ausströmen von Betriebsmitteln konnte nicht festgestellt werden.

### **Bewertung**

Ein Stromausfall hat keine negativen Auswirkungen auf die Messeinrichtung. Nach Wiederherstellung der Stromversorgung liefen die Geräte wieder in den normalen Messmodus.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## **A 5.2.16 Gerätefunktionen**

*Die wesentlichen Gerätefunktionen müssen durch telemetrisch übermittelbare Statussignale zu überwachen sein.*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Externer PC zur Datenaufnahme

### **Durchführung der Prüfung**

An den Messeinrichtungen wurde ein Datenerfassungssystem angeschlossen und über ein Netzwerk von einem externen Rechner angesteuert. Anschließend wurden die jeweiligen Betriebszustände (Betriebsbereitschaft, Wartung, Störung) an den Messeinrichtungen eingestellt und mittels Datenfernübertragung erfasst.

### **Auswertung**

Die Statussignale wurden von dem nachgeschalteten Datenerfassungssystem richtig erkannt. Alle Systemparameter werden kontinuierlich überwacht. Sobald ein Wert vom eingestellten Sollwert abweicht wird ein Warn oder Fehlerstatussignal gesetzt.

### **Bewertung**

Eine telemetrische Überwachung der Statussignale (Betriebszustände, Störungen) ist möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## **A 5.2.17 Umschaltung**

*Die Umschaltung zwischen Messung und Funktionskontrolle und/oder Kalibrierung muss telemetrisch durch rechnerseitige Steuerung und manuell auslösbar sein.*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Rechner mit Schnittstelle

### **Durchführung der Prüfung**

An den Messeinrichtungen wurde ein Datenerfassungssystem angeschlossen und über ein Netzwerk von einem externen Rechner angesteuert. Über den externen Rechner wurde eine Funktionskontrolle der Messeinrichtung durchgeführt.

### **Auswertung**

Die Umschaltung zwischen Mess- und Kalibrierbetrieb erfolgte automatisch. Der Betriebsmodus wird im Display angezeigt.

### **Bewertung**

Die Umschaltung zwischen den Betriebsmodi (Messung, Wartung) ist manuell und telemetrisch möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## A 5.2.18 Verfügbarkeit

*Die Verfügbarkeit der Messeinrichtung muss mindestens 90 % betragen.*

### Gerätetechnische Ausstattung

Zusätzliche Geräte werden nicht benötigt.

### Durchführung der Prüfung

Die Verfügbarkeit der Messeinrichtung wird im Feldtest ermittelt. Hierzu wird der Start- und Endzeitpunkt des Feldtests dokumentiert. Weiterhin werden alle Unterbrechungen der Prüfung, z.B. durch Störungen oder Wartungsarbeiten dokumentiert.

### Auswertung

Die Prozentuale Verfügbarkeit berechnet sich wie folgt:

$$V = \frac{t_E - (t_K + t_A + t_W)}{t_E} * 100\%$$

Dabei sind:

- t<sub>E</sub> Einsatzzeit
- t<sub>K</sub> Kalibrierzeit
- t<sub>A</sub> Ausfallzeit
- t<sub>W</sub> Wartungszeit
- V Verfügbarkeit

Die Zeiten zur Ermittlung der Verfügbarkeit sind für beide Messeinrichtungen der folgenden Tabelle 138 zu entnehmen:

*Tabelle 138: Verfügbarkeit der Messeinrichtung airpointer*

airpointer			Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
Einsatzzeit	t <sub>E</sub>	h	2568	2568
Kalibrierzeit	t <sub>K</sub>	h	94,5	94,5
Ausfallzeit	t <sub>A</sub>	h	0	0
Wartungszeit	t <sub>W</sub>	h	0,5	0,5
Verfügbarkeit	V	%	<b>96,3 %</b>	<b>96,3 %</b>

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 225 von 910

Die Kalibrierzeiten ergeben sich aus den täglichen Prüfgasaufgaben zur Bestimmung des Driftverhaltens und des Wartungsintervalls. Die Wartungszeit resultiert aus den Zeiten, die zum Austausch der geräteinternen Teflonfilter im Probengasweg benötigt wurden.

### **Bewertung**

Die Verfügbarkeit ist größer als 90 %, somit ist die Mindestanforderung erfüllt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## A 5.2.19 Konverterwirkungsgrad

*Bei Messeinrichtungen mit einem Konverter muss dessen Wirkungsgrad mindestens 95 % betragen.*

### Gerätetechnische Ausstattung

Nullgas, NO Prüfgas, Ozongenerator.

### Durchführung der Prüfung

Der Konverterwirkungsgrad wurde durch Gasphasentitration nach VDI 2453 Blatt 2 ermittelt. Die Messeinrichtungen wurden durch ein NO Prüfgas justiert. Anschließend wurde durch wechselweise Aufgabe von NO Prüfgas mit einer bestimmten Konzentration und anschließender Aufgabe der gleichen NO Prüfgaskonzentration mit Zugemischtem Ozon der Konverterwirkungsgrad bestimmt.

Nach den Anforderungen der VDI 4202 soll diese Prüfung am Anfang des Labortests und am Ende des Feldtests bei einer NO Konzentration von ca. 60 – 70 % des Messbereiches durchgeführt werden.

### Auswertung

Der Konverterwirkungsgrad wird nach folgender Formel ermittelt:

$$\eta = \left( 1 - \frac{c(NO_x)_{NO \text{ Prüfgas}} - c(NO_x)_{NO \text{ Prüfgas mit Ozon}}}{c(NO)_{NO \text{ Prüfgas}} - c(NO)_{NO \text{ Prüfgas mit Ozon}}} \right) * 100\%$$

Daraus ergeben sich folgende Konverterwirkungsgrade:

*Tabelle 139: Konverterwirkungsgrad airpointer am Anfang des Labortests*

Gerät 1 188	Kanal	NO Prüfgas	NO Prüfgas mit Ozon	Wirkungsgrad
		[µg/m³]	[µg/m³]	[%]
	c (NO)	350,3	189,2	99,3
	c (NO <sub>2</sub> )	0,5	160,4	
	c (NO <sub>x</sub> )	350,8	349,7	
Gerät 2 208	Kanal	NO Prüfgas	NO Prüfgas mit Ozon	Wirkungsgrad
		[µg/m³]	[µg/m³]	[%]
	c (NO)	351,1	188,7	99,4
	c (NO <sub>2</sub> )	-0,2	161,2	
	c (NO <sub>x</sub> )	350,8	349,9	

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 227 von 910

*Tabelle 140: Konverterwirkungsgrad airpointer am Ende des Feldtestes*

Gerät 1 188	Kanal	NO Prüfgas	NO Prüfgas mit Ozon	Wirkungsgrad
		[µg/m³]	[µg/m³]	[%]
	c (NO)	341,2	169,8	99,3
	c (NO <sub>2</sub> )	-1,2	168,9	
	c (NO <sub>x</sub> )	340,0	338,8	
Gerät 2 208	Kanal	NO Prüfgas	NO Prüfgas mit Ozon	Wirkungsgrad
		[µg/m³]	[µg/m³]	[%]
	c (NO)	342,6	171,6	98,7
	c (NO <sub>2</sub> )	0,2	169,0	
	c (NO <sub>x</sub> )	342,8	340,6	

### Bewertung

Der Konverterwirkungsgrad liegt bei beiden Messeinrichtungen vor dem Labortest und nach dem Feldtest über dem geforderten Wert von 95 %.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

## A 5.2.20 Wartungsintervall

*Das Wartungsintervall der Messeinrichtung ist zu ermitteln und anzugeben. Das Wartungsintervall sollte möglichst 28 Tage, muss jedoch mindestens 14 Tage betragen.*

### Gerätetechnische Ausstattung

Prüfstandards zur Bestimmung des Driftverhaltens.

### Durchführung der Prüfung

Im Rahmen der Prüfung ist festzustellen, welche Wartungsarbeiten in welchen Zeitabständen für die einwandfreie Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung erforderlich sind. Soweit gerätetechnisch keine aufwändigen Wartungsarbeiten in kürzeren Zeitabständen notwendig sind, ergibt sich das Wartungsintervall im Wesentlichen aus dem Driftverhalten der Messeinrichtung.

### Auswertung

Das theoretische Wartungsintervall ergibt sich aus der zulässigen Drift von 3 µg/m<sup>3</sup> für NO<sub>2</sub>, 2 µg/m<sup>3</sup> für SO<sub>2</sub>, 4 µg/m<sup>3</sup> für O<sub>3</sub> und 1 mg/m<sup>3</sup> dividiert durch die tägliche Drift.

*Tabelle 141: Theoretisches Wartungsintervall aus dem Driftverhalten am Nullpunkt für die Komponente NO<sub>2</sub>*

	Tägliche Drift [µg/(m <sup>3</sup> *d)]	Intervall [Tage]
Gerät 1 (188)	0,0061	491
Gerät 2 (208)	0,0064	468

*Tabelle 142: Theoretisches Wartungsintervall aus dem Driftverhalten am Referenzpunkt für die Komponente NO<sub>2</sub>*

	Tägliche Drift [µg/(m <sup>3</sup> *d)]	Intervall [Tage]
Gerät 1 (188)	0,0028	1071
Gerät 2 (208)	0,0078	384

*Tabelle 143: Theoretisches Wartungsintervall aus dem Driftverhalten am Nullpunkt für die Komponente SO<sub>2</sub>*

	Tägliche Drift [µg/(m <sup>3</sup> *d)]	Intervall [Tage]
Gerät 1 (188)	0,0078	256
Gerät 2 (208)	0,0102	196



**Tabelle 144:** Theoretisches Wartungsintervall aus dem Driftverhalten am Referenzpunkt für die Komponente SO<sub>2</sub>

	Tägliche Drift [ $\mu\text{g}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ ]	Intervall [Tage]
Gerät 1 (188)	-0,0034	588
Gerät 2 (208)	-0,0010	2000

**Tabelle 145:** Theoretisches Wartungsintervall aus dem Driftverhalten am Nullpunkt für die Komponente O<sub>3</sub>

	Tägliche Drift [ $\mu\text{g}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ ]	Intervall [Tage]
Gerät 1 (188)	0,0172	232
Gerät 2 (208)	0,0010	4000

**Tabelle 146:** Theoretisches Wartungsintervall aus dem Driftverhalten am Referenzpunkt für die Komponente O<sub>3</sub>

	Tägliche Drift [ $\mu\text{g}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ ]	Intervall [Tage]
Gerät 1 (188)	0,0060	666
Gerät 2 (208)	0,0269	148

**Tabelle 147:** Theoretisches Wartungsintervall aus dem Driftverhalten am Nullpunkt für die Komponente CO

	Tägliche Drift [ $\text{mg}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ ]	Intervall [Tage]
Gerät 1 (188)	0,0043	232
Gerät 2 (208)	0,0032	312

**Tabelle 148:** Theoretisches Wartungsintervall aus dem Driftverhalten am Referenzpunkt für die Komponente CO

	Tägliche Drift [ $\text{mg}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ ]	Intervall [Tage]
Gerät 1 (188)	-0,0029	344
Gerät 2 (208)	0,0049	204

Neben der Drift beeinflussen zusätzliche Wartungsarbeiten die Dauer des Wartungsintervall, welche sich bei den airpointer Messsystemen auf den Austausch der geräteinternen Teflonfilter am Probengaseingang beschränken. Die Filter sind am Probengaseingang angebracht und durch die seitliche Wartungsklappe gut zugänglich. Die Filter wurden während des Feldtests monatlich gewechselt.

Allein aus den Ergebnissen der Driftuntersuchungen hat die Messeinrichtung damit ein Wartungsintervall von mindestens 148 Tagen erreicht. Vorsorglich sollte der geräteinterne Staubfilter monatlich getauscht werden. Das notwendige Intervall ist letztendlich aber standortspezifisch zu ermitteln.

### **Bewertung**

Das Wartungsintervall beträgt 4 Wochen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 231 von 910

## A 5.2.21 Gesamtunsicherheit

*Die erweiterte Messunsicherheit der Messeinrichtung ist zu ermitteln. Dieser ermittelte Wert darf die Vorgaben der EU-Tochterrichtlinien zur Luftqualität nicht überschreiten.*

### Gerätetechnische Ausstattung

Keine zusätzlichen Geräte notwendig.

### Durchführung der Prüfung

Berechnung der Gesamtunsicherheit aus den Daten der durchgeführten Messreihen.

### Auswertung

Die Ermittlung der erweiterten Gesamtunsicherheit  $u_M$  der Messwerte der Messeinrichtung erfolgt nach Anhang C der VDI 4202 Blatt 1 aus den Unsicherheitsbeiträgen  $u_k$  der relevanten Verfahrenskenngrößen.

*Tabelle 149: Erweiterte Messunsicherheit der Einzelwerte für NO<sub>2</sub> von Gerät 1 (188) (Bezugswert  $I_2$  200 µg/m<sup>3</sup>)*

Verfahrenskenngröße für Gerät 1 (188)	Anforderung	Ergebnis		Unsicherheit $u$	Quadrat der Unsicherheit $u^2$
				µg/m <sup>3</sup>	(µg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Reproduzierbarkeit	10	25		1,20	1,44
Linearität	4 µg/m <sup>3</sup>	1,70	µg/m <sup>3</sup>	0,98	0,96
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	3 µg/m <sup>3</sup>	-0,4	µg/m <sup>3</sup>	-0,23	0,05
Temperaturabhängigkeit des Messwertes	3 % von $B_1$	0,9	µg/m <sup>3</sup>	0,52	0,27
Drift am Nullpunkt	3 µg/m <sup>3</sup>	0,183	µg/m <sup>3</sup>	0,11	0,01
Drift des Messwertes	3 % von $B_1$	0,084	µg/m <sup>3</sup>	0,05	0,00
Netzspannung	3 µg/m <sup>3</sup>	-0,1	µg/m <sup>3</sup>	-0,06	0,00
Querempfindlichkeiten	12 µg/m <sup>3</sup>	7,5	µg/m <sup>3</sup>	4,33	18,75
Unsicherheit des Prüfgases	4 µg/m <sup>3</sup>	4,0	µg/m <sup>3</sup>	4,00	16,00
				$\Sigma u^2$	37,49
				$U(c) = 2u(c)$	12,25
				<b><math>U(c)</math> / Bezug</b>	<b>6,12</b>

**Tabelle 150:** *Erweiterte Messunsicherheit der Mittelwerte für NO<sub>2</sub> von Gerät 1 (188) (Bezugswert I<sub>1</sub> 40 µg/m<sup>3</sup>)*

Verfahrenskenngröße für Gerät 1 (188)	Unsicherheit (Einzelwert)	Zeitbasis	Anzahl nk	Quadrat der Unsicherheit (Mittelwert) (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Reproduzierbarkeit	1,20	1 Stunde	7884	0,000
Linearität	0,98	1 Jahr	4	0,241
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	-0,23	1 Jahr	1	0,053
Temperaturabhängigkeit des Messwertes	0,52	1 Jahr	1	0,270
Drift am Nullpunkt	0,11	4 Wochen	12	0,001
Drift des Messwertes	0,05	4 Wochen	12	0,000
Netzspannung	-0,06	1 Jahr	1	0,003
Querempfindlichkeiten	4,33	3 Monate	4	4,688
$\Sigma u_m^2(c_k)$				5,256
$U(\bar{c}) = 2u(\bar{c})$				4,59
$\frac{U(\bar{c})}{\text{Bezug}}$				11,46

**Tabelle 151:** *Erweiterte Messunsicherheit der Einzelwerte für NO<sub>2</sub> von Gerät 2 (208) (Bezugswert I<sub>2</sub> 200 µg/m<sup>3</sup>)*

Verfahrenskenngröße für Gerät 2 (208)	Anforderung	Ergebnis		Unsicherheit u	Quadrat der Unsicherheit u <sup>2</sup>
				µg/m <sup>3</sup>	(µg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Reproduzierbarkeit	10	25		1,20	1,44
Linearität	4 µg/m <sup>3</sup>	-1,60	µg/m <sup>3</sup>	-0,92	0,85
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	3 µg/m <sup>3</sup>	0,5	µg/m <sup>3</sup>	0,29	0,08
Temperaturabhängigkeit des Messwertes	3 % von B <sub>1</sub>	0,8	µg/m <sup>3</sup>	0,46	0,21
Drift am Nullpunkt	3 µg/m <sup>3</sup>	0,192	µg/m <sup>3</sup>	0,11	0,01
Drift des Messwertes	3 % von B <sub>1</sub>	0,234	µg/m <sup>3</sup>	0,14	0,02
Netzspannung	3 µg/m <sup>3</sup>	0,3	µg/m <sup>3</sup>	0,17	0,03
Querempfindlichkeiten	12 µg/m <sup>3</sup>	8,4	µg/m <sup>3</sup>	4,85	23,52
Unsicherheit des Prüfgases	4 µg/m <sup>3</sup>	4,0	µg/m <sup>3</sup>	4,00	16,00
$\Sigma u^2$					42,17
$U(c) = 2u(c)$					12,99
$U(c) / \text{Bezug}$					6,49

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 233 von 910

*Tabelle 152: Erweiterte Messunsicherheit der Mittelwerte für NO<sub>2</sub> von Gerät 2 (208) (Bezugswert I<sub>1</sub> 40 µg/m<sup>3</sup>)*

Verfahrenskenngröße für Gerät 2 (208)	Unsicherheit (Einzelwert)	Zeitbasis	Anzahl nk	Quadrat der Unsicherheit (Mittelwert)
				(µg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Reproduzierbarkeit	1,20	1 Stunde	7884	0,000
Linearität	-0,92	1 Jahr	4	0,213
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	0,29	1 Jahr	1	0,083
Temperaturabhängigkeit des Messwertes	0,46	1 Jahr	1	0,213
Drift am Nullpunkt	0,11	4 Wochen	12	0,001
Drift des Messwertes	0,14	4 Wochen	12	0,002
Netzspannung	0,17	1 Jahr	1	0,030
Querempfindlichkeiten	4,85	3 Monate	4	5,880
$\Sigma u_m^2(c_k)$				6,423
$U(\bar{c}) = 2u(\bar{c})$				5,07
$\frac{U(\bar{c})}{\text{Bezug}}$				12,67

Zur Berechnung der erweiterten Messunsicherheiten wurden die Einzelergebnisse zu den jeweiligen Prüfpunkten zusammenfassend bewertet. Soweit aus den einzelnen Untersuchungen mehrere unabhängige Ergebnisse zur Verfügung standen, wurde der jeweils ungünstigste Wert eingesetzt.

Die Gesamtunsicherheiten ergeben sich zu 6,12 % bzw. 6,49 % für U(c) und 11,48 % bzw. 12,67 % für U( $\bar{c}$ ).

Für die Berechnung der Messunsicherheit der Mittelwerte (U( $\bar{c}$ )) wurde der Einfluss des Prüfgases nicht berücksichtigt. Die Unsicherheit des Prüfgases darf maximal 1,9 µg/m<sup>3</sup> oder 4,8 % bezogen auf den Bezugswert I<sub>1</sub> (40 µg/m<sup>3</sup>) für Gerät 1 (188) beziehungsweise maximal 1,6 µg/m<sup>3</sup> oder 4,0 % bezogen auf den Bezugswert I<sub>1</sub> (40 µg/m<sup>3</sup>) für Gerät 2 (208) betragen.

Die geforderte Messunsicherheit der Mittelwerte (U( $\bar{c}$ )) von maximal 15 % wurde von beiden Geräten erfüllt.

**Tabelle 153:** *Erweiterte Messunsicherheit der Einzelwerte für SO<sub>2</sub> von Gerät 1 (188) (Bezugswert I<sub>2</sub> 350 µg/m<sup>3</sup>)*

Verfahrenskenngröße für Gerät 1 (188)	Anforderung	Ergebnis		Unsicherheit u	Quadrat der Unsicherheit u <sup>2</sup>
				µg/m <sup>3</sup>	(µg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Reproduzierbarkeit	10	52		0,58	0,33
Linearität	7 µg/m <sup>3</sup>	4,20	µg/m <sup>3</sup>	2,42	5,88
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	2 µg/m <sup>3</sup>	0,7	µg/m <sup>3</sup>	0,40	0,16
Temperaturabhängigkeit des Messwertes	5 % von B <sub>1</sub>	0,8	µg/m <sup>3</sup>	0,46	0,21
Drift am Nullpunkt	2 µg/m <sup>3</sup>	0,234	µg/m <sup>3</sup>	0,14	0,02
Drift des Messwertes	5 % von B <sub>1</sub>	-0,102	µg/m <sup>3</sup>	-0,06	0,00
Netzspannung	2 µg/m <sup>3</sup>	0,4	µg/m <sup>3</sup>	0,23	0,05
Querempfindlichkeiten	21 µg/m <sup>3</sup>	-12,9	µg/m <sup>3</sup>	-7,45	55,47
Unsicherheit des Prüfgases	7 µg/m <sup>3</sup>	7,0	µg/m <sup>3</sup>	7,00	49,00
				Σu <sup>2</sup>	111,13
				U(c) = 2u(c)	21,08
				U(c) / Bezug	<b>6,02</b>

**Tabelle 154:** *Erweiterte Messunsicherheit der Mittelwerte für SO<sub>2</sub> von Gerät 1 (188) (Bezugswert I<sub>1</sub> 20 µg/m<sup>3</sup>)*

Verfahrenskenngröße für Gerät 1 (188)	Unsicherheit (Einzelwert)	Zeitbasis	Anzahl nk	Quadrat der Unsicherheit (Mittelwert)
				(µg/m³)²
Reproduzierbarkeit	0,58	1 Stunde	7884	0,000
Linearität	2,42	1 Jahr	1	5,880
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	0,40	1 Jahr	1	0,163
Temperaturabhängigkeit des Messwertes	0,46	1 Jahr	1	0,213
Drift am Nullpunkt	0,14	4 Wochen	12	0,002
Drift des Messwertes	-0,06	4 Wochen	12	0,000
Netzspannung	0,23	1 Jahr	1	0,053
Querempfindlichkeiten	-7,45	3 Monate	4	13,868
			$\Sigma u_m^2(c_k)$	20,179
			$U(\bar{c}) = 2u(\bar{c})$	8,98
			$\frac{U(\bar{c})}{\text{Bezug}}$	44,92

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 235 von 910

**Tabelle 155: Erweiterte Messunsicherheit der Einzelwerte für SO<sub>2</sub> von Gerät 2 (208) (Bezugswert I<sub>2</sub> 350 µg/m<sup>3</sup>)**

Verfahrenskenngröße für Gerät 2 (208)	Anforderung	Ergebnis		Unsicherheit u	Quadrat der Unsicherheit u <sup>2</sup>
				µg/m <sup>3</sup>	(µg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Reproduzierbarkeit	10	52		0,58	0,33
Linearität	7 µg/m <sup>3</sup>	2,90	µg/m <sup>3</sup>	1,67	2,80
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	2 µg/m <sup>3</sup>	0,4	µg/m <sup>3</sup>	0,23	0,05
Temperaturabhängigkeit des Messwertes	5 % von B <sub>1</sub>	1,0	µg/m <sup>3</sup>	0,58	0,33
Drift am Nullpunkt	2 µg/m <sup>3</sup>	0,306	µg/m <sup>3</sup>	0,18	0,03
Drift des Messwertes	5 % von B <sub>1</sub>	-0,030	µg/m <sup>3</sup>	-0,02	0,00
Netzspannung	2 µg/m <sup>3</sup>	-0,3	µg/m <sup>3</sup>	-0,17	0,03
Querempfindlichkeiten	21 µg/m <sup>3</sup>	9,7	µg/m <sup>3</sup>	5,60	31,36
Unsicherheit des Prüfgases	7 µg/m <sup>3</sup>	7,0	µg/m <sup>3</sup>	7,00	49,00
				Σu <sup>2</sup>	83,95
				U(c) = 2u(c)	18,32
				U(c) / Bezug	5,24

**Tabelle 156: Erweiterte Messunsicherheit der Mittelwerte für SO<sub>2</sub> von Gerät 2 (208) (Bezugswert I<sub>1</sub> 20 µg/m<sup>3</sup>)**

Verfahrenskenngröße für Gerät 2 (208)	Unsicherheit (Einzelwert)	Zeitbasis	Anzahl nk	Quadrat der Unsicherheit (Mittelwert)
				(µg/m³)²
Reproduzierbarkeit	0,58	1 Stunde	7884	0,000
Linearität	1,67	1 Jahr	1	2,803
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	0,23	1 Jahr	1	0,053
Temperaturabhängigkeit des Messwertes	0,58	1 Jahr	1	0,333
Drift am Nullpunkt	0,18	4 Wochen	12	0,003
Drift des Messwertes	-0,02	4 Wochen	12	0,000
Netzspannung	-0,17	1 Jahr	1	0,030
Querempfindlichkeiten	5,60	3 Monate	4	7,841
			$\Sigma u_m^2(c_k)$	11,064
			$U(\bar{c}) = 2u(\bar{c})$	6,65
			$\frac{U(\bar{c})}{\text{Bezug}}$	33,26

Zur Berechnung der erweiterten Messunsicherheiten wurden die Einzelergebnisse zu den jeweiligen Prüfpunkten zusammenfassend bewertet. Soweit aus den einzelnen Untersuchungen mehrere unabhängige Ergebnisse zur Verfügung standen, wurde der jeweils ungünstigste Wert eingesetzt.

Die Gesamtunsicherheiten ergeben sich zu 6,02% bzw. 5,24 % für U(c) und 44,92 % bzw. 33,26 % für U(c̄).

Die geforderte Messunsicherheit der Mittelwerte (U(c̄)) von maximal 15 % wurde von beiden Geräten nicht erfüllt. Wie zu sehen wird die Messunsicherheit maßgeblich von dem Faktor der Querempfindlichkeitsuntersuchungen beeinflusst. Beide Messgeräte erfüllen die Anforderungen der Querempfindlichkeit mit etwa 50 % besseren Ergebnissen als in diesem Prüfpunkt gefordert. Unter den gegebenen Bedingungen (Bezugswert von 20 µg/m<sup>3</sup>) ist die Messunsicherheit der Mittelwerte nicht einzuhalten. In der Neuauflage der VDI 4203 Blatt 3 (Vorentwurf 04 vom 30.05.2007) wird diese Auswertung vollständig verworfen.

**Tabelle 157:** *Erweiterte Messunsicherheit der Einzelwerte für O<sub>3</sub> von Gerät 1 (188) (Bezugswert I<sub>2</sub> 180 µg/m<sup>3</sup>)*

Verfahrenskenngröße für Gerät 1 (188)	Anforderung	Ergebnis		Unsicherheit u	Quadrat der Unsicherheit u <sup>2</sup>
				µg/m <sup>3</sup>	(µg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Reproduzierbarkeit	10	25		1,60	2,56
Linearität	4 µg/m <sup>3</sup>	2,70	µg/m <sup>3</sup>	1,56	2,43
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	4 µg/m <sup>3</sup>	0,5	µg/m <sup>3</sup>	0,29	0,08
Temperaturabhängigkeit des Messwertes	3 % von B <sub>1</sub>	0,9	µg/m <sup>3</sup>	0,52	0,27
Drift am Nullpunkt	4 µg/m <sup>3</sup>	0,516	µg/m <sup>3</sup>	0,30	0,09
Drift des Messwertes	3 % von B <sub>1</sub>	0,180	µg/m <sup>3</sup>	0,10	0,01
Netzspannung	4 µg/m <sup>3</sup>	0,2	µg/m <sup>3</sup>	0,12	0,01
Querempfindlichkeiten	10,8 µg/m <sup>3</sup>	9,1	µg/m <sup>3</sup>	5,25	27,60
Unsicherheit des Prüfgases	3,6 µg/m <sup>3</sup>	3,6	µg/m <sup>3</sup>	3,60	12,96
				Σu <sup>2</sup>	46,02
				U(c) = 2u(c)	13,57
				U(c) / Bezug	7,54

**Tabelle 158:** *Erweiterte Messunsicherheit der Mittelwerte für O<sub>3</sub> von Gerät 1 (188) (Bezugswert B<sub>1</sub> 80 µg/m<sup>3</sup>)*

Verfahrenskenngröße für Gerät 1 (188)	Unsicherheit (Einzelwert)	Zeitbasis	Anzahl nk	Quadrat der Unsicherheit (Mittelwert)
				(µg/m³)²
Reproduzierbarkeit	1,60	1 Stunde	7884	0,000
Linearität	1,56	1 Jahr	4	0,608
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	0,29	1 Jahr	1	0,083
Temperaturabhängigkeit des Messwertes	0,52	1 Jahr	1	0,270
Drift am Nullpunkt	0,30	4 Wochen	12	0,007
Drift des Messwertes	0,10	4 Wochen	12	0,001
Netzspannung	0,12	1 Jahr	1	0,013
Querempfindlichkeiten	5,25	3 Monate	4	6,901
			$\sum u_m^2(c_k)$	7,884
			$U(\bar{c}) = 2u(\bar{c})$	5,62
			$\frac{U(\bar{c})}{\text{Bezug}}$	7,02



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessanlage airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 237 von 910

**Tabelle 159: Erweiterte Messunsicherheit der Einzelwerte für O<sub>3</sub> von Gerät 2 (208) (Bezugswert I<sub>2</sub> 180 µg/m<sup>3</sup>)**

Verfahrenskenngröße für Gerät 2 (208)	Anforderung	Ergebnis		Unsicherheit u	Quadrat der Unsicherheit u <sup>2</sup>
				µg/m <sup>3</sup>	(µg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Reproduzierbarkeit	10	25		1,60	2,56
Linearität	4 µg/m <sup>3</sup>	3,20	µg/m <sup>3</sup>	1,85	3,41
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	4 µg/m <sup>3</sup>	0,7	µg/m <sup>3</sup>	0,40	0,16
Temperaturabhängigkeit des Messwertes	3 % von B <sub>1</sub>	0,8	µg/m <sup>3</sup>	0,46	0,21
Drift am Nullpunkt	4 µg/m <sup>3</sup>	0,030	µg/m <sup>3</sup>	0,02	0,00
Drift des Messwertes	3 % von B <sub>1</sub>	0,807	µg/m <sup>3</sup>	0,47	0,22
Netzspannung	4 µg/m <sup>3</sup>	0,5	µg/m <sup>3</sup>	0,29	0,08
Querempfindlichkeiten	10,8 µg/m <sup>3</sup>	10,1	µg/m <sup>3</sup>	5,83	34,00
Unsicherheit des Prüfgases	3,6 µg/m <sup>3</sup>	3,6	µg/m <sup>3</sup>	3,60	12,96
				Σu <sup>2</sup>	53,61
				U(c) = 2u(c)	14,64
				U(c) / Bezug	8,14

**Tabelle 160: Erweiterte Messunsicherheit der Mittelwerte für O<sub>3</sub> von Gerät 2 (208) (Bezugswert B<sub>1</sub> 80 µg/m<sup>3</sup>)**

Verfahrenskenngröße für Gerät 2 (208)	Unsicherheit (Einzelwert)	Zeitbasis	Anzahl nk	Quadrat der Unsicherheit (Mittelwert)
				(µg/m³)²
Reproduzierbarkeit	1,60	1 Stunde	7884	0,000
Linearität	1,85	1 Jahr	4	0,853
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	0,40	1 Jahr	1	0,163
Temperaturabhängigkeit des Messwertes	0,46	1 Jahr	1	0,213
Drift am Nullpunkt	0,02	4 Wochen	12	0,000
Drift des Messwertes	0,47	4 Wochen	12	0,018
Netzspannung	0,29	1 Jahr	1	0,083
Querempfindlichkeiten	5,83	3 Monate	4	8,501
			$\Sigma u_m^2(c_k)$	9,833
			$U(\bar{c}) = 2u(\bar{c})$	6,27
			$\frac{U(\bar{c})}{\text{Bezug}}$	7,84

Zur Berechnung der erweiterten Messunsicherheiten wurden die Einzelergebnisse zu den jeweiligen Prüfpunkten zusammenfassend bewertet. Soweit aus den einzelnen Untersuchungen mehrere unabhängige Ergebnisse zur Verfügung standen, wurde der jeweils ungünstigste Wert eingesetzt.

Die Gesamtunsicherheiten ergeben sich zu 7,54% bzw. 8,14 % für U(c) und 7,02 % bzw. 7,84 % für U(c̄).

Da für die Komponente O<sub>3</sub> kein IGW<sub>1</sub> Wert existiert wurde zur Ermittlung der Messunsicherheit der Mittelwerte (U(c̄)) als Bezugswert der Wert B<sub>1</sub> = 80 µg/m<sup>3</sup> verwendet. Für die Berechnung der Messunsicherheit der Mittelwerte (U(c̄)) wurde der Einfluss des Prüfgases nicht berücksichtigt. Die Unsicherheit des Prüfgases darf maximal 5,3 µg/m<sup>3</sup> oder 6,6 % bezogen auf den Bezugswert B<sub>1</sub> (80 µg/m<sup>3</sup>) für Gerät 1 (188) beziehungsweise maximal 5,1 µg/m<sup>3</sup> oder 6,4 % bezogen auf den Bezugswert B<sub>1</sub> (80 µg/m<sup>3</sup>) für Gerät 2 (208) betragen.

Die geforderte Messunsicherheit der Mittelwerte (U(c̄)) von maximal 15 % wurde von beiden Geräten erfüllt.

**Tabelle 161:** *Erweiterte Messunsicherheit der Einzelwerte für CO von Gerät 188 (Bezugswert B<sub>1</sub> 20 mg/m<sup>3</sup>)*

Verfahrenskenngröße für Gerät 1 (188)	Anforderung	Ergebnis		Unsicherheit u	Quadrat der Unsicherheit u <sup>2</sup>
				mg/m <sup>3</sup>	(mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Reproduzierbarkeit	10	48		0,63	0,39
Linearität	0,6 mg/m <sup>3</sup>	0,33	mg/m <sup>3</sup>	0,19	0,04
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	1 mg/m <sup>3</sup>	0,05	mg/m <sup>3</sup>	0,03	0,00
Temperaturabhängigkeit des Messwertes	1 mg/m <sup>3</sup>	0,30	mg/m <sup>3</sup>	0,17	0,03
Drift am Nullpunkt	1 mg/m <sup>3</sup>	0,129	mg/m <sup>3</sup>	0,07	0,01
Drift des Messwertes	1 mg/m <sup>3</sup>	-0,087	mg/m <sup>3</sup>	-0,05	0,00
Netzspannung	1 mg/m <sup>3</sup>	0,06	mg/m <sup>3</sup>	0,03	0,00
Querempfindlichkeiten	1,8 mg/m <sup>3</sup>	-0,88	mg/m <sup>3</sup>	-0,51	0,26
Unsicherheit des Prüfgases	0,6 mg/m <sup>3</sup>	0,60	mg/m <sup>3</sup>	0,60	0,36
				$\Sigma u^2$	1,09
				$U(c) = 2u(c)$	2,08
				$U(c) / \text{Bezug}$	10,42

**Tabelle 162:** *Erweiterte Messunsicherheit der Mittelwerte für CO von Gerät 188 (Bezugswert IGW<sub>1</sub> 10 mg/m<sup>3</sup>)*

Verfahrenskenngröße für Gerät 1 (188)	Unsicherheit (Einzelwert)	Zeitbasis	Anzahl nk	Quadrat der Unsicherheit (Mittelwert)
				(µg/m³)²
Reproduzierbarkeit	0,63	1 Stunde	7884	0,000
Linearität	0,19	1 Jahr	1	0,036
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	0,03	1 Jahr	1	0,001
Temperaturabhängigkeit des Messwertes	0,17	1 Jahr	1	0,030
Drift am Nullpunkt	0,07	4 Wochen	12	0,000
Drift des Messwertes	-0,05	4 Wochen	12	0,000
Netzspannung	0,03	1 Jahr	1	0,001
Querempfindlichkeiten	-0,51	3 Monate	4	0,065
			$\Sigma u_m^2(c_k)$	0,134
			$U(\bar{c}) = 2u(\bar{c})$	0,73
			$\frac{U(\bar{c})}{\text{Bezug}}$	7,31

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 239 von 910

**Tabelle 163:** *Erweiterte Messunsicherheit der Einzelwerte für CO von Gerät 208 (Bezugswert B<sub>1</sub> 20 mg/m<sup>3</sup>)*

Verfahrenskenngröße für Gerät 2 (208)	Anforderung	Ergebnis		Unsicherheit u	Quadrat der Unsicherheit u <sup>2</sup>
				mg/m <sup>3</sup>	(mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Reproduzierbarkeit	10	48		0,63	0,39
Linearität	0,6 mg/m <sup>3</sup>	-0,48	mg/m <sup>3</sup>	-0,28	0,08
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	1 mg/m <sup>3</sup>	0,06	mg/m <sup>3</sup>	0,03	0,00
Temperaturabhängigkeit des Messwertes	1 mg/m <sup>3</sup>	0,13	mg/m <sup>3</sup>	0,08	0,01
Drift am Nullpunkt	1 mg/m <sup>3</sup>	0,096	mg/m <sup>3</sup>	0,06	0,00
Drift des Messwertes	1 mg/m <sup>3</sup>	0,147	mg/m <sup>3</sup>	0,08	0,01
Netzspannung	1 mg/m <sup>3</sup>	-0,08	mg/m <sup>3</sup>	-0,05	0,00
Querempfindlichkeiten	1,8 mg/m <sup>3</sup>	-0,77	mg/m <sup>3</sup>	-0,44	0,20
Unsicherheit des Prüfgases	0,6 mg/m <sup>3</sup>	0,60	mg/m <sup>3</sup>	0,60	0,36
				Σu <sup>2</sup>	1,04
				U(c) = 2u(c)	2,04
				U(c) / Bezug	10,22

**Tabelle 164:** *Erweiterte Messunsicherheit der Mittelwerte für CO von Gerät 208 (Bezugswert IGW<sub>1</sub> 10 mg/m<sup>3</sup>)*

Verfahrenskenngröße für Gerät 2 (208)	Unsicherheit (Einzelwert)	Zeitbasis	Anzahl nk	Quadrat der Unsicherheit (Mittelwert)
				(µg/m³)²
Reproduzierbarkeit	0,63	1 Stunde	7884	0,000
Linearität	-0,28	1 Jahr	1	0,077
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	0,03	1 Jahr	1	0,001
Temperaturabhängigkeit des Messwertes	0,08	1 Jahr	1	0,006
Drift am Nullpunkt	0,06	4 Wochen	12	0,000
Drift des Messwertes	0,08	4 Wochen	12	0,001
Netzspannung	-0,05	1 Jahr	1	0,002
Querempfindlichkeiten	-0,44	3 Monate	4	0,049
			$\Sigma u_m^2(c_k)$	0,136
			$U(\bar{c}) = 2u(\bar{c})$	0,74
			$\frac{U(\bar{c})}{\text{Bezug}}$	7,38

Zur Berechnung der erweiterten Messunsicherheiten wurden die Einzelergebnisse zu den jeweiligen Prüfpunkten zusammenfassend bewertet. Da für CO kein IGW<sub>2</sub> Wert existiert, wurde zur Berechnung der Unsicherheit der Bezugswert B<sub>1</sub> (B<sub>1</sub> = 20 mg/m<sup>3</sup>) verwendet. Zur Berechnung der Gesamtunsicherheit des Jahresmittelwertes U(c̄) wurde nach VDI 4202 Blatt 1 der Bezugswert IGW<sub>1</sub> (10 mg/m<sup>3</sup>) verwendet. Soweit aus den einzelnen Untersuchungen mehrere unabhängige Ergebnisse zur Verfügung standen, wurde der jeweils ungünstigste Wert eingesetzt.

Die Gesamtunsicherheiten ergeben sich zu 10,42 % bzw. 10,22 % für U(c) und 7,31 % bzw. 7,38 % für U(c̄).

Die geforderte Messunsicherheit der Mittelwerte (U(c̄)) von maximal 15 % wurde von beiden Geräten erfüllt.

## **Bewertung**

Die ermittelten Gesamtunsicherheiten betragen

6,12 bzw. 6,49 für NO<sub>2</sub>

6,02 bzw. 5,24 für SO<sub>2</sub>

7,54 bzw. 8,14 für O<sub>3</sub>

10,42 bzw. 10,22 für CO

Und unterschreiten damit die geforderte Gesamtunsicherheiten von 15 %.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## **A 5.4 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen**

*Mehrkomponentenmesseinrichtungen müssen die Anforderungen für jede Einzelkomponente erfüllen, auch bei Simultanbetrieb aller Messkanäle.*

*Bei sequentielltem Betrieb muss die Bildung von Stundenmittelwerten gesichert sein.*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Hier nicht notwendig.

### **Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung und Auswertung erfolgte gemäß den Prüfvorschriften für jede einzelne Komponente. Während der gesamten Prüfung waren alle geprüften Messkanäle aktiviert. Die einzelnen Messmodule sind auf Einschubfächern im Basisgerät angebracht und parallel an einen Hauptmessgasstrom angeschlossen. Die Funktion von angeschlossenen Messmodulen ist auch gewährleistet wenn einzelne oder mehrere Module fehlen.

Außerdem kann die Messeinrichtung mit zusätzlichen Modulen zur Bestimmung von PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, VOC, elektrochemischen Zellen, Modulen zur Verkehrszählung sowie Modulen zur Erfassung meteorologischen Daten ausgestattet werden. Die zusätzlichen Module beeinflussen nicht die eigentliche Messung.

### **Auswertung**

Die entsprechenden Auswertungen sind bei den jeweiligen Prüfpunkten dargestellt.

### **Bewertung**

Bei der Bewertung der Mindestanforderungen lagen die Messergebnisse für alle Kanäle simultan vor.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

**Leerseite**

# Anhang B

## Prüfpunkte und Auswertung nach DIN EN 14211 für die Komponente NO

Zur besseren Übersichtlichkeit und Vergleichbarkeit mit den Mindestanforderungen orientiert sich die Nummerierung der Prüfpunkte im Anhang B an der Nummerierung der Verfahren zur Bestimmung der Leistungskenngrößen bei der Labor und Feldprüfung der DIN EN 14211.

## **B [NO] 8.4 Bestimmung der Leistungskenngrößen im Labor**

*Die Bestimmung der Leistungskenngrößen im Labor als Teil der Eignungsprüfung ist von einer benannten Stelle durchzuführen. Die Qualität der bei den beschriebenen Prüfverfahren benutzten Materialien und der Ausrüstung muss die in diesem Dokument angegebenen Anforderungen erfüllen. Die Laborprüfung ist mit mindestens zwei Messgeräte durchzuführen.*

### **Prüfbedingungen**

Vor Inbetriebnahme des Messgerätes ist die Betriebsanleitung des Herstellers insbesondere hinsichtlich der Aufstellung des Gerätes und der Qualität und Menge des erforderlichen Verbrauchsmaterials zu befolgen.

Vor Durchführung der Prüfungen ist die vom Hersteller festgelegte Einlaufzeit einzuhalten. Falls die Einlaufzeit nicht festgelegt ist, wird eine Mindestzeit von 4 h empfohlen.

Vor der Aufgabe von Prüfgasen auf das Messgerät muss das Prüfgassystem ausreichend lange betrieben worden sein, um stabile Konzentrationen liefern zu können.

Die meisten Messsysteme können das Ausgangssignal als fließenden Mittelwert einer einstellbaren Zeitspanne ausgeben. Einige Systeme passen diese Integrationszeit automatisch als Funktion der Frequenz der Konzentrationsschwankungen der gemessenen Komponente an. Diese Optionen werden typischerweise zur Glättung der Ausgabedaten verwendet. Es ist zu belegen, dass der eingestellte Wert für die Mittelungszeit oder die Verwendung eines aktiven Filters das Ergebnis der Prüfung der Mittelungszeit und der Einstellzeit nicht beeinflussen.

Während der Labor- und Feldprüfungen der Eignungsprüfung müssen die Geräteeinstellungen den Herstellerangaben entsprechen. Alle Einstellungen sind im Prüfbericht festzuhalten.

Falls bei einer Prüfung die Konzentration des 1-Stunden-Grenzwertes erwähnt wird, ist eine NO-Konzentration von 505 nmol/mol zu verwenden, sofern nichts anderes festgelegt ist.

Zur Bestimmung der verschiedenen Leistungskenngrößen sind auf nationale Standards rückführbare Prüfgase zu verwenden, sofern in der DIN EN 14211 nichts anderes festgelegt ist.

Zur Bestimmung der verschiedenen Leistungskenngrößen sind auf nationale Standards rückführbare Prüfgase zu verwenden, sofern in diesem Dokument nichts anderes festgelegt ist.

Die Unsicherheit der für die Labor- und Feldprüfungen verwendeten Null- und Spangase dürfen nicht signifikant sein.

Die TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH ist anerkannte Messstelle nach § 26 BImSchG und akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025.

Die Laborprüfung wurde nach den in der DIN EN 14211 vorgeschriebenen Qualitätsanforderungen mit 2 Messgeräten durchgeführt.

Eine Zusammenfassung der Bewertung ist in Tabelle 3 aufgeführt.



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 245 von 910

*Tabelle 165: Relevante Leistungskenngrößen und Leistungskriterien der DIN EN 14211*

Nr.	Leistungskenngröße	Symbol	Abschnitt	Leistungskriterium
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	$S_{r,z}$	8.4.5	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol}$
2	Wiederholstandardabweichung bei der Konzentration ct	$S_{r,ct}$	8.4.5	$\leq 3,0 \text{ nmol/mol}$
3	„lack of fit“ (Abweichung von der linearen Regression)		8.4.6	
3a	Größte Abweichung von der linearen Regressionsfunktion bei Konzentrationen größer Null	$X_l$		$\leq 4 \text{ \% des Messwertes}$
3b	Abweichung bei Null	$X_{l,z}$		$\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$
4	Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes	$b_{gp}$	8.4.7	$\leq 8,0 \text{ nmol/mol/kPa}$
5	Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur	$b_{gt}$	8.4.8	$\leq 3,0 \text{ nmol/mol/K}$
6	Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	$b_{st}$	8.4.9	$\leq 3,0 \text{ nmol/mol/K}$
7	Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	$b_v$	8.4.10	$\leq 0,3 \text{ nmol/mol/V}$
8	Störkomponenten bei Null und der Konzentration ct		8.4.11	
8a	H <sub>2</sub> O Konzentration 19mmol/mol	$X_{H_2O,z,ct}$		H <sub>2</sub> O $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$
8b	CO <sub>2</sub> Konzentration 500 $\mu\text{mol/mol}$	$X_{CO_2,z,ct}$		CO <sub>2</sub> $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$
8c	O <sub>3</sub> Konzentration 200 nmol/mol	$X_{O_3,z,ct}$		O <sub>3</sub> $\leq 2,0 \text{ nmol/mol}$
8d	NH <sub>3</sub> Konzentration 200 nmol/mol	$X_{NH_3,z,ct}$		NH <sub>3</sub> $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$
9	Mittelungseinfluss	$X_{av}$	8.4.12	$\leq 7,0 \text{ \% des Messwertes}$
10	Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen	$S_{r,f}$	8.5.5	$\leq 5,0 \text{ \% des Mittels über einen Zeitraum von 3 Monaten}$
11	Langzeitdrift bei Null	$D_{l,z}$	8.5.4	$\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$
12	Langzeitdrift beim Spannniveau	$D_{l,s}$	8.5.4	$\leq 5,0 \text{ \% des Maximums des Zertifizierungsbereiches}$
13	Kurzzeitdrift bei Null	$D_{s,z}$	8.4.4	$\leq 2,0 \text{ nmol/mol über 12 h}$
14	Kurzzeitdrift beim Spannniveau	$D_{s,s}$	8.4.4	$\leq 6,0 \text{ nmol/mol über 12 h}$
15	Einstellzeit (Anstieg)	$t_r$	8.4.3	$\leq 180 \text{ s}$
16	Einstellzeit (Abfall)	$t_f$	8.4.3	$\leq 180 \text{ s}$
17	Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit	$t_d$	8.4.3	$\leq 10 \text{ \% relative Differenz oder 10 s, je nachdem, welcher Wert größer ist}$
18	Differenz Proben/Kalibriereingang	$D_{SC}$	8.4.13	$\leq 1 \text{ \%}$
19	Kontrollintervall		8.5.6	3 Monate oder weniger
20	Verfügbarkeit des Messgerätes	$A_a$	8.5.7	$> 90 \text{ \%}$
21	Konverterwirkungsgrad	$E_{conv}$	8.5.6	$\geq 98 \text{ \%}$
22	Anstieg der NO <sub>2</sub> -Konzentration durch die Verweilzeit im Messgerät	$\Delta C_{TR}$		$\leq 4,0 \text{ nmol/mol}$

## B [NO] 8.4.3 Einstellzeit

*Einstellzeit (Anstieg) und Einstellzeit (Abfall) jeweils ≤ 180 s. Differenz zwischen Anstiegs- und Abfallzeit ≤ 10 % relative Differenz oder 10 s, je nachdem welcher Wert größer ist.*

### Prüfvorschriften

Die Einstellzeit des Messgerätes muss bei dem vom Hersteller angegebenen Nennvolumen-durchfluss bestimmt werden.

Der Probendurchfluss ist dementsprechend der Anforderung nach 8.4.2 (± 1 %) während der Prüfung konstant zu halten.

Zur Bestimmung der Einstellzeit wird die auf das Messgerät aufgegebene Konzentration sprunghaft von weniger als 20 % auf ungefähr 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches geändert, und umgekehrt.

Der Wechsel von Null- auf Spangas muss unmittelbar unter Verwendung eines geeigneten Ventils durchgeführt werden. Der Ventilauslass muss direkt am Einlass des Messgerätes montiert sein und sowohl Null- als auch Spangas müssen mit dem gleichen Überschuss angeboten werden, der mit Hilfe eines T-Stücks abgeleitet wird. Die Gasdurchflüsse von Null- und Spangas müssen so gewählt werden, dass die Totzeit im Ventil und im T-Stück im Vergleich zur Totzeit des Messgerätes vernachlässigbar ist. Der sprunghafte Wechsel wird durch Umschalten des Ventils von Null- auf Spangas herbeigeführt. Dieser Vorgang muss zeitlich abgestimmt sein und ist der Startpunkt (t=0) für die Totzeit (Anstieg) nach Bild 13. Wenn das Gerät 98 % der aufgegebenen Konzentration anzeigt, kann wieder auf Nullgas umgestellt werden und dieser Vorgang ist der Startpunkt (t=0) für die Totzeit (Abfall). Wenn das Gerät 2 % der aufgegebenen Konzentration anzeigt, ist der in Abbildung 62 gezeigte Zyklus vollständig abgelaufen.

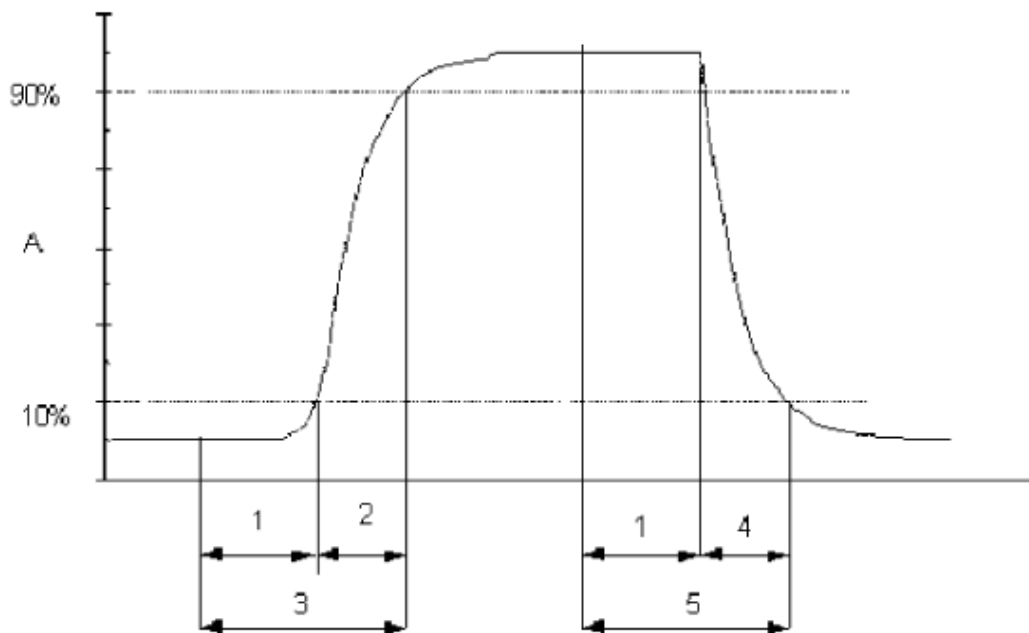
Die zwischen dem Beginn der sprunghaften Änderung und dem Erreichen von 90 % der endgültigen stabilen Anzeige des Messgerätes vergangene Zeit (Einstellzeit) wird gemessen. Der gesamte Zyklus muss viermal wiederholt werden. Der Mittelwert der vier Einstellzeiten (Anstieg) und der Mittelwert der vier Einstellzeiten (Abfall) werden berechnet.

Die relative Differenz der Einstellzeit wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$t_d = \left| \frac{t_r - t_f}{t_r} \right| \times 100\%$$

Mit  $t_d$  die relative Differenz zwischen Anstiegszeit und Abfallzeit  
 $t_r$  die Einstellzeit (Anstieg) (Mittelwert von 4 Messungen) (s)  
 $t_f$  die Einstellzeit (Abfall) (Mittelwert von 4 Messungen) (s)

$t_r$ ,  $t_f$  und  $t_d$  müssen die oben angegebenen Leistungskriterien erfüllen.



#### Legende

- A Signal des Messgeräts
- 1 Totzeit
- 2 Anstiegszeit
- 3 Einstellzeit (Anstieg)
- 4 Abfallzeit
- 5 Einstellzeit (Abfall)

Abbildung 62: Veranschaulichung der Einstellzeit

### Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14211 durchgeführt. Zur Datenaufzeichnung der Sekundenwerte wurde das Bayern/Hessenprotokoll verwendet.

Nach DIN EN 14211 muss die Einstellzeit für die Komponenten NO und NO<sub>2</sub> ermittelt werden.

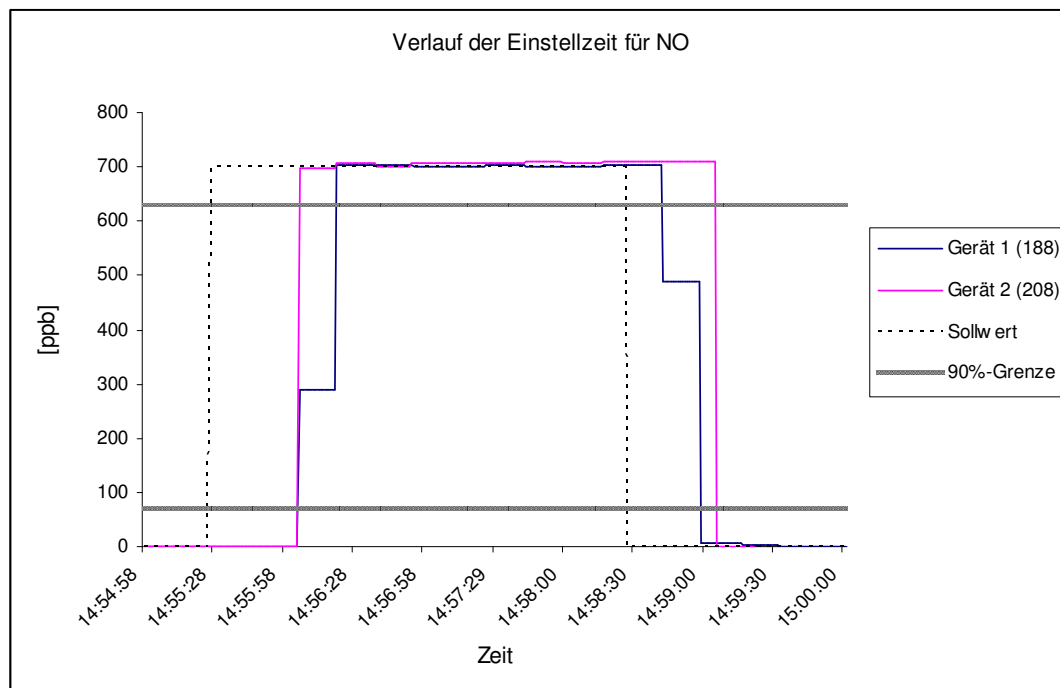
## Auswertung

*Tabelle 166: Einstellzeiten der beiden Messeinrichtungen für die Komponente NO*

Start Wert [ppb]	Ziel Wert 90 % [ppb]		Zeit Gerät 1 (188) [s]	Zeit Gerät 2 (208) [s]	Anforderung DIN EN 14211 [s]	Anforderung erfüllt?
0	630	$t_r$	44	42	180	ja
700	70	$t_f$	39	42	180	ja
	<b>Differenz</b>		<b>5</b>	<b>0</b>		
0	630	$t_r$	38	37	180	ja
700	70	$t_f$	35	41	180	ja
	<b>Differenz</b>		<b>3</b>	<b>4</b>		
0	630	$t_r$	41	43	180	ja
700	70	$t_f$	38	39	180	ja
	<b>Differenz</b>		<b>3</b>	<b>4</b>		
0	630	$t_r$	37	35	180	ja
700	70	$t_f$	42	39	180	ja
	<b>Differenz</b>		<b>5</b>	<b>4</b>		

Für Gerät 2 (188) ergibt sich ein maximales  $t_r$  von 44s, ein maximales  $t_f$  von 42s und ein  $t_d$  von 3,7 %.

Für Gerät 1 (208) ergibt sich ein maximales  $t_r$  von 43s, ein maximales  $t_f$  von 42s und ein  $t_d$  von -2,5 %.



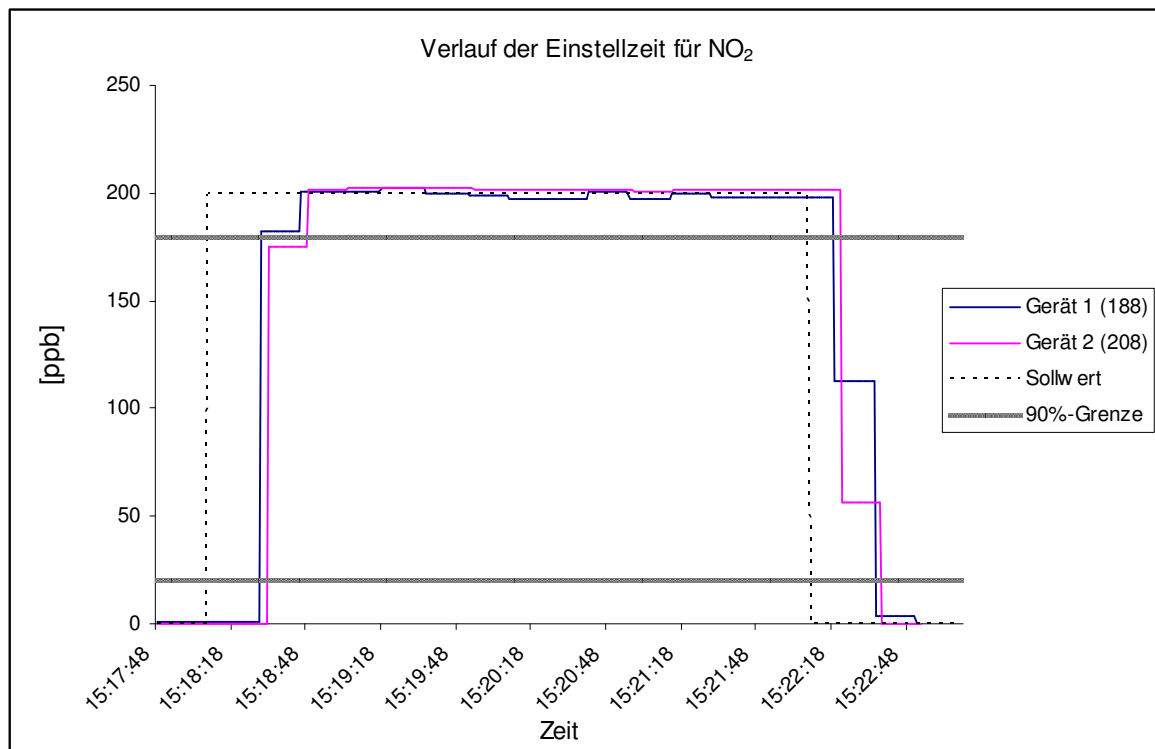
*Abbildung 63: Verlauf der Einstellzeit für die Komponente NO*

*Tabelle 167: Einstellzeit der beiden Geräte für die Komponente NO<sub>2</sub>*

Start Wert [ppb]	Ziel Wert 90 % [ppb]		Zeit Gerät 1 (188) [s]	Zeit Gerät 2 (208) [s]	Anforderung DIN EN 14211 [s]	Anforderung erfüllt?
0	180	t <sub>r</sub>	27	29	180	ja
200	20	t <sub>f</sub>	24	27	180	ja
	<b>Differenz</b>		<b>3</b>	<b>2</b>		
0	180	t <sub>r</sub>	26	26	180	ja
200	20	t <sub>f</sub>	25	24	180	ja
	<b>Differenz</b>		<b>1</b>	<b>2</b>		
0	180	t <sub>r</sub>	27	31	180	ja
200	20	t <sub>f</sub>	26	27	180	ja
	<b>Differenz</b>		<b>1</b>	<b>4</b>		
0	180	t <sub>r</sub>	25	25	180	ja
200	20	t <sub>f</sub>	24	26	180	ja
	<b>Differenz</b>		<b>1</b>	<b>1</b>		

Für Gerät 1 (188) ergibt sich ein maximales t<sub>r</sub> von 27s, ein maximales t<sub>f</sub> von 26s und ein t<sub>d</sub> von 5,7 %.

Für Gerät 2 (208) ergibt sich ein maximales t<sub>r</sub> von 31s, ein maximales t<sub>f</sub> von 27s und ein t<sub>d</sub> von 6,3 %.



*Abbildung 64: Verlauf der Einstellzeit für die Komponente NO<sub>2</sub>*

## **Bewertung**

Die maximal zulässige Einstellzeit von 180 s wird in allen Fällen deutlich unterschritten. Die absolute sowie die relative Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit liegt innerhalb der Anforderungen.

Mindestanforderung erfüllt?   ja

## **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich

## **B [NO] 8.4.4 Kurzzeitdrift**

*Kurzzeitdrift bei Null  $\leq 2,0$  nmol/mol/12h (entspricht 2 ppb/12h)*

*Kurzzeitdrift beim Spannniveau  $\leq 6,0$  nmol/mol/12h (entspricht 6 ppb/12h)*

### **Prüfvorschriften**

Nach der zur Stabilisierung erforderlichen Zeit wird das Messgerät beim Null- und Spannniveau (etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches) eingestellt. Nach der Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden 20 Einzelmessungen zuerst bei Null und dann bei der Span-Konzentration durchgeführt. Aus diesen 20 Einzelmessungen wird jeweils der Mittelwert für das Null- und Spannniveau berechnet.

Das Messgerät ist unter den Laborbedingungen in Betrieb zu halten. Nach einer Zeitspanne von 12 h werden Null- und Spangas auf das Messgerät aufgegeben. Nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden 20 Einzelmessungen zuerst bei Null und dann bei der Span-Konzentration durchgeführt. Die Mittelwerte für Null- und Spannniveau werden berechnet.

Die Kurzzeitdrift beim Null und Spannniveau ist:

$$D_{S,Z} = (C_{Z,2} - C_{Z,1})$$

Dabei ist:

$D_{S,Z}$  die 12-Stunden-Drift beim

$C_{Z,1}$  der Mittelwert der Nullgasmessung zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{Z,2}$  der Mittelwert der Nullgasmessung am Ende der Driftzeitspanne

$D_{S,Z}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

$$D_{S,S} = (C_{S,2} - C_{S,1}) - D_{S,Z}$$

Dabei ist:

$D_{S,S}$  die 12-Stunden-Drift beim Spannniveau

$C_{S,1}$  der Mittelwert der Spangasmessung zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{S,2}$  der Mittelwert der Spangasmessung am Ende der Driftzeitspanne

$D_{S,S}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

## Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14211 durchgeführt.

## Auswertung

*Tabelle 168: Ergebnisse der Kurzzeitdrift*

	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
	[ppb]	[ppb]
$C_{z,1}$	0,7	0,6
$C_{z,2}$	0,7	0,3
$D_{s,z}$	<b>0,0</b>	<b>-0,3</b>
Anforderung	2 ppb	2 ppb
erfüllt ?	<b>ja</b>	<b>ja</b>
$C_{s,1}$	730,6	734,0
$C_{s,2}$	732,1	732,8
$D_{s,s}$	<b>1,5</b>	<b>-0,9</b>
Anforderung	6 ppb	6 ppb
erfüllt ?	<b>ja</b>	<b>ja</b>

## Bewertung

Es ergeben sich folgende Kurzzeitdriften am Nullpunkt ( $D_{s,z}$ )

Gerät 1 (188): 0,0 ppb/12 h

Gerät 2 (208): -0,3 ppb/12 h

Es ergeben sich folgende Kurzzeitdriften am Spanpunkt ( $D_{s,s}$ )

Gerät 1 (188): 1,5 ppb/12 h

Gerät 2 (208): -0,9 ppb/12 h

Die Anforderungen zur Kurzzeitdrift werden eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind der Tabelle 169 und Tabelle 170 zu entnehmen.



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 253 von 910

*Tabelle 169: Einzelwerte der Ermittlung der Kurzzeitdrift für Gerät 1 (188)*

Anfangswerte				Werte nach 12 h			
Nullpunkt		Referenzpunkt		Nullpunkt		Referenzpunkt	
[Uhrzeit]	[ppb]	[Uhrzeit]	[ppb]	[Uhrzeit]	[ppb]	[Uhrzeit]	[ppb]
07:05	0,7	7:34	730,5	19:05	0,6	19:34	731,6
07:06	0,7	7:35	733,6	19:06	0,6	19:35	729,8
07:07	0,8	7:36	730,6	19:07	0,6	19:36	732,5
07:08	0,7	7:37	730,0	19:08	0,6	19:37	732,7
07:09	0,7	7:38	729,1	19:09	0,6	19:38	733,4
07:10	0,7	7:39	729,2	19:10	0,6	19:39	732,1
07:11	0,7	7:40	729,1	19:11	0,6	19:40	734,5
07:12	0,7	7:41	730,5	19:12	0,7	19:41	734,9
07:13	0,7	7:42	730,9	19:13	0,7	19:42	728,5
07:14	0,6	7:43	730,5	19:14	0,7	19:43	729,4
07:15	0,6	7:44	730,4	19:15	0,7	19:44	731,6
07:16	0,6	7:45	730,8	19:16	0,8	19:45	731,8
07:17	0,7	7:46	730,4	19:17	0,8	19:46	733,6
07:18	0,7	7:47	729,0	19:18	0,8	19:47	733,2
07:19	0,6	7:48	731,2	19:19	0,7	19:48	731,5
07:20	0,5	7:49	728,9	19:20	0,7	19:49	732,8
07:21	0,7	7:50	732,4	19:21	0,6	19:50	728,5
07:22	0,6	7:51	733,1	19:22	0,6	19:51	732,4
07:23	0,5	7:52	731,9	19:23	0,6	19:52	732,8
07:24	0,4	7:53	729,4	19:24	0,6	19:53	733,6
<b>Mittelwert</b>	<b>0,7</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>730,6</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>0,7</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>732,1</b>

*Tabelle 170: Einzelwerte der Ermittlung der Kurzzeitdrift für Gerät 2 (208)*

Anfangswerte				Werte nach 12 h			
Nullpunkt		Referenzpunkt		Nullpunkt		Referenzpunkt	
[Uhrzeit]	[ppb]	[Uhrzeit]	[ppb]	[Uhrzeit]	[ppb]	[Uhrzeit]	[ppb]
07:05	0,6	7:34	736,2	19:05	0,2	19:34	732,4
07:06	0,5	7:35	731,8	19:06	0,2	19:35	731,6
07:07	0,5	7:36	733,9	19:07	0,2	19:36	732,8
07:08	0,5	7:37	734,7	19:08	0,2	19:37	733,1
07:09	0,6	7:38	734,8	19:09	0,2	19:38	734,8
07:10	0,5	7:39	735,2	19:10	0,1	19:39	732,6
07:11	0,5	7:40	735,6	19:11	0,1	19:40	732,4
07:12	0,5	7:41	733,6	19:12	0,1	19:41	733,8
07:13	0,6	7:42	733,8	19:13	0,1	19:42	731,6
07:14	0,6	7:43	734,1	19:14	0,2	19:43	731,9
07:15	0,6	7:44	732,6	19:15	0,2	19:44	732,6
07:16	0,6	7:45	732,9	19:16	0,2	19:45	733,9
07:17	0,5	7:46	733,5	19:17	0,3	19:46	734,1
07:18	0,5	7:47	734,1	19:18	0,3	19:47	731,5
07:19	0,7	7:48	734,3	19:19	0,4	19:48	731,9
07:20	0,5	7:49	734,3	19:20	0,4	19:49	732,8
07:21	0,5	7:50	731,4	19:21	0,4	19:50	734,6
07:22	0,6	7:51	731,6	19:22	0,5	19:51	733,1
07:23	0,6	7:52	736,5	19:23	0,5	19:52	732,4
07:24	0,5	7:53	734,3	19:24	0,5	19:53	731,8
<b>Mittelwert</b>	<b>0,6</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>734,0</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>0,3</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>732,8</b>

**B [NO] 8.4.5 Wiederholstandardabweichung**

*Wiederholstandardabweichung bei Null  $\leq 1,0$  nmol/mol (entspricht 1ppb)*

*Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt  $\leq 3$  nmol/mol (entspricht 3 ppb)*

**Prüfvorschriften**

Nach der Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden 20 Einzelmessungen bei der Konzentration Null und einer Prüfgaskonzentration ( $c_t$ ), die ähnlich dem 1-Stunden-Grenzwert ist, durchgeführt.

Die Wiederholstandardabweichung dieser Messungen bei der Konzentration Null und bei der Konzentration  $c_t$  wird folgendermaßen berechnet:

$$s_r = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Dabei ist

$s_r$  die Wiederholstandardabweichung

$x_i$  die i-te Messung

$\bar{x}$  der Mittelwert der 20 Messungen

$n$  die Anzahl der Messungen

Die Wiederholstandardabweichung wird getrennt für beide Messreihen (Nullgas und Konzentration  $c_t$ ) berechnet.

$s_r$  muss das oben angegebene Leistungskriterium sowohl bei der Konzentration Null als auch der Prüfgaskonzentration  $c_t$  (1-Stunden-Grenzwert) erfüllen.

**Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14211 durchgeführt.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessereinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 255 von 910

## Auswertung

Die zusammenfassenden Ergebnisse der Prüfung der Wiederholstandardabweichung nach DIN EN 14211 sind in Tabelle 171 aufgeführt.

*Tabelle 171: Wiederholstandardabweichung nach DIN EN 14211*

Messung		Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
		NP	RP	NP	RP
		ppb	ppb	ppb	ppb
Anzahl	n	20	20	20	20
Mittelwert	x	0,1	501,1	0,1	501,3
<b>Standardabweichung</b>	<b>sr</b>	<b>0,2</b>	<b>1,2</b>	<b>0,1</b>	<b>1,1</b>
<b>Anforderung nach DIN EN 14211</b>	<b>ppb</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
<b>Anforderung erfüllt?</b>		<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>

## Bewertung

Beide Geräte halten die Mindestanforderung für die Wiederholstandardabweichung am Null- und Referenzpunkt ein.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind in Tabelle 172 aufgeführt.

*Tabelle 172: Einzelwerte der Ermittlung der Wiederholstandardabweichung*

Labor		Nullpunkt		Labor		Referenzpunkt	
Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[ppb]	[ppb]			[ppb]	[ppb]
05.05.2008	15:54 - 15:59	0,2	0,3	05.05.2008	15:59 - 16:04	500,7	500,1
05.05.2008	16:04 - 16:09	0,2	0,1	05.05.2008	16:09 - 16:14	501,5	502,3
05.05.2008	16:14 - 16:19	-0,2	0,1	05.05.2008	16:19 - 16:24	503,3	501,1
05.05.2008	16:24 - 16:29	-0,1	0,0	05.05.2008	16:29 - 16:34	501,1	501,7
05.05.2008	16:34 - 16:39	0,3	0,2	05.05.2008	16:39 - 16:44	499,7	499,9
05.05.2008	16:44 - 16:49	0,3	0,2	05.05.2008	16:49 - 16:54	500,9	502,7
05.05.2008	16:54 - 16:59	0,2	0,2	05.05.2008	16:59 - 17:04	500,4	502,1
05.05.2008	17:04 - 16:09	0,2	0,1	05.05.2008	17:09 - 17:14	501,2	502,4
05.05.2008	17:14 - 17:19	-0,1	-0,2	05.05.2008	17:19 - 17:24	500,9	501,6
05.05.2008	17:24 - 17:29	0,1	0,1	05.05.2008	17:29 - 17:34	501,9	499,7
05.05.2008	17:34 - 17:39	-0,1	-0,1	05.05.2008	17:39 - 17:44	499,2	500,3
05.05.2008	17:44 - 17:49	0,1	0,3	05.05.2008	17:49 - 17:54	499,7	501,1
05.05.2008	17:54 - 17:59	0,2	0,1	05.05.2008	17:59 - 18:04	501,5	502,1
05.05.2008	18:04 - 18:09	0,2	0,2	05.05.2008	18:09 - 18:14	502,7	499,5
05.05.2008	18:14 - 18:19	0,4	0,1	05.05.2008	18:19 - 18:24	501,7	500,0
05.05.2008	18:24 - 18:29	0,2	0,1	05.05.2008	18:29 - 18:34	500,9	500,9
05.05.2008	18:34 - 18:39	0,2	-0,1	05.05.2008	18:39 - 18:44	503,9	501,7
05.05.2008	18:44 - 18:49	0,1	0,2	05.05.2008	18:49 - 18:54	500,1	501,9
05.05.2008	18:54 - 18:59	0,2	0,0	05.05.2008	18:59 - 19:04	501,1	502,9
05.05.2008	19:04 - 19:09	-0,1	-0,1	05.05.2008	19:09 - 19:14	500,3	501,5
Anzahl		20	20	Anzahl		20	20
Mittelwert		0,1	0,1	Mittelwert		501,1	501,3
Standardabweichung		0,2	0,1	Standardabweichung		1,2	1,1

**B [NO] 8.4.6 „Lack of fit“ (Abweichung von der Linearen Regression)**

*„lack of fit“ (Abweichung von der linearen Regression) 5 nmol/mol (entspricht 5 ppb) am Nullpunkt und ≤ 4 % des Messwertes am Referenzpunkt.*

**Prüfvorschriften**

Der „lack of fit“ des Messgerätes ist über den Bereich von 0 % bis 95 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches mit mindestens sechs Konzentrationen (einschließlich des Nullpunktes) zu prüfen. Das Messgerät ist bei einer Konzentration von etwa 90 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches einzustellen. Bei jeder Konzentration (einschließlich des Nullpunktes) werden mindestens fünf unabhängige Messungen durchgeführt.

Die Konzentrationen werden in folgender Reihenfolge aufgegeben: 80 %, 40 %, 0 %, 20 % und 95 %. Nach jedem Wechsel der Konzentration sind mindestens vier Einstellzeiten abzuwarten, bevor die nächste Messung durchgeführt wird.

Die Berechnung der linearen Regressionsfunktion und der Abweichungen wird nach Anhang B der DIN EN 14211 durchgeführt. Die Abweichungen von der linearen Regressionsfunktion müssen das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

Der größte Wert der relativen Abweichungen wird als  $X_1$  angegeben und ist beim Nachweis der Erfüllung der Eignungsprüfungsanforderung 1 zu berücksichtigen. Der Wert der relativen Abweichung beim Niveau des 1-Stunden-Grenzwertes ist bei der Berechnung der Eignungsprüfungsanforderungen 2 und 4 zu verwenden.

Erstellung der Regressionsgeraden:

Eine Regressionsgerade der Form  $Y_i = A + B + X_i$  ergibt sich durch Berechnung der Funktion

$$Y_i = a + B(X_i - X_z)$$

Zur Berechnung der Regression werden alle Messpunkte (einschließlich Null) herangezogen. Die Anzahl der Messpunkte  $n$  ist gleich der Anzahl der Konzentrationsniveaus (mindestens sechs einschließlich Null) multipliziert mit der Anzahl der Wiederholungen (mindestens fünf) bei jedem Konzentrationsniveau.

Der Koeffizient  $a$  ist:

$$a = \sum Y_i / n$$

Dabei ist:

$a$  der Mittelwert der Y-Werte

$Y_i$  der einzelne Y-Wert

$N$  die Anzahl der Kalibrierpunkte

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 257 von 910

Der Koeffizient B ist:

$$B = \left( \sum Y_i (X_i - X_z) \right) / \sum (X_i - X_z)^2$$

Dabei ist:

$X_z$  der Mittelwert der X-Werte  $\left( = \sum (X_i / n) \right)$

$X_i$  der einzelne X-Wert

Die Funktion  $Y_i = a + B (X_i - X_z)$  wird über die Berechnung von A umgewandelt in  $Y_i = A + B \cdot X_i$

$$A = a - B \cdot X_z$$

Die Abweichung der Mittelwerte der Kalibrierpunkte (einschließlich des Nullpunktes) werden folgendermaßen berechnet.

Der Mittelwert jedes Kalibrierpunktes (einschließlich des Nullpunktes) bei ein und derselben Konzentration c ist:

$$(Y_a)_c = \sum (Y_i)_c / m$$

Dabei ist:

$(Y_a)_c$  der mittlere Y-Wert beim Konzentrationsniveau c

$(Y_i)_c$  der einzelne Y-Wert beim Konzentrationsniveau c

M die Anzahl der Wiederholungen beim Konzentrationsniveau c

Die Abweichung jedes Mittelwertes ( $d_c$ ) bei jedem Konzentrationsniveau ist:

$$d_c = (Y_a)_c - (A + B \times c)$$

Jede Abweichung eines Wertes relativ zu seinem Konzentrationsniveau c ist:

$$(d_t)_c = \frac{d_c}{c} \times 100\%$$

## Durchführung der Prüfung

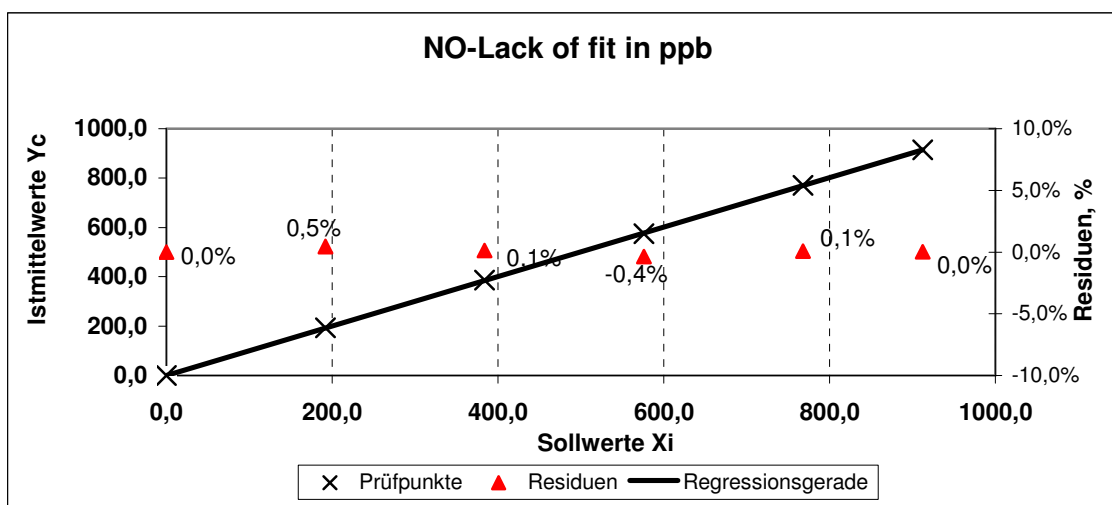
Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14211 durchgeführt.

## Auswertung

Es ergeben sich folgende lineare Regressionen:

In Abbildung 65 und Abbildung 66 sind die Ergebnisse der Gruppenmittelwertuntersuchungen zusammenfassend für NO graphisch und dargestellt.

Linearitätsprüfung	Messbereich	1200	µg/m <sup>3</sup>	NO			
Stufen	NO	1	2	3	4	5	6
Sollwert	ppb	768,0	384,0	0,0	576,0	192,0	912,0
Istwert Yi 1	ppb	770,1	384,7	0,1	578,9	193,5	911,0
Istwert Yi 2	ppb	769,5	385,6	0,0	575,2	193,7	914,2
Istwert Yi 3	ppb	770,5	384,5	0,2	574,3	193,2	913,7
Istwert Yi 4	ppb	770,1	386,9	0,1	574,9	194,4	915,8
Istwert Yi 5	ppb	771,6	386,1	0,1	573,2	192,7	917,4
Istmittelwert Yc	ppb	770,4	385,6	0,1	575,3	193,5	914,4
Residuen dc	ppb	0,52	0,54	-0,09	-2,13	0,90	0,27
Residuen (d <sub>r</sub> ) <sub>c</sub>	%	0,1%	0,1%	0,0%	-0,4%	0,5%	0,0%



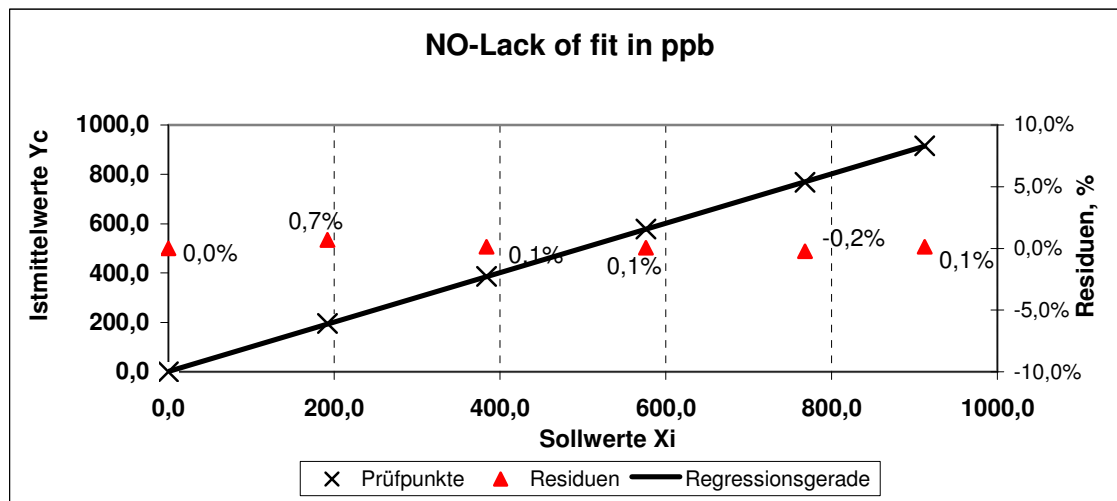
Die zulässige Abweichung der Residuen  $dc_{rel}$  beträgt  $\pm 4 \%$ , bezogen auf den Messbereich.

Abbildung 65: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 1, Komponente NO

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 259 von 910

Linearitätsprüfung		Messbereich 1200 µg/m <sup>3</sup>			NO		
Stufen	NO	1	2	3	4	5	6
Sollwert	ppb	768,0	384,0	0,0	576,0	192,0	912,0
Istwert Yi 1	ppb	770,1	385,2	0,0	578,6	194,8	914,6
Istwert Yi 2	ppb	769,8	388,6	0,0	577,9	194,6	916,8
Istwert Yi 3	ppb	767,9	386,7	0,1	578,4	194,7	917,3
Istwert Yi 4	ppb	766,5	386,3	0,1	579,6	195,2	914,6
Istwert Yi 5	ppb	768,9	385,7	0,1	578,3	196,7	915,5
Istmittelwert Yc	ppb	768,6	386,5	0,1	578,6	195,2	915,8
Residuen dc	ppb	-1,74	0,46	-1,64	0,35	1,33	1,25
Residuen (d <sub>r</sub> ) <sub>c</sub>	%	-0,2%	0,1%	0,0%	0,1%	0,7%	0,1%



Die zulässige Abweichung der Residuen  $dc_{rel}$  beträgt  $\pm 4\%$ , bezogen auf den Messbereich.

Abbildung 66: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 2, Komponente NO

## Bewertung

Für Gerät 1 (188) ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von 0,1 ppb am Nullpunkt und maximal 0,5 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null.

Für Gerät 1 (208) ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von 0,1 ppb am Nullpunkt und maximal 0,7 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null.

Die Abweichungen von der idealen Regressionsgeraden überschreiten nicht die in der DIN EN 14211 geforderten Grenzwerte.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind in Tabelle 173 und Tabelle 174 zu finden.

*Tabelle 173: Einzelwerte „lack of fit“ Prüfung Gerät 1 (188)*

Zyklus	Datum	Uhrzeit	Istwert [ppb]	Sollwert [ppb]	Abweichung [ppb]
1	29.05.2008	20:10 - 20:15	0,1	0,0	0,1
1	29.05.2008	20:20 - 20:25	193,5	192,0	1,5
1	29.05.2008	20:05 - 20:10	384,7	384,0	0,7
1	29.05.2008	20:15 - 20:20	578,9	576,0	2,9
1	29.05.2008	20:00 - 20:05	770,1	768,0	2,1
1	29.05.2008	20:25 - 20:30	911,0	912,0	-1,0
2	29.05.2008	20:40 - 20:45	0,0	0,0	0,0
2	29.05.2008	20:50 - 20:55	193,7	192,0	1,7
2	29.05.2008	20:35 - 20:40	385,6	384,0	1,6
2	29.05.2008	20:45 - 20:50	575,2	576,0	-0,8
2	29.05.2008	20:30 - 20:35	769,5	768,0	1,5
2	29.05.2008	20:55 - 21:00	914,2	912,0	2,2
3	29.05.2008	21:10 - 21:15	0,2	0,0	0,2
3	29.05.2008	21:20 - 21:25	193,2	192,0	1,2
3	29.05.2008	21:05 - 21:10	384,5	384,0	0,5
3	29.05.2008	21:15 - 21:20	574,3	576,0	-1,7
3	29.05.2008	21:00 - 21:05	770,5	768,0	2,5
3	29.05.2008	21:25 - 21:30	913,7	912,0	1,7
4	29.05.2008	21:40 - 21:45	0,1	0,0	0,1
4	29.05.2008	21:50 - 21:55	194,4	192,0	2,4
4	29.05.2008	21:35 - 21:40	386,9	384,0	2,9
4	29.05.2008	21:45 - 21:50	574,9	576,0	-1,1
4	29.05.2008	21:30 - 21:35	770,1	768,0	2,1
4	29.05.2008	21:55 - 22:00	915,8	912,0	3,8
5	29.05.2008	22:10 - 22:15	0,1	0,0	0,1
5	29.05.2008	22:20 - 22:25	192,7	192,0	0,7
5	29.05.2008	22:05 - 22:10	386,1	384,0	2,1
5	29.05.2008	22:15 - 22:20	573,2	576,0	-2,8
5	29.05.2008	22:00 - 22:05	771,6	768,0	3,6
5	29.05.2008	22:25 - 22:30	917,4	912,0	5,4



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 261 von 910

*Tabelle 174: Einzelwerte „lack of fit“ Prüfung Gerät 2 (208)*

Zyklus	Datum	Uhrzeit	Istwert [ppb]	Sollwert [ppb]	Abweichung [ppb]
1	29.05.2008	20:10 - 20:15	0,0	0,0	0,0
1	29.05.2008	20:20 - 20:25	194,8	192,0	2,8
1	29.05.2008	20:05 - 20:10	385,2	384,0	1,2
1	29.05.2008	20:15 - 20:20	578,6	576,0	2,6
1	29.05.2008	20:00 - 20:05	770,1	768,0	2,1
1	29.05.2008	20:25 - 20:30	914,6	912,0	2,6
2	29.05.2008	20:40 - 20:45	0,0	0,0	0,0
2	29.05.2008	20:50 - 20:55	194,6	192,0	2,6
2	29.05.2008	20:35 - 20:40	388,6	384,0	4,6
2	29.05.2008	20:45 - 20:50	577,9	576,0	1,9
2	29.05.2008	20:30 - 20:35	769,8	768,0	1,8
2	29.05.2008	20:55 - 21:00	916,8	912,0	4,8
3	29.05.2008	21:10 - 21:15	0,1	0,0	0,1
3	29.05.2008	21:20 - 21:25	194,7	192,0	2,7
3	29.05.2008	21:05 - 21:10	386,7	384,0	2,7
3	29.05.2008	21:15 - 21:20	578,4	576,0	2,4
3	29.05.2008	21:00 - 21:05	767,9	768,0	-0,1
3	29.05.2008	21:25 - 21:30	917,3	912,0	5,3
4	29.05.2008	21:40 - 21:45	0,1	0,0	0,1
4	29.05.2008	21:50 - 21:55	195,2	192,0	3,2
4	29.05.2008	21:35 - 21:40	386,3	384,0	2,3
4	29.05.2008	21:45 - 21:50	579,6	576,0	3,6
4	29.05.2008	21:30 - 21:35	766,5	768,0	-1,5
4	29.05.2008	21:55 - 22:00	914,6	912,0	2,6
5	29.05.2008	22:10 - 22:15	0,1	0,0	0,1
5	29.05.2008	22:20 - 22:25	196,7	192,0	4,7
5	29.05.2008	22:05 - 22:10	385,7	384,0	1,7
5	29.05.2008	22:15 - 22:20	578,3	576,0	2,3
5	29.05.2008	22:00 - 22:05	768,9	768,0	0,9
5	29.05.2008	22:25 - 22:30	915,6	912,0	3,6

**B [NO] 8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes**

*Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes muss  $\leq 8,0$  nmol/mol/kPa (entspricht 8 ppb) betragen.*

**Prüfvorschriften**

Messungen werden bei einer Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches bei absoluten Drücken von etwa 80 kPa  $\pm$  0,2 kPa und etwa 110 kPa  $\pm$  0,2 kPa durchgeführt. Bei jedem Druck sind nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, drei Einzelmessungen durchzuführen. Die Mittelwerte dieser Messungen bei den beiden Drücken werden berechnet.

Messungen bei verschiedenen Drücken müssen durch mindestens vier Einstellzeiten voneinander getrennt sein.

Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probendruckes ergibt sich wie folgt:

$$b_{sp} = \left| \frac{(C_{P1} - C_{P2})}{(P_2 - P_1)} \right|$$

Dabei ist:

$b_{sp}$  der Einfluss des Probengasdruckes

$C_{P1}$  der Mittelwert der Messung beim Probengasdruck  $P_1$

$C_{P2}$  der Mittelwert der Messung beim Probengasdruck  $P_2$

$P_1$  der Probengasdruck  $P_1$

$P_2$  der Probengasdruck  $P_2$

$b_{sp}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

**Durchführung der Prüfung**

Der airpointer analysiert den Stickstoffoxidgehalt der Umgebungsluft. Er ist mit einer Pumpe ausgestattet und saugt das benötigte, zu analysierende Gas selbst an. (ca. 3,0 l/min Gesamtflow). Diese Pumpe arbeitet gegen die Umgebungsdruckbedingungen. Diese bedeutet das am Messgaseingang und am Messgasausgang die selben Druckbedingungen herrschen. Das zwanghafte herbeiführen eines Über- oder Unterdrucks in diesem System könnte den Analysator zerstören.

Der airpointer verfügt über einen Prüfgasanschluss, an dem Prüfgas aus externen Quellen im Überschuss aufgegeben werden kann. Der nicht benötigte Überschuss wird dabei über den Probengasausgang wieder ausgegeben.

Während des 3-monatigen Feldtests herrschten Umgebungsluftdruckbedingungen zwischen 990 mbar und 1028 mbar. In diesem Zeitraum konnte kein auffälliges Verhalten der Analysatoren in Bezug auf Änderungen des Umgebungsluftdrucks und damit auch auf die Druckverhältnisse des angesaugten Prüfgases festgestellt werden.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 263 von 910

Durch das Einsetzen von 5 Messgasfiltern gleichzeitig wurde geprüft, wie der Analysator auf einen möglicherweise verstopften Filter reagiert. Dabei wurden keine Auffälligkeiten festgestellt.

### Auswertung

Aufgrund des Aufbaus der Messeinrichtung konnte der Probengasdruck nicht wiederholbar abweichend vom Umgebungsdruck eingestellt werden, ohne die Messeinrichtung zu beschädigen. Im Umgebungsdruckbereich zwischen 990 mbar und 1028 mbar während des Feldtestes wurde kein Druckeinfluss auf die Messeinrichtung festgestellt.

Der tiefste Umgebungsdruck mit 990 mbar (99,0 kPa) während des Feldtest wurde am 01. Oktober gemessen. Bei der täglichen Prüfgasaufgabe nach VDI 4202 wurde an diesem Tag ein Wert von 61,0 µg/m<sup>3</sup> (entspricht 31,7 ppb NO<sub>2</sub>) für Gerät 1 (188) und 59,9 µg/m<sup>3</sup> (entspricht 31,2 ppb NO<sub>2</sub>) für Gerät 2 (208) gemessen.

Der höchste Umgebungsdruck mit 1028 mbar (102,8 kPa) während des Feldtest wurde am 10. Oktober gemessen. Bei der täglichen Prüfgasaufgabe nach VDI 4202 wurde an diesem Tag ein Wert von 60,8 µg/m<sup>3</sup> (entspricht 31,6 ppb NO<sub>2</sub>) für Gerät 1 (188) und 60,6 µg/m<sup>3</sup> (entspricht 31,6 ppb NO<sub>2</sub>) für Gerät 2 (208) gemessen.

Daraus ergeben sich folgende Empfindlichkeitskoeffizienten des Probengasdruckes  $b_{gp}$ :

$b_{gp}$  Gerät 188 = 0,02 ppb/kPa

$b_{gp}$  Gerät 208 = 0,10 ppb/kPa

### Bewertung

Der Empfindlichkeitskoeffizient  $b_{gp}$  der Umgebungstemperatur überschreitet nicht die Anforderungen von maximal 3 ppb/kPa. Die hier gefundenen Werte werden zur Berechnung der Gesamtunsicherheit verwendet. Dies sind für Gerät 1 (188) 0,02 kPa und für Gerät 2 (208) = 0,10 ppb/kPa.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

**B [NO] 8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur**

*Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur muss  $\leq 3,0$  nmol/mol/K (entspricht 3 ppb/K) betragen.*

**Prüfvorschriften**

Zur Bestimmung der Abhängigkeit von der Probengastemperatur werden Messungen bei Probengastemperaturen von  $T_1 = 0$  °C und  $T_2 = 30$  °C durchgeführt. Die Temperaturabhängigkeit wird bei einer Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches bestimmt. Nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, sind drei Einzelmessungen bei jeder Temperatur durchzuführen.

Die Probengastemperatur am Einlass des Messgerätes muss mindestens 30 min konstant sein.

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur ergibt sich wie folgt:

$$b_{gt} = \frac{(C_{T2} - C_{T1})}{(T_2 - T_1)}$$

Dabei ist:

$b_{gt}$  der Einfluss des Probengasdruckes

$C_{T1}$  der Mittelwert der Messung bei der Probengastemperatur  $T_1$

$C_{T2}$  der Mittelwert der Messung bei der Probengastemperatur  $T_2$

$T_1$  die Probengastemperatur  $T_1$

$T_2$  die Probengastemperatur  $T_2$

$b_{gt}$  muss das oben genannte Leistungskriterium erfüllen

**Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14211 durchgeführt.

Zur Prüfung wurde die Prüfgaserzeugung in der Klimakammer aufgebaut. Das Prüfgas wurde über ca. 20 m lange, konditionierte Prüfgasleitungen zu den Messgeräten geleitet, die sich unmittelbar vor der Klimakammer befanden. Die Prüfung wurde zuerst bei 0 °C und dann bei 30 °C durchgeführt.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 265 von 910

## Auswertung

Bei der Prüfung ergaben sich folgende Werte:

$b_{gt}$  Gerät 188 = 0,053 ppb/K

$b_{gt}$  Gerät 208 = 0,017 ppb/K

## Bewertung

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur  $b_{gt}$  ist mit 0,053 für Gerät 1 (188) und 0,017 für Gerät 2 (208) kleiner als 1ppb/K.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die gemessenen Werte sind in Tabelle 175 angegeben.

*Tabelle 175: Einzelwerte der Prüfung zum Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur*

Datum	Referenzpunkt			
	Uhrzeit	Temperatur	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[°C]	[ppb]	[ppb]
11.06.2008	09:15 - 09:20	0	750,1	750,2
11.06.2008	09:20 - 09:25	0	750,9	750,4
11.06.2008	09:25 - 09:30	0	751,4	750,4
	<b>Mittelwert</b>	<b>C<sub>T1</sub></b>	<b>750,8</b>	<b>750,3</b>
11.06.2008	15:20 - 15:25	30	752,1	751,1
11.06.2008	15:25 - 15:30	30	752,6	750,8
11.06.2008	15:30 - 15:35	30	752,5	750,6
	<b>Mittelwert</b>	<b>C<sub>T2</sub></b>	<b>752,4</b>	<b>750,8</b>

## **B [NO] 8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur**

*Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur  $\leq 3,0$  nmol/mol/K (entspricht 3 ppb/K)*

### **Prüfvorschriften**

Der Einfluss der Umgebungstemperatur ist innerhalb des vom Hersteller angegebenen Bereichs bei folgenden Temperaturen zu bestimmen:

- 1) der niedrigsten Temperaturen  $T_{\min} = 273$  K;
- 2) der Labortemperatur  $T_l = 293$  K;
- 3) der höchsten Temperatur  $T_{\max} = 303$  K;

Für diese Prüfungen ist eine Klimakammer erforderlich.

Der Einfluss wird bei der Konzentration Null und einer Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches bestimmt. Bei jeder Temperatur sind nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, drei Einzelmessungen bei Null und der Span-Konzentration durchzuführen.

Die Messungen werden bezüglich der Temperatur in folgender Reihenfolge durchgeführt:

$T_l, T_{\min}, T_l$  und  $T_l, T_{\max}, T_l$

Bei der ersten Temperatur ( $T_l$ ) wird das Messgerät bei Null- und Spanniveau (70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches) eingestellt. Dann werden nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, drei Einzelmessungen bei  $T_l, T_{\min}$  und wieder bei  $T_l$  durchgeführt. Diese Vorgehensweise wird bei der Temperaturfolge  $T_l, T_{\max}$  und  $T_l$  wiederholt.

Um eine auf andere Faktoren als die Temperatur zurückgehende Drift auszuschließen, werden die Messungen bei  $T_l$  gemittelt; diese Mittelung wird in der folgenden Gleichung zur Berechnung des Einflusses der Umgebungstemperatur berücksichtigt:

$$b_{st} = \left| \frac{x_T - \frac{x_1 + x_2}{2}}{T - T_l} \right|$$

Dabei ist:

- |          |   |
|----------|---|
| $b_{st}$ | die Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur (ppb) |
| $x_T$    | der Mittelwert der Messungen bei $T_{\min}$ oder $T_{\max}$ (ppb) |
| $x_1$    | der erste Mittelwert der Messungen bei $T_l$ (ppb)                |
| $x_2$    | der zweite Mittelwert der Messungen bei $T_l$ (ppb)               |
| $T_l$    | die Umgebungstemperatur im Labor (K)                              |
| $T$      | die Umgebungstemperatur $T_{\min}$ oder $T_{\max}$ (K)            |

Für die Dokumentation der Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur wird der höhere der Werte der Temperaturabhängigkeit bei  $T_{\min}$  oder  $T_{\max}$  gewählt.

$b_{st}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

## Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14211 durchgeführt.

## Auswertung

Es ergaben sich folgende Empfindlichkeiten gegenüber der Umgebungstemperatur

*Tabelle 176: Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Nullpunkt, Gerät 1 (188)*

	T	Mittelwert Gerät 188	ermitteltes $b_{st}$	erlaubtes $b_{st}$	Kriterium erfüllt? DIN EN 14211
	[°C]	[ppb]	[ppb/K]	[ppb/K]	
$T_1$	20	0,20			
$T_{\min}$	0	0,30	0,00	1	ja
$T_1$	20	0,30			
$T_1$	20	0,30			
$T_{\max}$	30	0,63	0,03	1	ja
$T_1$	20	0,40			

*Tabelle 177: Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Nullpunkt, Gerät 2 (208)*

	T	Mittelwert Gerät 208	ermitteltes $b_{st}$	erlaubtes $b_{st}$	Kriterium erfüllt? DIN EN 14211
	[°C]	[ppb]	[ppb/K]	[ppb/K]	
$T_1$	20	0,23			
$T_{\min}$	0	0,43	-0,01	1	ja
$T_1$	20	0,17			
$T_1$	20	0,17			
$T_{\max}$	30	0,37	0,01	1	ja
$T_1$	20	0,33			

Wie in Tabelle 176 und Tabelle 177 zu sehen, erfüllt der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Nullpunkt die Leistungsanforderungen.

**Tabelle 178:** Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt, Gerät 1 (188)

	T [°C]	Mittelwert Gerät 188 [ppb]	ermitteltes b <sub>st</sub> [ppb/K]	erlaubtes b <sub>st</sub> [ppb/K]	Kriterium erfüllt? DIN EN 14211
T <sub>1</sub>	20	750,8			
T <sub>min</sub>	0	752,8	-0,05	1	ja
T <sub>1</sub>	20	752,9			
T <sub>1</sub>	20	752,9			
T <sub>max</sub>	30	750,4	-0,26	1	ja
T <sub>1</sub>	20	753,2			

**Tabelle 179:** Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt, Gerät 2 (208)

	T [°C]	Mittelwert Gerät 208 [ppb]	ermitteltes b <sub>st</sub> [ppb/K]	erlaubtes b <sub>st</sub> [ppb/K]	Kriterium erfüllt? DIN EN 14211
T <sub>1</sub>	20	751,0			
T <sub>min</sub>	0	752,2	-0,04	1	ja
T <sub>1</sub>	20	751,8			
T <sub>1</sub>	20	751,8			
T <sub>max</sub>	30	752,7	0,13	1	ja
T <sub>1</sub>	20	751,0			

Wie in Tabelle 178 und Tabelle 179 zu sehen, erfüllt der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt die Leistungsanforderungen.

## Bewertung

Der Empfindlichkeitskoeffizient b<sub>st</sub> der Umgebungstemperatur überschreitet nicht die Anforderungen von maximal 3 ppb/K. In der Unsicherheitsberechnung wird für beide Geräte der größte Empfindlichkeitskoeffizient b<sub>st</sub> gewählt. Dies sind für Gerät 1 (188) = -0,26 ppb/K und für Gerät 2 (208) = 0,13 ppb/K.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind in Tabelle 180 aufgeführt.



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessanlage der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 269 von 910

*Tabelle 180: Einzelwerte zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Umgebungstemperatur*

Datum	Uhrzeit	Nullpunkt			Uhrzeit	Referenzpunkt		
		Temperatur [°C]	Gerät 1 (188) [ppb]	Gerät 2 (208) [ppb]		Temperatur [°C]	Gerät 1 (188) [ppb]	Gerät 2 (208) [ppb]
12.06.2008	14:30 - 14:35	20	0,0	0,1	14:35 - 14:40	20	750,1	750,0
12.06.2008	14:40 - 14:45	20	0,2	0,3	14:45 - 14:50	20	750,9	751,4
12.06.2008	14:50 - 14:55	20	0,4	0,3	14:55 - 15:00	20	751,3	751,6
	Mittelwert		0,2	0,2	Mittelwert		750,8	751,0
13.06.2008	07:35 - 07:40	0	0,2	0,4	07:40 - 07:45	0	753,4	752,6
13.06.2008	07:45 - 07:50	0	0,2	0,2	07:50 - 07:55	0	752,8	753,1
13.06.2008	07:55 - 08:00	0	0,5	0,7	08:00 - 08:05	0	752,1	751,0
	Mittelwert		0,3	0,4	Mittelwert		752,8	752,2
13.06.2008	14:30 - 14:35	20	0,2	0,1	14:35 - 14:40	20	751,4	753,4
13.06.2008	14:40 - 14:45	20	0,4	0,1	14:45 - 14:50	20	753,6	751,1
13.06.2008	14:50 - 14:55	20	0,3	0,3	14:55 - 15:00	20	753,8	750,8
	Mittelwert		0,3	0,2	Mittelwert		752,9	751,8
16.06.2008	07:45 - 07:50	30	0,4	0,6	07:50 - 07:55	30	749,2	752,4
16.06.2008	07:55 - 08:00	30	0,6	0,2	08:00 - 08:05	30	750,1	751,9
16.06.2008	08:05 - 08:10	30	0,9	0,3	08:10 - 08:15	30	751,9	753,7
	Mittelwert		0,6	0,4	Mittelwert		750,4	752,7
16.06.2008	14:50 - 14:55	20	0,1	0,2	14:55 - 15:00	20	751,9	751,4
16.06.2008	15:00 - 15:05	20	0,6	0,4	15:05 - 15:10	20	753,0	750,9
16.06.2008	15:10 - 15:15	20	0,5	0,4	15:15 - 15:20	20	754,6	750,8
	Mittelwert		0,4	0,3	Mittelwert		753,2	751,0

## **B [NO] 8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung**

*Empfindlichkeitskoeffizient der el. Spannung  $\leq 0,30$  nmol/mol/V (entspricht 0,3 ppb/V)*

### **Prüfvorschriften**

Die Abhängigkeit von der Netzspannung wird an den beiden Grenzen des vom Hersteller angegebenen Spannungsbereiches bei der Konzentration Null und einer Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches bestimmt. Nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden drei Einzelmessungen bei jedem Spannungs- und Konzentrationsniveau durchgeführt.

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung nach der Richtlinie DIN EN 14211 ergibt sich wie folgt:

$$b_v = \frac{(C_{V2} - C_{V1})}{(V_2 - V_1)}$$

Dabei ist:

$b_v$  der Einfluss der Spannung

$C_{V1}$  der Mittelwert der Messung bei der Spannung  $V_1$

$C_{V2}$  der Mittelwert der Messung bei der Spannung  $V_2$

$V_1$  die niedrigste Spannung  $V_{\min}$

$V_2$  die höchste Spannung  $V_{\max}$

Für die Spannungsabhängigkeit ist der höhere Wert der Messungen beim Null- und Spannniveau zu wählen.

$b_v$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

### **Durchführung der Prüfung**

Zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Spannung wurde ein Transformator in die Stromversorgung der Messeinrichtung geschaltet und bei verschiedenen Spannungen Prüfgas am Null- und Referenzpunkt aufgegeben.

### **Auswertung**

Es ergeben sich folgende Empfindlichkeitskoeffizienten

$b_v$  Gerät 188 NP: 0,01 (ppb/V)

$b_v$  Gerät 208 RP: 0,03 (ppb/V)

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 271 von 910

## Bewertung

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung  $b_v$  überschreitet bei keinem Prüfpunkt die Anforderungen der DIN EN 14211 von maximal 0,3 ppb/V. In der Unsicherheitsberechnung wird für beide Geräte der größte  $b_v$  gewählt. Dies sind für Gerät 1 (188) = 0,140 ppb/V und für Gerät 2 (208) = 0,210 ppb/V.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind in Tabelle 181 und Tabelle 182 dargestellt.

*Tabelle 181: Einzelwerte zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Spannung am Nullpunkt*

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[ppb]	[ppb]
Nullgas bei 210 V			
14.07.2008	14:05 - 14:10	0,1	0,2
14.07.2008	14:15 - 14:20	0,1	0,1
14.07.2008	14:25 - 14:30	0,1	0,3
Mittelwert		0,1	0,2
Nullgas bei 245 V			
14.07.2008	14:10 - 14:15	0,1	0,2
14.07.2008	14:20 - 14:25	0,2	0,2
14.07.2008	14:30 - 14:35	0,1	0,1
Mittelwert		0,1	0,2

*Tabelle 182: Einzelwerte zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Spannung am Referenzpunkt*

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[ppb]	[ppb]
Prüfgas bei 210 V			
14.07.2008	14:45 - 14:50	716,3	713,2
14.07.2008	14:55 - 15:00	716,2	712,5
14.07.2008	15:05 - 15:10	715,8	712,5
Mittelwert		716,1	712,7
Prüfgas bei 245 V			
14.07.2008	14:50 - 14:55	721,0	719,6
14.07.2008	15:00 - 15:05	721,0	720,2
14.07.2008	15:10 - 15:15	721,0	720,5
Mittelwert		721,0	720,1

**B [NO] 8.4.11 Störungen**

*Störkomponenten bei Null und bei der Konzentration  $c_t$  (beim Niveau des 1-Stunden Grenzwerts). Die erlaubte Abweichung für die Komponente NO ist mit  $\leq 5$  nmol/mol (entspricht 5 ppb) für die Störkomponenten H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> und NH<sub>3</sub>, sowie  $\leq 2,0$  nmol/mol (entspricht 2 ppb) für die Störkomponente Ozon.*

**Prüfbedingungen**

Das Signal des Messgerätes gegenüber verschiedenen in der Luft erwarteten Störkomponenten ist zu prüfen. Diese Störkomponenten können ein positives oder negatives Signal hervorrufen. Die Prüfung wird bei der Konzentration Null und einer Prüfgaskonzentration ( $c_t$ ), die ähnlich dem 1-Stunden-Grenzwert ist, durchgeführt.

Die Konzentrationen der Prüfgasgemische mit der jeweiligen Störkomponente müssen eine Unsicherheit von kleiner als 5 % aufweisen und auf nationale Standards rückführbar sein. Die zu prüfenden Störkomponenten und ihre Konzentrationen sind in Tabelle 183 angegeben. Der Einfluss jeder Störkomponente muss einzeln bestimmt werden. Die Konzentration der Messgröße ist für den auf die Zugabe der Störkomponente (z.B. Wasserdampf) zurückgehenden Verdünnungsfluss zu korrigieren.

Nach der Einstellung des Messgerätes bei Null und beim Spannniveau wird ein Gemisch von Nullgas und der zu untersuchenden Störkomponente mit der in Tabelle 183 angegebenen Konzentration aufgegeben. Mit diesem Gemisch wird eine unabhängige Messung, gefolgt von zwei Einzelmessungen durchgeführt. Diese Vorgehensweise wird mit einem Gemisch der Messgröße bei der Konzentration  $c_t$  und der zu untersuchenden Störkomponente wiederholt. Die Einflussgröße bei Null und der Konzentration  $c_t$  ist:

$$X_{\text{int},z} = x_z$$

$$X_{\text{int},ct} = x_{ct} - c_t$$

Dabei ist:

- |                     |  |
|---------------------|--|
| $X_{\text{int},z}$  | die Einflussgröße der Störkomponente bei Null                                  |
| $x_z$               | der Mittelwert der Messungen bei Null  |
| $X_{\text{int},ct}$ | die Einflussgröße der Störkomponenten bei der Konzentration $c_t$              |
| $x_{ct}$            | der Mittelwert der Messungen bei der Konzentration $c_t$                       |
| $c_t$               | die Konzentration des aufgegebenen Gases beim Niveau des 1-Stunden-Grenzwertes |

Die Einflussgröße der Störkomponenten muss die in oben angegebenen Leistungsanforderungen sowohl bei Null als auch der Konzentration  $c_t$  erfüllen.

**Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14211 durchgeführt. Die Geräte wurden bei Null und der Konzentration  $c_t$  (500 ppb) eingestellt. Anschließend wurde Null- und Prüfgas mit den verschiedenen Störkomponenten aufgegeben.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 273 von 910

Es wurden die in Tabelle 183 aufgeführten Stoffe in den entsprechenden Konzentrationen geprüft.

*Tabelle 183: Störkomponenten nach DIN EN 14211*

Störkomponente	Wert
CO <sub>2</sub>	500 µmol/mol
H <sub>2</sub> O	19 mmol/mol
NH <sub>3</sub>	200 nmol/mol
O <sub>3</sub>	200 nmol/mol

## Auswertung

In der folgenden Übersicht sind die Einflussgrößen der verschiedenen Störkomponenten aufgelistet.

*Tabelle 184: Einfluss der geprüften Störkomponenten ( $c_t = 500$  ppb)*

		Gerät 1 (188) [ppb]	Gerät 2 (208) [ppb]
<b>H<sub>2</sub>O</b>	X <sub>z</sub>	0,1	0,1
	X <sub>int,z</sub>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
	X <sub>ct</sub>	498,7	498,0
	X <sub>int,ct</sub>	<b>-1,3</b>	<b>-2,0</b>
Maximal erlaubte Abweichung		5	5
Bestanden?		<b>ja</b>	<b>ja</b>
<b>CO<sub>2</sub></b>	X <sub>z</sub>	0,1	0,1
	X <sub>int,z</sub>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
	X <sub>ct</sub>	500,8	500,1
	X <sub>int,ct</sub>	<b>0,8</b>	<b>0,1</b>
Maximal erlaubte Abweichung		5	5
Bestanden?		<b>ja</b>	<b>ja</b>
<b>O<sub>3</sub></b>	X <sub>z</sub>	0,0	0,1
	X <sub>int,z</sub>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>
	X <sub>ct</sub>	498,2	498,0
	X <sub>int,ct</sub>	<b>-1,8</b>	<b>-2,0</b>
Maximal erlaubte Abweichung		2	2
Bestanden?		<b>ja</b>	<b>ja</b>
<b>NH<sub>3</sub></b>	X <sub>z</sub>	0,1	0,0
	X <sub>int,z</sub>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>
	X <sub>ct</sub>	500,5	500,8
	X <sub>int,ct</sub>	<b>0,5</b>	<b>0,8</b>
Maximal erlaubte Abweichung		5	5
Bestanden?		<b>ja</b>	<b>ja</b>

$c_t = 500$  ppb

## Bewertung

Die Querempfindlichkeit der NO- Messung gegen H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und NH<sub>3</sub> liegt innerhalb der geforderten Unsicherheiten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind der Prüfung sind in Tabelle 185 aufgeführt.

*Tabelle 185: Einzelwerte der Prüfung zur Querempfindlichkeit*

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [ppb]	Gerät 2 (208) [ppb]	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [ppb]	Gerät 2 (208) [ppb]
<b>Nullgas + H<sub>2</sub>O (19 mmol/mol)</b>				<b>Nullgas + CO<sub>2</sub> (500 µmol/mol)</b>			
09.07.2008	07:55 - 08:00	0,0	0,0	09.07.2008	13:00 - 13:05	0,1	0,1
09.07.2008	08:05 - 08:10	0,1	0,0	09.07.2008	13:10 - 13:15	0,1	0,1
09.07.2008	08:15 - 08:20	0,1	0,2	09.07.2008	13:20 - 13:25	0,1	0,0
<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
<b>Prüfgas + H<sub>2</sub>O (19 mmol/mol)</b>				<b>Prüfgas + CO<sub>2</sub> (500 µmol/mol)</b>			
09.07.2008	08:00 - 08:05	498,3	498,2	09.07.2008	13:05 - 13:10	500,6	500,0
09.07.2008	08:10 - 08:15	499,1	498,6	09.07.2008	13:15 - 13:20	501,2	500,2
09.07.2008	08:20 - 08:25	498,8	497,3	09.07.2008	13:25 - 13:30	500,5	500,2
<b>Mittelwert</b>		<b>498,7</b>	<b>498,0</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>500,8</b>	<b>500,1</b>
<b>Nullgas + O<sub>3</sub> (200 nmol/mol)</b>				<b>Nullgas + NH<sub>3</sub> (200 nmol/mol)</b>			
09.07.2008	13:35 - 13:40	0,0	0,0	09.07.2008	14:05 - 14:10	0,1	0,0
09.07.2008	13:45 - 13:50	0,0	0,0	09.07.2008	14:15 - 14:20	0,1	0,0
09.07.2008	13:55 - 14:00	0,0	0,3	09.07.2008	14:25 - 14:30	0,0	0,0
<b>Mittelwert</b>		<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,0</b>
<b>Prüfgas + O<sub>3</sub> (200 nmol/mol)</b>				<b>Prüfgas + NH<sub>3</sub> (200 nmol/mol)</b>			
09.07.2008	13:40 - 13:45	498,2	498,2	09.07.2008	14:10 - 14:15	500,2	500,4
09.07.2008	13:50 - 13:55	498,4	497,8	09.07.2008	14:20 - 14:25	500,6	500,9
09.07.2008	14:00 - 14:05	498,1	498,1	09.07.2008	14:30 - 14:35	500,7	501,1
<b>Mittelwert</b>		<b>498,2</b>	<b>498,0</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>500,5</b>	<b>500,8</b>

## B [NO] 8.4.12 Mittelungsprüfung

*Mittelungseinfluss muss bei  $\leq 7\%$  des Messwertes liegen.*

### Prüfbedingungen

Die Mittelungsprüfung liefert ein Maß für die Unsicherheit der gemittelten Werte, die durch kurzzeitige Konzentrationsänderungen im Probengas, die kürzer als die Messwerterfassung im Messgerät sind, verursacht werden. Im Allgemeinen ist die Ausgabe eines Messgerätes das Ergebnis der Bestimmung einer Bezugskonzentration (üblicherweise Null) und der tatsächlichen Konzentration, die eine gewisse Zeit benötigt.

Zur Bestimmung der auf die Mittelung zurückgehenden Unsicherheit werden die folgenden Konzentrationen auf das Messgerät aufgegeben und die entsprechenden Messwerte registriert:

- eine konstante NO<sub>2</sub> Konzentration  $c_{t,NO_2}$  von etwa dem Doppelten des 1-Stunden-Grenzwertes
- eine sprunghafte Änderung der NO-Konzentration zwischen Null und 600 nmol/mol (Konzentration  $c_{t,NO}$ ).

Die Zeitspanne ( $t_c$ ) der konstanten NO-Konzentrationen muss mindestens gleich der zum Erzielen von vier unabhängigen Anzeigewerten. Notwendigen Zeitspanne sein (entsprechend mindestens 16 Einstellzeiten). Die Zeitspanne ( $t_v$ ) der geänderten NO -Konzentration muss mindestens gleich der zum Erzielen von vier unabhängigen Anzeigewerten erforderlichen Zeitspanne ( $t_{NO}$ ) für die NO-Konzentration muss 45 s betragen, gefolgt von der Zeitspanne ( $t_{zero}$ ) von 45 s für die Konzentration Null. Weiterhin gilt:

$c_t$  ist die Prüfgaskonzentration

$t_v$  ist die Gesamtzahl der  $t_{NO}$ - und  $t_{zero}$ -Paare (mindestens drei Paare)

Der Wechsel von  $t_{NO}$  auf  $t_{zero}$  muss innerhalb von 0,5 s erfolgen. Der Wechsel von  $t_c$  zu  $t_v$  muss innerhalb einer Einstellzeit des zu prüfenden Messgerätes erfolgen.

Der Mittelungseinfluss ( $X_{av}$ ) ist:

$$X_{av} = \frac{C_{const}^{av} - 2C_{var}^{av}}{C_{const}^{av}} * 100$$

Dabei ist:

$X_{av}$  der Mittelungseinfluss (%)

$C_{const}^{av}$  der Mittelwert von mindestens vier unabhängigen Messungen während der Zeitspanne der konstanten Konzentration

$C_{var}^{av}$  der Mittelwert von mindestens vier unabhängigen Messungen während der Zeitspanne der variablen Konzentration

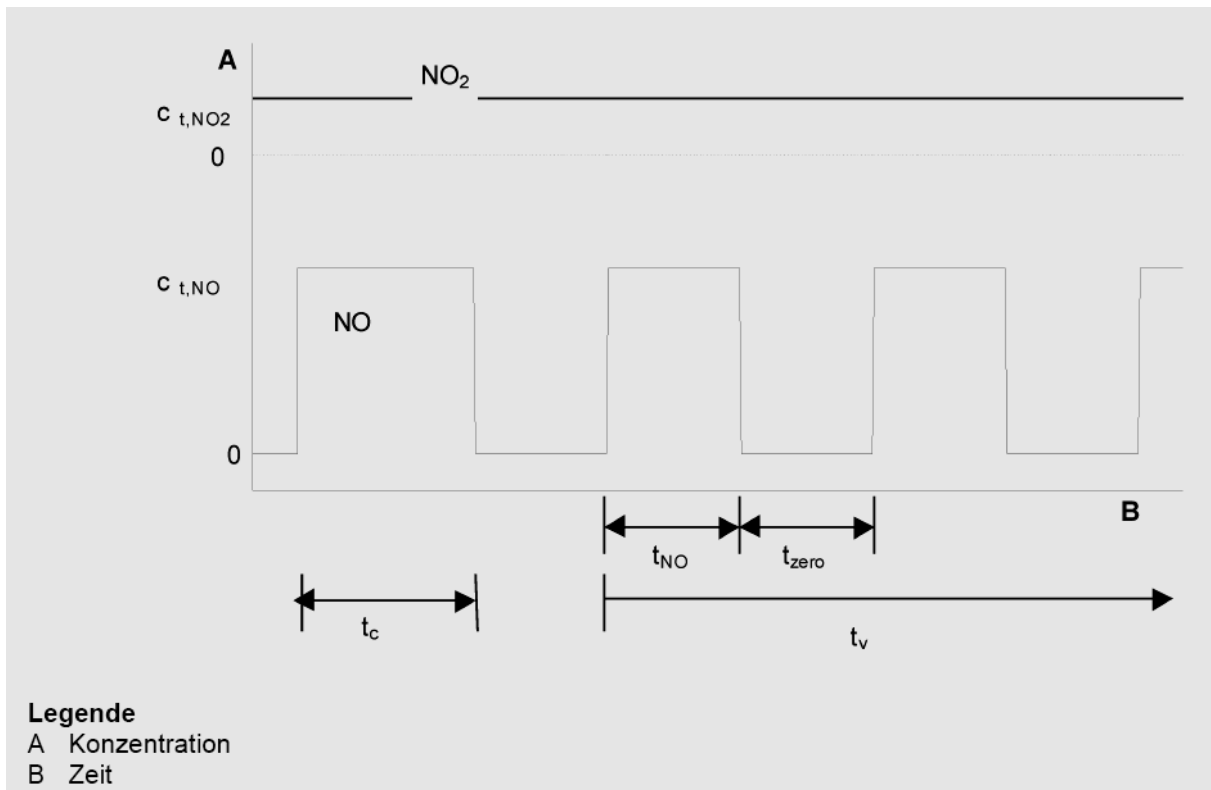


Abbildung 67: Konzentrationsänderung für die Prüfung des Mittelungseinflusses ( $t_{NO} = t_{zero} = 45 \text{ s.}$ )

## Durchführung der Prüfung

Die Mittelungsprüfung wurde nach den Vorgaben der DIN EN 14211 durchgeführt. Zuerst wurde bei einer konstanten Prüfgaskonzentration der Mittelwert gebildet. Danach wurde mit Hilfe eines Dreiwegeventils im 45 s Takt zwischen Null und Prüfgas hin und her geschaltet. Über die Zeit der wechselnden Prüfgasaufgabe wurde ebenfalls der Mittelwert gebildet.

## Auswertung

In der Prüfung wurden folgende Mittelwerte ermittelt:

Konstanter Mittelwert		Variabler Mittelwert	
Gerät 1 (188)	553,8 ppb	Gerät 1 (188)	261,4 ppb
Gerät 2 (208)	556,2 ppb	Gerät 2 (208)	267,1 ppb

Daraus ergeben sich folgende Mittelungseinflüsse:

Gerät 1 (188): 5,6 %

Gerät 2 (208): 4,0 %



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 277 von 910

## Bewertung

Das Leistungskriterium der DIN EN 14211 wird in vollem Umfang eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
<b>Messung (const)</b>	<b>[ppb]</b>	<b>[ppb]</b>
Messung 1	553,5	555,8
Messung 2	554,0	556,4
Messung 3	553,7	556,2
Messung 4	553,9	556,3
<b>Mittelwert C (const)</b>	<b>553,8</b>	<b>556,2</b>
<b>Messung (var)</b>	<b>[ppb]</b>	<b>[ppb]</b>
conz. fallend	158,7	164,7
conz. steigend	353,8	363,9
conz. fallend	109,5	108,3
conz. steigend	415,2	429,5
conz. fallend	209,0	155,6
conz. steigend	169,5	349,8
conz. fallend	387,7	249,5
conz. steigend	287,7	315,2
<b>Mittelwert C (var)</b>	<b>261,4</b>	<b>267,1</b>
<b>Mittlungsfehler X<sub>av</sub> [%]</b>	<b>5,6</b>	<b>4,0</b>
erlaubter Fehler	7%	7%
Status	bestanden	bestanden

Tabelle 186: Einzelwerte der Mittelungsprüfung nach DIN EN 14211

**B [NO] 8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang***Differenz Proben-/Kalibriereingang ≤ 1,0 %***Prüfvorschriften**

Falls das Messgerät über verschiedene Eingänge für Proben- und Prüfgas verfügt, ist die Differenz des Messsignals bei Aufgabe der Proben über den Proben- oder Kalibriereingang zu prüfen. Hierzu wird Prüfgas mit der Konzentration von 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches über den Probeneingang auf das Messgerät aufgegeben. Die Prüfung besteht aus einer unabhängigen Messung, gefolgt von zwei Einzelmessungen. Nach einer Zeitspanne von mindestens vier Einstellzeiten wird die Prüfung unter Verwendung des Kalibriereingangs wiederholt. Die Differenz wird folgendermaßen berechnet:

$$D_{SC} = \frac{x_s - x_c}{c_t} \times 100$$

Dabei ist

- $D_{SC}$  die Differenz Proben-/Kalibriereingang  
 $x_s$  der Mittelwert der Messungen über den Probeneingang  
 $x_c$  der Mittelwert der Messungen über den Kalibriereingang  
 $c_t$  die Konzentration des Prüfgases

$D_{SC}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

**Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde nach den Vorgaben der DIN EN 14211 durchgeführt. Bei der Prüfgasaufgabe wurde der Weg des Gases mit Hilfe eines Drei-Wege-Ventils zwischen Sample und Spangaseingang umgeschaltet.

**Auswertung**

Bei der Prüfung wurden folgende Differenzen zwischen Proben und Kalibriergaseingang ermittelt:

Gerät 1 (188): 0,21 %

Gerät 2 (208): 0,18 %

**Bewertung**

Das Leistungskriterium der DIN EN 14211 wird in vollem Umfang eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 279 von 910

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind Tabelle 187 zu entnehmen.

*Tabelle 187: Einzelwerte der Prüfung der Differenz zwischen Proben und Kalibrier-gasein-gang*

Datum	Zeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[ppb]	[ppb]
Prüfgas am Probengaseingang			
10.07.2008	14:10 - 14:15	701,2	701,3
10.07.2008	14:20 - 14:25	700,6	701,2
10.07.2008	14:30 - 14:35	701,3	701,9
Mittelwert		701,0	701,5
Prüfgas am Prüfgaseingang			
10.07.2008	14:15 - 14:20	699,6	700,4
10.07.2008	14:25 - 14:30	699,3	700,2
10.07.2008	14:35 - 14:40	699,7	700,1
Mittelwert		699,5	700,2

## **B [NO] 8.4.14 Konverterwirkungsgrad**

*Konverterwirkungsgrad  $\geq 98$  %*

### **Prüfvorschriften**

Der Konverterwirkungsgrad wird über Messungen mit bekannten NO<sub>2</sub> Konzentrationen bestimmt. Dies kann durch Gasphasentitration von NO zu NO<sub>2</sub> mit Ozon erfolgen.

Die Prüfung ist bei zwei Konzentrationsniveaus durchzuführen: bei 50 % und bei 95 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches von NO<sub>2</sub>.

Das NO<sub>x</sub> Messgerät ist über den NO- und NO<sub>x</sub> Kanal mit einer NO-Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches von NO zu kalibrieren. Beide Kanäle müssen so eingestellt werden, dass sie den gleichen Wert anzeigen. Die Werte sind zu registrieren.

Eine bekannte NO-Konzentration von etwa 50 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches von NO wird auf das Messgerät aufgegeben, bis das Ausgabesignal stabil ist. Diese stabile Zeitspanne muss mindestens vier Einstellzeiten betragen. Vier Einzelmessungen werden am NO- und NO<sub>x</sub> Kanal durchgeführt. NO wird dann zur Erzeugung einer NO<sub>2</sub> Konzentration mit O<sub>3</sub> umgesetzt. Dieses Gemisch mit einer konstanten NO<sub>x</sub> Konzentration wird auf das Messgerät aufgegeben, bis das Ausgabesignal stabil ist. Diese stabile Zeitspanne muss mindestens vier Einstellzeiten des Messgerätes betragen, die NO Konzentration nach der Gasphasentitration muss zwischen 10 % und 20 % der ursprünglichen NO Konzentration betragen. Anschließend werden vier Einzelmessungen am NO und NO<sub>x</sub> Kanal durchgeführt. Die O<sub>3</sub> Versorgung wird dann abgeschaltet und nur NO auf das Messgerät aufgegeben, bis das Ausgabesignal stabil ist. Diese stabile Zeitspanne muss mindestens vier Einstellzeiten des Messgerätes betragen. Dann wird der Mittelwert der vier Einzelmessungen am NO. Und NO<sub>x</sub>-Kanal geprüft, ob er gleich den ursprünglichen Werten ist, wobei eine Abweichung von 1 % zulässig ist.

Der Konverterwirkungsgrad ist:

$$E_{conv} = \left( 1 - \frac{(NO_x)_i - (NO_x)_f}{(NO)_i - (NO)_f} \right) \times 100\%$$

Dabei ist

$E_{conv}$  der Konverterwirkungsgrad in %

$(NO_x)_i$  der Mittelwert der vier Einzelmessungen am NO<sub>x</sub>-Kanal bei der anfänglichen NO<sub>x</sub>-Konzentration

$(NO_x)_f$  der Mittelwert der vier Einzelmessungen am NO<sub>x</sub> Kanal bei der sich einstellenden NO<sub>x</sub>-Konzentration nach Zugabe von O<sub>3</sub>

$(NO)_i$  der Mittelwert der vier Einzelmessungen am NO-Kanal bei der anfänglichen NO-Konzentration

$(NO)_f$  Der Mittelwert der vier Einzelmessungen am NO-Kanal bei der sich einstellenden NO-Konzentration nach Zugabe von O<sub>3</sub>

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 281 von 910

Der niedrigere der beiden Werte für den Konverterwirkungsgrad ist anzugeben.

### Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde durchgeführt wie oben angegeben.

### Auswertung

Es wurden folgende Konverterwirkungsgrade ermittelt.

*Tabelle 188: Konverterwirkungsgrad bei einer Konzentration von ca. 95 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches von NO<sub>2</sub> (Messbereich NO<sub>2</sub> = 0 – 261 ppb)*

Gerät 1 188	Kanal	NO Prüfgas	NO Prüfgas	NO Prüfgas	Wirkungsgrad
		Anfang	mit Ozon	Ende	E <sub>conv</sub>
		[ppb]	[ppb]	[ppb]	[%]
	NO	525,8	277,0	525,4	<b>99,4</b>
	NO <sub>2</sub>	0,0	247,2	-1,3	
	NO <sub>x</sub>	525,8	524,2	524,0	
Gerät 2 208	Kanal	NO Prüfgas	NO Prüfgas	NO Prüfgas	Wirkungsgrad
		[ppb]	[ppb]		[%]
	NO	528,8	303,4	523,8	<b>99,6</b>
	NO <sub>2</sub>	0,8	225,4	0,8	
	NO <sub>x</sub>	529,6	528,8	524,5	

*Tabelle 189: Konverterwirkungsgrad bei einer Konzentration von ca. 50 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches von NO<sub>2</sub> (Messbereich NO<sub>2</sub> = 0 – 261 ppb)*

Gerät 1 188	Kanal	NO Prüfgas	NO Prüfgas	NO Prüfgas	Wirkungsgrad
		Anfang	mit Ozon	Ende	E <sub>conv</sub>
		[ppb]	[ppb]	[ppb]	[%]
	NO	522,1	406,8	517,0	<b>99,4</b>
	NO <sub>2</sub>	-0,2	114,5	3,0	
	NO <sub>x</sub>	522,0	521,3	520,0	
Gerät 2 208	Kanal	NO Prüfgas	NO Prüfgas	NO Prüfgas	Wirkungsgrad
		[ppb]	[ppb]		[%]
	NO	519,0	399,8	519,8	<b>99,1</b>
	NO <sub>2</sub>	0,6	118,7	-0,4	
	NO <sub>x</sub>	519,6	518,5	519,5	

## **Bewertung**

Der Konverterwirkungsgrad erfüllt bei beiden Konzentrationen die Anforderung  $\geq 98 \%$ . Zur Unsicherheitsberechnung werden die niedrigeren Werte herangezogen.

Gerät 1253: 99,4 %

Gerät 1257: 99,1 %

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich

## **B [NO]      8.5      Bestimmung der Leistungskenngrößen bei der Feldprüfung**

Die Bestimmung der Leistungskenngrößen im Feld als Teil der Eignungsprüfung ist von einer benannten Stelle durchzuführen. Die Qualität der in den beschriebenen Prüfverfahren eingesetzten Materialien und der Ausrüstung muss die Anforderungen der DIN EN 14211 erfüllen.

Bei der Prüfung im Feld werden zwei Messgeräte über eine Zeitspanne von 3 Monaten hinsichtlich Verfügbarkeit (Kontrollintervall), Vergleichpräzision im Feld und Langzeitdrift geprüft. Die Messgeräte werden parallel an ein und derselben Probenahmestelle an einer ausgewählten Messstation unter spezifischen Außenluftbedingungen betrieben.

### **Auswahl der Messstation**

Die Auswahl der Messstation beruht auf folgenden Kriterien:

Ort:

- periurbane oder ländliche Station
- Einrichtung der Messstation
- ausreichende Kapazität des Probengasverteilers
- genügend Platz, um zwei Messgeräte mit Prüfgasen und/oder Kalibriereinrichtungen unterzubringen
- Kontrolle der Umgebungstemperatur der Messgeräte bei  $20\text{ °C} \pm 4\text{ °C}$  mit Temperaturoaufzeichnung
- stabile elektrische Spannung.

Weitere mögliche Kriterien:

- Telemetrie/Telefoneinrichtung zur Fernüberwachung der Einrichtung
- Zugänglichkeit

### **Betriebsanforderungen**

Nach dem Einbau der Messgeräte in der Messstation ist deren korrekter Betrieb zu prüfen. Dies umfasst unter anderem den korrekten Anschluss am Probengasverteiler, Probengasflüsse, richtige Temperaturen zum Beispiel der Reaktionskammern, Signal gegenüber Null- und Spangas, Datenübertragung und andere Punkte, die von der benannten Stelle als notwendig beurteilt werden.

Nach Feststellung des korrekten Betriebs werden die Messgeräte auf Null abgeglichen und bei einem Wert von etwa 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches kalibriert.

Während der 3-Monats-Zeitspanne müssen die Anforderungen des Geräteherstellers hinsichtlich der Wartung erfüllt werden.

Messungen mit Null- und Spangas sind alle 2 Wochen durchzuführen. Die Konzentration  $c_t$  des Spangases muss etwa 90 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches betragen. Bei Null und dem Konzentrationsniveau  $c_t$  werden eine unabhängige Messung und danach vier Einzelmessungen durchgeführt und die Messergebnisse aufgezeichnet.

Um die Verunreinigung des Filters bei der Bestimmung der Drift des Messgerätes auszuschließen, werden Null- und Spangas ohne Passage durch das Filter auf das Messgerät aufgegeben.

Um zu vermeiden, dass die Filterbelegung die Ergebnisse des Vergleichs der beiden Messgeräte beeinflusst, und um sicherzustellen, dass die Filterbelegung nicht die Qualität der Messdaten beeinträchtigt, ist das Filter direkt vor jeder zweiwöchentlichen Kalibrierung auszuwechseln. Filter, die bereits im Labor mit NO/NO<sub>2</sub> -Gasgemischungen konditioniert wurden, sind zu verwenden.

Während der Prüfzeitspanne von drei Monaten dürfen an den Messgeräten keine Null- und Spangaseinstellungen durchgeführt werden, da dies die Bestimmung der Langzeitdrift beeinflussen würde. Die Messdaten des Messgerätes dürfen unter Annahme einer linearen Drift seit der letzten Null- und Spanprüfung nur mathematisch korrigiert werden.

Falls das Gerät über eine Autoskalierungs- oder Selbstkorrekturfunktion verfügt, kann diese während der Feldprüfung außer Funktion gesetzt werden. Die Größe der Eigenkorrektur muss für das Prüflabor verfügbar sein. Die Größen der Auto-Null und der Auto-Drift-Korrekturen über das Kontrollintervall (Langzeitdrift) unterliegen den gleichen Einschränkungen, wie sie in den Leistungskenngrößen festgelegt sind.



## B [NO] 8.5.4 Langzeitdrift

*Langzeitdrift bei Null  $\leq 5,0$  nmol/mol (entspricht 5 ppb)*

*Langzeitdrift beim Spannniveau  $\leq 5$  % des Zertifizierungsbereiches (entspricht 48,0 ppb bei einem Messbereich von 0 bis 960 ppb)*

### Prüfvorschriften

Nach jeder zweiwöchigen Kalibrierung ist die Drift der in der Prüfung befindlichen Messgeräte bei Null und beim Spannniveau entsprechend den in diesem Abschnitt angegebenen Verfahren zu berechnen. Falls die Drift im Vergleich zur Anfangskalibrierung eine der Leistungskenngrößen bezüglich der Drift bei Null oder beim Spannniveau erreicht, ergibt sich das Kontrollintervall als Anzahl der Wochen bis zur Feststellung der Überschreitung minus 2 Wochen. Für weitere (Unsicherheits-)Berechnungen sind für die Langzeitdrift die Werte für die Null- und Spandrift über die Zeitspanne des Kontrollintervalls zu verwenden.

Zu Beginn der Driftzeitspanne werden direkt nach der Kalibrierung fünf Einzelmessungen beim Null- und Spannniveau durchgeführt (nach einer Wartezeit, die einer unabhängigen Messung entspricht).

Die Langzeitdrift wird folgendermaßen berechnet:

$$D_{L,Z} = (C_{Z,2} - C_{Z,1})$$

Dabei ist:

$D_{L,Z}$  die Drift bei Null

$C_{Z,1}$  der Mittelwert der Messungen bei Null zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{Z,2}$  der Mittelwert der Nullgasmessung am Ende der Driftzeitspanne

$D_{L,Z}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

$$D_{L,S} = \frac{(C_{S,2} - C_{S,1}) - D_{L,Z}}{C_{S,1}} \times 100$$

Dabei ist:

$D_{L,S}$  die Drift bei der Span-Konzentration

$C_{S,1}$  der Mittelwert der Messungen beim Spannniveau zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{S,2}$  der Mittelwert der Messungen beim Spannniveau am Ende der Driftzeitspanne

$D_{L,S}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

## Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde so durchgeführt, dass alle 2 Wochen Prüfgas aufgegeben wurde. In Tabelle 190 und Tabelle 191 sind die gefundenen Messwerte der zweiwöchentlichen Prüfungsaufgaben angegeben.

## Auswertung

*Tabelle 190: Ergebnisse der Langzeitdrift am Nullpunkt Komponente NO*

	Gerät 1 (188) [ppb]	Gerät 2 (208) [ppb]
C <sub>Z,1</sub> 25.08.2008	0,09	0,05
C <sub>Z,2</sub> 08.09.2008	0,24	0,06
<b>D<sub>L,Z</sub> 08.09.2008</b>	<b>0,15</b>	<b>0,01</b>
C <sub>Z,2</sub> 22.09.2008	0,36	0,39
<b>D<sub>L,Z</sub> 22.09.2008</b>	<b>0,27</b>	<b>0,34</b>
C <sub>Z,2</sub> 06.10.2008	0,68	0,47
<b>D<sub>L,Z</sub> 06.10.2008</b>	<b>0,59</b>	<b>0,42</b>
C <sub>Z,2</sub> 20.10.2008	0,31	0,89
<b>D<sub>L,Z</sub> 20.10.2008</b>	<b>0,22</b>	<b>0,84</b>
C <sub>Z,2</sub> 03.11.2008	0,63	0,44
<b>D<sub>L,Z</sub> 03.11.2008</b>	<b>0,54</b>	<b>0,39</b>
C <sub>Z,2</sub> 17.11.2008	0,71	0,57
<b>D<sub>L,Z</sub> 17.11.2008</b>	<b>0,62</b>	<b>0,52</b>
C <sub>Z,2</sub> 10.12.2008	0,72	0,81
<b>D<sub>L,Z</sub> 10.12.2008</b>	<b>0,63</b>	<b>0,76</b>

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 287 von 910

*Tabelle 191: Ergebnisse der Langzeitdrift am Spannpunkt Komponente NO*

	Gerät 1 (188) [ppb]	Gerät 2 (208) [ppb]
C <sub>S,1</sub> 25.08.2008	800,6	800,4
C <sub>S,2</sub> 08.09.2008	804,1	803,9
<b>D<sub>L,S</sub> 08.09.2008</b>	<b>0,42%</b>	<b>0,44%</b>
C <sub>S,2</sub> 22.09.2008	803,5	804,6
<b>D<sub>L,S</sub> 22.09.2008</b>	<b>0,33%</b>	<b>0,49%</b>
C <sub>S,2</sub> 06.10.2008	809,4	802,3
<b>D<sub>L,S</sub> 06.10.2008</b>	<b>1,03%</b>	<b>0,19%</b>
C <sub>S,2</sub> 20.10.2008	804,9	808,8
<b>D<sub>L,S</sub> 20.10.2008</b>	<b>0,51%</b>	<b>0,95%</b>
C <sub>S,2</sub> 03.11.2008	806,7	806,2
<b>D<sub>L,S</sub> 03.11.2008</b>	<b>0,70%</b>	<b>0,68%</b>
C <sub>S,2</sub> 17.11.2008	807,9	805,7
<b>D<sub>L,S</sub> 17.11.2008</b>	<b>0,84%</b>	<b>0,60%</b>
C <sub>S,2</sub> 10.12.2008	806,3	806,8
<b>D<sub>L,S</sub> 10.12.2008</b>	<b>0,64%</b>	<b>0,71%</b>

## Bewertung

Es ergeben sich Langzeitdriften der Komponente NO von maximal 0,63 ppb am Nullpunkt und 1,03 % des Zertifizierungsbereiches für Gerät 1 (188) und von maximal 0,84 ppb am Nullpunkt und 0,95 % des Zertifizierungsbereiches am Referenzpunkt für Gerät 2 (208).

Das Leistungskriterium nach DIN EN 14211 wird erfüllt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

*Tabelle 192: Einzelwerte der Prüfung zur Langzeitdrift nach DIN EN 14211*

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	[hh:mm]	[ppb]	[ppb]	[hh:mm]	[ppb]	[ppb]
25.08.2008	10:05	0,00	0,01	13:57	800,2	799,9
25.08.2008	10:07	0,05	0,08	13:59	800,6	800,5
25.08.2008	10:09	0,11	0,06	14:01	800,4	800,7
25.08.2008	10:11	0,18	0,08	14:03	801,0	800,2
25.08.2008	10:13	0,12	0,01	14:05	800,6	800,5
<b>Mittelwert</b>		<b>0,09</b>	<b>0,05</b>		<b>800,6</b>	<b>800,4</b>
08.09.2008	09:55	0,24	0,06	12:35	804,1	803,9
22.09.2008	11:25	0,36	0,39	13:00	803,5	804,6
06.10.2008	15:25	0,68	0,47	17:00	809,4	802,3
20.10.2008	12:15	0,31	0,89	13:50	804,9	808,8
03.11.2008	12:15	0,63	0,44	13:50	806,7	806,2
17.11.2008	11:10	0,71	0,57	12:45	807,9	805,7
10.12.2008	12:10	0,72	0,81	13:45	806,3	806,8

## **B [NO] 8.5.5 Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen**

*Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen  $\leq 5$  % des Mittels über eine Zeitspanne von 3 Monaten.*

### **Prüfvorschriften**

Die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen wird aus den während der dreimonatigen Zeitspanne stündlich gemittelten Messwerten berechnet.

Die Differenz  $d_f$  für jede i-te Parallelmessung ist:

$$d_{f,i} = (x_{1,f})_i - (x_{2,f})_i$$

Dabei ist:

$d_{f,i}$  die i-te Differenz einer Parallelmessung

$(x_{1,f})_i$  das i-te Messergebnis von Messgerät 1

$(x_{2,f})_i$  das i-te Messergebnis von Messgerät 2 zu selben Zeit wie Messgerät 1

Die Vergleichsstandardabweichung (unter Feldbedingungen) ist:

$$s_{r,f} = \frac{\left( \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_{f,i}^2}{2n}} \right)}{av} \times 100$$

Dabei ist:

$s_{r,f}$  die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen (%)

$n$  die Anzahl der Parallelmessungen

$av$  der Mittelwert in der Feldprüfung

$d_{f,i}$  die i-te Differenz einer Parallelmessung

Die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen,  $s_{rf}$ , muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

### **Durchführung der Prüfung**

Aus den während der Feldprüfung stündlich gemittelten Werten, wurde die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen mit Hilfe der oben genannten Formeln ermittelt.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 289 von 910

## Auswertung

*Tabelle 193: Bestimmung der Vergleichsstandardabweichung auf Basis aller Daten aus dem Feldtest*

Vergleichsstandardabweichung im Feldtest				
Stichprobenumfang	n	=	2568	
Mittelwert beider Geräte		=	20,05	ppb
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	sd	=	0,519	
<b>Vergleichsstandardabweichung (%)</b>	<b>Sr,f</b>	<b>=</b>	<b>2,59</b>	<b>%</b>

Es ergibt sich eine Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen von 2,59 % des Mittelwertes.

## Bewertung

Die Anforderungen der DIN EN 14211 werden eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

## **B [NO] 8.5.6 Kontrollintervall**

*Wartungsintervall mindestens 14 Tage*

### **Prüfvorschriften**

Das Kontrollintervall ist die Zeitspanne, in der die Drift innerhalb des Leistungskriteriums für die Langzeitdrift liegt, sofern nicht der Gerätehersteller eine kürzere Zeitspanne festlegt. Falls eines der Messgeräte während der Feldprüfung Fehlfunktionen aufweist, ist die Feldprüfung neu zu starten, um festzustellen, ob die Fehlfunktion zufällig war oder auf einen Gerätefehler zurückzuführen ist.

### **Durchführung der Prüfung**

Das Leistungskriterium der Langzeitdrift (Punkt 8.5.4) wurde während des 3-monatigen Feldtestes nicht überschritten. Allerdings wurde der geräteinterne Teflonfilter monatlich gewechselt.

### **Auswertung**

Aufgrund der Daten aus der Langzeitdriftuntersuchung (siehe Tabelle 190 und Tabelle 191) und den monatlich durchgeführten Wartungsarbeiten ergibt sich ein Kontrollintervall von 4 Wochen.

### **Bewertung**

Das Wartungsintervall beträgt 4 Wochen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht notwendig.

## B [NO] 8.5.7 Verfügbarkeit

*Verfügbarkeit des Messgerätes > 90 %.*

### Prüfvorschriften

Der korrekte Betrieb des Messgerätes ist mindestens alle 14 Tage zu prüfen. Es wird empfohlen, diese Prüfung während der ersten 14 Tage täglich durchzuführen. Diese Prüfungen beinhalten die Plausibilitätsprüfung der Messwerte, sofern verfügbar, Statussignale und andere relevante Parameter. Zeitpunkt, Dauer und Art von Fehlfunktionen sind zu registrieren.

Die für die Berechnung der Verfügbarkeit zu berücksichtigende Zeitspanne ist diejenige Zeitspanne in der Feldprüfung, während der valide Messdaten für die Außenluftkonzentrationen gewonnen werden. Dabei darf die für Kalibrierungen, Konditionierung der Probengasleitung, Filter und Wartungsarbeiten aufgewendete Zeit nicht einbezogen werden.

Die Verfügbarkeit des Messgerätes ist:

$$A_a = \frac{t_u}{t_t} * 100$$

Dabei ist:

$A_a$  die Verfügbarkeit des Messgerätes (%)

$t_u$  die gesamte Zeitspanne mit validen Messwerten

$t_t$  die gesamte Zeitspanne der Feldprüfung, abzüglich der Zeit für Kalibrierung und Wartung

$t_u$  und  $t_t$  müssen in den gleichen Einheiten angegeben werden.

Die Verfügbarkeit muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

### Durchführung der Prüfung

Aus der Gesamtzeit des Feldtests und den dabei aufgetretenen Ausfallzeiten wurde die Verfügbarkeit mit Hilfe der oben genannten Formel berechnet.

### Auswertung

Die während des Feldtestes aufgetretenen Ausfallzeiten sind in Tabelle 194 aufgelistet.

*Tabelle 194: Ausfallzeiten während des Feldtests*

			Gerät 1253	Gerät 1257
Gesamtzeit	$t_t$	h	2568	2568
Kalibrierung/Wartung	--	h	94,5	94,5
Einsatzzeit	$t_u$	h	2473,5	2473,5
Verfügbarkeit	$A_a$	%	96,3 %	96,3 %

Die Kalibrierzeiten ergeben sich aus den täglichen Prüfgasaufgaben zur Bestimmung des Driftverhaltens und des Wartungsintervalls. Die Wartungszeit resultiert aus den Zeiten, die zum Austausch der geräteinternen Teflonfilter im Probengasweg benötigt wurden.

### **Bewertung**

Die Verfügbarkeit beträgt 96,3 %, somit ist die Mindestanforderung erfüllt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.



## **B [NO] Anhang A der DIN EN 14211 (normativ) Berechnung der Verweilzeiten für eine maximal zulässige NO<sub>2</sub>- Zunahme in der Probenahmeleitung**

*Anstieg der NO<sub>2</sub>- Konzentration durch die Verweilzeit im Messgerät ≤ 4,0 nmol/mol  
(entspricht 4 ppb)*

### **Prüfvorschriften**

Die Zunahme von Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) im Probengas ist auf die Reaktion des Ozons (O<sub>3</sub>) der Luft mit Stickstoffmonoxid (NO) in der Probenahmeleitung zurückzuführen.

Mit folgenden Gleichungen lässt sich der Einfluss der Verweilzeit auf die NO<sub>2</sub>- Zunahme in der Probenahmeleitung abschätzen:

$$[O_3]_0 = \frac{b \times [O_3]_t}{[O_3]_t - [NO]_t \times e^{(b \times k \times t)}}$$

Dabei ist:

- [O<sub>3</sub>]<sub>0</sub> die Ozonkonzentration am Probeneinlass
- [O<sub>3</sub>]<sub>t</sub> die Ozonkonzentration nach einer Verweilzeit von t Sekunden in der Probenahmeleitung
- [NO]<sub>t</sub> die Stickstoffmonoxidkonzentration nach einer Verweilzeit von t Sekunden in der Probenahmeleitung
- b die Differenz der Konzentration [O<sub>3</sub>]<sub>t</sub> und [NO]<sub>t</sub> mit b ≠ 0  
 $b = [O_3]_t - [NO]_t$
- k die Geschwindigkeitskonstante der Reaktion von O<sub>3</sub> mit NO  
 $k = 4,43 \times 10^{-4} \text{ nmol/mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$  bei 298 K
- t die Verweilzeit in Sekunden

Die Zunahme von NO<sub>2</sub> aus der Reaktion von Ozon und Stickstoffmonoxid wird aus der Ozon-Abnahme berechnet:

$$NO_2 = [O_3]_0 - [O_3]_t$$

Unter Annahme bestimmter Konzentrationen von [O<sub>3</sub>]<sub>t</sub> und [NO]<sub>t</sub> und einer bestimmten Verweilzeit kann die Zunahme von NO<sub>2</sub> berechnet werden.

### **Durchführung der Prüfung**

Die NO<sub>2</sub>- Zunahme in der Probenahmeleitung wurde mit folgenden Werten berechnet:

[O<sub>3</sub>]<sub>t</sub> = 11,3 nmol/mol (Der mittlere Ozonwert über den Zeitraum des Feldtestes)

[NO]<sub>t</sub> = 18,3 nmol/mol (Der mittlere NO Wert über den Zeitraum des Feldtestes)

t = 1,75 s (ergibt sich aus dem Durchmesser der Probengasleitung (6 mm), der Länge der Probengasleitung (2 m) und des Probengasdurchflusses (8 l/min)).

## **Auswertung**

Mit oben gegebenen Werten ergibt sich eine Ozon-Konzentration am Probeneinlass [O<sub>3</sub>]<sub>0</sub> von 11,35 nmol/mol. Sowie eine Zunahme der NO<sub>2</sub> Konzentration um 0,05 nmol/mol.

## **Bewertung**

Mit einer Zunahme der NO<sub>2</sub> Konzentration um 0,05 nmol/mol wird der in der DIN EN 14211 geforderte Wert von maximal 4 nmo/mol deutlich unterschritten. Damit sind die Mindestanforderungen eingehalten.

Mindestanforderungen erfüllt? Ja

## **Umfassende Darstellung**

Hier nicht erforderlich.

## **Eignungsanerkennung nach DIN EN 14211 für die Komponente NO**

*Die Eignungsanerkennung des Messgerätes besteht aus folgenden Schritten:*

- 1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle 1 angegebene Kriterium erfüllen (siehe 8.2 in DIN EN 14211).*
- 2) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Laborprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das in der Richtlinie 2002/3/EG angegebene Kriterium. Dieses Kriterium ist die maximal zulässige Unsicherheit von Einzelmessungen für kontinuierliche Messungen beim 1-Stunden-Mittelwert der Alarmschwelle. Die relevanten spezifischen Leistungskenngrößen und das Berechnungsverfahren sind im Anhang G der DIN EN 14625 angegeben.*
- 3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle 1 angegebene Kriterium erfüllen (siehe 8.2 in DIN EN 14211).*
- 4) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Labor- und Feldprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das in der Richtlinie 2002/3/EG angegebene Kriterium. Dieses Kriterium ist die maximal zulässige Unsicherheit von Einzelmessungen für kontinuierliche Messungen beim 1-Stunden-Mittelwert der Alarmschwelle. Die relevanten spezifischen Leistungskenngrößen und das Berechnungsverfahren sind im Anhang G der DIN EN 14211 angegeben.*

## **Prüfvorschriften**

Berechnung nach Anhang G der DIN EN 14211

### **Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde nach DIN EN 14211 durchgeführt. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang B aufgeführt. Am Ende der Prüfung wurden die nötigen Unsicherheiten mit den während der Prüfung erhaltenen Werten ausgerechnet.

### **Auswertung**

- Zu 1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngrößen erfüllt das in Tabelle 1 der DIN EN 14211 angegebene Kriterium.
- Zu 2) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Laborprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das geforderte Kriterium.
- Zu 3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Kenngröße erfüllt das in Tabelle 1 der DIN EN 14211 angegebene Kriterium.
- Zu 4) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Labor- und Feldprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das geforderte Kriterium.

## **Bewertung**

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang B aufgeführt. Die Mindestanforderungen werden eingehalten.

Mindestanforderungen erfüllt? Ja

## **Umfassende Darstellung**

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang B aufgeführt.

Die Ergebnisse zu den Punkten 1 und 3 sind in Tabelle 195 zusammengefasst.

Die Ergebnisse zu Punkt 2 sind in Tabelle 196 und Tabelle 198 zu finden.

Die Ergebnisse zu Punkt 4 sind in Tabelle 197 und Tabelle 199 zu finden.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 297 von 910

*Tabelle 195: Leistungsanforderungen nach DIN EN 14211 für die Komponente NO*

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei null	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol}$	S <sub>r</sub> Gerät 188: 0,2 ppb S <sub>r</sub> Gerät 208: 0,1 ppb	ja	254
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei der Konzentration ct	$\leq 3,0 \text{ nmol/mol}$	S <sub>r</sub> Gerät 188: 1,2 ppb S <sub>r</sub> Gerät 208: 1,1 ppb	ja	254
8.4.6 „lack of fit“ (Abweichung von der linearen Regressionsfunktion bei Konzentration größer als null $\leq 4$ % des Messwertes  Abweichung bei null $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$	Größte Abweichung von der linearen Regressionsfunktion bei Konzentration größer als null $\leq 4$ % des Messwertes  Abweichung bei null $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$	X <sub>i,z</sub> Gerät 188: NP 0,1 ppb X <sub>i</sub> Gerät 188: RP 0,5 % X <sub>i,z</sub> Gerät 208: NP 0,1 ppb X <sub>i</sub> Gerät 208: RP 0,7 %	ja	256
8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes	$\leq 8,0 \text{ nmol/mol/kPa}$	b <sub>gp</sub> Gerät 188: 0,01 b <sub>gp</sub> Gerät 208: 0,02	ja	262
8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengas-temperatur	$\leq 3,0 \text{ nmol/mol/K}$	b <sub>gt</sub> Gerät 188: 0,053 ppb b <sub>gt</sub> Gerät 208: 0,017 ppb	ja	264
8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungs-temperatur	$\leq 3,0 \text{ nmol/mol/K}$	b <sub>st</sub> Gerät 188: -0,26 ppb b <sub>st</sub> Gerät 208: 0,13 ppb	ja	266
8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	$\leq 0,3 \text{ nmol/mol/V}$	b <sub>v</sub> Gerät 188: RP 0,140 ppb b <sub>v</sub> Gerät 208: RP 0,210 ppb	ja	270
8.4.11 Störkomponenten bei Null und der Konzentration ct	H <sub>2</sub> O $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$ CO <sub>2</sub> $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$ O <sub>3</sub> $\leq 2,0 \text{ nmol/mol}$ NH <sub>3</sub> $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$	H <sub>2</sub> O X <sub>int,z</sub> Gerät 188: NP 0,1 ppb / RP -1,3 ppb X <sub>int,ct</sub> Gerät 208: NP 0,1 ppb / RP -2,0 ppb CO <sub>2</sub> X <sub>int,z</sub> Gerät 188: NP 0,1 ppb / RP 0,8 ppb X <sub>int,ct</sub> Gerät 208: NP 0,1 ppb / RP 0,1 ppb O <sub>3</sub> X <sub>int,z</sub> Gerät 188: NP 0,0 ppb / RP -1,8 ppb X <sub>int,ct</sub> Gerät 208: NP 0,1 ppb / RP -2,0 ppb NH <sub>3</sub> X <sub>int,z</sub> Gerät 188: NP 0,1 ppb / RP 0,5 ppb X <sub>int,ct</sub> Gerät 208: NP 0,0 ppb / RP 0,8 ppb	ja	272

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.12 Mittelungseinfluss	$\leq 7,0 \%$ des Messwertes	X <sub>av</sub> Gerät 188: 5,6 % X <sub>av</sub> Gerät 208: 4,0 %	ja	275
8.4.13 Differenz Proben/ Kalibriereingang	$\leq 1,0 \%$	D <sub>SC</sub> Gerät 188: 0,21 % D <sub>SC</sub> Gerät 188: 0,18 %		278
8.4.3 Einstellzeit (Anstieg)	$\leq 180 \text{ s}$	t <sub>r</sub> Gerät 188: max. 44 s (NO) t <sub>r</sub> Gerät 208: max. 43 s (NO) t <sub>r</sub> Gerät 188: max. 27 s (NO <sub>2</sub> ) t <sub>r</sub> Gerät 208: max. 31 s (NO <sub>2</sub> )	ja	246
8.4.3 Einstellzeit (Abfall)	$\leq 180 \text{ s}$	t <sub>f</sub> Gerät 188: max. 42 s (NO) t <sub>f</sub> Gerät 208: max. 42 s (NO) t <sub>f</sub> Gerät 188: max. 26 s (NO <sub>2</sub> ) t <sub>f</sub> Gerät 208: max. 27 s (NO <sub>2</sub> )	ja	246
8.4.3 Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit	$\leq 10 \%$ relative Differenz oder 10 s, je nachdem, welcher Wert größer ist	t <sub>d</sub> Gerät 188: 3,7 % oder 5 s (NO) t <sub>d</sub> Gerät 208: -2,5 % oder 4 s (NO) t <sub>d</sub> Gerät 188: 5,7 % oder 3 s (NO <sub>2</sub> ) t <sub>d</sub> Gerät 208: 6,3 % oder 4 s (NO <sub>2</sub> )	ja	246
8.4.14 Konverterwirkungsgrad	$\geq 98\%$	E <sub>conv</sub> Gerät 188: 99,4 % E <sub>conv</sub> Gerät 208: 99,1 %	ja	280
8.5.6 Kontrollintervall	3 Monate oder weniger, falls der Hersteller eine kürzere Zeitspanne angibt, aber nicht weniger als 2 Wochen	Gerät 188: 4 Wochen Gerät 208: 4 Wochen	ja	290
8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes	$> 90 \%$	A <sub>a</sub> Gerät 188: 96 % A <sub>a</sub> Gerät 208: 96 %	ja	291
8.5.5 Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen	$\leq 5,0 \%$ des Mittels über einen Zeitraum von drei Monaten	S <sub>r,f</sub> Gerät 188: 2,59 % S <sub>r,f</sub> Gerät 208: 2,59 %	ja	288
8.5.4 Langzeitdrift bei null	$\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$	D <sub>l,z</sub> Gerät 188: 0,63 ppb D <sub>l,z</sub> Gerät 208: 0,84 ppb	ja	285
8.5.4 Langzeitdrift beim Spanniveau	$\leq 5,0 \%$ des Maximums des Zertifizierungsbereiches	D <sub>l,s</sub> Gerät 188: max. 1,03 % D <sub>l,s</sub> Gerät 208: max. 0,95 %	ja	285
8.4.4 Kurzzeitdrift bei null	$\leq 2,0 \text{ nmol/mol}$ über 12 h	D <sub>s,z</sub> Gerät 188: 0,0 ppb D <sub>s,z</sub> Gerät 208: -0,3 ppb	ja	251
8.4.4 Kurzzeitdrift beim Spanniveau	$\leq 6,0 \text{ nmol/mol}$ über 12 h	D <sub>s,s</sub> Gerät 188: 1,5 ppb D <sub>s,s</sub> Gerät 208: -0,9 ppb	ja	251

**Tabelle 196: Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung nach DIN EN 14211 (Komponente NO) Für Gerät 188**

Messgerät: airpointer		Seriennummer: Gerät 1 (188)				
Messkomponente: NO		1h-Grenzwert: 505		nmol/mol		
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,200	U <sub>r,z</sub>	0,02	0,0005
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	1,200	U <sub>r,lh</sub>	0,13	0,0172
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,500	U <sub>l,lh</sub>	1,46	2,1252
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,010	U <sub>gp</sub>	0,17	0,0300
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,053	U <sub>gt</sub>	0,62	0,3821
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	-0,260	U <sub>st</sub>	-3,03	9,1945
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,140	U <sub>v</sub>	2,18	4,7393
8a	Störkomponente H20 mit 21 mmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	-0,077	U <sub>H2O</sub>	-1,09	1,1810
8b	Störkomponente CO2 mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,002	U <sub>int,pos</sub> oder U <sub>int,neg</sub>	1,85	3,4133
8c	Störkomponente O3 mit 200 nmol/mol	≤ 2,0 nmol/mol	-0,016			
8d	Störkomponente NH3 mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,003			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	5,600	U <sub>av</sub>	16,33	266,5861
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,210	U <sub>asc</sub>	1,06	1,1247
21	Konverterwirkungsgrad	≥ 98	99,400	U <sub>CE</sub>	3,03	9,1809
22	Anstieg der NO2-Konz. durch Verweilzeit im Gerät	≤ 4,0 nmol/mol	0,050	U <sub>ctr</sub>	0,25	0,0638
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	U <sub>cg</sub>	5,05	25,5025
G8		Kombinierte Standardunsicherheit		U <sub>c</sub>	17,9877	nmol/mol
G6		Erweiterte Unsicherheit		U <sub>c</sub>	35,9755	nmol/mol
G7		Relative erweiterte Unsicherheit		U <sub>c,rel</sub>	7,12	%
		Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit		U <sub>req,rel</sub>	15	%

**Tabelle 197: Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfung nach DIN EN 14211 (Komponente NO) für Gerät 188**

Messgerät:	airpointer	Seriennummer:		Gerät 1 (188)		
Messkomponente:	NO	1h-Grenzwert:		505 nmol/mol		
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,200	u <sub>r,z</sub>	0,02	0,0005
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	1,200	u <sub>r,lh</sub>	nicht berücksichtigt, da u <sub>r,lh</sub> = 0,131 < u <sub>r,f</sub>	-
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,500	u <sub>i,lh</sub>	1,46	2,1252
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,010	u <sub>gp</sub>	0,17	0,0300
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,053	u <sub>gt</sub>	0,62	0,3821
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	-0,260	u <sub>st</sub>	-3,03	9,1945
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,140	u <sub>v</sub>	2,18	4,7393
8a	Störkomponente H20 mit 21 mmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	-0,077	u <sub>H2O</sub>	-1,09	1,1810
8b	Störkomponente CO2 mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,002	u <sub>int,pos</sub> oder u <sub>int,neg</sub>	1,85	3,4133
8c	Störkomponente O3 mit 200 nmol/mol	≤ 2,0 nmol/mol	-0,016			
8d	Störkomponente NH3 mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,003			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	5,600	u <sub>av</sub>	16,33	266,5861
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	2,590	u <sub>r,f</sub>	2,71	7,3394
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 5,0 nmol/mol	0,630	u <sub>d,lz</sub>	0,36	0,1323
12	Langzeitdrift beim 1h-Grenzwert	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	1,030	u <sub>d,lh</sub>	3,00	9,0185
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,210	u <sub>asc</sub>	1,06	1,1247
21	Konverterwirkungsgrad	≥ 98	99,400	u <sub>CE</sub>	3,03	9,1809
22	Anstieg der NO2-Konz. durch Verweilzeit im Gerät	≤ 4,0 nmol/mol	0,050	u <sub>ctr</sub>	0,25	0,0638
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	u <sub>cg</sub>	5,05	25,5025
G35		Kombinierte Standardunsicherheit		u <sub>c</sub>	18,6374	nmol/mol
G6		Erweiterte Unsicherheit		U <sub>c</sub>	37,2749	nmol/mol
G7		Relative erweiterte Unsicherheit		U <sub>c,rel</sub>	7,38	%
		Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit		U <sub>req,rel</sub>	15	%



**Tabelle 198: Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung nach DIN EN 14211 (Komponente NO) für Gerät 208**

Messgerät: airpointer		Seriennummer: Gerät 2 (208)		Messkomponente: NO		1h-Grenzwert: 505 nmol/mol	
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,100	u <sub>r,z</sub>	0,01	0,0001	
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	1,100	u <sub>r,1h</sub>	0,12	0,0143	
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,700	u <sub>l,1h</sub>	2,04	4,1654	
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,020	u <sub>gp</sub>	0,35	0,1200	
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,017	u <sub>gt</sub>	0,20	0,0393	
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,130	u <sub>st</sub>	1,52	2,2986	
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,210	u <sub>v</sub>	3,27	10,6634	
8a	Störkomponente H <sub>2</sub> O mit 21 mmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	-0,118	u <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	-1,67	2,8016	
8b	Störkomponente CO <sub>2</sub> mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,000	u <sub>int,pos</sub> oder u <sub>int,neg</sub>	1,44	2,0833	
8c	Störkomponente O <sub>3</sub> mit 200 nmol/mol	≤ 2,0 nmol/mol	-0,013				
8d	Störkomponente NH <sub>3</sub> mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,004				
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	4,000	u <sub>av</sub>	11,66	136,0133	
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,180	u <sub>asc</sub>	0,91	0,8263	
21	Konverterwirkungsgrad	≥ 98	99,000	u <sub>CE</sub>	5,05	25,5025	
22	Anstieg der NO <sub>2</sub> -Konz. durch Verweilzeit im Gerät	≤ 4,0 nmol/mol	0,050	u <sub>ctr</sub>	0,25	0,0638	
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	u <sub>cg</sub>	5,05	25,5025	
G8		Kombinierte Standardunsicherheit		u <sub>c</sub>		14,4951	nmol/mol
G6		Erweiterte Unsicherheit		U <sub>c</sub>		28,9903	nmol/mol
G7		Relative erweiterte Unsicherheit		U <sub>c,rel</sub>		5,74	%
		Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit		U <sub>req,rel</sub>		15	%

**Tabelle 199: Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfung nach DIN EN 14211 (Komponente NO) für Gerät 208**

Messgerät:		airpointer		Seriennummer:		Gerät 2 (208)	
Messkomponente:		NO		1h-Grenzwert:		505 nmol/mol	
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,100	u <sub>r,z</sub>	0,01	0,0001	
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	1,100	u <sub>r,1h</sub>	nicht berücksichtigt, da u <sub>r,1h</sub> = 0,119 < u <sub>r,f</sub>	-	
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,700	u <sub>l,1h</sub>	2,04	4,1654	
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,020	u <sub>gp</sub>	0,35	0,1200	
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,017	u <sub>gt</sub>	0,20	0,0393	
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,130	u <sub>st</sub>	1,52	2,2986	
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,210	u <sub>v</sub>	3,27	10,6634	
8a	Störkomponente H2O mit 21 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	-0,118	u <sub>H2O</sub>	-1,67	2,8016	
8b	Störkomponente CO2 mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,000	u <sub>int,pos</sub>	1,44	2,0833	
8c	Störkomponente O3 mit 200 nmol/mol	≤ 2,0 nmol/mol	-0,013	oder			
8d	Störkomponente NH3 mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,004	u <sub>int,neg</sub>			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	4,000	u <sub>av</sub>	11,66	136,0133	
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	2,590	u <sub>r,f</sub>	2,71	7,3394	
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 5,0 nmol/mol	0,840	u <sub>d,l,z</sub>	0,48	0,2352	
12	Langzeitdrift beim 1h-Grenzwert	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	0,950	u <sub>d,1h</sub>	2,77	7,6720	
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,180	u <sub>asc</sub>	0,91	0,8263	
21	Konverterwirkungsgrad	≥ 98	99,000	u <sub>CE</sub>	5,05	25,5025	
22	Anstieg der NO2-Konz. durch Verweilzeit im Gerät	≤ 4,0 nmol/mol	0,050	u <sub>ctr</sub>	0,25	0,0638	
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	u <sub>og</sub>	5,05	25,5025	
G35	Kombinierte Standardunsicherheit			u <sub>c</sub>	15,2534		nmol/mol
G6	Erweiterte Unsicherheit			U <sub>c</sub>	30,5068		nmol/mol
G7	Relative erweiterte Unsicherheit			U <sub>c,rel</sub>	6,04		%
	Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit			U <sub>req,rel</sub>	15		%

# Anhang C

## Prüfpunkte und Auswertung nach DIN EN 14212 für die Komponente SO<sub>2</sub>

Zur besseren Übersichtlichkeit und Vergleichbarkeit mit den Mindestanforderungen orientiert sich die Nummerierung der Prüfpunkte im Anhang C an der Nummerierung der Verfahren zur Bestimmung der Leistungskenngrößen bei der Labor und Feldprüfung der DIN EN 14212.

**C [SO<sub>2</sub>] 8.4 Bestimmung der Leistungskenngrößen im Labor**

Die Bestimmung der Leistungskenngrößen im Labor als Teil der Eignungsprüfung ist von einer benannten Stelle durchzuführen. Die Qualität der bei den beschriebenen Prüfverfahren benutzten Materialien und der Ausrüstung muss die in diesem Dokument angegebenen Anforderungen erfüllen. Die Laborprüfung ist mit mindestens zwei Messgeräten durchzuführen.

**Prüfbedingungen**

Vor Inbetriebnahme des Messgerätes ist die Betriebsanleitung des Herstellers insbesondere hinsichtlich der Aufstellung des Gerätes und der Qualität und Menge des erforderlichen Verbrauchsmaterials zu befolgen.

Vor Durchführung der Prüfungen ist die vom Hersteller festgelegte Einlaufzeit einzuhalten. Falls die Einlaufzeit nicht festgelegt ist, wird eine Mindestzeit von 4 h empfohlen.

Vor der Aufgabe von Prüfgasen auf das Messgerät muss das Prüfgassystem ausreichend lange betrieben worden sein, um stabile Konzentrationen liefern zu können.

Die meisten Messsysteme können das Ausgangssignal als fließenden Mittelwert einer einstellbaren Zeitspanne ausgeben. Einige Systeme passen diese Integrationszeit automatisch als Funktion der Frequenz der Konzentrationsschwankungen der gemessenen Komponente an. Diese Optionen werden typischerweise zur Glättung der Ausgabedaten verwendet. Es ist zu belegen, dass der eingestellte Wert für die Mittelungszeit oder die Verwendung eines aktiven Filters das Ergebnis der Prüfung der Mittelungszeit und der Einstellzeit nicht beeinflussen.

Während der Labor- und Feldprüfungen der Eignungsprüfung müssen die Geräteeinstellungen den Herstellerangaben entsprechen. Alle Einstellungen sind im Prüfbericht festzuhalten.

Zur Bestimmung der verschiedenen Leistungskenngrößen sind auf nationale Standards rückführbare Prüfgase zu verwenden, sofern in der DIN EN 14212 nichts anderes festgelegt ist.

Zur Bestimmung der verschiedenen Leistungskenngrößen sind auf nationale Standards rückführbare Prüfgase (Luft mit einer bestimmten SO<sub>2</sub>-Konzentration) zu verwenden, sofern in diesem Dokument nichts anderes festgelegt ist. Die Unsicherheit der für die Labor- und Feldprüfungen verwendeten Null- und Spangase dürfen nicht signifikant sein.

Die TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH ist anerkannte Messstelle nach § 26 BImSchG und akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025.

Die Laborprüfung wurde nach den in der DIN EN 14212 vorgeschriebenen Qualitätsanforderungen mit 2 Messgeräten durchgeführt.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 305 von 910

*Tabelle 200: Relevante Leistungskenngrößen und Leistungskriterien der DIN EN 14212*

Nr.	Leistungskenngröße	Symbol	Abschnitt	Leistungskriterium
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	$S_{r,z}$	8.4.5	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol}$
2	Wiederholstandardabweichung bei der Konzentration ct	$S_{r,ct}$	8.4.5	$\leq 3,0 \text{ nmol/mol}$
3	„lack of fit“ (Abweichung von der linearen Regression)		8.4.6	
3a	Größte Abweichung von der linearen Regressionsfunktion bei Konzentrationen größer Null	$X_l$		$\leq 4 \text{ \% des Messwertes}$
3b	Abweichung bei Null	$X_{l,z}$		$\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$
4	Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes	$b_{gp}$	8.4.7	$\leq 3,0 \text{ nmol/mol/kPa}$
5	Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur	$b_{gt}$	8.4.8	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol/K}$
6	Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	$b_{st}$	8.4.9	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol/K}$
7	Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	$b_v$	8.4.10	$\leq 0,3 \text{ nmol/mol/V}$
8	Störkomponenten bei Null und der Konzentration ct		8.4.11	
8a	H <sub>2</sub> O Konzentration 19mmol/mol	$X_{H_2O,z,ct}$		H <sub>2</sub> O $\leq 10 \text{ nmol/mol}$
8b	H <sub>2</sub> S Konzentration 200 $\mu\text{mol/mol}$	$X_{H_2S,z,ct}$		H <sub>2</sub> S $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$
8c	NH <sub>3</sub> Konzentration 200 nmol/mol	$X_{NH_3,z,ct}$		NH <sub>3</sub> $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$
8d	NO Konzentration 500 nmol/mol	$X_{NO,z,ct}$		NO $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$
8e	NO <sub>2</sub> Konzentration 200 nmol/mol	$X_{NO_2,z,ct}$		NO <sub>2</sub> $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$
8f	m-Xylol Konzentration 1 $\mu\text{mol/mol}$	$X_{xyl,z,ct}$		m-Xylol $\leq 10,0 \text{ nmol/mol}$
9	Mittelungseinfluss	$X_{av}$	8.4.12	$\leq 7,0 \text{ \% des Messwertes}$
10	Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen	$S_{r,f}$	8.5.5	$\leq 5,0 \text{ \% des Mittels über einen Zeitraum von 3 Monaten}$
11	Langzeitdrift bei Null	$D_{l,z}$	8.5.4	$\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$
12	Langzeitdrift beim Spannniveau	$D_{l,s}$	8.5.4	$\leq 5,0 \text{ \% des Maximums des Zertifizierungsbereiches}$
13	Kurzzeitdrift bei Null	$D_{s,z}$	8.4.4	$\leq 2,0 \text{ nmol/mol über 12 h}$
14	Kurzzeitdrift beim Spannniveau	$D_{s,s}$	8.4.4	$\leq 6,0 \text{ nmol/mol über 12 h}$
15	Einstellzeit (Anstieg)	$t_r$	8.4.3	$\leq 180 \text{ s}$
16	Einstellzeit (Abfall)	$t_f$	8.4.3	$\leq 180 \text{ s}$
17	Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit	$t_d$	8.4.3	$\leq 10 \text{ \% relative Differenz oder } 10 \text{ s, je nachdem, welcher Wert größer ist}$
18	Differenz Proben/Kalibriereingang	$D_{sc}$	8.4.13	$\leq 1,0 \text{ \%}$
19	Kontrollintervall		8.5.6	3 Monate oder weniger
20	Verfügbarkeit des Messgerätes	$A_a$	8.5.7	$> 90 \text{ \%}$

## **C [SO<sub>2</sub>] 8.4.3 Einstellzeit**

*Einstellzeit (Anstieg) und Einstellzeit (Abfall) jeweils ≤ 180 s. Differenz zwischen Anstiegs- und Abfallzeit ≤ 10 % relative Differenz oder 10 s, je nachdem welcher Wert größer ist.*

### **Prüfvorschriften**

Die Einstellzeit des Messgerätes muss bei dem vom Hersteller angegebenen Nennvolumen-durchfluss bestimmt werden.

Der Probendurchfluss ist dementsprechend der Anforderung nach 8.4.2 (± 1 %) während der Prüfung konstant zu halten.

Zur Bestimmung der Einstellzeit wird die auf das Messgerät aufgegebene Konzentration sprunghaft von weniger als 20 % auf ungefähr 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches geändert, und umgekehrt (siehe Abbildung 68).

Der Wechsel von Null- auf Spangas muss unmittelbar unter Verwendung eines geeigneten Ventils durchgeführt werden. Der Ventilauslass muss direkt am Einlass des Messgerätes montiert sein und sowohl Null- als auch Spangas müssen mit dem gleichen Überschuss angeboten werden, der mit Hilfe eines T-Stücks abgeleitet wird. Die Gasdurchflüsse von Null- und Spangas müssen so gewählt werden, dass die Totzeit im Ventil und im T-Stück im Vergleich zur Totzeit des Messgerätes vernachlässigbar ist. Der sprunghafte Wechsel wird durch Umschalten des Ventils von Null- auf Spangas herbeigeführt. Dieser Vorgang muss zeitlich abgestimmt sein und ist der Startpunkt (t=0) für die Totzeit (Anstieg) nach Abbildung 68. Wenn das Gerät 98 % der aufgegebenen Konzentration anzeigt, kann wieder auf Nullgas umgestellt werden und dieser Vorgang ist der Startpunkt (t=0) für die Totzeit (Abfall). Wenn das Gerät 2 % der aufgegebenen Konzentration anzeigt, ist der in Abbildung 68 gezeigte Zyklus vollständig abgelaufen.

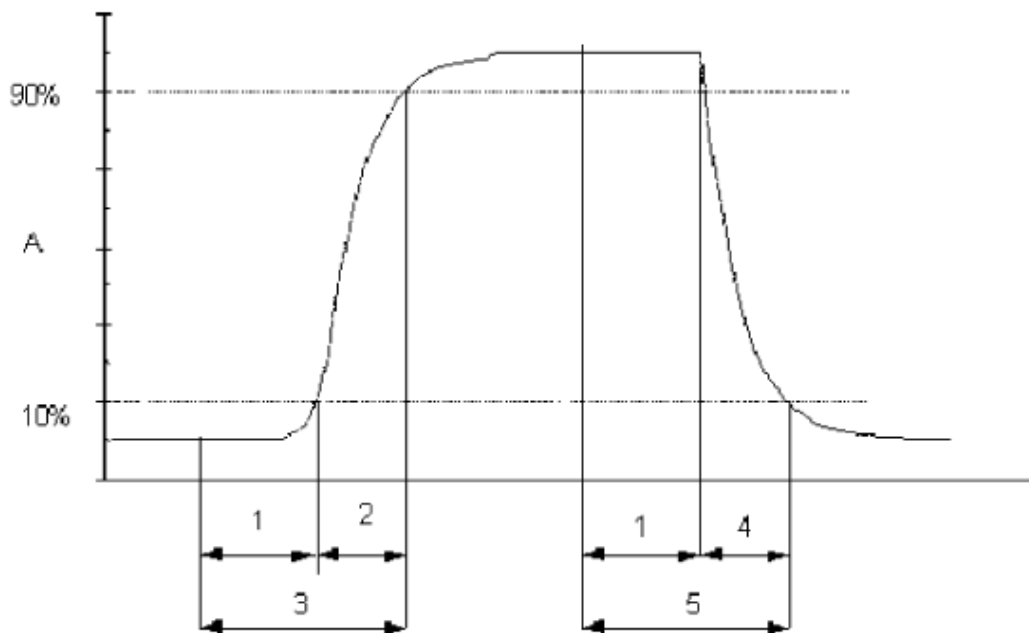
Die zwischen dem Beginn der sprunghaften Änderung und dem Erreichen von 90 % der endgültigen stabilen Anzeige des Messgerätes vergangene Zeit (Einstellzeit) wird gemessen. Der gesamte Zyklus muss viermal wiederholt werden. Der Mittelwert der vier Einstellzeiten (Anstieg) und der Mittelwert der vier Einstellzeiten (Abfall) werden berechnet.

Die relative Differenz der Einstellzeit wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$t_d = \left| \frac{t_r - t_f}{t_r} \right| \times 100\%$$

Mit  $t_d$  die relative Differenz zwischen Anstiegszeit und Abfallzeit  
 $t_r$  die Einstellzeit (Anstieg) (Mittelwert von 4 Messungen) (s)  
 $t_f$  die Einstellzeit (Abfall) (Mittelwert von 4 Messungen) (s)

$t_r$ ,  $t_f$  und  $t_d$  müssen die oben angegebenen Leistungskriterien erfüllen.



#### Legende

- A Signal des Messgeräts
- 1 Totzeit
- 2 Anstiegszeit
- 3 Einstellzeit (Anstieg)
- 4 Abfallzeit
- 5 Einstellzeit (Abfall)

*Abbildung 68: Veranschaulichung der Einstellzeit*

### Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14626 durchgeführt. Zur Datenaufzeichnung der Sekundenwerte wurde das Bayern/Hessenprotokoll verwendet.

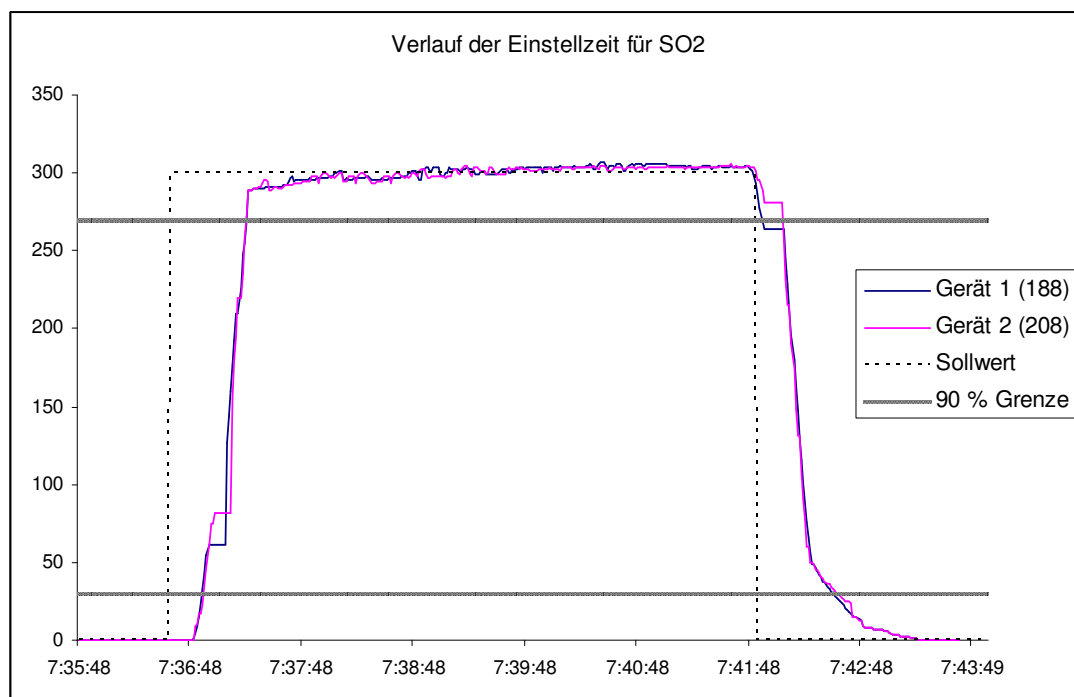
## Auswertung

*Tabelle 201: Einstellzeiten der beiden Messeinrichtungen*

Start Wert [ppb]	Ziel Wert 90 % [ppb]		Zeit Gerät 1 (188) [s]	Zeit Gerät 2 (208) [s]	Anforderung DIN EN 14212 [s]	Anforderung erfüllt?
0	270	$t_r$	33	36	180	ja
300	30	$t_f$	36	38	180	ja
	<b>Differenz</b>		<b>3</b>	<b>2</b>		
0	270	$t_r$	40	39	180	ja
300	30	$t_f$	37	42	180	ja
	<b>Differenz</b>		<b>3</b>	<b>3</b>		
0	270	$t_r$	34	35	180	ja
300	30	$t_f$	37	39	180	ja
	<b>Differenz</b>		<b>3</b>	<b>4</b>		
0	270	$t_r$	35	41	180	ja
300	30	$t_f$	33	36	180	ja
	<b>Differenz</b>		<b>2</b>	<b>5</b>		

Für Gerät 1 (188) ergibt sich ein maximales  $t_r$  von 40 s, ein maximales  $t_f$  von 37 s und ein  $t_d$  von 2,0 %.

Für Gerät 2 (208) ergibt sich ein maximales  $t_r$  von 41 s, ein maximales  $t_f$  von 42 s und ein  $t_d$  von 2,3 %.



*Abbildung 69: Verlauf der Einstellzeit*



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 309 von 910

## **Bewertung**

Die maximal zulässige Einstellzeit von 180 Sekunden wird deutlich unterschritten. Die absolute sowie die relative Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit liegt innerhalb der Anforderungen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

**C [SO<sub>2</sub>] 8.4.4 Kurzzeitdrift**

*Kurzzeitdrift bei Null  $\leq 2,0$  nmol/mol/12h (entspricht 2 ppb/12h)*

*Kurzzeitdrift beim Spannniveau  $\leq 6,0$  nmol/mol/12h (entspricht 6 ppb/12h)*

**Prüfvorschriften**

Nach der zur Stabilisierung erforderlichen Zeit wird das Messgerät beim Null- und Spannniveau (etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches) eingestellt. Nach der Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden 20 Einzelmessungen zuerst bei Null- und dann bei der Span-Konzentration durchgeführt. Aus diesen 20 Einzelmessungen wird jeweils der Mittelwert für das Null- und Spannniveau berechnet.

Das Messgerät ist unter den Laborbedingungen in Betrieb zu halten. Nach einer Zeitspanne von 12 h werden Null- und Spangas auf das Messgerät aufgegeben. Nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden 20 Einzelmessungen zuerst bei Null- und dann bei der Span-Konzentration durchgeführt. Die Mittelwerte für Null- und Spannniveau werden berechnet.

Die Kurzzeitdrift beim Null und Spannniveau ist:

$$D_{S,Z} = (C_{Z,2} - C_{Z,1})$$

Dabei ist:

$D_{S,Z}$  die 12-Stunden-Drift beim

$C_{Z,1}$  der Mittelwert der Nullgasmessung zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{Z,2}$  der Mittelwert der Nullgasmessung am Ende der Driftzeitspanne

$D_{S,Z}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

$$D_{S,S} = (C_{S,2} - C_{S,1}) - D_{S,Z}$$

Dabei ist:

$D_{S,S}$  die 12-Stunden-Drift beim Spannniveau

$C_{S,1}$  der Mittelwert der Spangasmessung zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{S,2}$  der Mittelwert der Spangasmessung am Ende der Driftzeitspanne

$D_{S,S}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 311 von 910

## Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14212 durchgeführt.

## Auswertung

*Tabelle 202 Ergebnisse der Kurzzeitdrift*

	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
	[ppb]	[ppb]
$C_{z,1}$	0,2	-0,1
$C_{z,2}$	0,2	-0,2
$D_{s,z}$	<b>0,0</b>	<b>-0,1</b>
Anforderung	2 ppb	2 ppb
erfüllt ?	<b>ja</b>	<b>ja</b>
$C_{s,1}$	301,3	302,1
$C_{s,2}$	301,3	302,0
$D_{s,s}$	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Anforderung	6 ppb	6 ppb
erfüllt ?	<b>ja</b>	<b>ja</b>

## Bewertung

Es ergeben sich folgende Kurzzeitdriften am Nullpunkt ( $D_{s,z}$ )

Gerät 1: 0,0 (ppb)/12 h

Gerät 2: -0,1(ppb)/12 h

Es ergeben sich folgende Kurzzeitdriften am Spannpunkt ( $D_{s,s}$ )

Gerät 1: 0,0 (ppb)/12 h

Gerät 2: 0,0 (ppb)/12 h

Die Anforderungen zur Kurzzeitdrift werden eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind der Tabelle 203 und Tabelle 204 zu entnehmen.

**Tabelle 203: Einzelwerte der Ermittlung der Kurzzeitdrift nach DIN EN 14212, Gerät 1 (188)**

Anfangswerte				Werte nach 12 h			
Nullpunkt		Referenzpunkt		Nullpunkt		Referenzpunkt	
[Uhrzeit]	[ppb]	[Uhrzeit]	[ppb]	[Uhrzeit]	[ppb]	[Uhrzeit]	[ppb]
09:05	0,1	9:34	301,4	21:05	0,1	21:34	300,9
09:06	0,1	9:35	301,6	21:06	0,2	21:35	301,4
09:07	0,1	9:36	301,7	21:07	0,1	21:36	300,7
09:08	0,1	9:37	301,7	21:08	0,2	21:37	300,8
09:09	0,1	9:38	301,1	21:09	0,2	21:38	300,9
09:10	0,2	9:39	300,5	21:10	0,3	21:39	300,6
09:11	0,2	9:40	300,2	21:11	0,2	21:40	300,0
09:12	0,2	9:41	300,3	21:12	0,2	21:41	301,1
09:13	0,2	9:42	300,9	21:13	0,1	21:42	301,4
09:14	0,2	9:43	301,4	21:14	0,2	21:43	302,0
09:15	0,1	9:44	302,4	21:15	0,2	21:44	302,1
09:16	0,2	9:45	302,9	21:16	0,2	21:45	301,3
09:17	0,1	9:46	302,6	21:17	0,2	21:46	301,9
09:18	0,1	9:47	302,2	21:18	0,3	21:47	301,8
09:19	0,2	9:48	302,1	21:19	0,2	21:48	301,7
09:20	0,2	9:49	301,5	21:20	0,2	21:49	301,6
09:21	0,2	9:50	300,7	21:21	0,2	21:50	301,7
09:22	0,2	9:51	301,0	21:22	0,2	21:51	301,8
09:23	0,1	9:52	300,4	21:23	0,2	21:52	301,5
09:24	0,1	9:53	300,4	21:24	0,2	21:53	301,0
<b>Mittelwert</b>	<b>0,2</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>301,3</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>0,2</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>301,3</b>

**Tabelle 204: Einzelwerte der Ermittlung der Kurzzeitdrift nach DIN EN 14212, Gerät 2 (208)**

Anfangswerte				Werte nach 12 h			
Nullpunkt		Referenzpunkt		Nullpunkt		Referenzpunkt	
[Uhrzeit]	[ppb]	[Uhrzeit]	[ppb]	[Uhrzeit]	[ppb]	[Uhrzeit]	[ppb]
09:05	0,0	9:34	302,6	21:05	-0,3	21:34	301,4
09:06	0,0	9:35	302,5	21:06	-0,3	21:35	301,5
09:07	-0,2	9:36	301,7	21:07	-0,2	21:36	301,6
09:08	-0,3	9:37	301,6	21:08	-0,1	21:37	301,8
09:09	-0,1	9:38	301,7	21:09	-0,2	21:38	301,9
09:10	0,1	9:39	301,7	21:10	-0,3	21:39	301,9
09:11	0,1	9:40	301,8	21:11	-0,4	21:40	302,0
09:12	-0,1	9:41	301,8	21:12	-0,5	21:41	302,0
09:13	-0,3	9:42	301,7	21:13	-0,4	21:42	302,1
09:14	-0,3	9:43	301,6	21:14	-0,2	21:43	302,2
09:15	-0,4	9:44	301,6	21:15	-0,1	21:44	302,3
09:16	-0,3	9:45	300,0	21:16	-0,1	21:45	302,3
09:17	-0,3	9:46	301,6	21:17	-0,2	21:46	302,4
09:18	-0,2	9:47	301,7	21:18	-0,1	21:47	302,3
09:19	-0,2	9:48	302,0	21:19	-0,1	21:48	302,3
09:20	0,2	9:49	303,2	21:20	0,0	21:49	302,3
09:21	0,0	9:50	303,2	21:21	0,0	21:50	302,4
09:22	-0,1	9:51	303,1	21:22	-0,1	21:51	300,4
09:23	-0,2	9:52	303,1	21:23	-0,1	21:52	302,5
09:24	-0,2	9:53	303,4	21:24	-0,2	21:53	302,5
<b>Mittelwert</b>	<b>-0,1</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>302,1</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>-0,2</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>302,0</b>

## **C [SO<sub>2</sub>] 8.4.5 Wiederholstandardabweichung**

*Wiederholstandardabweichung bei Null ≤ 1,0 nmol/mol (entspricht 1 ppb)*

*Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt ≤ 3 nmol/mol (entspricht 3 ppb)*

### **Prüfvorschriften**

Nach der Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden 20 Einzelmessungen bei der Konzentration Null und einer Prüfgaskonzentration ( $c_t$ ), die ähnlich dem 1-Stunden-Grenzwert ist, durchgeführt.

Die Wiederholstandardabweichung dieser Messungen bei der Konzentration Null und bei der Konzentration  $c_t$  wird folgendermaßen berechnet:

$$s_r = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Dabei ist

$s_r$  die Wiederholstandardabweichung

$x_i$  die i-te Messung

$\bar{x}$  der Mittelwert der 20 Messungen

$n$  die Anzahl der Messungen

Die Wiederholstandardabweichung wird getrennt für beide Messreihen (Nullgas und Konzentration  $c_t$ ) berechnet.

$s_r$  muss das oben angegebene Leistungskriterium sowohl bei der Konzentration Null als auch der Prüfgaskonzentration  $c_t$  (1-Stunden-Grenzwert) erfüllen.

### **Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14212 durchgeführt.

## Auswertung

Die zusammenfassenden Ergebnisse der Prüfung der Wiederholstandardabweichung nach DIN EN 14212 sind in Tabelle 205 aufgeführt.

*Tabelle 205: Wiederholstandardabweichung nach DIN EN 14212*

Messung		Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
		NP	RP	NP	RP
		ppb	ppb	ppb	ppb
Anzahl	n	20	20	20	20
Mittelwert	x	0,0	131,5	0,0	131,9
<b>Standardabweichung</b>	<b>sr</b>	<b>0,1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,4</b>
<b>Anforderung nach DIN EN 14212</b>	<b>ppb</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
<b>Anforderung erfüllt?</b>		<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>

## Bewertung

Beide Geräte halten die Mindestanforderung für die Wiederholstandardabweichung am Null- und Referenzpunkt ein.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind in Tabelle 206 aufgeführt.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 315 von 910

*Tabelle 206: Einzelwerte der Wiederholstandardabweichung nach DIN EN 14212*

Labor		Nullpunkt		Labor		Referenzpunkt	
Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[ppb]	[ppb]			[ppb]	[ppb]
06.05.2008	15:35 - 15:40	0,0	0,0	06.05.2008	15:40 - 15:45	130,6	131,7
06.05.2008	15:45 - 15:50	0,2	0,1	06.05.2008	15:50 - 15:55	131,4	132,3
06.05.2008	15:55 - 16:00	0,0	-0,1	06.05.2008	16:00 - 16:05	130,5	132,2
06.05.2008	16:05 - 16:10	0,0	0,2	06.05.2008	16:10 - 16:15	131,7	132,5
06.05.2008	16:15 - 16:20	0,0	0,2	06.05.2008	16:20 - 16:25	131,6	132,3
06.05.2008	16:25 - 16:30	0,0	0,3	06.05.2008	16:30 - 16:35	130,8	132,0
06.05.2008	16:35 - 16:40	0,2	0,2	06.05.2008	16:40 - 16:45	131,5	131,9
06.05.2008	16:45 - 16:50	0,0	0,1	06.05.2008	16:50 - 16:55	130,6	131,9
06.05.2008	16:55 - 17:00	-0,2	-0,1	06.05.2008	17:00 - 17:05	131,2	131,9
06.05.2008	17:05 - 17:10	-0,1	-0,1	06.05.2008	17:10 - 17:15	131,5	130,8
06.05.2008	17:15 - 17:20	-0,1	0,0	06.05.2008	17:20 - 17:25	131,7	131,6
06.05.2008	17:25 - 17:30	-0,1	0,1	06.05.2008	17:30 - 17:35	131,5	132,2
06.05.2008	17:35 - 17:40	0,0	0,0	06.05.2008	17:40 - 17:45	131,6	131,9
06.05.2008	17:45 - 17:50	0,0	-0,2	06.05.2008	17:50 - 17:55	132,1	131,8
06.05.2008	17:55 - 18:00	-0,1	-0,3	06.05.2008	18:00 - 18:05	132,1	132,1
06.05.2008	18:05 - 18:10	-0,1	-0,1	06.05.2008	18:10 - 18:15	131,9	132,0
06.05.2008	18:15 - 18:20	-0,1	0,1	06.05.2008	18:20 - 18:25	131,7	132,0
06.05.2008	18:25 - 18:30	0,1	0,0	06.05.2008	18:30 - 18:35	132,0	131,7
06.05.2008	18:35 - 18:40	0,0	0,0	06.05.2008	18:40 - 18:45	132,2	131,7
06.05.2008	18:45 - 18:50	0,0	-0,1	06.05.2008	18:50 - 18:55	131,8	131,7
Anzahl		20	20	Anzahl		20	20
Mittelwert		0,0	0,0	Mittelwert		131,5	131,9
Standardabweichung		0,1	0,1	Standardabweichung		0,5	0,4

**C [SO<sub>2</sub>] 8.4.6 „Lack of fit“ (Abweichung von der Linearen Regression)**

*„lack of fit“ (Abweichung von der linearen Regression) 5 nmol/mol (entspricht 5 ppb) am Nullpunkt und ≤ 4 % des Messwertes am Referenzpunkt.*

**Prüfvorschriften**

Der „lack of fit“ des Messgerätes ist über den Bereich von 0 % bis 95 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches mit mindestens sechs Konzentrationen (einschließlich des Nullpunktes) zu prüfen. Das Messgerät ist bei einer Konzentration von etwa 90 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches einzustellen. Bei jeder Konzentration (einschließlich des Nullpunktes) werden mindestens fünf unabhängige Messungen durchgeführt.

Die Konzentrationen werden in folgender Reihenfolge aufgegeben: 80 %, 40 %, 0 %, 20 % und 95 %. Nach jedem Wechsel der Konzentration sind mindestens vier Einstellzeiten abzuwarten, bevor die nächste Messung durchgeführt wird.

Die Berechnung der linearen Regressionsfunktion und der Abweichungen wird nach Anhang B der DIN EN 14212 durchgeführt. Die Abweichungen von der linearen Regressionsfunktion müssen das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

Der größte Wert der relativen Abweichungen wird als  $X_1$  angegeben und ist beim Nachweis der Erfüllung der Eignungsprüfungsanforderung 1 zu berücksichtigen. Der Wert der relativen Abweichung beim Niveau des 1-Stunden-Grenzwerts ist bei der Berechnung der Eignungsprüfungsanforderungen 2 und 4 zu verwenden.

Erstellung der Regressionsgeraden:

Eine Regressionsgerade der Form  $Y_i = A + B \cdot X_i$  ergibt sich durch Berechnung der Funktion

$$Y_i = a + B(X_i - X_z)$$

Zur Berechnung der Regression werden alle Messpunkte (einschließlich Null) herangezogen. Die Anzahl der Messpunkte  $n$  ist gleich der Anzahl der Konzentrationsniveaus (mindestens sechs einschließlich Null) multipliziert mit der Anzahl der Wiederholungen (mindestens fünf) bei jedem Konzentrationsniveau.

Der Koeffizient  $a$  ist:

$$a = \sum Y_i / n$$

Dabei ist:

$a$  der Mittelwert der Y-Werte

$Y_i$  der einzelne Y-Wert

$N$  die Anzahl der Kalibrierpunkte



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 317 von 910

Der Koeffizient B ist:

$$B = \left( \sum Y_i (X_i - X_z) \right) / \sum (X_i - X_z)^2$$

Dabei ist:

$X_z$  der Mittelwert der X-Werte  $\left( = \sum (X_i / n) \right)$

$X_i$  der einzelne X-Wert

Die Funktion  $Y_i = a + B (X_i - X_z)$  wird über die Berechnung von A umgewandelt in  $Y_i = A + B * X_i$

$$A = a - B * X_z$$

Die Abweichung der Mittelwerte der Kalibrierpunkte (einschließlich des Nullpunktes) werden folgendermaßen berechnet.

Der Mittelwert jedes Kalibrierpunktes (einschließlich des Nullpunktes) bei ein und derselben Konzentration c ist:

$$(Y_a)_c = \sum (Y_i)_c / m$$

Dabei ist:

$(Y_a)_c$  der mittlere Y-Wert beim Konzentrationsniveau c

$(Y_i)_c$  der einzelne Y-Wert beim Konzentrationsniveau c

M die Anzahl der Wiederholungen beim Konzentrationsniveau c

Die Abweichung jedes Mittelwertes ( $d_c$ ) bei jedem Konzentrationsniveau ist:

$$d_c = (Y_a)_c - (A + B \times c)$$

Jede Abweichung eines Wertes relativ zu seinem Konzentrationsniveau c ist:

$$(d_t)_c = \frac{d_c}{c} \times 100\%$$

## Durchführung der Prüfung

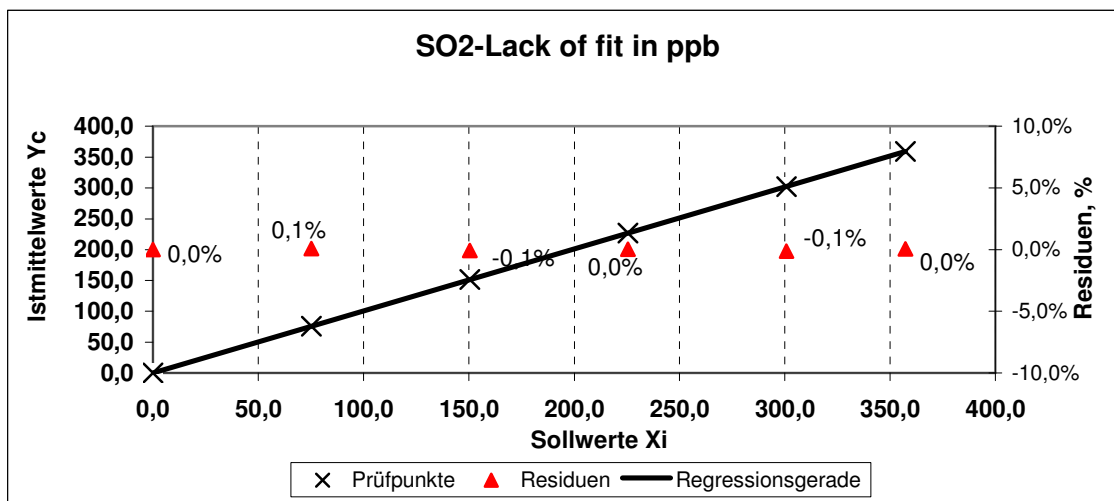
Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14212 durchgeführt. Allerdings wurde die Anzahl der geprüften Konzentrationsstufen auf 11 inklusive Nullpunkt erweitert.

## Auswertung

Es ergeben sich folgende lineare Regressionen:

In Abbildung 70 und Abbildung 71 sind die Ergebnisse der Gruppenmittelwertuntersuchungen zusammenfassend graphisch dargestellt.

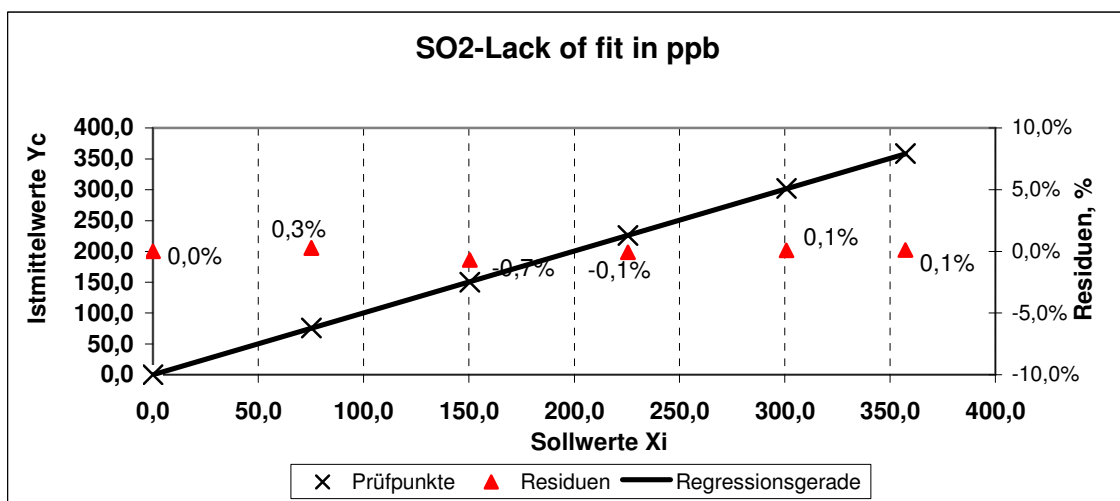
Linearitätsprüfung		Messbereich 375 ppb SO <sub>2</sub>					
Stufen	SO <sub>2</sub>	1	2	3	4	5	6
Sollwert	ppb	300,8	150,4	0,0	225,6	75,2	357,2
Istwert Y <sub>i</sub> 1	ppb	302,1	151,1	0,3	226,3	75,8	358,9
Istwert Y <sub>i</sub> 2	ppb	301,4	150,4	0,2	226,7	75,7	359,7
Istwert Y <sub>i</sub> 3	ppb	300,8	151,3	0,2	226,0	75,6	358,9
Istwert Y <sub>i</sub> 4	ppb	302,5	151,2	0,2	228,9	75,6	359,2
Istwert Y <sub>i</sub> 5	ppb	303,1	151,2	0,2	226,4	75,4	359,6
Istmittelwert Y <sub>c</sub>	ppb	302,0	151,0	0,2	226,9	75,6	359,3
Residuen d <sub>c</sub>	ppb	-0,42	-0,13	0,27	0,07	0,06	0,15
Residuen (d <sub>r</sub> ) <sub>c</sub>	%	-0,1%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%



Die zulässige Abweichung der Residuen  $d_{c,rel}$  beträgt  $\pm 4 \%$ , bezogen auf den Messwert.

Abbildung 70: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 1, Komponente SO<sub>2</sub>

Linearitätsprüfung		Messbereich		375 ppb		SO <sub>2</sub>	
Stufen	SO <sub>2</sub>	1	2	3	4	5	6
Sollwert	ppb	300,8	150,4	0,0	225,6	75,2	357,2
Istwert Yi 1	ppb	300,1	149,3	0,2	225,8	75,2	359,4
Istwert Yi 2	ppb	301,6	149,2	0,2	225,7	75,4	359,6
Istwert Yi 3	ppb	303,1	149,6	0,2	226,3	75,7	357,1
Istwert Yi 4	ppb	301,7	150,0	0,2	226,0	75,6	358,3
Istwert Yi 5	ppb	302,8	150,1	0,3	226,1	75,4	358,4
Istmittelwert Y <sub>c</sub>	ppb	301,9	149,6	0,2	226,0	75,5	358,6
Residuen d <sub>c</sub>	ppb	0,25	-1,06	0,43	-0,18	0,21	0,35
Residuen (d <sub>r</sub> ) <sub>c</sub>	%	0,1%	-0,7%	0,0%	-0,1%	0,3%	0,1%



Die zulässige Abweichung der Residuen  $d_{c,rel}$  beträgt  $\pm 4\%$ , bezogen auf den Messwert.

Abbildung 71: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 2, Komponente SO<sub>2</sub>

## Bewertung

Für Gerät 1 (188) ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von 0,2 ppb am Nullpunkt und maximal 0,1 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null.

Für Gerät 2 (208) ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von 0,2 ppb am Nullpunkt und maximal -0,7 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null.

Die Abweichungen von der idealen Regressionsgeraden überschreiten nicht die in der DIN EN 14212 geforderten Grenzwerte.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind in Tabelle 207 und Tabelle 208 zu finden.

*Tabelle 207: Einzelwerte „lack of fit“ Prüfung, Gerät 1 (188)*

Zyklus	Datum	Uhrzeit	Istwert [ppb]	Sollwert [ppb]	Abweichung [ppb]
1	27.05.2008	07:45 - 08:00	0,3	0,0	0,3
1	27.05.2008	08:00 - 08:15	75,8	75,2	0,6
1	27.05.2008	07:30 - 07:45	151,1	150,4	0,7
1	27.05.2008	08:30 - 08:45	226,3	225,6	0,7
1	27.05.2008	07:15 - 07:30	302,1	300,8	1,3
1	27.05.2008	08:15 - 08:30	358,9	357,2	1,7
2	27.05.2008	10:30 - 10:45	0,2	0,0	0,2
2	27.05.2008	10:45 - 11:00	75,7	75,2	0,5
2	27.05.2008	10:15 - 10:30	150,4	150,4	0,0
2	27.05.2008	11:15 - 11:30	226,7	225,6	1,1
2	27.05.2008	10:00 - 10:15	301,4	300,8	0,6
2	27.05.2008	11:00 - 11:15	359,7	357,2	2,5
3	27.05.2008	13:15 - 13:30	0,2	0,0	0,2
3	27.05.2008	13:30 - 13:45	75,6	75,2	0,4
3	27.05.2008	13:00 - 13:15	151,3	150,4	0,9
3	27.05.2008	14:00 - 14:15	226,0	225,6	0,4
3	27.05.2008	12:45 - 13:00	300,8	300,8	0,0
3	27.05.2008	13:45 - 14:00	358,9	357,2	1,7
4	27.05.2008	16:00 - 16:15	0,2	0,0	0,2
4	27.05.2008	16:15 - 16:30	75,6	75,2	0,4
4	27.05.2008	15:45 - 16:00	151,2	150,4	0,8
4	27.05.2008	16:45 - 17:00	228,9	225,6	3,3
4	27.05.2008	15:30 - 15:45	302,5	300,8	1,7
4	27.05.2008	16:30 - 16:45	359,2	357,2	2,0
5	27.05.2008	18:45 - 19:00	0,2	0,0	0,2
5	27.05.2008	19:00 - 19:15	75,4	75,2	0,2
5	27.05.2008	18:30 - 18:45	151,2	150,4	0,8
5	27.05.2008	19:30 - 19:45	226,4	225,6	0,8
5	27.05.2008	18:15 - 18:30	303,1	300,8	2,3
5	27.05.2008	19:15 - 19:30	359,6	357,2	2,4

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 321 von 910

*Tabelle 208: Einzelwerte „lack of fit“ Prüfung, Gerät 2 (208)*

Zyklus	Datum	Uhrzeit	Istwert [ppb]	Sollwert [ppb]	Abweichung [ppb]
1	27.05.2008	07:45 - 08:00	0,2	0,0	0,2
1	27.05.2008	08:00 - 08:15	75,2	75,2	0,0
1	27.05.2008	07:30 - 07:45	149,3	150,4	-1,1
1	27.05.2008	08:30 - 08:45	225,8	225,6	0,2
1	27.05.2008	07:15 - 07:30	300,1	300,8	-0,7
1	27.05.2008	08:15 - 08:30	359,4	357,2	2,2
2	27.05.2008	10:30 - 10:45	0,2	0,0	0,2
2	27.05.2008	10:45 - 11:00	75,4	75,2	0,2
2	27.05.2008	10:15 - 10:30	149,2	150,4	-1,2
2	27.05.2008	11:15 - 11:30	225,7	225,6	0,1
2	27.05.2008	10:00 - 10:15	301,6	300,8	0,8
2	27.05.2008	11:00 - 11:15	359,6	357,2	2,4
3	27.05.2008	13:15 - 13:30	0,2	0,0	0,2
3	27.05.2008	13:30 - 13:45	75,7	75,2	0,5
3	27.05.2008	13:00 - 13:15	149,6	150,4	-0,8
3	27.05.2008	14:00 - 14:15	226,3	225,6	0,7
3	27.05.2008	12:45 - 13:00	303,1	300,8	2,3
3	27.05.2008	13:45 - 14:00	357,1	357,2	-0,1
4	27.05.2008	16:00 - 16:15	0,2	0,0	0,2
4	27.05.2008	16:15 - 16:30	75,6	75,2	0,4
4	27.05.2008	15:45 - 16:00	150,0	150,4	-0,4
4	27.05.2008	16:45 - 17:00	226,0	225,6	0,4
4	27.05.2008	15:30 - 15:45	301,7	300,8	0,9
4	27.05.2008	16:30 - 16:45	358,3	357,2	1,1
5	27.05.2008	18:45 - 19:00	0,3	0,0	0,3
5	27.05.2008	19:00 - 19:15	75,4	75,2	0,2
5	27.05.2008	18:30 - 18:45	150,1	150,4	-0,3
5	27.05.2008	19:30 - 19:45	226,1	225,6	0,5
5	27.05.2008	18:15 - 18:30	302,8	300,8	2,0
5	27.05.2008	19:15 - 19:30	358,4	357,2	1,2

**C [SO<sub>2</sub>] 8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes**

*Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes muss  $\leq 3,0$  nmol/mol/kPa (entspricht 3 ppb) betragen.*

**Prüfvorschriften**

Messungen werden bei einer Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches bei absoluten Drücken von etwa 80 kPa  $\pm$  0,2 kPa und etwa 110 kPa  $\pm$  0,2 kPa durchgeführt. Bei jedem Druck sind nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, drei Einzelmessungen durchzuführen. Die Mittelwerte dieser Messungen bei den beiden Drücken werden berechnet.

Messungen bei verschiedenen Drücken müssen durch mindestens vier Einstellzeiten voneinander getrennt sein.

Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probendruckes ergibt sich wie folgt:

$$b_{sp} = \left| \frac{(C_{P1} - C_{P2})}{(P_2 - P_1)} \right|$$

Dabei ist:

$b_{sp}$  der Einfluss des Probengasdruckes

$C_{P1}$  der Mittelwert der Messung beim Probengasdruck  $P_1$

$C_{P2}$  der Mittelwert der Messung beim Probengasdruck  $P_2$

$P_1$  der Probengasdruck  $P_1$

$P_2$  der Probengasdruck  $P_2$

$b_{sp}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

**Durchführung der Prüfung**

Der airpointer analysiert den Schwefeldioxidgehalt der Umgebungsluft. Er ist mit einer Pumpe ausgestattet und saugt das benötigte, zu analysierende Gas selbst an. (ca. 3,0 l/min Gesamtflow). Diese Pumpe arbeitet gegen die Umgebungsdruckbedingungen. Diese bedeutet das am Messgaseingang und am Messgasausgang die selben Druckbedingungen herrschen. Das zwanghafte herbeiführen eines Über- oder Unterdrucks in diesem System könnte den Analysator zerstören.

Der airpointer verfügt über einen Prüfgasanschluss, an dem Prüfgas aus externen Quellen im Überschuss aufgegeben werden kann. Der nicht benötigte Überschuss wird dabei über den Probengasausgang wieder ausgegeben.

Während des 3-monatigen Feldtests herrschten Umgebungsluftdruckbedingungen zwischen 990 mbar und 1028 mbar. In diesem Zeitraum konnte kein auffälliges Verhalten der Analysatoren in Bezug auf Änderungen des Umgebungsluftdrucks und damit auch auf die Druckverhältnisse des angesaugten Prüfgases festgestellt werden.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 323 von 910

Durch das Einsetzen von 5 Messgasfiltern gleichzeitig wurde geprüft, wie der Analysator auf einen möglicherweise verstopften Filter reagiert. Dabei wurden keine Auffälligkeiten festgestellt.

### Auswertung

Aufgrund des Aufbaus der Messeinrichtung konnte der Probengasdruck nicht wiederholbar abweichend vom Umgebungsdruck eingestellt werden, ohne die Messeinrichtung zu beschädigen. Im Umgebungsdruckbereich zwischen 990 mbar und 1028 mbar während des Feldtestes wurde kein Druckeinfluss auf die Messeinrichtung festgestellt.

Der tiefste Umgebungsdruck mit 990 mbar (99,0 kPa) während des Feldtest wurde am 01. Oktober gemessen. Bei der täglichen Prüfgasaufgabe nach VDI 4202 wurde an diesem Tag ein Wert von 41,9 µg/m<sup>3</sup> (entspricht 15,75 ppb SO<sub>2</sub>) für Gerät 1 (188) und 43,5 µg/m<sup>3</sup> (entspricht 16,35 ppb SO<sub>2</sub>) für Gerät 2 (208) gemessen.

Der höchste Umgebungsdruck mit 1028 mbar (102,8 kPa) während des Feldtest wurde am 10. Oktober gemessen. Bei der täglichen Prüfgasaufgabe nach VDI 4202 wurde an diesem Tag ein Wert von 41,8 µg/m<sup>3</sup> (entspricht 15,71 ppb SO<sub>2</sub>) für Gerät 1 (188) und 41,9 µg/m<sup>3</sup> (entspricht 15,75 ppb SO<sub>2</sub>) für Gerät 2 (208) gemessen.

Daraus ergeben sich folgende Empfindlichkeitskoeffizienten des Probengasdruckes  $b_{gp}$ :

$b_{gp}$  Gerät 188 = 0,01 ppb/kPa

$b_{gp}$  Gerät 208 = 0,15 ppb/kPa

### Bewertung

Der Empfindlichkeitskoeffizient  $b_{gp}$  der Umgebungstemperatur überschreitet nicht die Anforderungen von maximal 3 ppb/kPa. Die hier gefundenen Werte werden zur Berechnung der Gesamtunsicherheit verwendet. Dies sind für Gerät 1 (188) 0,01 ppb/kPa und für Gerät 2 (208) = 0,15 ppb/kPa.

Mindestanforderung erfüllt?    entfällt

### Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht zutreffend.

**C [SO<sub>2</sub>] 8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur**

*Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur muss  $\leq 1,0$  nmol/mol/K (entspricht 1 ppb/K) betragen.*

**Prüfvorschriften**

Zur Bestimmung der Abhängigkeit von der Probengastemperatur werden Messungen bei Probengastemperaturen von  $T_1 = 0$  °C und  $T_2 = 30$  °C durchgeführt. Die Temperaturabhängigkeit wird bei einer Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches bestimmt. Nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, sind drei Einzelmessungen bei jeder Temperatur durchzuführen.

Die Probengastemperatur am Einlass des Messgerätes muss mindestens 30 min konstant sein.

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur ergibt sich wie folgt:

$$b_{gt} = \frac{(C_{T2} - C_{T1})}{(T_2 - T_1)}$$

Dabei ist:

$b_{gt}$  der Einfluss des Probengasdruckes

$C_{T1}$  der Mittelwert der Messung bei der Probengastemperatur  $T_1$

$C_{T2}$  der Mittelwert der Messung bei der Probengastemperatur  $T_2$

$T_1$  die Probengastemperatur  $T_1$

$T_2$  die Probengastemperatur  $T_2$

$b_{gt}$  muss das oben genannte Leistungskriterium erfüllen

**Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14212 durchgeführt.

Zur Prüfung wurde die Prüfgaserzeugung in der Klimakammer aufgebaut. Das Prüfgas wurde über ca. 20 m lange, konditionierte Prüfgasleitungen zu den Messgeräten geleitet, die sich unmittelbar vor der Klimakammer befanden. Die Prüfung wurde zuerst bei 0 °C und dann bei 30 °C durchgeführt.



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 325 von 910

## Auswertung

Bei der Prüfung ergaben sich folgende Werte:

$b_{gt}$  Gerät 188 = 0,037 ppb/K

$b_{gt}$  Gerät 208 = 0,008 ppb/K

## Bewertung

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur ist kleiner als 1ppb/K.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die gemessenen Werte sind in Tabelle 209 angegeben.

*Tabelle 209: Einzelwerte der Prüfung zum Empfindlichkeitskoeffizient des Prüfgases*

Datum	Referenzpunkt			
	Uhrzeit	Temperatur	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[°C]	[ppb]	[ppb]
11.06.2008	09:00 - 09:05	0	300,1	300,0
11.06.2008	09:05 - 09:10	0	300,4	300,5
11.06.2008	09:10 - 09:15	0	300,6	300,9
	<b>Mittelwert</b>	<b>C<sub>T1</sub></b>	<b>300,4</b>	<b>300,5</b>
11.06.2008	15:05 - 15:10	30	301,4	300,4
11.06.2008	15:10 - 15:15	30	301,2	300,9
11.06.2008	15:15 - 15:20	30	301,8	300,8
	<b>Mittelwert</b>	<b>C<sub>T2</sub></b>	<b>301,5</b>	<b>300,7</b>



## **C [SO<sub>2</sub>] 8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur**

*Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur  $\leq 1,0$  nmol/mol/K (entspricht 1 ppb/K)*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Der Einfluss der Umgebungstemperatur ist innerhalb des vom Hersteller angegebenen Bereichs bei folgenden Temperaturen zu bestimmen:

- 1) der niedrigsten Temperaturen  $T_{\min} = 273$  K;
- 2) der Labortemperatur  $T_l = 293$  K;
- 3) der höchsten Temperatur  $T_{\max} = 303$  K;

Für diese Prüfungen ist eine Klimakammer erforderlich.

Der Einfluss wird bei der Konzentration Null und einer Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches bestimmt. Bei jeder Temperatur sind nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, drei Einzelmessungen bei Null- und der Span-Konzentration durchzuführen.

Die Messungen werden bezüglich der Temperatur in folgender Reihenfolge durchgeführt:

$T_l, T_{\min}, T_l$  und  $T_l, T_{\max}, T_l$

Bei der ersten Temperatur ( $T_l$ ) wird das Messgerät bei Null- und Spanniveau (70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches) eingestellt. Dann werden nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, drei Einzelmessungen bei  $T_l, T_{\min}$  und wieder bei  $T_l$  durchgeführt. Diese Vorgehensweise wird bei der Temperaturfolge  $T_l, T_{\max}$  und  $T_l$  wiederholt.

Um eine auf andere Faktoren als die Temperatur zurückgehende Drift auszuschließen, werden die Messungen bei  $T_l$  gemittelt; diese Mittelung wird in der folgenden Gleichung zur Berechnung des Einflusses der Umgebungstemperatur berücksichtigt:

$$b_{st} = \left| \frac{x_T - \frac{x_1 + x_2}{2}}{T - T_l} \right|$$

Dabei ist:

- |          |   |
|----------|---|
| $b_{st}$ | die Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur (ppb) |
| $x_T$    | der Mittelwert der Messungen bei $T_{\min}$ oder $T_{\max}$ (ppb) |
| $x_1$    | der erste Mittelwert der Messungen bei $T_l$ (ppb)                |
| $x_2$    | der zweite Mittelwert der Messungen bei $T_l$ (ppb)               |
| $T_l$    | die Umgebungstemperatur im Labor (K)                              |
| $T$      | die Umgebungstemperatur $T_{\min}$ oder $T_{\max}$ (K)            |

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 327 von 910

Für die Dokumentation der Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur wird der höhere der Werte der Temperaturabhängigkeit bei  $T_{\min}$  oder  $T_{\max}$  gewählt.

$b_{st}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

### Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14212 durchgeführt.

### Auswertung

Es ergaben sich folgende Empfindlichkeiten gegenüber der Umgebungstemperatur:

*Tabelle 210: Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Nullpunkt, Gerät 188*

	T [°C]	Mittelwert Gerät 188 [ppb]	ermitteltes $b_{st}$ [ppb/K]	erlaubtes $b_{st}$ [ppb/K]	Kriterium erfüllt? DIN EN 14212
$T_1$	20	0,05			
$T_{\min}$	0	-0,03	0,00	1	ja
$T_1$	20	0,03			
$T_1$	20	0,03			
$T_{\max}$	30	0,10	0,01	1	ja
$T_1$	20	0,03			

*Tabelle 211: Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Nullpunkt, Gerät 208*

	T [°C]	Mittelwert Gerät 208 [ppb]	ermitteltes $b_{st}$ [ppb/K]	erlaubtes $b_{st}$ [ppb/K]	Kriterium erfüllt? DIN EN 14212
$T_1$	20	0,07			
$T_{\min}$	0	0,03	0,00	1	ja
$T_1$	20	0,03			
$T_1$	20	0,03			
$T_{\max}$	30	0,07	0,01	1	ja
$T_1$	20	0,00			

Wie in Tabelle 210 und Tabelle 211 zu sehen, erfüllt der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Nullpunkt die Leistungsanforderungen.

**Tabelle 212:** Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt, Gerät 188

	T [°C]	Mittelwert Gerät 188 [ppb]	ermitteltes b <sub>st</sub> [ppb/K]	erlaubtes b <sub>st</sub> [ppb/K]	Kriterium erfüllt? DIN EN 14212
T <sub>1</sub>	20	300,7			
T <sub>min</sub>	0	301,2	-0,03	1	ja
T <sub>1</sub>	20	300,3			
T <sub>1</sub>	20	300,3			
T <sub>max</sub>	30	301,4	0,11	1	ja
T <sub>1</sub>	20	300,2			

**Tabelle 213:** Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt, Gerät 208

	T [°C]	Mittelwert Gerät 208 [ppb]	ermitteltes b <sub>st</sub> [ppb/K]	erlaubtes b <sub>st</sub> [ppb/K]	Kriterium erfüllt? DIN EN 14212
T <sub>1</sub>	20	300,2			
T <sub>min</sub>	0	300,5	-0,01	1	ja
T <sub>1</sub>	20	300,5			
T <sub>1</sub>	20	300,5			
T <sub>max</sub>	30	301,5	0,10	1	ja
T <sub>1</sub>	20	300,6			

Wie in Tabelle 212 und Tabelle 213 zu sehen, erfüllt der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt die Leistungsanforderungen.

### Bewertung

Der Empfindlichkeitskoeffizient b<sub>st</sub> der Umgebungstemperatur überschreitet nicht die Anforderungen von maximal 1 ppb/K. In der Unsicherheitsberechnung wird für beide Geräte der größte Empfindlichkeitskoeffizient b<sub>st</sub> gewählt. Dies sind für Gerät 1 (188) 0,11 ppb/K und für Gerät 2 (208) 0,10 ppb/K.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind in Tabelle 214 aufgeführt.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessstation airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 329 von 910

*Tabelle 214: Einzelwerte zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Umgebungstemperatur nach DIN EN 14212*

Datum	Nullpunkt				Referenzpunkt			
	Uhrzeit	Temperatur	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)	Uhrzeit	Temperatur	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[°C]	[ppb]	[ppb]		[°C]	[ppb]	[ppb]
12.06.2008	14:00 - 14:05	20	0,0	0,0	14:05 - 14:10	20	300,1	300,0
12.06.2008	14:10 - 14:15	20	0,1	0,1	14:15 - 14:20	20	300,8	300,2
12.06.2008	14:20 - 14:25	20	0,1	0,1	14:25 - 14:30	20	301,2	300,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>300,7</b>	<b>300,2</b>
13.06.2008	07:05 - 07:10	0	-0,1	0,0	07:10 - 07:15	0	301,2	300,1
13.06.2008	07:15 - 07:20	0	0,0	0,1	07:20 - 07:25	0	301,0	300,6
13.06.2008	07:25 - 07:30	0	0,0	0,0	07:30 - 07:35	0	301,4	300,8
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>301,2</b>	<b>300,5</b>
13.06.2008	14:00 - 14:05	20	0,0	0,0	14:05 - 14:10	20	300,6	300,6
13.06.2008	14:10 - 14:15	20	0,1	0,0	14:15 - 14:20	20	300,4	300,9
13.06.2008	14:20 - 14:25	20	0,0	0,1	14:25 - 14:30	20	300,0	300,1
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>300,3</b>	<b>300,5</b>
16.06.2008	07:15 - 07:20	30	0,0	0,0	07:20 - 07:25	30	301,4	301,1
16.06.2008	07:25 - 07:30	30	0,1	0,1	07:30 - 07:35	30	301,5	301,7
16.06.2008	07:35 - 07:40	30	0,2	0,1	07:40 - 07:45	30	301,2	301,8
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>301,4</b>	<b>301,5</b>
16.06.2008	14:20 - 14:25	20	0,0	0,0	14:25 - 14:30	20	300,8	300,5
16.06.2008	14:30 - 14:35	20	0,0	0,0	14:35 - 14:40	20	300,1	300,9
16.06.2008	14:40 - 14:45	20	0,1	0,0	14:45 - 14:50	20	299,7	300,4
	<b>Mittelwert</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>300,2</b>	<b>300,6</b>



## **C [SO<sub>2</sub>] 8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung**

*Empfindlichkeitskoeffizient der el. Spannung  $\leq 0,30$  nmol/mol/V (entspricht 0,3 ppb/V)*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Die Abhängigkeit von der Netzspannung wird an den beiden Grenzen des vom Hersteller angegebenen Spannungsbereiches bei der Konzentration Null und einer Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches bestimmt. Nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden drei Einzelmessungen bei jedem Spannungs- und Konzentrationsniveau durchgeführt.

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung nach der Richtlinie DIN EN 14212 ergibt sich wie folgt:

$$b_v = \frac{(C_{V2} - C_{V1})}{(V_2 - V_1)}$$

Dabei ist:

$b_v$  der Einfluss der Spannung

$C_{V1}$  der Mittelwert der Messung bei der Spannung  $V_1$

$C_{V2}$  der Mittelwert der Messung bei der Spannung  $V_2$

$V_1$  die niedrigste Spannung  $V_{\min}$

$V_2$  die höchste Spannung  $V_{\max}$

Für die Spannungsabhängigkeit ist der höhere Wert der Messungen beim Null- und Spannniveau zu wählen.

$b_v$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

### **Durchführung der Prüfung**

Zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Spannung wurde ein Transformator in die Stromversorgung der Messeinrichtung geschaltet und bei verschiedenen Spannungen Prüfgas am Null- und Referenzpunkt aufgegeben.

Die Ergebnisse wurden mit den oben angegebenen Anforderungen verglichen.

### **Auswertung**

Daraus ergeben sich folgende Empfindlichkeitskoeffizienten

$b_v$  Gerät 188 NP: 0,02 (ppb/V)

$b_v$  Gerät 208 RP: 0,01 (ppb/V)

## Bewertung

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung  $b_v$  überschreitet bei keinem Prüfpunkt die Anforderungen der DIN EN 14212 von maximal 0,3 ppb/V. In der Unsicherheitsberechnung wird für beide Geräte der größte Empfindlichkeitskoeffizient  $b_v$  gewählt. Dies sind für Gerät 1 (188) = 0,02 ppb/V und für Gerät 2 (208) = 0,01 ppb/V.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind in Tabelle 215 und Tabelle 216 dargestellt.

*Tabelle 215: Einzelwerte zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Spannung am Nullpunkt*

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[ppb]	[ppb]
Nullgas bei 210 V			
15.07.2008	15:05 - 15:15	0,1	0,0
15.07.2008	15:25 - 15:35	0,2	0,0
15.07.2008	15:45 - 15:55	0,1	0,1
Mittelwert		0,1	0,0
Nullgas bei 245 V			
15.07.2008	16:15 - 16:25	0,1	0,1
15.07.2008	16:35 - 16:45	0,0	0,1
15.07.2008	16:55 - 17:05	0,2	0,1
Mittelwert		0,1	0,1

*Tabelle 216: Einzelwerte zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Spannung am Referenzpunkt*

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[ppb]	[ppb]
Prüfgas bei 210 V			
15.07.2008	15:15 - 15:25	300,5	299,5
15.07.2008	15:35 - 15:45	301,2	299,8
15.07.2008	15:55 - 16:05	301,1	299,8
Mittelwert		300,9	299,7
Prüfgas bei 245 V			
15.07.2008	16:25 - 16:35	301,5	300,2
15.07.2008	16:45 - 16:55	301,4	300,1
15.07.2008	17:05 - 17:15	301,6	299,8
Mittelwert		301,5	300,0

**C [SO<sub>2</sub>] 8.4.11 Störungen**

*Störkomponenten - erlaubte Abweichungen bei H<sub>2</sub>O und m-Xylol jeweils  $\leq 10$  nmol/mol (entspricht 10 ppb); bei H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, NO und NO<sub>2</sub>, jeweils  $\leq 5$  nmol/mol (entspricht 5 ppb)*

**Prüfbedingungen**

Das Signal des Messgerätes gegenüber verschiedenen in der Luft erwarteten Störkomponenten ist zu prüfen. Diese Störkomponenten können ein positives oder negatives Signal hervorrufen. Die Prüfung wird bei der Konzentration Null und einer Prüfgaskonzentration ( $c_t$ ), die ähnlich dem 1-Stunden-Grenzwert ist, durchgeführt.

Die Konzentrationen der Prüfgasgemische mit der jeweiligen Störkomponente müssen eine Unsicherheit von kleiner als 5 % aufweisen und auf nationale Standards rückführbar sein. Die zu prüfenden Störkomponenten und ihre Konzentrationen sind in Tabelle 217 angegeben. Der Einfluss jeder Störkomponente muss einzeln bestimmt werden. Die Konzentration der Messgröße ist für den auf die Zugabe der Störkomponente (z.B. Wasserdampf) zurückgehenden Verdünnungsfluss zu korrigieren.

Nach der Einstellung des Messgerätes bei Null und beim Spannniveau wird ein Gemisch von Nullgas und der zu untersuchenden Störkomponente mit der in Tabelle 217 angegebenen Konzentration aufgegeben. Mit diesem Gemisch werden eine unabhängige, gefolgt von zwei Einzelmessungen durchgeführt. Diese Vorgehensweise wird mit einem Gemisch der Messgröße bei der Konzentration  $c_t$  und der zu untersuchenden Störkomponente wiederholt. Die Einflussgröße bei Null und der Konzentration  $c_t$  ist:

$$X_{\text{int},z} = x_z$$

$$X_{\text{int},ct} = x_{ct} - c_t$$

Dabei ist:

$X_{\text{int},z}$  die Einflussgröße der Störkomponente bei Null

$x_z$  der Mittelwert der Messungen bei Null

$X_{\text{int},ct}$  die Einflussgröße der Störkomponenten bei der Konzentration  $c_t$

$x_{ct}$  der Mittelwert der Messungen bei der Konzentration  $c_t$

$c_t$  die Konzentration des aufgegebenen Gases beim Niveau des 1-Stunden-Grenzwertes

Die Einflussgröße der Störkomponenten muss die in oben angegebenen Leistungsanforderungen sowohl bei Null als auch der Konzentration  $c_t$  erfüllen.



## Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14212 durchgeführt. Die Gerät wurden bei Null und der Konzentration  $c_t$  (130 ppb) eingestellt. Anschließend wurde Null- und Prüfgas mit den verschiedenen Störkomponenten aufgegeben. Es wurden die in Tabelle 217 aufgeführten Stoffe in den entsprechenden Konzentrationen geprüft.

*Tabelle 217: Störkomponenten nach DIN EN 14212*

Störkomponente	Wert
H <sub>2</sub> O	19 mmol/mol
H <sub>2</sub> S	200 nmol/mol
NH <sub>3</sub>	200 nmol/mol
NO	500 nmol/mol
NO <sub>2</sub>	200 nmol/mol
m-Xylol	1 µmol/mol

## Auswertung

In der folgenden Übersicht sind die Einflussgrößen der verschiedenen Störkomponenten aufgelistet.

*Tabelle 218: Einfluss der geprüften Störkomponenten ( $c_t = 130$  ppb)*

		Gerät 1 (188) [ppb]	Gerät 2 (208) [ppb]
<b>H<sub>2</sub>O</b>	$X_z$	0,1	0,1
	$X_{int,z}$	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
	$x_{ct}$	128,3	128,7
	$X_{int,ct}$	<b>-1,7</b>	<b>-1,3</b>
Maximal erlaubte Abweichung		10	10
Bestanden?		<b>ja</b>	<b>ja</b>
<b>H<sub>2</sub>S</b>	$X_z$	0,1	0,1
	$X_{int,z}$	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
	$x_{ct}$	130,4	130,2
	$X_{int,ct}$	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>
Maximal erlaubte Abweichung		5	5
Bestanden?		<b>ja</b>	<b>ja</b>
<b>NH<sub>3</sub></b>	$X_z$	0,3	0,1
	$X_{int,z}$	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>
	$x_{ct}$	130,8	131,1
	$X_{int,ct}$	<b>0,8</b>	<b>1,1</b>
Maximal erlaubte Abweichung		5	5
Bestanden?		<b>ja</b>	<b>ja</b>
<b>NO</b>	$X_z$	0,0	-0,1
	$X_{int,z}$	<b>0,0</b>	<b>-0,1</b>
	$x_{ct}$	130,4	130,4
	$X_{int,ct}$	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>
Maximal erlaubte Abweichung		5	5
Bestanden?		<b>ja</b>	<b>ja</b>
<b>NO<sub>2</sub></b>	$X_z$	0,0	0,0
	$X_{int,z}$	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
	$x_{ct}$	130,4	130,5
	$X_{int,ct}$	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>
Maximal erlaubte Abweichung		5	5
Bestanden?		<b>ja</b>	<b>ja</b>
<b>m-Xylol</b>	$X_z$	0,1	0,1
	$X_{int,z}$	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
	$x_{ct}$	130,5	131,0
	$X_{int,ct}$	<b>0,5</b>	<b>1,0</b>
Maximal erlaubte Abweichung		10	10
Bestanden?		<b>ja</b>	<b>ja</b>

## Bewertung

Die Querempfindlichkeit der SO<sub>2</sub> Messung gegen H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, NO, NO<sub>2</sub> und Xylol liegt innerhalb der geforderten Unsicherheiten.

Mindestanforderung erfüllt? **ja**

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessanlage der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 335 von 910

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind in Tabelle 219 aufgeführt.

*Tabelle 219: Einzelwerte der Prüfung zur Querempfindlichkeit nach DIN EN 14212*

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [ppb]	Gerät 2 (208) [ppb]	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [ppb]	Gerät 2 (208) [ppb]
<b>Nullgas + H<sub>2</sub>O</b>				<b>Nullgas + NO</b>			
09.07.2008	07:15 - 07:20	0,1	0,2	09.07.2008	10:55 - 11:00	0,0	0,0
09.07.2008	07:25 - 07:30	0,2	0,1	09.07.2008	11:05 - 11:10	0,0	-0,2
09.07.2008	07:35 - 07:40	0,0	0,1	09.07.2008	11:15 - 11:20	0,1	0,0
<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,0</b>	<b>-0,1</b>
<b>Prüfgas + H<sub>2</sub>O</b>				<b>Prüfgas + NO</b>			
09.07.2008	07:20 - 07:25	128,6	129,3	09.07.2008	11:00 - 11:05	130,2	130,3
09.07.2008	07:30 - 07:35	128,0	128,2	09.07.2008	11:10 - 11:15	130,4	130,5
09.07.2008	07:40 - 07:45	128,4	128,5	09.07.2008	11:20 - 11:25	130,5	130,5
<b>Mittelwert</b>		<b>128,3</b>	<b>128,7</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>130,4</b>	<b>130,4</b>
<b>Nullgas + H<sub>2</sub>S</b>				<b>Nullgas + NO<sub>2</sub></b>			
09.07.2008	09:45 - 09:50	0,0	0,1	09.07.2008	11:40 - 11:45	0,0	0,0
09.07.2008	09:55 - 10:00	0,0	0,2	09.07.2008	11:50 - 11:55	-0,1	0,0
09.07.2008	10:05 - 10:10	0,2	0,1	09.07.2008	12:00 - 12:05	0,0	0,0
<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Prüfgas + H<sub>2</sub>S</b>				<b>Prüfgas + NO<sub>2</sub></b>			
09.07.2008	09:50 - 09:55	130,2	130,3	09.07.2008	11:45 - 11:50	130,0	130,5
09.07.2008	10:00 - 10:05	130,6	130,3	09.07.2008	11:55 - 12:00	130,5	131,1
09.07.2008	10:10 - 10:15	130,5	130,1	09.07.2008	12:05 - 12:10	130,7	130,0
<b>Mittelwert</b>		<b>130,4</b>	<b>130,2</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>130,4</b>	<b>130,5</b>
<b>Nullgas + NH<sub>3</sub></b>				<b>Nullgas + m-Xylol</b>			
09.07.2008	10:20 - 10:25	0,2	0,2	09.07.2008	12:20 - 12:25	0,1	0,0
09.07.2008	10:30 - 10:35	0,3	0,1	09.07.2008	12:30 - 12:35	0,1	0,2
09.07.2008	10:40 - 10:45	0,3	0,1	09.07.2008	12:40 - 12:45	0,0	0,2
<b>Mittelwert</b>		<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
<b>Prüfgas + NH<sub>3</sub></b>				<b>Prüfgas + m-Xylol</b>			
09.07.2008	10:25 - 10:30	130,8	131,2	09.07.2008	12:25 - 12:30	130,1	130,5
09.07.2008	10:35 - 10:40	130,5	131,0	09.07.2008	12:35 - 12:40	130,5	131,4
09.07.2008	10:45 - 10:50	131,2	131,0	09.07.2008	12:45 - 12:50	130,8	131,2
<b>Mittelwert</b>		<b>130,8</b>	<b>131,1</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>130,5</b>	<b>131,0</b>

**C [SO<sub>2</sub>] 8.4.12 Mittelungsprüfung**

*Mittelungseinfluss muss bei  $\leq 7$  % des Messwertes liegen.*

**Prüfbedingungen**

Die Mittelungsprüfung liefert ein Maß für die Unsicherheit der gemittelten Werte, die durch kurzzeitige Konzentrationsänderungen im Probengas, die kürzer als die Messwernerfassung im Messgerät sind, verursacht werden. Im Allgemeinen ist die Ausgabe eines Messgerätes das Ergebnis der Bestimmung einer Bezugskonzentration (üblicherweise Null) und der tatsächlichen Konzentration, die eine gewisse Zeit benötigt.

Zur Bestimmung der auf die Mittelung zurückgehenden Unsicherheit werden die folgenden Konzentrationen auf das Messgerät aufgegeben und die entsprechenden Messwerte registriert: eine sprunghafte Änderung der SO<sub>2</sub>-Konzentration zwischen Null und der Konzentration  $c_t$  (70 % bis 80 % des Maximums der Zertifizierungsbereiches).

Die Zeitspanne ( $t_c$ ) der konstanten SO<sub>2</sub>-Konzentrationen muss mindestens gleich der zum Erzielen von vier unabhängigen Anzeigewerten. Notwendigen Zeitspanne sein (entsprechend mindestens 16 Einstellzeiten). Die Zeitspanne ( $t_v$ ) der geänderten SO<sub>2</sub>-Konzentration muss mindestens gleich der zum Erzielen von vier unabhängigen Anzeigewerten erforderlichen Zeitspanne ( $t_{SO_2}$ ) für die SO<sub>2</sub>-Konzentration muss 45 s betragen, gefolgt von der Zeitspanne ( $t_{zero}$ ) von 45 s für die Konzentration Null. Weiterhin gilt:

$c_t$  ist die Prüfgaskonzentration

$t_v$  ist die Gesamtzahl der  $t_{SO_2}$ - und  $t_{zero}$ -Paare (mindestens drei Paare)

Der Wechsel von  $t_{SO_2}$  auf  $t_{zero}$  muss innerhalb von 0,5 s erfolgen. Der Wechsel von  $t_c$  zu  $t_v$  muss innerhalb einer Einstellzeit des zu prüfenden Messgerätes erfolgen.

Der Mittelungseinfluss ( $X_{av}$ ) ist:

$$X_{av} = \frac{C_{const}^{av} - 2C_{var}^{av}}{C_{const}^{av}} * 100$$

Dabei ist:

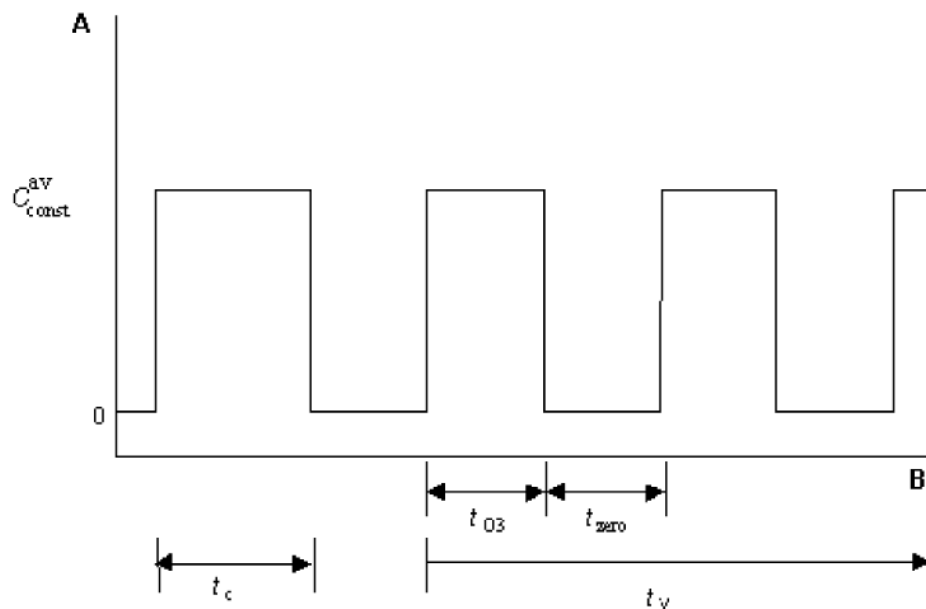
$X_{av}$  der Mittelungseinfluss (%)

$C_{const}^{av}$  der Mittelwert von mindestens vier unabhängigen Messungen während der Zeitspanne der konstanten Konzentration

$C_{var}^{av}$  der Mittelwert von mindestens vier unabhängigen Messungen während der Zeitspanne der variablen Konzentration

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 337 von 910



#### Legende

A Konzentration  
B Zeit

Abbildung 72 Konzentrationsänderung für die Prüfung des Mittelungseinflusses ( $t_{O_3} = t_{zero} = 45 \text{ s.}$ )

### Durchführung der Prüfung

Die Mittelungsprüfung wurde nach den Vorgaben der DIN EN 14212 durchgeführt. Zuerst wurde bei einer konstanten Prüfgaskonzentration der Mittelwert gebildet. Danach wurde mit Hilfe eines Dreiwegeventils im 45 s Takt zwischen Null und Prüfgas hin und her geschaltet. Über die Zeit der wechselnden Prüfgasaufgabe wurde ebenfalls der Mittelwert gebildet.

### Auswertung

In der Prüfung wurden folgende Mittelwerte ermittelt:

Konstanter Mittelwert		Variabler Mittelwert	
Gerät 1 (188)	205,0 ppb	Gerät 1 (188)	107,4 ppb
Gerät 2 (208)	206,3 ppb	Gerät 2 (208)	106,7 ppb

Daraus ergeben sich folgende Mittelungseinflüsse:

Gerät 1 (188): -4,8 %

Gerät 2 (208): -3,4 %

## Bewertung

Das Leistungskriterium der DIN EN 14212 wird in vollem Umfang eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind Tabelle 220 zu entnehmen.

*Tabelle 220: Einzelwerte der Mittelungsprüfung nach DIN EN 14212*

	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
<b>Messung (const)</b>	<b>[ppb]</b>	<b>[ppb]</b>
Messung 1	204,8	206,4
Messung 2	204,9	206,2
Messung 3	205,3	206,1
Messung 4	205,1	206,4
<b>Mittelwert C (const)</b>	<b>205,0</b>	<b>206,3</b>
<b>Messung (var)</b>	<b>[ppb]</b>	<b>[ppb]</b>
conz. fallend	77,3	82,5
conz. steigend	138,7	108,4
conz. fallend	80,8	102,1
conz. steigend	134,7	128,4
conz. fallend	91,9	85,6
conz. steigend	121,7	124,6
conz. fallend	94,3	95,7
conz. steigend	120,2	125,9
<b>Mittelwert C (var)</b>	<b>107,4</b>	<b>106,7</b>
<b>Mittlungsfehler X av [%]</b>	<b>-4,8</b>	<b>-3,4</b>
erlaubter Fehler	7%	7%
Status	bestanden	bestanden

## **C [SO<sub>2</sub>] 8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang**

*Differenz Proben-/Kalibriereingang ≤ 1,0 %*

### **Prüfvorschriften**

Falls das Messgerät über verschiedene Eingänge für Proben- und Prüfgas verfügt, ist die Differenz des Messsignals bei Aufgabe der Proben über den Proben- oder Kalibriereingang zu prüfen. Hierzu wird Prüfgas mit der Konzentration von 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches über den Probeneingang auf das Messgerät aufgegeben. Die Prüfung besteht aus einer unabhängigen Messung, gefolgt von zwei Einzelmessungen. Nach einer Zeitspanne von mindestens vier Einstellzeiten wird die Prüfung unter Verwendung des Kalibriereingangs wiederholt. Die Differenz wird folgendermaßen berechnet:

$$D_{SC} = \frac{x_s - x_c}{c_t} \times 100$$

Dabei ist

- $D_{SC}$  die Differenz Proben-/Kalibriereingang
- $x_s$  der Mittelwert der Messungen über den Probeneingang
- $x_c$  der Mittelwert der Messungen über den Kalibriereingang
- $c_t$  die Konzentration des Prüfgases

$D_{SC}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

### **Durchführung der Prüfung**

Die geprüften Messgeräte besitzen nur einen Prüfgaseingang. Daher konnte diese Prüfung nicht durchgeführt werden.

### **Auswertung**

Bei der Prüfung wurden folgende Differenzen zwischen Proben und Kalibriergaseingang ermittelt:

Gerät 1 (188): 0,02 %

Gerät 2 (208): 0,04 %

### **Bewertung**

Das Leistungskriterium der DIN EN 14212 wird in vollem Umfang eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind Tabelle 187 zu entnehmen.

*Tabelle 221: Einzelwerte der Prüfung der Differenz zwischen Proben und Kalibriergaseingang*

Datum	Zeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[ppb]	[ppb]
Prüfgas am Probengaseingang			
10.07.2008	14:50 - 14:55	300,1	300,5
10.07.2008	15:00 - 15:05	300,0	301,2
10.07.2008	15:10 - 15:15	300,8	300,8
Mittelwert		300,3	300,8
Prüfgas am Prüfgaseingang			
10.07.2008	14:55 - 15:00	300,1	300,7
10.07.2008	15:05 - 15:10	299,8	300,4
10.07.2008	15:15 - 15:20	300,6	300,5
Mittelwert		300,2	300,5



## **C [SO<sub>2</sub>] 8.5 Bestimmung der Leistungskenngrößen bei der Feldprüfung**

Die Bestimmung der Leistungskenngrößen im Feld als Teil der Eignungsprüfung ist von einer benannten Stelle durchzuführen. Die Qualität der in den beschriebenen Prüfverfahren eingesetzten Materialien und der Ausrüstung muss die Anforderungen der DIN EN 14212 erfüllen.

Bei der Prüfung im Feld werden zwei Messgeräte über eine Zeitspanne von 3 Monaten hinsichtlich Verfügbarkeit (Kontrollintervall), Vergleichpräzision im Feld und Langzeitdrift geprüft. Die Messgeräte werden parallel an ein und derselben Probenahmestelle an einer ausgewählten Messstation unter spezifischen Außenluftbedingungen betrieben.

### **Auswahl der Messstation**

Die Auswahl der Messstation beruht auf folgenden Kriterien:

Ort:

- periurbane oder ländliche Station
- Einrichtung der Messstation
- ausreichende Kapazität des Probengasverteilers
- genügend Platz, um zwei Messgeräte mit Prüfgasen und/oder Kalibriereinrichtungen unterzubringen
- Kontrolle der Umgebungstemperatur der Messgeräte bei 20 °C ± 4 °C mit Temperaturoaufzeichnung
- stabile elektrische Spannung.

Weitere mögliche Kriterien:

- Telemetrie/Telefoneinrichtung zur Fernüberwachung der Einrichtung
- Zugänglichkeit

### **Betriebsanforderungen**

Nach dem Einbau der Messgeräte in der Messstation ist deren korrekter Betrieb zu prüfen. Dies umfasst unter anderem den korrekten Anschluss am Probengasverteiler, Probengasflüsse, richtige Temperaturen zum Beispiel der Reaktionskammern, Signal gegenüber Null- und Spangas, Datenübertragung und andere Punkte, die von der benannten Stelle als notwendig beurteilt werden.

Nach Feststellung des korrekten Betriebs werden die Messgeräte auf Null abgeglichen und bei einem Wert von etwa 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches kalibriert.

Während der 3-Monats-Zeitspanne müssen die Anforderungen des Geräteherstellers hinsichtlich der Wartung erfüllt werden.

Messungen mit Null- und Spangas sind alle 2 Wochen durchzuführen. Die Konzentration  $c_t$  des Spangases muss etwa 90 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches betragen. Bei Null und dem Konzentrationsniveau  $c_t$  werden eine unabhängige Messung und danach vier Einzelmessungen durchgeführt und die Messergebnisse aufgezeichnet.



Um die Verunreinigung des Filters bei der Bestimmung der Drift des Messgerätes auszuschließen, werden Null- und Spangas ohne Passage durch das Filter auf das Messgerät aufgegeben.

Um zu vermeiden, dass die Filterbelegung die Ergebnisse des Vergleichs der beiden Messgeräte beeinflusst, und um sicherzustellen, dass die Filterbelegung nicht die Qualität der Messdaten beeinträchtigt, ist das Filter direkt vor jeder zweiwöchentlichen Kalibrierung auszuwechseln. Filter, die bereits im Labor mit SO<sub>2</sub>-Gasmischungen konditioniert wurden, sind zu verwenden.

Während der Prüfzeitspanne von drei Monaten dürfen an den Messgeräten keine Null- und Spangaseinstellungen durchgeführt werden, da dies die Bestimmung der Langzeitdrift beeinflussen würde. Die Messdaten des Messgerätes dürfen unter Annahme einer linearen Drift seit der letzten Null- und Spanprüfung nur mathematisch korrigiert werden.

Falls das Gerät über eine Autoskalierungs- oder Selbstkorrekturfunktion verfügt, kann diese während der Feldprüfung außer Funktion gesetzt werden. Die Größe der Eigenkorrektur muss für das Prüflabor verfügbar sein. Die Größen der Auto-Null und der Auto-Drift-Korrekturen über das Kontrollintervall (Langzeitdrift) unterliegen den gleichen Einschränkungen, wie sie in den Leistungskenngrößen festgelegt sind.

## C [SO<sub>2</sub>] 8.5.4 Langzeitdrift

*Langzeitdrift bei Null  $\leq 5,0$  nmol/mol (entspricht 5 ppb)*

*Langzeitdrift beim Spannniveau  $\leq 5$  % des Zertifizierungsbereiches (entspricht 18,8 ppb bei einem Messbereich von 0 bis 376 ppb)*

### Prüfvorschriften

Nach jeder zweiwöchigen Kalibrierung ist die Drift der in der Prüfung befindlichen Messgeräte bei Null und beim Spannniveau entsprechend den in diesem Abschnitt angegebenen Verfahren zu berechnen. Falls die Drift im Vergleich zur Anfangskalibrierung eine der Leistungskenngrößen bezüglich der Drift bei Null oder beim Spannniveau erreicht, ergibt sich das Kontrollintervall als Anzahl der Wochen bis zur Feststellung der Überschreitung minus 2 Wochen. Für weitere (Unsicherheits-) Berechnungen sind für die Langzeitdrift die Werte für die Null- und Spandrift über die Zeitspanne des Kontrollintervalls zu verwenden.

Zu Beginn der Driftzeitspanne werden direkt nach der Kalibrierung fünf Einzelmessungen beim Null- und Spannniveau durchgeführt (nach einer Wartezeit, die einer unabhängigen Messung entspricht).

Die Langzeitdrift wird folgendermaßen berechnet:

$$D_{L,Z} = (C_{Z,2} - C_{Z,1})$$

Dabei ist:

$D_{L,Z}$  die Drift bei Null

$C_{Z,1}$  der Mittelwert der Messungen bei Null zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{Z,2}$  der Mittelwert der Nullgasmessung am Ende der Driftzeitspanne

$D_{L,Z}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

$$D_{L,S} = \frac{(C_{S,2} - C_{S,1}) - D_{L,Z}}{C_{S,1}} \times 100$$

Dabei ist:

$D_{L,S}$  die Drift bei der Span-Konzentration

$C_{S,1}$  der Mittelwert der Messungen beim Spannniveau zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{S,2}$  der Mittelwert der Messungen beim Spannniveau am Ende der Driftzeitspanne

$D_{L,S}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

## Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde so durchgeführt, dass alle 2 Wochen Prüfgas aufgegeben wurde. In Tabelle 222 und Tabelle 223 sind die gefundenen Messwerte der zweiwöchentlichen Prüfungsaufgaben angegeben.

## Auswertung

*Tabelle 222: Ergebnisse der Langzeitdrift am Nullpunkt*

		Gerät 1 (188) [ppb]	Gerät 2 (208) [ppb]
C <sub>Z,1</sub>	25.08.2008	0,04	0,12
C <sub>Z,2</sub>	08.09.2008	0,35	0,11
D <sub>L,Z</sub>	<b>08.09.2008</b>	<b>0,31</b>	<b>-0,01</b>
C <sub>Z,2</sub>	22.09.2008	0,42	0,36
D <sub>L,Z</sub>	<b>22.09.2008</b>	<b>0,38</b>	<b>0,24</b>
C <sub>Z,2</sub>	06.10.2008	0,45	0,41
D <sub>L,Z</sub>	<b>06.10.2008</b>	<b>0,41</b>	<b>0,29</b>
C <sub>Z,2</sub>	20.10.2008	0,46	0,58
D <sub>L,Z</sub>	<b>20.10.2008</b>	<b>0,42</b>	<b>0,46</b>
C <sub>Z,2</sub>	03.11.2008	0,36	0,69
D <sub>L,Z</sub>	<b>03.11.2008</b>	<b>0,32</b>	<b>0,57</b>
C <sub>Z,2</sub>	17.11.2008	0,31	0,55
D <sub>L,Z</sub>	<b>17.11.2008</b>	<b>0,27</b>	<b>0,43</b>
C <sub>Z,2</sub>	10.12.2008	0,44	0,48
D <sub>L,Z</sub>	<b>10.12.2008</b>	<b>0,40</b>	<b>0,36</b>

*Tabelle 223: Ergebnisse der Langzeitdrift am Spanpunkt*

		Gerät 1 (188) [ppb]	Gerät 2 (208) [ppb]
C <sub>S,1</sub>	25.08.2008	300,3	299,5
C <sub>S,2</sub>	08.09.2008	302,8	302,8
D <sub>L,S</sub>	<b>08.09.2008</b>	<b>0,72%</b>	<b>1,10%</b>
C <sub>S,2</sub>	22.09.2008	303,4	301,4
D <sub>L,S</sub>	<b>22.09.2008</b>	<b>0,88%</b>	<b>0,55%</b>
C <sub>S,2</sub>	06.10.2008	301,2	303,9
D <sub>L,S</sub>	<b>06.10.2008</b>	<b>0,16%</b>	<b>1,37%</b>
C <sub>S,2</sub>	20.10.2008	302,4	301,6
D <sub>L,S</sub>	<b>20.10.2008</b>	<b>0,55%</b>	<b>0,54%</b>
C <sub>S,2</sub>	03.11.2008	302,8	303,8
D <sub>L,S</sub>	<b>03.11.2008</b>	<b>0,72%</b>	<b>1,24%</b>
C <sub>S,2</sub>	17.11.2008	301,2	303,5
D <sub>L,S</sub>	<b>17.11.2008</b>	<b>0,20%</b>	<b>1,18%</b>
C <sub>S,2</sub>	10.12.2008	302,9	302,9
D <sub>L,S</sub>	<b>10.12.2008</b>	<b>0,73%</b>	<b>1,01%</b>

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 345 von 910

## Bewertung

Es ergeben sich Langzeitdriften von maximal 0,42 ppb am Nullpunkt und 0,88 % des Zertifizierungsbereiches für Gerät 1 (188) und von maximal 0,57ppb am Nullpunkt und 1,37 % des Zertifizierungsbereiches am Referenzpunkt für Gerät 2 (208).

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

*Tabelle 224: Einzelwerte der Prüfung zur Langzeitdrift nach DIN EN 14212*

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	[hh:mm]	[ppb]	[ppb]	[hh:mm]	[ppb]	[ppb]
25.08.2008	10:05	0,01	0,12	14:10	300,1	299,5
25.08.2008	10:07	0,05	0,11	14:12	300,5	299,6
25.08.2008	10:09	0,04	0,10	14:14	300,5	299,5
25.08.2008	10:11	0,05	0,13	14:16	300,2	299,5
25.08.2008	10:13	0,05	0,12	14:18	300,3	299,5
<b>Mittelwert</b>		<b>0,04</b>	<b>0,12</b>		<b>300,3</b>	<b>299,5</b>
08.09.2008	09:55	0,35	0,11	12:45	302,8	302,8
22.09.2008	11:25	0,42	0,36	13:10	303,4	301,4
06.10.2008	15:25	0,45	0,41	17:10	301,2	303,9
20.10.2008	12:15	0,46	0,58	14:00	302,4	301,6
03.11.2008	12:15	0,36	0,69	14:00	302,8	303,8
17.11.2008	11:10	0,31	0,55	12:55	301,2	303,5
10.12.2008	12:10	0,44	0,48	13:55	302,9	302,9

**C [SO<sub>2</sub>] 8.5.5 Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen**

*Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen  $\leq 5$  % des Mittels über eine Zeitspanne von 3 Monaten.*

**Prüfvorschriften**

Die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen wird aus den während der dreimonatigen Zeitspanne stündlich gemittelten Messwerten berechnet.

Die Differenz  $d_f$  für jede  $i$ -te Parallelmessung ist:

$$d_{f,i} = (x_{1,f})_i - (x_{2,f})_i$$

Dabei ist:

$d_{f,i}$  die  $i$ -te Differenz einer Parallelmessung

$(x_{1,f})_i$  das  $i$ -te Messergebnis von Messgerät 1

$(x_{2,f})_i$  das  $i$ -te Messergebnis von Messgerät 2 zu selben Zeit wie Messgerät 1

Die Vergleichsstandardabweichung (unter Feldbedingungen) ist:

$$s_{r,f} = \frac{\left( \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_{f,i}^2}{2n}} \right)}{av} \times 100$$

Dabei ist:

$s_{r,f}$  die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen (%)

$n$  die Anzahl der Parallelmessungen

$av$  der Mittelwert in der Feldprüfung

$d_{f,i}$  die  $i$ -te Differenz einer Parallelmessung

Die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen,  $s_{rf}$ , muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

**Durchführung der Prüfung**

Aus den während der Feldprüfung stündlich gemittelten Werten, wurde die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen mit Hilfe der oben genannten Formeln ermittelt.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 347 von 910

## Auswertung

*Tabelle 225: Bestimmung der Reproduzierbarkeit auf Basis aller Daten aus dem Feldtest*

Vergleichsstandardabweichung im Feldtest				
Stichprobenumfang	n	=	2568	
Mittelwert beider Geräte		=	4,42	ppb
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	sd	=	0,215	
<b>Vergleichsstandardabweichung (%)</b>	<b>Sr,f</b>	<b>=</b>	<b>4,87</b>	<b>%</b>

Es ergibt sich eine Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen von 4,87 % des Mittelwertes

## Bewertung

Die Anforderungen der DIN EN 14212 werden eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.



## **C [SO<sub>2</sub>] 8.5.6 Kontrollintervall**

*Wartungsintervall mindestens 14 Tage*

### **Prüfvorschriften**

Das Kontrollintervall ist die Zeitspanne, in der die Drift innerhalb des Leistungskriteriums für die Langzeitdrift liegt, sofern nicht der Gerätehersteller eine kürzere Zeitspanne festlegt. Falls eines der Messgeräte während der Feldprüfung Fehlfunktionen aufweist, ist die Feldprüfung neu zu starten, um festzustellen, ob die Fehlfunktion zufällig war oder auf einen Gerätefehler zurückzuführen ist.

### **Durchführung der Prüfung**

Das Leistungskriterium der Langzeitdrift (Punkt 8.5.4) wurde während des 3-monatigen Feldtestes nicht überschritten. Allerdings wurde der geräteinterne Teflonfilter monatlich gewechselt.

### **Auswertung**

Aufgrund der Daten aus der Langzeitdriftuntersuchung (siehe Tabelle 222 und Tabelle 223) und den monatlich durchgeführten Wartungsarbeiten ergibt sich ein Kontrollintervall von 4 Wochen.

### **Bewertung**

Das Wartungsintervall beträgt 4 Wochen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht notwendig.



## **C [SO<sub>2</sub>] 8.5.7 Verfügbarkeit**

*Verfügbarkeit des Messgerätes > 90 %.*

### **Prüfvorschriften**

Der korrekte Betrieb des Messgerätes ist mindestens alle 14 Tage zu prüfen. Es wird empfohlen, diese Prüfung während der ersten 14 Tage täglich durchzuführen. Diese Prüfungen beinhalten die Plausibilitätsprüfung der Messwerte, sofern verfügbar, Statussignale und andere relevante Parameter. Zeitpunkt, Dauer und Art von Fehlfunktionen sind zu registrieren.

Die für die Berechnung der Verfügbarkeit zu berücksichtigende Zeitspanne ist diejenige Zeitspanne in der Feldprüfung, während der valide Messdaten für die Außenluftkonzentrationen gewonnen werden. Dabei darf die für Kalibrierungen, Konditionierung der Probengasleitung, Filter und Wartungsarbeiten aufgewendete Zeit nicht einbezogen werden.

Die Verfügbarkeit des Messgerätes ist:

$$A_a = \frac{t_u}{t_t} * 100$$

Dabei ist:

$A_a$  die Verfügbarkeit des Messgerätes (%)

$t_u$  die gesamte Zeitspanne mit validen Messwerten

$t_t$  die gesamte Zeitspanne der Feldprüfung, abzüglich der Zeit für Kalibrierung und Wartung

$t_u$  und  $t_t$  müssen in den gleichen Einheiten angegeben werden.

Die Verfügbarkeit muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

### **Durchführung der Prüfung**

Aus der Gesamtzeit des Feldtests und den dabei aufgetretenen Ausfallzeiten wurde die Verfügbarkeit mit Hilfe der oben genannten Formel berechnet.

### **Auswertung**

Die während des Feldtestes aufgetretenen Ausfallzeiten sind in Tabelle 226 aufgelistet

*Tabelle 226 Ausfallzeiten während des Feldtestes*

			Gerät 1177	Gerät 1183
Gesamtzeit	$t_t$	h	2568	2568
Kalibrierung/Wartung	--	h	94,5	94,5
Einsatzzeit	$t_u$	h	2473,5	2473,5
Verfügbarkeit	$A_a$	%	96,3 %	96,3 %



Die Kalibrierzeiten ergeben sich aus den täglichen Prüfgasaufgaben zur Bestimmung des Driftverhaltens und des Wartungsintervalls. Die Wartungszeit resultiert aus den Zeiten, die zum Austausch der geräteinternen Teflonfilter im Probengasweg benötigt wurden.

### **Bewertung**

Die Verfügbarkeit ist beträgt 96,3 %, somit ist die Mindestanforderung erfüllt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## **Eignungsanerkennung nach DIN EN 14212 für die Komponente SO<sub>2</sub>**

*Die Eignungsanerkennung des Messgerätes besteht aus folgenden Schritten:*

- 1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle 1 angegebene Kriterium erfüllen (siehe 8.2 in DIN EN 14212).*
- 2) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Laborprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das in der Richtlinie 2002/3/EG angegebene Kriterium. Dieses Kriterium ist die maximal zulässige Unsicherheit von Einzelmessungen für kontinuierliche Messungen beim 1-Stunden-Grenzwert. Die relevanten spezifischen Leistungskenngrößen und das Berechnungsverfahren sind im Anhang G der DIN EN 14212 angegeben.*
- 3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle 1 angegebene Kriterium erfüllen (siehe 8.2 in DIN EN 14212).*
- 4) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Labor- und Feldprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das in der Richtlinie 2002/3/EG angegebene Kriterium. Dieses Kriterium ist die maximal zulässige Unsicherheit von Einzelmessungen für kontinuierliche Messungen beim 1-Stunden-Grenzwert. Die relevanten spezifischen Leistungskenngrößen und das Berechnungsverfahren sind im Anhang G der DIN EN 14212 angegeben.*

## **Prüfvorschriften**

Berechnung nach Anhang G der DIN EN 14212

### **Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde nach DIN EN 14212 durchgeführt. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang C aufgeführt. Am Ende der Prüfung wurden die nötigen Unsicherheiten mit den während der Prüfung erhaltenen Werten ausgerechnet.

### **Auswertung**

- Zu 1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngrößen erfüllt das in Tabelle 1 der DIN EN 14212 angegebene Kriterium.
- Zu 2) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Laborprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das geforderte Kriterium.
- Zu 3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Kenngröße erfüllt das in Tabelle 1 der DIN EN 14212 angegebene Kriterium.
- Zu 4) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Labor- und Feldprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das geforderte Kriterium.



## **Bewertung**

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang C aufgeführt. Die Mindestanforderungen werden eingehalten.

Mindestanforderungen erfüllt? Ja

## **Umfassende Darstellung**

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang C aufgeführt.

Die Ergebnisse zu den Punkten 1 und 3 sind in Tabelle 227 zusammengefasst.

Die Ergebnisse zu Punkt 2 sind in Tabelle 228 und Tabelle 230 zu finden.

Die Ergebnisse zu Punkt 4 sind in Tabelle 229 und Tabelle 231 zu finden.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 353 von 910

*Tabelle 227: Leistungsanforderungen nach DIN EN 14212 für die Komponente SO<sub>2</sub>*

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	ein- gehal- ten	Seite
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei Null	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol}$	S <sub>r</sub> Gerät 188: 0,1 ppb S <sub>r</sub> Gerät 208: 0,1 ppb	ja	315
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei der Konzentration c <sub>t</sub>	$\leq 3,0 \text{ nmol/mol}$	S <sub>r</sub> Gerät 188: 0,5 ppb S <sub>r</sub> Gerät 208: 0,4 ppb	ja	315
8.4.6 „lack of fit“ (Abweichung von der linearen Regressionsfunktion bei Konzentration größer als Null $\leq 4$ % des Messwertes  Abweichung bei Null $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$	Größte Abweichung von der linearen Regressionsfunktion bei Konzentration größer als Null $\leq 4$ % des Messwertes  Abweichung bei Null $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$	X <sub>i,z</sub> Gerät 188: NP 0,2 ppb X <sub>i</sub> Gerät 188: RP 0,1 % X <sub>i,z</sub> Gerät 208: NP 0,2 ppb X <sub>i</sub> Gerät 208: RP -0,7 %	ja	318
8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes	$\leq 2,0 \text{ nmol/mol/kPa}$	b <sub>gp</sub> Gerät 188: 0,02 ppb/kPa b <sub>gp</sub> Gerät 208: 0,02 ppb/kPa	ja	324
8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengas-temperatur	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol/K}$	b <sub>gt</sub> Gerät 188: 0,037 ppb/K b <sub>gt</sub> Gerät 208: 0,008 ppb/K	ja	326
8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungs-temperatur	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol/K}$	b <sub>st</sub> Gerät 188: 0,11 ppb/K b <sub>st</sub> Gerät 208: 0,10 ppb/K	ja	328
8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	$\leq 0,30 \text{ nmol/mol/V}$	b <sub>v</sub> Gerät 188: NP 0,02 ppb/V b <sub>v</sub> Gerät 208: RP 0,01 ppb/V	ja	332
8.4.11 Störkomponenten bei Null und der Konzentration c <sub>t</sub>	H <sub>2</sub> O $\leq 10 \text{ nmol/mol}$ H <sub>2</sub> S $\leq 5 \text{ nmol/mol}$ NH <sub>3</sub> $\leq 5 \text{ nmol/mol}$ NO $\leq 5 \text{ nmol/mol}$ NO <sub>2</sub> $\leq 5 \text{ nmol/mol}$ m-Xylol $\leq 10 \text{ nmol/mol}$	H <sub>2</sub> O Gerät 188: NP 0,1 ppb / RP -1,7 ppb Gerät 208: NP 0,1 ppb / RP -1,3 ppb H <sub>2</sub> S Gerät 188: NP 0,1 ppb / RP 0,4 ppb Gerät 208: NP 0,1 ppb / RP 0,2 ppb NH <sub>3</sub> Gerät 188: NP 0,3 ppb / RP 0,8 ppb Gerät 208: NP 0,1 ppb / RP 1,1 ppb NO Gerät 188: NP 0,0 ppb / RP 0,4 ppb Gerät 208: NP -0,1 ppb / RP 0,4 ppb NO <sub>2</sub> Gerät 188: NP 0,0 ppb / RP 0,4 ppb Gerät 208: NP 0,0 ppb / RP 0,5 ppb m-Xylol Gerät 188: NP 0,1 ppb / RP 0,5 ppb Gerät 208: NP 0,1 ppb / RP 1,0 ppb	ja	334

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	ein- gehal- ten	Seite
8.4.12 Mittelungseinfluss	$\leq 7,0 \%$ des Messwertes	X <sub>av</sub> Gerät 188: -4,8 % X <sub>av</sub> Gerät 208: -3,4 %	ja	338
8.4.13 Differenz Proben/Kalibriereingang	$\leq 1,0 \%$	D <sub>SC</sub> Gerät 188: 0,02 D <sub>SC</sub> Gerät 208: 0,04	ja	341
8.4.3 Einstellzeit (Anstieg)	$\leq 180 \text{ s}$	t <sub>r</sub> Gerät 188: max. 40 s t <sub>r</sub> Gerät 208: max. 41 s	ja	308
8.4.3 Einstellzeit (Abfall)	$\leq 180 \text{ s}$	t <sub>f</sub> Gerät 188: max. 37 s t <sub>f</sub> Gerät 208: max. 42 s	ja	308
8.4.3 Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit	$\leq 10 \%$ relative Differenz oder 10 s, je nachdem, welcher Wert größer ist	t <sub>d</sub> Gerät 188: 0,7 % oder 3 s t <sub>d</sub> Gerät 208: 2,6 % oder 5 s	ja	308
8.5.6 Kontrollintervall	3 Monate oder weniger, falls der Hersteller eine kürzere Zeitspanne angibt, aber nicht weniger als 2 Wochen	Gerät 188: 4 Wochen Gerät 208: 4 Wochen	ja	350
8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes	$> 90 \%$	A <sub>a</sub> Gerät 188: 96 % A <sub>a</sub> Gerät 208: 96 %	ja	351
8.5.5 Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen	$\leq 5,0 \%$ des Mittels über einen Zeitraum von drei Monaten	S <sub>r,f</sub> Gerät 188: 4,87 % S <sub>r,f</sub> Gerät 208: 4,87 %	ja	348
8.5.4 Langzeitdrift bei Null	$\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$	D <sub>l,z</sub> Gerät 188: 0,42 ppb D <sub>l,z</sub> Gerät 208: 0,57 ppb	ja	345
8.5.4 Langzeitdrift beim Spanni- veau	$\leq 5,0 \%$ des Maximums des Zertifizierungsbereiches	D <sub>l,s</sub> Gerät 188: max. 0,88 % D <sub>l,s</sub> Gerät 208: max. 1,37 %	ja	345
8.4.4 Kurzzeitdrift bei Null	$\leq 2,0 \text{ nmol/mol}$ über 12 h	D <sub>s,z</sub> Gerät 188: 0,0 ppb D <sub>s,z</sub> Gerät 208: -0,1 ppb	ja	312
8.4.4 Kurzzeitdrift beim Spanni- veau	$\leq 6,0 \text{ nmol/mol}$ über 12 h	D <sub>s,s</sub> Gerät 188: 0,0 ppb D <sub>s,s</sub> Gerät 208: 0,0 ppb	ja	312

**Tabelle 228:** *Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung nach DIN EN 14212 (Komponente SO<sub>2</sub>) für Gerät 188*

Messgerät:		airpointer		Seriennummer:		Gerät 1 (188)		
Messkomponente:		SO2		1h-Grenzwert:		132 nmol/mol		
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit		
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,100	U <sub>r,z</sub>	0,01	0,0001		
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	0,500	U <sub>r,l,v</sub>	0,05	0,0027		
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,100	U <sub>l,v</sub>	0,08	0,0058		
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/kPa	0,020	U <sub>gp</sub>	0,41	0,1713		
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,037	U <sub>gt</sub>	0,28	0,0790		
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,110	U <sub>st</sub>	0,84	0,7028		
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,020	U <sub>v</sub>	0,20	0,0413		
8a	Störkomponente H2O mit 21 mmol/mol	≤ 10 nmol/mol	-1,944	U <sub>H2O</sub>	1,31	1,7218		
8b	Störkomponente H2S mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,404	U <sub>int,pos</sub> oder U <sub>int,neg</sub>	1,51	2,2950		
8c	Störkomponente NH3 mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,805					
8d	Störkomponente NO mit 500 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,405					
8e	Störkomponente NO2 mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,506					
8f	Störkomponente m-Xylol mit 1 µmol/mol	≤ 10 nmol/mol	0,505					
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	-4,800	U <sub>av</sub>	-3,66	13,3816		
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,020	U <sub>Dsc</sub>	0,02	0,0002		
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	ucg	1,32	1,7424		
				Kombinierte Standardunsicherheit		U <sub>c</sub>	4,4882	nmol/mol
				Erweiterte Unsicherheit		U <sub>c</sub>	8,9764	nmol/mol
				Relative erweiterte Unsicherheit		U <sub>c,rel</sub>	6,80	%
				Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit		U <sub>req,rel</sub>	15	%



**Tabelle 229: Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfungen nach DIN EN 14212 (Komponente SO<sub>2</sub>) für Gerät 188**

Messgerät:	airpointer		Seriennummer:	Gerät 1 (188)		
Messkomponente:	SO <sub>2</sub>		1h-Grenzwert:	132	nmol/mol	
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,100	u <sub>r,z</sub>	0,01	0,0001
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	0,500	u <sub>r,l,v</sub>	nicht berücksichtigt, da u <sub>r,l,v</sub> = 0,05 < u <sub>r,f</sub>	-
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,100	u <sub>i,l,v</sub>	0,08	0,0058
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/kPa	0,020	u <sub>gp</sub>	0,41	0,1713
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,037	u <sub>gt</sub>	0,28	0,0790
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,110	u <sub>st</sub>	0,84	0,7028
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,020	u <sub>v</sub>	0,20	0,0413
8a	Störkomponente H <sub>2</sub> O mit 21 mmol/mol	≤ 10 nmol/mol	-1,944	u <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	1,31	1,7218
8b	Störkomponente H <sub>2</sub> S mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,404	oder u <sub>int,pos</sub>	1,51	2,2950
8c	Störkomponente NH <sub>3</sub> mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,805			
8d	Störkomponente NO mit 500 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,405			
8e	Störkomponente NO <sub>2</sub> mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,506			
8f	Störkomponente m-Xylol mit 1 µmol/mol	≤ 10 nmol/mol	0,505	u <sub>int,neg</sub>		
9	Mittlungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	-4,800	u <sub>av</sub>	-3,66	13,3816
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	4,870	u <sub>r,f</sub>	6,43	41,3243
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 5,0 nmol/mol	0,420	u <sub>d,l,z</sub>	0,24	0,0588
12	Langzeitdrift beim 1h-Grenzwert	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	0,880	u <sub>d,l,v</sub>	0,67	0,4498
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,020	u <sub>Dsc</sub>	0,02	0,0002
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	u <sub>cg</sub>	1,32	1,7424
Kombinierte Standardunsicherheit				u <sub>c</sub>	7,8724	nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U <sub>c</sub>	15,7447	nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				U <sub>c,rel</sub>	11,93	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				U <sub>req,rel</sub>	15	%



**Tabelle 230:** *Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung nach DIN EN 14212 (Komponente SO<sub>2</sub>) für Gerät 208*

Messgerät:	airpointer	Seriennummer:	Gerät 2 (208)				
Messkomponente:	SO2	1h-Grenzwert:	132	nmol/mol			
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,100	U <sub>r,z</sub>	0,01	0,0001	
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	0,400	U <sub>r,lv</sub>	0,04	0,0019	
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	-0,700	U <sub>l,lv</sub>	-0,53	0,2846	
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/kPa	0,010	U <sub>gp</sub>	0,21	0,0446	
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,008	U <sub>gt</sub>	0,06	0,0037	
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,100	U <sub>st</sub>	0,76	0,5808	
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,010	U <sub>v</sub>	0,10	0,0103	
8a	Störkomponente H2O mit 21 mmol/mol	≤ 10 nmol/mol	-1,487	U <sub>H2O</sub>	1,00	1,0074	
8b	Störkomponente H2S mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,201	U <sub>int,pos</sub> oder U <sub>int,neg</sub>	1,80	3,2570	
8c	Störkomponente NH3 mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	1,107				
8d	Störkomponente NO mit 500 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,406				
8e	Störkomponente NO2 mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,405				
8f	Störkomponente m-Xylol mit 1 µmol/mol	≤ 10 nmol/mol	1,007				
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	-3,400	U <sub>av</sub>	-2,59	6,7140	
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,040	U <sub>Dsc</sub>	0,03	0,0009	
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	0	1,32	1,7424	
		Kombinierte Standardunsicherheit		u <sub>c</sub>		3,6943	nmol/mol
		Erweiterte Unsicherheit		U <sub>c</sub>		7,3886	nmol/mol
		Relative erweiterte Unsicherheit		U <sub>c,rel</sub>		5,60	%
		Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit		U <sub>req,rel</sub>		15	%

**Tabelle 231 : Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfungen nach DIN EN 14212 (Komponente SO<sub>2</sub>) für Gerät 208**

Messgerät: airpointer		Seriennummer: Gerät 2 (208)				
Messkomponente: SO <sub>2</sub>		1h-Grenzwert: 132		nmol/mol		
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,100	u <sub>r,z</sub>	0,01	0,0001
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	0,400	u <sub>r,l,v</sub>	nicht berücksichtigt, da u <sub>r,l,v</sub> = 0,04 < u <sub>r,f</sub>	-
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	-0,700	u <sub>l,v</sub>	-0,53	0,2846
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/kPa	0,010	u <sub>gp</sub>	0,21	0,0446
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,008	u <sub>gt</sub>	0,06	0,0037
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,100	u <sub>st</sub>	0,76	0,5808
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,010	u <sub>v</sub>	0,10	0,0103
8a	Störkomponente H <sub>2</sub> O mit 21 mmol/mol	≤ 10 nmol/mol	-1,487	u <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	1,00	1,0074
8b	Störkomponente H <sub>2</sub> S mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,201	u <sub>int,pos</sub> oder u <sub>int,neg</sub>	1,80	3,2570
8c	Störkomponente NH <sub>3</sub> mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	1,107			
8d	Störkomponente NO mit 500 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,406			
8e	Störkomponente NO <sub>2</sub> mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol	0,405			
8f	Störkomponente m-Xylol mit 1 µmol/mol	≤ 10 nmol/mol	1,007	u <sub>int,neg</sub>		
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	-3,400	u <sub>av</sub>	-2,59	6,7140
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	4,870	u <sub>r,f</sub>	6,43	41,3243
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 5,0 nmol/mol	0,570	u <sub>d,l,z</sub>	0,33	0,1083
12	Langzeitdrift beim 1h-Grenzwert	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	1,370	u <sub>d,l,v</sub>	1,04	1,0901
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,040	u <sub>Dsc</sub>	0,03	0,0009
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	0	1,32	1,7424
Kombinierte Standardunsicherheit				u <sub>c</sub>		7,4946
Erweiterte Unsicherheit				U <sub>c</sub>		14,9891
Relative erweiterte Unsicherheit				U <sub>c,rel</sub>		11,36
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				U <sub>req,rel</sub>		15

# Anhang D

## Prüfpunkte und Auswertung nach DIN EN 14625 für die Komponente O<sub>3</sub>

Zur besseren Übersichtlichkeit und Vergleichbarkeit mit den Mindestanforderungen orientiert sich die Nummerierung der Prüfpunkte im Anhang D an der Nummerierung der Verfahren zur Bestimmung der Leistungskenngrößen bei der Labor und Feldprüfung der DIN EN 14625.



## **D [O<sub>3</sub>] 8.4 Bestimmung der Leistungskenngrößen im Labor**

Die Bestimmung der Leistungskenngrößen im Labor als Teil der Eignungsprüfung ist von einer benannten Stelle durchzuführen. Die Qualität der bei den beschriebenen Prüfverfahren benutzten Materialien und der Ausrüstung muss die in diesem Dokument angegebenen Anforderungen erfüllen. Die Laborprüfung ist mit mindestens zwei Messgeräte durchzuführen.

Vor Inbetriebnahme des Messgerätes ist die Betriebsanleitung des Herstellers insbesondere hinsichtlich der Aufstellung des Gerätes und der Qualität und Menge des erforderlichen Verbrauchsmaterials zu befolgen.

Vor Durchführung der Prüfungen ist die vom Hersteller festgelegte Einlaufzeit einzuhalten. Falls die Einlaufzeit nicht festgelegt ist, wird eine Mindestzeit von 4 h empfohlen.

Vor der Aufgabe von Prüfgasen auf das Messgerät muss das Prüfgassystem ausreichend lange betrieben worden sein, um stabile Konzentrationen liefern zu können.

Die meisten Messsysteme können das Ausgangssignal als fließenden Mittelwert einer einstellbaren Zeitspanne ausgeben. Einige Systeme passen diese Integrationszeit automatisch als Funktion der Frequenz der Konzentrationsschwankungen der gemessenen Komponente an. Diese Optionen werden typischerweise zur Glättung der Ausgabedaten verwendet. Es ist zu belegen, dass der eingestellte Wert für die Mittelungszeit oder die Verwendung eines aktiven Filters das Ergebnis der Prüfung der Mittelungszeit und der Einstellzeit nicht beeinflussen.

Während der Labor- und Feldprüfungen der Eignungsprüfung müssen die Geräteeinstellungen den Herstellerangaben entsprechen. Alle Einstellungen sind im Prüfbericht festzuhalten.

Zur Bestimmung der verschiedenen Leistungskenngrößen sind auf nationale Standards rückführbare Prüfgase zu verwenden, sofern in der DIN EN 14625 nichts anderes festgelegt ist.

Zur Bestimmung der verschiedenen Leistungskenngrößen sind auf nationale Standards rückführbare Prüfgase (Luft mit einer bestimmten O<sub>3</sub>-Konzentration) zu verwenden, sofern in diesem Dokument nichts anderes festgelegt ist.

Die Unsicherheit der für die Labor- und Feldprüfungen verwendeten Null- und Spangase dürfen nicht signifikant sein. Mögliche Verunreinigungen von-

Die TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH ist anerkannte Messstelle nach § 26 BImSchG und akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025.

Die Laborprüfung wurde nach den in der DIN EN 14211 vorgeschriebenen Qualitätsanforderungen mit 2 Messgeräten durchgeführt.

Eine Zusammenfassung der Bewertung ist in Tabelle 13 aufgeführt.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 361 von 910

*Tabelle 232: Relevante Leistungskenngrößen und Leistungskriterien der DIN EN 14625*

Nr.	Leistungskenngröße	Symbol	Abschnitt	Leistungskriterium
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	$S_{r,z}$	8.4.5	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol}$
2	Wiederholstandardabweichung bei der Konzentration ct	$S_{r,ct}$	8.4.5	$\leq 3,0 \text{ nmol/mol}$
3	„lack of fit“ (Abweichung von der linearen Regression)		8.4.6	
3a	Größte Abweichung von der linearen Regressionsfunktion bei Konzentrationen größer Null	$X_l$		$\leq 4 \text{ \% des Messwertes}$
3b	Abweichung bei Null	$X_{l,z}$		$\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$
4	Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes	$b_{gp}$	8.4.7	$\leq 2,0 \text{ nmol/mol/kPa}$
5	Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur	$b_{gt}$	8.4.8	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol/K}$
6	Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	$b_{st}$	8.4.9	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol/K}$
7	Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	$b_v$	8.4.10	$\leq 0,30 \text{ nmol/mol/V}$
8	Störkomponenten bei Null und der Konzentration ct		8.4.11	
8a	H <sub>2</sub> O Konzentration 19mmol/mol	$X_{H_2O,z,ct}$		H <sub>2</sub> O $\leq 10 \text{ nmol/mol}$
8b	Toluol Konzentration 0,5 $\mu\text{mol/mol}$	$X_{CO_2,z,ct}$		Toluol $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$
8c	Xylol Konzentration 0,5 $\mu\text{mol/mol}$	$X_{O_3,z,ct}$		Xylol $\leq 2,0 \text{ nmol/mol}$
9	Mittelungseinfluss	$X_{av}$	8.4.12	$\leq 7,0 \text{ \% des Messwertes}$
10	Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen	$S_{r,f}$	8.5.5	$\leq 5,0 \text{ \% des Mittels über einen Zeitraum von 3 Monaten}$
11	Langzeitdrift bei Null	$D_{l,z}$	8.5.4	$\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$
12	Langzeitdrift beim Spannniveau	$D_{l,s}$	8.5.4	$\leq 5,0 \text{ \% des Maximums des Zertifizierungsbereiches}$
13	Kurzzeitdrift bei Null	$D_{s,z}$	8.4.4	$\leq 2,0 \text{ nmol/mol über 12 h}$
14	Kurzzeitdrift beim Spannniveau	$D_{s,s}$	8.4.4	$\leq 6,0 \text{ nmol/mol über 12 h}$
15	Einstellzeit (Anstieg)	$t_r$	8.4.3	$\leq 180 \text{ s}$
16	Einstellzeit (Abfall)	$t_f$	8.4.3	$\leq 180 \text{ s}$
17	Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit	$t_d$	8.4.3	$\leq 10 \text{ \% relative Differenz oder 10 s, je nachdem, welcher Wert größer ist}$
18	Differenz Proben/Kalibriereingang	$D_{sc}$	8.4.13	$\leq 1 \text{ \%}$
19	Kontrollintervall		8.5.6	3 Monate oder weniger
20	Verfügbarkeit des Messgerätes	$A_a$	8.5.7	$> 90 \text{ \%}$

**D [O<sub>3</sub>] 8.4.3 Einstellzeit**

*Einstellzeit (Anstieg) und Einstellzeit (Abfall) jeweils ≤ 180 s. Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit ≤ 10 % relative Differenz oder 10 s, je nachdem welcher Wert größer ist.*

**Prüfvorschriften**

Die Einstellzeit des Messgerätes muss bei dem vom Hersteller angegebenen Nennvolumen-durchfluss bestimmt werden.

Der Probendurchfluss ist dementsprechend der Anforderung nach 8.4.2 (± 1 %) während der Prüfung konstant zu halten.

Zur Bestimmung der Einstellzeit wird die auf das Messgerät aufgegebene Konzentration sprunghaft von weniger als 20 % auf ungefähr 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches geändert, und umgekehrt (siehe Bild 13).

Der Wechsel von Null- auf Spangas muss unmittelbar unter Verwendung eines geeigneten Ventils durchgeführt werden. Der Ventilauslass muss direkt am Einlass des Messgerätes montiert sein und sowohl Null- als auch Spangas müssen mit dem gleichen Überschuss angeboten werden, der mit Hilfe eines T-Stücks abgeleitet wird. Die Gasdurchflüsse von Null- und Spangas müssen so gewählt werden, dass die Totzeit im Ventil und im T-Stück im Vergleich zur Totzeit des Messgerätes vernachlässigbar ist. Der sprunghafte Wechsel wird durch Umschalten des Ventils von Null- auf Spangas herbeigeführt. Dieser Vorgang muss zeitlich abgestimmt sein und ist der Startpunkt (t=0) für die Totzeit (Anstieg) nach Bild 13. Wenn das Gerät 98 % der aufgegebenen Konzentration anzeigt, kann wieder auf Nullgas umgestellt werden und dieser Vorgang ist der Startpunkt (t=0) für die Totzeit (Abfall). Wenn das Gerät 2 % der aufgegebenen Konzentration anzeigt, ist der in Bild 13 gezeigte Zyklus vollständig abgelaufen.

Die zwischen dem Beginn der sprunghaften Änderung und dem Erreichen von 90 % der endgültigen stabilen Anzeige des Messgerätes vergangene Zeit (Einstellzeit) wird gemessen. Der gesamte Zyklus muss viermal wiederholt werden. Der Mittelwert der vier Einstellzeiten (Anstieg) und der Mittelwert der vier Einstellzeiten (Abfall) werden berechnet.

Die relative Differenz der Einstellzeit wird nach folgender Gleichung berechnet:

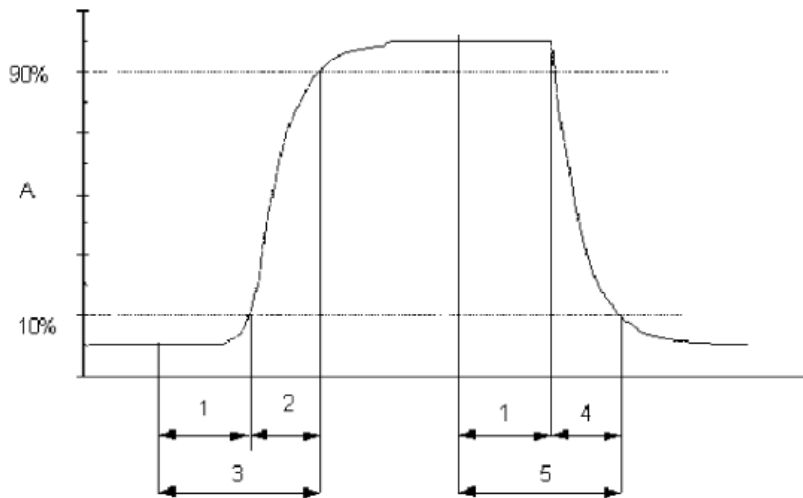
$$t_d = \left| \frac{t_r - t_f}{t_r} \right| \times 100\%$$

Mit  $t_d$  die relative Differenz zwischen Anstiegszeit und Abfallzeit  
 $t_r$  die Einstellzeit (Anstieg) (Mittelwert von 4 Messungen) (s)  
 $t_f$  die Einstellzeit (Abfall) (Mittelwert von 4 Messungen) (s)

$t_r$ ,  $t_f$  und  $t_d$  müssen die oben angegebenen Leistungskriterien erfüllen

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 363 von 910



- Legende**  
A Signal des Messgeräts  
1 Totzeit  
2 Anstiegszeit  
3 Einstellzeit (Anstieg)  
4 Abfallzeit  
5 Einstellzeit (Abfall)

Abbildung 73 Veranschaulichung der Einstellzeit

## Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14625 durchgeführt. Zur Datenaufzeichnung der Sekundenwerte wurde das Bayern/Hessenprotokoll verwendet.

## Auswertung

Tabelle 233: Einstellzeiten der beiden Messeinrichtungen

Start Wert [ppb]	Ziel Wert 90 % [ppb]		Zeit Gerät 1 (188) [s]	Zeit Gerät 2 (208) [s]	Anforderung DIN EN 14625 [s]	Anforderung erfüllt?
0	180	$t_r$	39	43	180	ja
200	20	$t_f$	34	41	180	ja
	<b>Differenz</b>		<b>5</b>	<b>2</b>		
0	180	$t_r$	43	36	180	ja
200	20	$t_f$	40	41	180	ja
	<b>Differenz</b>		<b>3</b>	<b>5</b>		
0	180	$t_r$	36	37	180	ja
200	20	$t_f$	35	33	180	ja
	<b>Differenz</b>		<b>1</b>	<b>4</b>		
0	180	$t_r$	38	41	180	ja
200	20	$t_f$	34	36	180	ja
	<b>Differenz</b>		<b>4</b>	<b>5</b>		

Für Gerät 1 (188) ergibt sich ein maximales  $t_r$  von 43 s, ein maximales  $t_f$  von 40 s und ein  $t_d$  von 8,3 %.

Für Gerät 1 (208) ergibt sich ein maximales  $t_r$  von 43 s, ein maximales  $t_f$  von 41 s und ein  $t_d$  von 3,8 %.

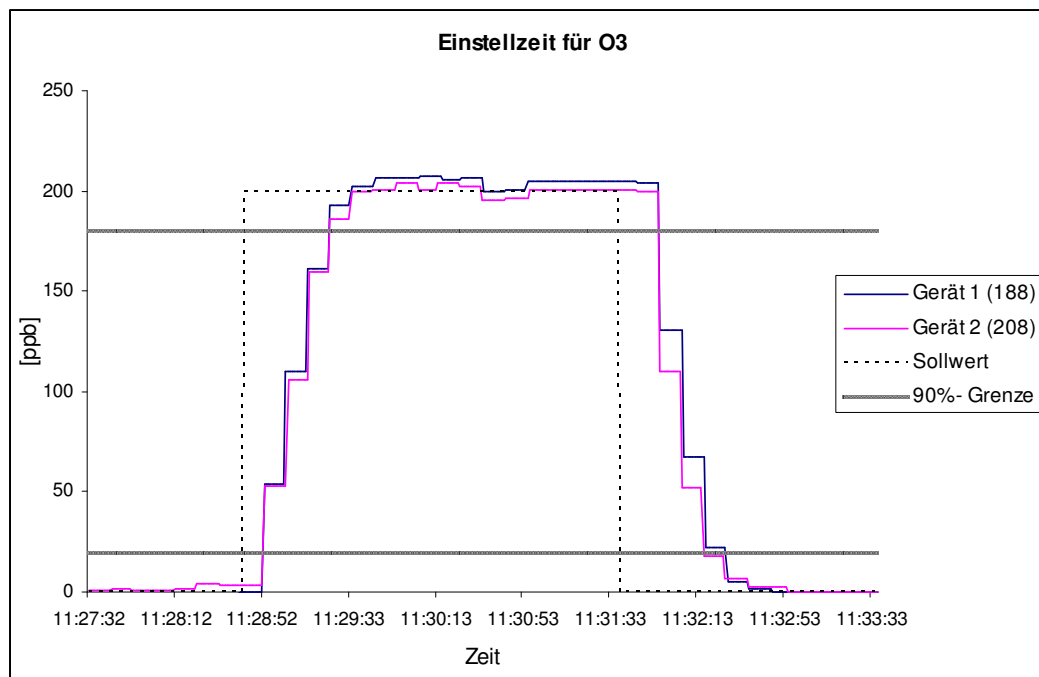


Abbildung 74 Verlauf der Einstellzeit

## Bewertung

Die maximal zulässige Einstellzeit von 180 Sekunden wird deutlich unterschritten. Die Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit liegt mit 5 s innerhalb der Anforderungen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Anstiegs- und Abfallzeiten sind der Tabelle 33 zu entnehmen.



#### D [O<sub>3</sub>] 8.4.4 Kurzzeitdrift

*Kurzzeitdrift bei null  $\leq 2,0$  nmol/mol/12h (entspricht 2 ppb/12h)*

*Kurzzeitdrift beim Spannniveau  $\leq 6,0$  nmol/mol/12h (entspricht 6 ppb/12h)*

#### Prüfvorschriften

Nach der zur Stabilisierung erforderlichen Zeit wird das Messgerät beim Null- und Spannniveau (etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches) eingestellt. Nach der Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden 20 Einzelmessungen zuerst bei null und dann bei der Span-Konzentration durchgeführt. Aus diesen 20 Einzelmessungen wird jeweils der Mittelwert für das Null- und Spannniveau berechnet.

Das Messgerät ist unter den Laborbedingungen in Betrieb zu halten. Nach einer Zeitspanne von 12 h werden Null- und Spangas auf das Messgerät aufgegeben. Nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden 20 Einzelmessungen zuerst bei null und dann bei der Span-Konzentration durchgeführt. Die Mittelwerte für Null- und Spannniveau werden berechnet.

Die Kurzzeitdrift beim Null und Spannniveau ist:

$$D_{S,Z} = (C_{Z,2} - C_{Z,1})$$

Dabei ist:

$D_{S,Z}$  die 12-Stunden-Drift beim

$C_{Z,1}$  der Mittelwert der Nullgasmessung zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{Z,2}$  der Mittelwert der Nullgasmessung am Ende der Driftzeitspanne

$D_{S,Z}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

$$D_{S,S} = (C_{S,2} - C_{S,1}) - D_{S,Z}$$

Dabei ist:

$D_{S,S}$  die 12-Stunden-Drift beim Spannniveau

$C_{S,1}$  der Mittelwert der Spangasmessung zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{S,2}$  der Mittelwert der Spangasmessung am Ende der Driftzeitspanne

$D_{S,S}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

## Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14625 durchgeführt.

## Auswertung

*Tabelle 234: Ergebnisse der Kurzzeitdrift*

	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
	[ppb]	[ppb]
C <sub>z,1</sub>	-0,1	-0,1
C <sub>z,2</sub>	-0,1	-0,1
D <sub>s,z</sub>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Anforderung	2 ppb	2 ppb
erfüllt ?	<b>ja</b>	<b>ja</b>
C <sub>s,1</sub>	123,1	122,1
C <sub>s,2</sub>	122,6	123,0
D <sub>s,s</sub>	<b>-0,5</b>	<b>0,9</b>
Anforderung	6 ppb	6 ppb
erfüllt ?	<b>ja</b>	<b>ja</b>

## Bewertung

Es ergeben sich folgende Kurzzeitdriften am Nullpunkt ( $D_{s,z}$ )

Gerät 1: 0,0 (µg/m<sup>3</sup>)/12 h

Gerät 2: 0,0 (µg/m<sup>3</sup>)/12 h

Es ergeben sich folgende Kurzzeitdriften am Spanpunkt ( $D_{s,s}$ )

Gerät 1: -0,5 (µg/m<sup>3</sup>)/12 h

Gerät 2: 0,9 (µg/m<sup>3</sup>)/12 h

Die Anforderungen zur Kurzzeitdrift werden eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind der Tabelle 235 und Tabelle 236 zu entnehmen.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessanlage der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 367 von 910

*Tabelle 235: Einzelwerte der Ermittlung der Kurzzeitdrift für Gerät 1 (188)*

Anfangswerte				Werte nach 12 h			
Nullpunkt		Referenzpunkt		Nullpunkt		Referenzpunkt	
[Uhrzeit]	[ppb]	[Uhrzeit]	[ppb]	[Uhrzeit]	[ppb]	[Uhrzeit]	[ppb]
08:05	0,0	8:34	123,1	20:05	0,0	20:34	122,7
08:06	-0,1	8:35	123,2	20:06	0,0	20:35	122,6
08:07	-0,1	8:36	123,3	20:07	0,0	20:36	122,5
08:08	-0,1	8:37	123,3	20:08	0,0	20:37	122,5
08:09	-0,1	8:38	123,2	20:09	0,0	20:38	122,5
08:10	-0,1	8:39	123,2	20:10	0,0	20:39	122,4
08:11	-0,1	8:40	123,2	20:11	-0,1	20:40	122,4
08:12	-0,1	8:41	123,2	20:12	-0,1	20:41	122,5
08:13	-0,1	8:42	123,1	20:13	-0,1	20:42	122,6
08:14	-0,2	8:43	123,1	20:14	-0,1	20:43	122,6
08:15	-0,1	8:44	123,1	20:15	-0,1	20:44	122,6
08:16	-0,1	8:45	123,1	20:16	-0,1	20:45	122,7
08:17	-0,1	8:46	123,1	20:17	-0,1	20:46	122,6
08:18	-0,1	8:47	122,9	20:18	-0,1	20:47	122,7
08:19	0,0	8:48	122,8	20:19	-0,1	20:48	122,7
08:20	0,0	8:49	122,8	20:20	-0,1	20:49	122,7
08:21	0,0	8:50	122,8	20:21	-0,1	20:50	122,7
08:22	0,0	8:51	122,8	20:22	-0,1	20:51	122,7
08:23	0,0	8:52	122,8	20:23	-0,1	20:52	122,6
08:24	0,0	8:53	122,8	20:24	-0,1	20:53	122,5
<b>Mittelwert</b>	<b>-0,1</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>123,1</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>-0,1</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>122,6</b>

*Tabelle 236: Einzelwerte der Ermittlung der Kurzzeitdrift für Gerät 2 (208)*

Anfangswerte				Werte nach 12 h			
Nullpunkt		Referenzpunkt		Nullpunkt		Referenzpunkt	
[Uhrzeit]	[ppb]	[Uhrzeit]	[ppb]	[Uhrzeit]	[ppb]	[Uhrzeit]	[ppb]
08:06	-0,1	8:35	121,9	20:06	-0,1	20:35	122,6
08:07	-0,1	8:36	121,9	20:07	-0,1	20:36	122,6
08:08	-0,1	8:37	121,9	20:08	-0,1	20:37	122,6
08:09	-0,1	8:38	121,8	20:09	-0,1	20:38	122,6
08:10	-0,1	8:39	121,8	20:10	-0,1	20:39	122,7
08:11	-0,1	8:40	121,8	20:11	-0,1	20:40	122,9
08:12	-0,1	8:41	121,9	20:12	-0,1	20:41	123,0
08:13	-0,1	8:42	121,9	20:13	-0,1	20:42	123,0
08:14	-0,1	8:43	122,0	20:14	-0,1	20:43	123,1
08:15	-0,1	8:44	122,0	20:15	-0,1	20:44	123,2
08:16	-0,1	8:45	122,1	20:16	-0,1	20:45	123,1
08:17	-0,1	8:46	122,1	20:17	-0,1	20:46	123,2
08:18	-0,1	8:47	122,1	20:18	0,0	20:47	123,2
08:19	-0,1	8:48	122,1	20:19	0,1	20:48	123,2
08:20	-0,1	8:49	122,2	20:20	0,0	20:49	123,3
08:21	-0,1	8:50	122,3	20:21	0,0	20:50	123,3
08:22	-0,1	8:51	122,3	20:22	0,0	20:51	123,3
08:23	-0,1	8:52	122,3	20:23	0,0	20:52	123,3
08:24	-0,1	8:53	122,4	20:24	0,0	20:53	123,2
07:24	-0,1	7:53	123,5	19:24	0,0	19:53	123,2
<b>Mittelwert</b>	<b>-0,1</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>122,1</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>-0,1</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>123,0</b>



## **D [O<sub>3</sub>] 8.4.5 Wiederholstandardabweichung**

*Wiederholstandardabweichung bei Null ≤ 1,0 nmol/mol (entspricht 1ppb)*

*Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt ≤ 3 nmol/mol (entspricht 3 ppb)*

### **Prüfvorschriften**

Nach der Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden 20 Einzelmessungen bei der Konzentration Null und einer Prüfgaskonzentration ( $c_i$ ), die ähnlich dem 1-Stunden-Mittelwert der Alarmschwelle ist, durchgeführt.

Die Wiederholstandardabweichung dieser Messungen bei der Konzentration null und bei der Konzentration  $c_i$  wird folgendermaßen berechnet:

$$s_r = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Dabei ist

$s_r$  die Wiederholstandardabweichung

$x_i$  die i-te Messung

$\bar{x}$  der Mittelwert der 20 Messungen

$n$  die Anzahl der Messungen

Die Wiederholstandardabweichung wird getrennt für beide Messreihen (Nullgas und Konzentration  $c_i$ ) berechnet.

$s_r$  muss das oben angegebene Leistungskriterium sowohl bei der Konzentration null als auch der Prüfgaskonzentration  $c_i$  (1-Stunden-Mittelwert der Alarmschwelle) erfüllen.

### **Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14625 durchgeführt.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 369 von 910

## Auswertung

Die zusammenfassenden Ergebnisse der Prüfung der Wiederholstandardabweichung nach DIN EN 14625 sind in Tabelle 237 aufgeführt.

*Tabelle 237: Wiederholstandardabweichung nach DIN EN 14625*

Messung		Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
		NP	RP	NP	RP
		ppb	ppb	ppb	ppb
Anzahl	n	20	20	20	20
Mittelwert	x	-0,1	123,4	-0,1	123,6
<b>Standardabweichung</b>	<b>sr</b>	<b>0,1</b>	<b>1,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,9</b>
<b>Anforderung nach DIN EN 14625</b>	<b>ppb</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
<b>Anforderung erfüllt?</b>		<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>

## Bewertung

Beide Geräte halten die Mindestanforderung für die Wiederholstandardabweichung am Null- und Referenzpunkt ein.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind in Tabelle 238 aufgeführt.

*Tabelle 238: Einzelwerte der Ermittlung der Wiederholstandardabweichung*

Labor		Nullpunkt		Labor		Referenzpunkt	
Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[ppb]	[ppb]			[ppb]	[ppb]
07.05.2008	15:00 - 15:05	-0,2	-0,1	07.05.2008	15:05 - 15:10	122,1	121,1
07.05.2008	15:10 - 15:15	-0,2	-0,1	07.05.2008	15:15 - 15:20	123,7	123,3
07.05.2008	15:20 - 15:25	-0,1	-0,1	07.05.2008	15:25 - 15:30	123,8	123,9
07.05.2008	15:30 - 15:35	-0,1	-0,1	07.05.2008	15:35 - 15:40	124,0	124,1
07.05.2008	15:40 - 15:45	0,0	-0,1	07.05.2008	15:45 - 15:50	121,4	124,2
07.05.2008	15:50 - 15:55	0,0	-0,2	07.05.2008	15:55 - 16:00	124,3	124,1
07.05.2008	16:00 - 16:05	0,0	-0,3	07.05.2008	16:05 - 16:10	121,3	123,3
07.05.2008	16:10 - 16:15	-0,1	-0,2	07.05.2008	16:20 - 16:25	124,1	123,5
07.05.2008	16:25 - 16:30	-0,1	-0,2	07.05.2008	16:30 - 16:35	123,8	123,8
07.05.2008	16:35 - 16:40	-0,1	-0,2	07.05.2008	16:40 - 16:45	123,4	123,8
07.05.2008	16:45 - 16:50	-0,1	-0,2	07.05.2008	16:50 - 16:55	123,6	123,3
07.05.2008	16:55 - 17:00	-0,1	-0,2	07.05.2008	17:00 - 17:05	122,7	124,6
07.05.2008	17:05 - 17:10	-0,1	-0,2	07.05.2008	17:10 - 17:15	124,5	123,4
07.05.2008	17:15 - 17:20	-0,1	-0,2	07.05.2008	17:20 - 17:25	124,6	124,8
07.05.2008	17:25 - 17:30	-0,1	-0,1	07.05.2008	17:30 - 17:35	123,7	123,5
07.05.2008	17:35 - 17:40	-0,1	-0,1	07.05.2008	17:40 - 17:45	123,4	121,8
07.05.2008	17:45 - 17:50	-0,1	-0,1	07.05.2008	17:50 - 17:55	122,1	122,6
07.05.2008	17:55 - 18:00	-0,1	-0,1	07.05.2008	18:00 - 18:05	124,1	123,8
07.05.2008	18:05 - 18:10	-0,1	-0,2	07.05.2008	18:10 - 18:15	123,8	124,6
07.05.2008	18:15 - 18:20	-0,1	-0,2	07.05.2008	18:20 - 18:25	123,6	124,7
Anzahl		20	20	Anzahl		20	20
Mittelwert		-0,1	-0,1	Mittelwert		123,4	123,6
Standardabweichung		0,1	0,1	Standardabweichung		1,0	0,9

## D [O<sub>3</sub>] 8.4.6 „Lack of fit“ (Abweichung von der Linearen Regression)

*„lack of fit“ (Abweichung von der linearen Regression) 5 nmol/mol (entspricht 5 ppb) am Nullpunkt und ≤ 4 % des Messwertes am Referenzpunkt.*

### Prüfvorschriften

Der „lack of fit“ des Messgerätes ist über den Bereich von 0 % bis 95 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches mit mindestens sechs Konzentrationen (einschließlich des Nullpunktes) zu prüfen. Das Messgerät ist bei einer Konzentration von etwa 90 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches einzustellen. Bei jeder Konzentration (einschließlich des Nullpunktes) werden mindestens fünf unabhängige Messungen durchgeführt.

Die Konzentrationen werden in folgender Reihenfolge aufgegeben: 80 %, 40 %, 0 %, 20 % und 95 %. Nach jedem Wechsel der Konzentration sind mindestens vier Einstellzeiten abzuwarten, bevor die nächste Messung durchgeführt wird.

Die Berechnung der linearen Regressionsfunktion und der Abweichungen wird nach Anhang B der DIN EN 14625 durchgeführt. Die Abweichungen von der linearen Regressionsfunktion müssen das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

Der größte Wert der relativen Abweichungen wird als  $X_1$  angegeben und ist beim Nachweis der Erfüllung der Eignungsprüfungsanforderung 1 zu berücksichtigen. Der Wert der relativen Abweichung beim Niveau des 1-Stunden-Grenzwertes ist bei der Berechnung der Eignungsprüfungsanforderungen 2 und 4 zu verwenden.

Erstellung der Regressionsgeraden:

Eine Regressionsgerade der Form  $Y_i = A + B + X_i$  ergibt sich durch Berechnung der Funktion

$$Y_i = a + B(X_i - X_z)$$

Zur Berechnung der Regression werden alle Messpunkte (einschließlich Null) herangezogen. Die Anzahl der Messpunkte  $n$  ist gleich der Anzahl der Konzentrationsniveaus (mindestens sechs einschließlich Null) multipliziert mit der Anzahl der Wiederholungen (mindestens fünf) bei jedem Konzentrationsniveau.

Der Koeffizient  $a$  ist:

$$a = \sum Y_i / n$$

Dabei ist:

$a$  der Mittelwert der Y-Werte

$Y_i$  der einzelne Y-Wert

$N$  die Anzahl der Kalibrierpunkte



Der Koeffizient B ist:

$$B = (\sum Y_i (X_i - X_z)) / \sum (X_i - X_z)^2$$

Dabei ist:

$X_z$  der Mittelwert der X-Werte  $(= \sum (X_i / n))$

$X_i$  der einzelne X-Wert

Die Funktion  $Y_i = a + B (X_i - X_z)$  wird über die Berechnung von A umgewandelt in  $Y_i = A + B \cdot X_i$

$$A = a - B \cdot X_z$$

Die Abweichung der Mittelwerte der Kalibrierpunkte (einschließlich des Nullpunktes) werden folgendermaßen berechnet.

Der Mittelwert jedes Kalibrierpunktes (einschließlich des Nullpunktes) bei ein und derselben Konzentration c ist:

$$(Y_a)_c = \sum (Y_i)_c / m$$

Dabei ist:

$(Y_a)_c$  der mittlere Y-Wert beim Konzentrationsniveau c

$(Y_i)_c$  der einzelne Y-Wert beim Konzentrationsniveau c

M die Anzahl der Wiederholungen beim Konzentrationsniveau c

Die Abweichung jedes Mittelwertes ( $d_c$ ) bei jedem Konzentrationsniveau ist:

$$d_c = (Y_a)_c - (A + B \times c)$$

Jede Abweichung eines Wertes relativ zu seinem Konzentrationsniveau c ist:

$$(d_r)_c = \frac{d_c}{c} \times 100\%$$

### Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14625 durchgeführt.

### Auswertung

Es ergeben sich folgende lineare Regressionen:

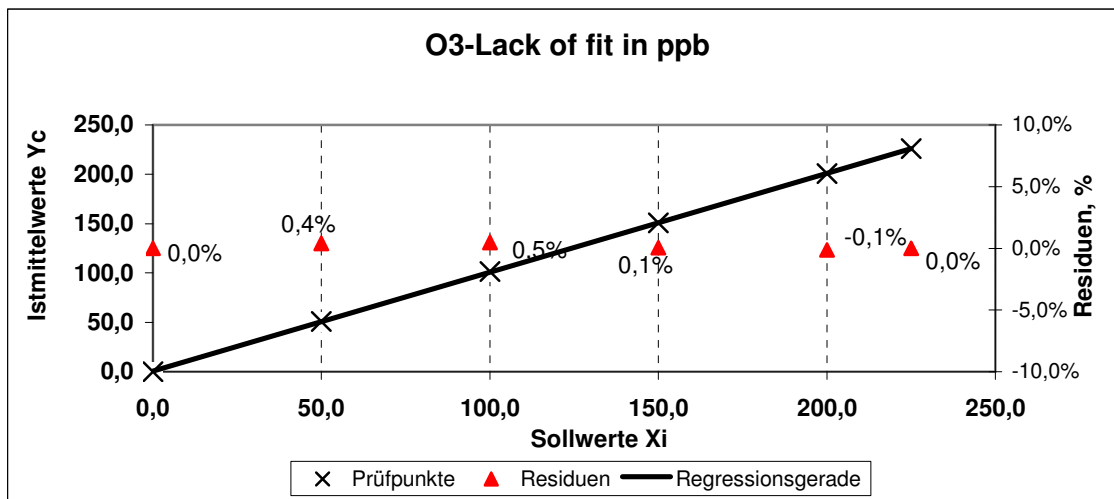
In Abbildung 75 und Abbildung 76 sind die Ergebnisse der Gruppenmittelwertuntersuchungen zusammenfassend für O<sub>3</sub> graphisch und dargestellt.



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 373 von 910

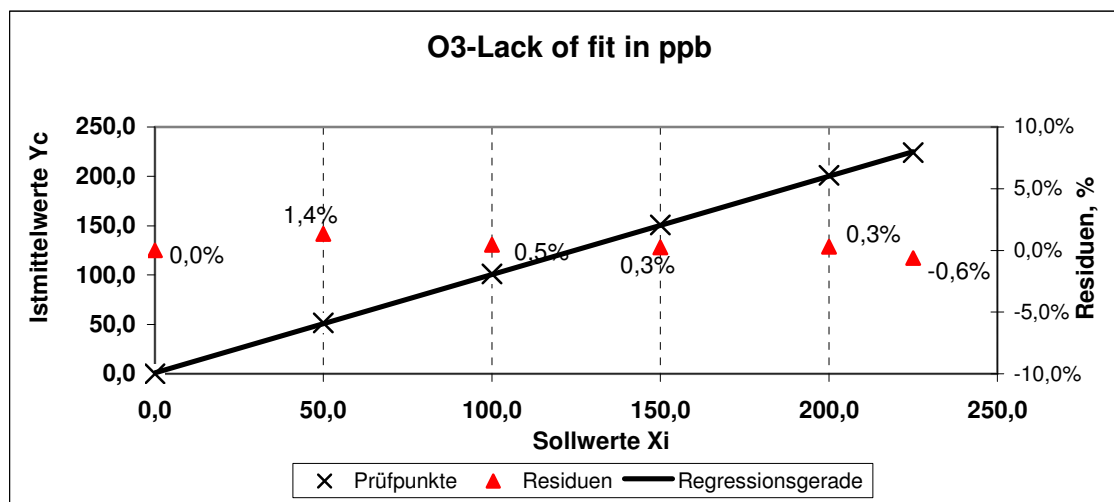
Linearitätsprüfung		Messbereich 250 ppb O <sub>3</sub>					
Stufen	O <sub>3</sub>	1	2	3	4	5	6
Sollwert	ppb	200,0	100,0	0,0	150,0	50,0	225,0
Istwert Yi 1	ppb	201,2	101,4	0,1	150,0	50,0	224,6
Istwert Yi 2	ppb	202,0	100,8	0,1	150,8	51,6	225,6
Istwert Yi 3	ppb	200,4	102,6	0,1	151,3	50,7	226,8
Istwert Yi 4	ppb	202,7	101,8	0,2	152,0	51,3	226,9
Istwert Yi 5	ppb	197,5	100,1	0,1	151,0	51,2	226,3
Istmittelwert Yc	ppb	200,8	101,3	0,1	151,0	51,0	226,0
Residuen dc	ppb	-0,25	0,50	-0,55	0,10	0,21	-0,01
Residuen (d) <sub>rel</sub>	%	-0,1%	0,5%	0,0%	0,1%	0,4%	0,0%



Die zulässige Abweichung der Residuen  $d_{c,rel}$  beträgt  $\pm 4 \%$ , bezogen auf den Messwert.

Abbildung 75: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 1, Komponente O<sub>3</sub>

Linearitätsprüfung		Messbereich		250 ppb			O <sub>3</sub>
Stufen	O <sub>3</sub>	1	2	3	4	5	6
Sollwert	ppb	200,0	100,0	0,0	150,0	50,0	225,0
Istwert Yi 1	ppb	200,0	100,7	0,0	150,6	51,4	224,5
Istwert Yi 2	ppb	200,1	101,6	0,2	151,3	51,3	223,6
Istwert Yi 3	ppb	200,6	100,2	0,2	150,8	51,2	223,7
Istwert Yi 4	ppb	204,1	101,8	0,0	150,3	51,4	223,6
Istwert Yi 5	ppb	200,3	101,1	0,1	151,4	51,8	224,3
Istmittelwert Yc	ppb	201,0	101,1	0,1	150,9	51,4	223,9
Residuen dc	ppb	0,63	0,46	-0,76	0,38	0,68	-1,39
Residuen (d) <sub>rel</sub>	%	0,3%	0,5%	0,0%	0,3%	1,4%	-0,6%



Die zulässige Abweichung der Residuen  $dc_{rel}$  beträgt  $\pm 4 \%$ , bezogen auf den Messwert.

Abbildung 76: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 2, Komponente O<sub>3</sub>

## Bewertung

Für Gerät 1 (188) ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von 0,1 ppb am Nullpunkt und maximal 0,5 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null.

Für Gerät 1 (208) ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von 0,1 ppb am Nullpunkt und maximal 1,4 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null.

Die Abweichungen von der idealen Regressionsgeraden überschreiten nicht die in der DIN EN 14625 geforderten Grenzwerte.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind in Tabelle 239 und Tabelle 240 zu finden.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 375 von 910

*Tabelle 239: Einzelwerte „lack of fit“ Prüfung Gerät 1 (188)*

Zyklus	Datum	Uhrzeit	Istwert [ppb]	Sollwert [ppb]	Abweichung [ppb]
1	28.05.2008	16:10 - 16:25	0,1	0,0	0,1
1	28.05.2008	18:10 - 18:25	50,0	50,0	0,0
1	28.05.2008	17:40 - 17:55	101,4	100,0	1,4
1	28.05.2008	17:55 - 18:10	150,0	150,0	0,0
1	28.05.2008	17:25 - 17:40	201,2	200,0	1,2
1	28.05.2008	15:40 - 15:55	224,6	225,0	-0,4
2	28.05.2008	18:55 - 19:10	0,1	0,0	0,1
2	28.05.2008	20:55 - 21:10	51,6	50,0	1,6
2	28.05.2008	20:25 - 20:40	100,8	100,0	0,8
2	28.05.2008	20:40 - 20:55	150,8	150,0	0,8
2	28.05.2008	20:10 - 20:25	202,0	200,0	2,0
2	28.05.2008	18:25 - 18:40	225,6	225,0	0,6
3	28.05.2008	21:40 - 21:55	0,1	0,0	0,1
3	28.05.2008	23:40 - 23:55	50,7	50,0	0,7
3	28.05.2008	23:10 - 23:25	102,6	100,0	2,6
3	28.05.2008	23:25 - 23:40	151,3	150,0	1,3
3	28.05.2008	22:55 - 23:10	200,4	200,0	0,4
3	28.05.2008	21:10 - 21:25	226,8	225,0	1,8
4	29.05.2008	00:25 - 00:40	0,2	0,0	0,2
4	29.05.2008	02:25 - 02:40	51,3	50,0	1,3
4	29.05.2008	01:55 - 02:10	101,8	100,0	1,8
4	29.05.2008	02:10 - 02:25	152,0	150,0	2,0
4	29.05.2008	01:40 - 01:55	202,7	200,0	2,7
4	29.05.2008	23:55 - 00:10	226,9	225,0	1,9
5	29.05.2008	03:10 - 03:25	0,1	0,0	0,1
5	29.05.2008	05:10 - 05:25	51,2	50,0	1,2
5	29.05.2008	04:40 - 04:55	100,1	100,0	0,1
5	29.05.2008	04:55 - 05:10	151,0	150,0	1,0
5	29.05.2008	04:25 - 04:40	197,5	200,0	-2,5
5	29.05.2008	02:40 - 02:55	226,3	225,0	1,3

*Tabelle 240: Einzelwerte „lack of fit“ Prüfung Gerät 2 (208)*

Zyklus	Datum	Uhrzeit	Istwert [ppb]	Sollwert [ppb]	Abweichung [ppb]
1	28.05.2008	16:10 - 16:25	0,0	0,0	0,0
1	28.05.2008	18:10 - 18:25	51,4	50,0	1,4
1	28.05.2008	17:40 - 17:55	100,7	100,0	0,7
1	28.05.2008	17:55 - 18:10	150,6	150,0	0,6
1	28.05.2008	17:25 - 17:40	200,0	200,0	0,0
1	28.05.2008	15:40 - 15:55	224,5	225,0	-0,5
2	28.05.2008	18:55 - 19:10	0,2	0,0	0,2
2	28.05.2008	20:55 - 21:10	51,3	50,0	1,3
2	28.05.2008	20:25 - 20:40	101,6	100,0	1,6
2	28.05.2008	20:40 - 20:55	151,3	150,0	1,3
2	28.05.2008	20:10 - 20:25	200,1	200,0	0,1
2	28.05.2008	18:25 - 18:40	223,6	225,0	-1,4
3	28.05.2008	21:40 - 21:55	0,2	0,0	0,2
3	28.05.2008	23:40 - 23:55	51,2	50,0	1,2
3	28.05.2008	23:10 - 23:25	100,2	100,0	0,2
3	28.05.2008	23:25 - 23:40	150,8	150,0	0,8
3	28.05.2008	22:55 - 23:10	200,6	200,0	0,6
3	28.05.2008	21:10 - 21:25	223,7	225,0	-1,3
4	29.05.2008	00:25 - 00:40	0,0	0,0	0,0
4	29.05.2008	02:25 - 02:40	51,4	50,0	1,4
4	29.05.2008	01:55 - 02:10	101,8	100,0	1,8
4	29.05.2008	02:10 - 02:25	150,3	150,0	0,3
4	29.05.2008	01:40 - 01:55	204,1	200,0	4,1
4	29.05.2008	23:55 - 00:10	223,6	225,0	-1,4
5	29.05.2008	03:10 - 03:25	0,1	0,0	0,1
5	29.05.2008	05:10 - 05:25	51,8	50,0	1,8
5	29.05.2008	04:40 - 04:55	101,1	100,0	1,1
5	29.05.2008	04:55 - 05:10	151,4	150,0	1,4
5	29.05.2008	04:25 - 04:40	200,3	200,0	0,3
5	29.05.2008	02:40 - 02:55	224,3	225,0	-0,7

## D [O<sub>3</sub>] 8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes

*Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes muss  $\leq 2,0$  nmol/mol/kPa (entspricht 2 ppb/kPa) betragen.*

### Prüfvorschriften

Messungen werden bei einer Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches bei absoluten Drücken von etwa 80 kPa  $\pm$  0,2 kPa und etwa 110 kPa  $\pm$  0,2 kPa durchgeführt. Bei jedem Druck sind nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, drei Einzelmessungen durchzuführen. Die Mittelwerte dieser Messungen bei den beiden Drücken werden berechnet.

Messungen bei verschiedenen Drücken müssen durch mindestens vier Einstellzeiten voneinander getrennt sein.

Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probendruckes ergibt sich wie folgt:

$$b_{gp} = \left| \frac{(C_{P1} - C_{P2})}{(P_2 - P_1)} \right|$$

Dabei ist:

$b_{gp}$  der Einfluss des Probengasdruckes

$C_{P1}$  der Mittelwert der Messung beim Probengasdruck  $P_1$

$C_{P2}$  der Mittelwert der Messung beim Probengasdruck  $P_2$

$P_1$  der Probengasdruck  $P_1$

$P_2$  der Probengasdruck  $P_2$

$b_{gp}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

### Durchführung der Prüfung

Der airpointer analysiert den Ozongehalt der Umgebungsluft. Er ist mit einer Pumpe ausgestattet und saugt das benötigte, zu analysierende Gas selbst an. (ca. 3,0 l/min Gesamtflow). Diese Pumpe arbeitet gegen die Umgebungsdruckbedingungen. Diese bedeutet das am Messgaseingang und am Messgasausgang die selben Druckbedingungen herrschen. Das zwanghafte herbeiführen eines Über- oder Unterdrucks in diesem System könnte den Analysator zerstören.

Der airpointer verfügt über einen Prüfgasanschluss, an dem Prüfgas aus externen Quellen im Überschuss aufgegeben werden kann. Der nicht benötigte Überschuss wird dabei über den Probengasausgang wieder ausgegeben.

Während des 3-monatigen Feldtests herrschten Umgebungsluftdruckbedingungen zwischen 990 mbar und 1028 mbar. In diesem Zeitraum konnte kein auffälliges Verhalten der Analytoren in Bezug auf Änderungen des Umgebungsluftdrucks und damit auch auf die Druckverhältnisse des angesaugten Prüfgases festgestellt werden.



Durch das Einsetzen von 5 Messgasfiltern gleichzeitig wurde geprüft, wie der Analysator auf einen möglicherweise verstopften Filter reagiert. Dabei wurden keine Auffälligkeiten festgestellt.

## Auswertung

Aufgrund des Aufbaus der Messeinrichtung konnte der Probengasdruck nicht wiederholbar abweichend vom Umgebungsdruck eingestellt werden, ohne die Messeinrichtung zu beschädigen. Im Umgebungsdruckbereich zwischen 990 mbar und 1028 mbar während des Feldtestes wurde kein Druckeinfluss auf die Messeinrichtung festgestellt.

Der tiefste Umgebungsdruck mit 990 mbar (99,0 kPa) während des Feldtest wurde am 01. Oktober gemessen. Bei der täglichen Prüfgasaufgabe nach VDI 4202 wurde an diesem Tag ein Wert von 79,4 µg/m<sup>3</sup> (entspricht 39,7 ppb O<sub>3</sub>) für Gerät 1 (188) und 77,2 µg/m<sup>3</sup> (entspricht 38,6 ppb O<sub>3</sub>) für Gerät 2 (208) gemessen.

Der höchste Umgebungsdruck mit 1028 mbar (102,8 kPa) während des Feldtest wurde am 10. Oktober gemessen. Bei der täglichen Prüfgasaufgabe nach VDI 4202 wurde an diesem Tag ein Wert von 78,8 µg/m<sup>3</sup> (entspricht 39,4 ppb O<sub>3</sub>) für Gerät 1 (188) und 78,4 µg/m<sup>3</sup> (entspricht 39,2 ppb O<sub>3</sub>) für Gerät 2 (208) gemessen.

Daraus ergeben sich folgende Empfindlichkeitskoeffizienten des Probengasdruckes  $b_{gp}$ :

$$b_{gp} \text{ Gerät 188} = 0,08 \text{ ppb/kPa}$$

$$b_{gp} \text{ Gerät 208} = -0,15 \text{ ppb/kPa}$$

## Bewertung

Der Empfindlichkeitskoeffizient  $b_{gp}$  der Umgebungstemperatur überschreitet nicht die Anforderungen von maximal 2 ppb/kPa. Die hier gefundenen Werte werden zur Berechnung der Gesamtunsicherheit verwendet. Dies sind für Gerät 1 (188) 0,08 kPa und für Gerät 2 (208) = -0,15 ppb/kPa.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht zutreffend.

## D [O<sub>3</sub>] 8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur

*Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur muss  $\leq 1,0$  nmol/mol/K (entspricht 1 ppb/K) betragen.*

### Prüfvorschriften

Zur Bestimmung der Abhängigkeit von der Probengastemperatur werden Messungen bei Probengastemperaturen von  $T_1 = 0$  °C und  $T_2 = 30$  °C durchgeführt. Die Temperaturabhängigkeit wird bei einer Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches bestimmt. Nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, sind drei Einzelmessungen bei jeder Temperatur durchzuführen.

Die Probengastemperatur am Einlass des Messgerätes muss mindestens 30 min konstant sein.

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur ergibt sich wie folgt:

$$b_{gt} = \frac{(C_{T2} - C_{T1})}{(T_2 - T_1)}$$

Dabei ist:

$b_{gt}$  der Einfluss des Probengasdruckes

$C_{T1}$  der Mittelwert der Messung bei der Probengastemperatur  $T_1$

$C_{T2}$  der Mittelwert der Messung bei der Probengastemperatur  $T_2$

$T_1$  die Probengastemperatur  $T_1$

$T_2$  die Probengastemperatur  $T_2$

$b_{gt}$  muss das oben genannte Leistungskriterium erfüllen

### Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14625 durchgeführt.

Zur Prüfung wurde die Prüfgaserzeugung in der Klimakammer aufgebaut. Das Prüfgas wurde über ca. 20 m lange, konditionierte Prüfgasleitungen zu den Messgeräten geleitet, die sich unmittelbar vor der Klimakammer befanden. Die Prüfung wurde zuerst bei 0 °C und dann bei 30 °C durchgeführt.

## Auswertung

Bei der Prüfung ergaben sich folgende Werte:

$b_{gt}$  Gerät 1 (188): = 0,022 ppb/K

$b_{gt}$  Gerät 2 (208): = 0,004 ppb/K

## Bewertung

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur  $b_{gt}$  ist mit 0,022 für Gerät 1 (188) und 0,004 für Gerät 2 (208) kleiner als 1ppb/K.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die gemessenen Werte sind in Tabelle 241 angegeben.

*Tabelle 241: Einzelwerte der Prüfung zum Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur*

Datum	Uhrzeit	Referenzpunkt		
		Temperatur [°C]	Gerät 1 (188) [ppb]	Gerät 2 (208) [ppb]
11.06.2008	09:45 - 09:50	0	200,1	200,5
11.06.2008	09:50 - 09:55	0	200,6	201,4
11.06.2008	09:55 - 10:00	0	200,8	200,6
	<b>Mittelwert</b>	<b>C<sub>T1</sub></b>	<b>200,5</b>	<b>200,8</b>
11.06.2008	15:50 - 15:55	30	201,4	201,4
11.06.2008	15:55 - 16:00	30	201,1	200,6
11.06.2008	16:00 - 16:10	30	201,0	200,9
	<b>Mittelwert</b>	<b>C<sub>T2</sub></b>	<b>201,2</b>	<b>201,0</b>



## D [O<sub>3</sub>] 8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur

*Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur  $\leq 1,0$  nmol/mol/K (entspricht 1 ppb/K)*

### Gerätetechnische Ausstattung

Der Einfluss der Umgebungstemperatur ist innerhalb des vom Hersteller angegebenen Bereichs bei folgenden Temperaturen zu bestimmen:

- 1) der niedrigsten Temperaturen  $T_{\min} = 273$  K;
- 2) der Labortemperatur  $T_l = 293$  K;
- 3) der höchsten Temperatur  $T_{\max} = 303$  K;

Für diese Prüfungen ist eine Klimakammer erforderlich.

Der Einfluss wird bei der Konzentration null und einer Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches bestimmt. Bei jeder Temperatur sind nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, drei Einzelmessungen bei Null und der Span-Konzentration durchzuführen.

Die Messungen werden bezüglich der Temperatur in folgender Reihenfolge durchgeführt:

$T_l$ ,  $T_{\min}$ ,  $T_l$  und  $T_l$ ,  $T_{\max}$ ,  $T_l$

Bei der ersten Temperatur ( $T_l$ ) wird das Messgerät bei Null- und Spanniveau (70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches) eingestellt. Dann werden nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, drei Einzelmessungen bei  $T_l$ ,  $T_{\min}$  und wieder bei  $T_l$  durchgeführt. Diese Vorgehensweise wird bei der Temperaturfolge  $T_l$ ,  $T_{\max}$  und  $T_l$  wiederholt.

Um eine auf andere Faktoren als die Temperatur zurückgehende Drift auszuschließen, werden die Messungen bei  $T_l$  gemittelt; diese Mittelung wird in der folgenden Gleichung zur Berechnung des Einflusses der Umgebungstemperatur berücksichtigt:

$$b_{st} = \left| \frac{x_T - \frac{x_1 + x_2}{2}}{T - T_l} \right|$$

Dabei ist:

- |          |   |
|----------|---|
| $b_{st}$ | die Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur (ppb) |
| $x_T$    | der Mittelwert der Messungen bei $T_{\min}$ oder $T_{\max}$ (ppb) |
| $x_1$    | der erste Mittelwert der Messungen bei $T_l$ (ppb)                |
| $x_2$    | der zweite Mittelwert der Messungen bei $T_l$ (ppb)               |
| $T_l$    | die Umgebungstemperatur im Labor (K)                              |
| $T$      | die Umgebungstemperatur $T_{\min}$ oder $T_{\max}$ (K)            |

Für die Dokumentation der Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur wird der höhere der Werte der Temperaturabhängigkeit bei  $T_{\min}$  oder  $T_{\max}$  gewählt.

$b_{st}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

### Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14625 durchgeführt.

### Auswertung

Es ergaben sich folgende Empfindlichkeiten gegenüber der Umgebungstemperatur

*Tabelle 242: Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Nullpunkt, Gerät 1 (188)*

	T	Mittelwert Gerät 188	ermitteltes $b_{st}$	erlaubtes $b_{st}$	Kriterium erfüllt? DIN EN 14625
	[°C]	[ppb]	[ppb/K]	[ppb/K]	
$T_1$	20	0,00			
$T_{\min}$	0	0,07	0,00	1	ja
$T_1$	20	0,03			
$T_1$	20	0,03			
$T_{\max}$	30	0,17	0,01	1	ja
$T_1$	20	0,13			

*Tabelle 243: Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Nullpunkt, Gerät 2 (208)*

	T	Mittelwert Gerät 208	ermitteltes $b_{st}$	erlaubtes $b_{st}$	Kriterium erfüllt? DIN EN 14625
	[°C]	[ppb]	[ppb/K]	[ppb/K]	
$T_1$	20	0,07			
$T_{\min}$	0	0,13	0,00	1	ja
$T_1$	20	0,07			
$T_1$	20	0,07			
$T_{\max}$	30	0,20	0,01	1	ja
$T_1$	20	0,07			

Wie in Tabelle 242 und Tabelle 243 zu sehen, erfüllt der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Nullpunkt die Leistungsanforderungen.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 383 von 910

*Tabelle 244: Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt, Gerät 1 (188)*

	T [°C]	Mittelwert Gerät 188 [ppb]	ermitteltes b <sub>st</sub> [ppb/K]	erlaubtes b <sub>st</sub> [ppb/K]	Kriterium erfüllt? DIN EN 14625
T <sub>1</sub>	20	200,1			
T <sub>min</sub>	0	201,1	-0,04	1	ja
T <sub>1</sub>	20	200,4			
T <sub>1</sub>	20	200,4			
T <sub>max</sub>	30	201,6	0,11	1	ja
T <sub>1</sub>	20	200,6			

*Tabelle 245: Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt, Gerät 2 (208)*

	T [°C]	Mittelwert Gerät 208 [ppb]	ermitteltes b <sub>st</sub> [ppb/K]	erlaubtes b <sub>st</sub> [ppb/K]	Kriterium erfüllt? DIN EN 14625
T <sub>1</sub>	20	200,1			
T <sub>min</sub>	0	200,7	-0,03	1	ja
T <sub>1</sub>	20	200,4			
T <sub>1</sub>	20	200,4			
T <sub>max</sub>	30	201,7	0,09	1	ja
T <sub>1</sub>	20	201,1			

Wie in Tabelle 244 und Tabelle 245 zu sehen, erfüllt der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt die Leistungsanforderungen.

## Bewertung

Der Empfindlichkeitskoeffizient b<sub>st</sub> der Umgebungstemperatur überschreitet nicht die Anforderungen von maximal 1 ppb/K. In der Unsicherheitsberechnung wird für beide Geräte der größte Empfindlichkeitskoeffizient b<sub>st</sub> gewählt. Dies sind für Gerät 1 (188) = 0,11 ppb/K und für Gerät 2 (208) = 0,09 ppb/K.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind in Tabelle 246 aufgeführt.



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

*Tabelle 246: Einzelwerte zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Umgebungstemperatur*

Datum	Nullpunkt				Referenzpunkt			
	Uhrzeit	Temperatur [°C]	Gerät 1 (188) [ppb]	Gerät 2 (208) [ppb]	Uhrzeit	Temperatur [°C]	Gerät 1 (188) [ppb]	Gerät 2 (208) [ppb]
12.06.2008	15:30 - 15:35	20	0,0	0,1	15:35 - 15:40	20	200,0	200,0
12.06.2008	15:40 - 15:45	20	0,0	0,0	15:45 - 15:50	20	200,0	200,1
12.06.2008	15:50 - 15:55	20	0,0	0,1	15:55 - 16:00	20	200,2	200,2
	Mittelwert		0,0	0,1	Mittelwert		200,1	200,1
13.06.2008	08:35 - 08:40	0	0,0	0,1	08:40 - 08:45	0	201,2	200,6
13.06.2008	08:45 - 08:50	0	0,2	0,1	08:50 - 08:55	0	201,0	200,8
13.06.2008	08:55 - 09:00	0	0,0	0,2	09:00 - 09:05	0	201,0	200,8
	Mittelwert		0,1	0,1	Mittelwert		201,1	200,7
13.06.2008	15:30 - 15:35	20	0,0	0,1	15:35 - 15:40	20	200,4	200,3
13.06.2008	15:40 - 15:45	20	0,1	0,1	15:45 - 15:50	20	200,6	200,3
13.06.2008	15:50 - 15:55	20	0,0	0,0	15:55 - 16:00	20	200,2	200,5
	Mittelwert		0,0	0,1	Mittelwert		200,4	200,4
16.06.2008	08:45 - 08:50	30	0,2	0,2	08:50 - 08:55	30	201,4	201,8
16.06.2008	08:55 - 09:00	30	0,2	0,2	09:00 - 09:05	30	201,5	201,8
16.06.2008	09:05 - 09:10	30	0,1	0,2	09:10 - 09:15	30	201,9	201,4
	Mittelwert		0,2	0,2	Mittelwert		201,6	201,7
16.06.2008	15:50 - 15:55	20	0,1	0,0	15:55 - 16:00	20	200,5	200,8
16.06.2008	16:00 - 16:05	20	0,2	0,1	16:05 - 16:10	20	200,6	201,4
16.06.2008	16:10 - 16:15	20	0,1	0,1	16:15 - 16:20	20	200,6	201,1
	Mittelwert		0,1	0,1	Mittelwert		200,6	201,1

## D [O<sub>3</sub>] 8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung

*Empfindlichkeitskoeffizient der el. Spannung  $\leq 0,30$  nmol/mol/V (entspricht 0,3 ppb/V)*

### Gerätetechnische Ausstattung

Die Abhängigkeit von der Netzspannung wird an den beiden Grenzen des vom Hersteller angegebenen Spannungsbereiches bei der Konzentration null und einer Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches bestimmt. Nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden drei Einzelmessungen bei jedem Spannungs- und Konzentrationsniveau durchgeführt.

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung nach der Richtlinie DIN EN 14625 ergibt sich wie folgt:

$$b_v = \frac{(C_{v2} - C_{v1})}{(V_2 - V_1)}$$

Dabei ist:

$b_v$  der Einfluss der Spannung

$C_{v1}$  der Mittelwert der Messung bei der Spannung  $V_1$

$C_{v2}$  der Mittelwert der Messung bei der Spannung  $V_2$

$V_1$  die niedrigste Spannung  $V_{\min}$

$V_2$  die höchste Spannung  $V_{\max}$

Für die Spannungsabhängigkeit ist der höhere Wert der Messungen beim Null- und Spannniveau zu wählen.

$b_v$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

### Durchführung der Prüfung

Zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Spannung wurde ein Transformator in die Stromversorgung der Messeinrichtung geschaltet und bei verschiedenen Spannungen Prüfgas am Null- und Referenzpunkt aufgegeben.

### Auswertung

Es ergeben sich folgende Empfindlichkeitskoeffizienten

$b_v$  Gerät 188 NP: 0,02 (ppb/V)

$b_v$  Gerät 208 RP: 0,05 (ppb/V)

## Bewertung

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung  $b_v$  überschreitet bei keinem Prüfpunkt die Anforderungen der DIN EN 14625 von maximal 0,3 ppb/V. In der Unsicherheitsberechnung wird für beide Geräte der größte  $b_v$  gewählt. Dies sind für Gerät 1 (188) = 0,02 ppb/V und für Gerät 2 (208) = 0,05 ppb/V.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind in Tabelle 181 und Tabelle 182 dargestellt.

*Tabelle 247: Einzelwerte zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Spannung am Nullpunkt*

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[ppb]	[ppb]
Nullgas bei 210 V			
16.07.2008	14:05 - 14:15	0,0	0,0
16.07.2008	14:25 - 14:35	0,0	0,0
16.07.2008	14:45 - 14:55	0,0	0,0
Mittelwert		0,0	0,0
Nullgas bei 245 V			
16.07.2008	15:15 - 15:25	0,0	0,0
16.07.2008	15:35 - 15:45	-0,1	0,0
16.07.2008	15:55 - 16:05	0,0	0,0
Mittelwert		0,0	0,0

*Tabelle 248: Einzelwerte zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Spannung am Referenzpunkt*

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[ppb]	[ppb]
Prüfgas bei 210 V			
16.07.2008	14:15 - 14:25	200,1	199,5
16.07.2008	14:35 - 14:45	200,2	200,0
16.07.2008	14:55 - 15:05	200,5	199,8
Mittelwert		200,3	199,8
Prüfgas bei 245 V			
16.07.2008	15:25 - 15:35	200,6	201,5
16.07.2008	15:45 - 15:55	200,8	201,2
16.07.2008	16:05 - 16:15	201,1	201,4
Mittelwert		200,8	201,4

## D [O<sub>3</sub>] 8.4.11 Störungen

*Störkomponenten bei Null und bei der Konzentration  $c_t$  (beim Niveau des 1-Stunden Mittelwerts). Störkomponenten - erlaubte Abweichungen bei H<sub>2</sub>O  $\leq 10$  nmol/mol (entspricht 10 ppb); bei Toluol und Xylol jeweils  $\leq 5$  nmol/mol (entspricht 5 ppb)*

### Prüfbedingungen

Das Signal des Messgerätes gegenüber verschiedenen in der Luft erwarteten Störkomponenten ist zu prüfen. Diese Störkomponenten können ein positives oder negatives Signal hervorrufen. Die Prüfung wird bei der Konzentration null und einer Prüfgaskonzentration ( $c_t$ ), die ähnlich dem 1-Stunden-Mittelwert der Alarmschwelle ist, durchgeführt.

Die Konzentrationen der Prüfgasgemische mit der jeweiligen Störkomponente müssen eine Unsicherheit von kleiner als 5 % aufweisen und auf nationale Standards rückführbar sein. Die zu prüfenden Störkomponenten und ihre Konzentrationen sind in Tabelle 52 angegeben. Der Einfluss jeder Störkomponente muss einzeln bestimmt werden. Die Konzentration der Messgröße ist für den auf die Zugabe der Störkomponente (z.B. Wasserdampf) zurückgehenden Verdünnungsfluss zu korrigieren.

Nach der Einstellung des Messgerätes bei null und beim Spannniveau wird ein Gemisch von Nullgas und der zu untersuchenden Störkomponente mit der in Tabelle 249 angegebenen Konzentration aufgegeben. Mit diesem Gemisch werden eine unabhängige, gefolgt von zwei Einzelmessungen durchgeführt. Diese Vorgehensweise wird mit einem Gemisch der Messgröße bei der Konzentration  $c_t$  und der zu untersuchenden Störkomponente wiederholt. Die Einflussgröße bei null und der Konzentration  $c_t$  ist:

$$X_{\text{int},z} = x_z$$

$$X_{\text{int},ct} = x_{ct} - c_t$$

Dabei ist:

$X_{\text{int},z}$  die Einflussgröße der Störkomponente bei null

$x_z$  der Mittelwert der Messungen bei null

$X_{\text{int},ct}$  die Einflussgröße der Störkomponenten bei der Konzentration  $c_t$

$x_{ct}$  der Mittelwert der Messungen bei der Konzentration  $c_t$

$c_t$  die Konzentration des aufgegebenen Gases beim Niveau des 1-Stunden-Mittelwertes der Alarmschwelle

Die Einflussgröße der Störkomponenten muss die in oben angegebenen Leistungsanforderungen sowohl bei null als auch der Konzentration  $c_t$  erfüllen.

### Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14625 durchgeführt. Die Gerät wurden bei Null und der Konzentration  $c_t$  (120 ppb) eingestellt. Anschließend wurde Null- und Prüfgas mit den verschiedenen Störkomponenten aufgegeben. Es wurden die in Tabelle 249 aufgeführten Stoffe in den entsprechenden Konzentrationen geprüft.

*Tabelle 249: Störkomponenten nach DIN EN 14625*

Störkomponente	Wert
H <sub>2</sub> O	19 mmol/mol
Toluol	0,5 µmol/mol
Xylol	0,5 µmol/mol

## Auswertung

In der folgenden Übersicht sind die Einflussgrößen der verschiedenen Störkomponenten aufgelistet.

*Tabelle 250: Einfluss der geprüften Störkomponenten ( $c_t = 120$  ppb)*

		Device 1 (188) [ppb]	Device 2 (208) [ppb]
<b>H<sub>2</sub>O</b>	$X_z$	0,1	0,2
	$X_{int,z}$	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>
	$X_{ct}$	121,0	120,4
	$X_{int,ct}$	<b>1,0</b>	<b>0,4</b>
Maximum allowed deviance		10	10
Fulfilled?		<b>yes</b>	<b>yes</b>
<b>Toluol</b>	$X_z$	0,1	0,1
	$X_{int,z}$	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
	$X_{ct}$	122,6	121,5
	$X_{int,ct}$	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>
Maximum allowed deviance		5	5
Fulfilled?		<b>yes</b>	<b>yes</b>
<b>Xylol</b>	$X_z$	0,2	0,1
	$X_{int,z}$	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>
	$X_{ct}$	120,4	121,0
	$X_{int,ct}$	<b>0,4</b>	<b>1,0</b>
Maximum allowed deviance		5	5
Fulfilled?		<b>yes</b>	<b>yes</b>

## Bewertung

Die Störung des Messsignals gegenüber den geprüften Komponenten überschreitet nicht die geforderten Grenzwerte.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind der Prüfung sind in Tabelle 251 aufgeführt.



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 389 von 910

*Tabelle 251: Einzelwerte der Prüfung zur Querempfindlichkeit*

Date	Time	Device 1 (188)	Device 2 (208)
		[ppb]	[ppb]
Zero Gas + H <sub>2</sub> O			
09.07.2008	09:10 - 09:15	0,0	0,2
09.07.2006	09:20 - 09:25	0,1	0,2
09.07.2006	09:30 - 09:35	0,1	0,1
Mittelwert		0,1	0,2
Span Gas + H <sub>2</sub> O			
09.07.2008	09:15 - 09:20	119,4	120,0
09.07.2006	09:25 - 09:30	121,4	121,4
09.07.2006	09:35 - 09:40	122,3	119,7
Mittelwert		121,0	120,4
Zero Gas + Toluol			
09.07.2008	16:20 - 16:25	0,1	0,0
09.07.2006	16:30 - 16:35	0,1	0,0
09.07.2006	16:40 - 16:45	0,2	0,1
Mittelwert		0,1	0,0
Span Gas + Toluol			
09.07.2008	16:25 - 16:30	120,4	121,1
09.07.2006	16:35 - 16:40	122,9	120,4
09.07.2006	16:45 - 16:50	121,1	122,4
Mittelwert		121,5	121,3
Zero Gas + Xylol			
09.07.2008	17:00 - 17:05	0,1	0,0
09.07.2006	17:10 - 17:15	0,2	0,0
09.07.2006	17:20 - 17:25	0,2	0,2
Mittelwert		0,2	0,1
Span Gas + Xylol			
09.07.2008	17:05 - 17:10	119,5	120,4
09.07.2006	17:15 - 17:20	121,3	120,3
09.07.2006	17:25 - 17:30	120,4	122,3
Mittelwert		120,4	121,0

c<sub>i</sub> = 120 ppb

## D [O<sub>3</sub>] 8.4.12 Mittelungsprüfung

*Mittelungseinfluss muss bei  $\leq 7$  % des Messwertes liegen.*

### Prüfbedingungen

Die Mittelungsprüfung liefert ein Maß für die Unsicherheit der gemittelten Werte, die durch kurzzeitige Konzentrationsänderungen im Probengas, die kürzer als die Messwerterfassung im Messgerät sind, verursacht werden. Im Allgemeinen ist die Ausgabe eines Messgerätes das Ergebnis der Bestimmung einer Bezugskonzentration (üblicherweise null) und der tatsächlichen Konzentration, die eine gewisse Zeit benötigt.

Zur Bestimmung der auf die Mittelung zurückgehenden Unsicherheit werden die folgenden Konzentrationen auf das Messgerät aufgegeben und die entsprechenden Messwerte registriert: eine sprunghafte Änderung der O<sub>3</sub>-Konzentration zwischen null und der Konzentration  $c_t$  (70 % bis 80 % des Maximums der Zertifizierungsbereiches).

Die Zeitspanne ( $t_c$ ) der konstanten O<sub>3</sub>-Konzentrationen muss mindestens gleich der zum Erzielen von vier unabhängigen Anzeigewerten. Notwendigen Zeitspanne sein (entsprechend mindestens 16 Einstellzeiten). Die Zeitspanne ( $t_v$ ) der geänderten O<sub>3</sub>-Konzentration muss mindestens gleich der zum Erzielen von vier unabhängigen Anzeigewerten erforderlichen Zeitspanne ( $t_{O_3}$ ) für die O<sub>3</sub>-Konzentration muss 45 s betragen, gefolgt von der Zeitspanne ( $t_{zero}$ ) von 45 s für die Konzentration null. Weiterhin gilt:

$c_t$  ist die Prüfgaskonzentration

$t_v$  ist die Gesamtzahl der  $t_{O_3}$ - und  $t_{zero}$ -Paare (mindestens drei Paare)

Der Wechsel von  $t_{O_3}$  auf  $t_{zero}$  muss innerhalb von 0,5 s erfolgen. Der Wechsel von  $t_c$  zu  $t_v$  muss innerhalb einer Einstellzeit des zu prüfenden Messgerätes erfolgen.

Der Mittelungseinfluss ( $X_{av}$ ) ist:

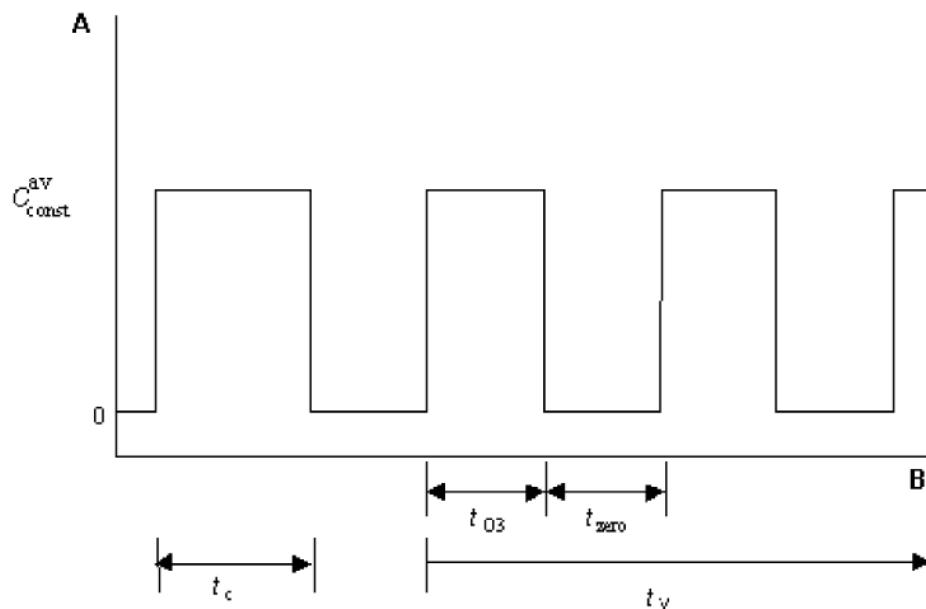
$$X_{av} = \frac{C_{const}^{av} - 2C_{var}^{av}}{C_{const}^{av}} * 100$$

Dabei ist:

$X_{av}$  der Mittelungseinfluss (%)

$C_{const}^{av}$  der Mittelwert von mindestens vier unabhängigen Messungen während der Zeitspanne der konstanten Konzentration

$C_{var}^{av}$  der Mittelwert von mindestens vier unabhängigen Messungen während der Zeitspanne der variablen Konzentration



#### Legende

A Konzentration  
B Zeit

Abbildung 77: Konzentrationsänderung für die Prüfung des Mittelungseinflusses

### Durchführung der Prüfung

Die Mittelungsprüfung wurde nach den Vorgaben der DIN EN 14625 durchgeführt. Zuerst wurde bei einer konstanten Prüfgaskonzentration der Mittelwert gebildet. Danach wurde mit Hilfe eines Dreizegeventils im 45 s Takt zwischen Null und Prüfgas hin und her geschaltet. Über die Zeit der wechselnden Prüfgasaufgabe wurde ebenfalls der Mittelwert gebildet.

### Auswertung

In der Prüfung wurden folgende Mittelwerte ermittelt:

Konstanter Mittelwert		Variabler Mittelwert	
Gerät 1 (188)	205,4 ppb	Gerät 1 (188)	101,9 ppb
Gerät 2 (208)	203,6 ppb	Gerät 2 (208)	99,3 ppb

Daraus ergeben sich folgende Mittelungseinflüsse:

Gerät 1 (188): 0,8 %

Gerät 2 (208): 2,5 %

## Bewertung

Das Leistungskriterium der DIN EN 14625 wird in vollem Umfang eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

*Tabelle 252: Einzelwerte der Mittelungsprüfung nach DIN EN 14625*

	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
<b>Messung (const)</b>	<b>[ppb]</b>	<b>[ppb]</b>
Messung 1	205,4	203,7
Messung 2	205,4	203,7
Messung 3	205,4	203,5
Messung 4	205,4	203,5
<b>Mittelwert C (const)</b>	<b>205,4</b>	<b>203,6</b>
<b>Messung (var)</b>	<b>[ppb]</b>	<b>[ppb]</b>
conz. fallend	100,8	87,5
conz. steigend	110,7	158,4
conz. fallend	69,6	22,1
conz. steigend	137,3	171,7
conz. fallend	43,2	23,0
conz. steigend	160,4	160,2
conz. fallend	23,8	43,1
conz. steigend	169,2	128,2
<b>Mittelwert C (var)</b>	<b>101,9</b>	<b>99,3</b>
<b>Mittlungsfehler X av [%]</b>	<b>0,8</b>	<b>2,5</b>
erlaubter Fehler	7%	7%
Status	bestanden	bestanden

## **D [O<sub>3</sub>] 8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang**

*Differenz Proben-/Kalibriereingang ≤ 1,0 %*

### **Prüfvorschriften**

Falls das Messgerät über verschiedene Eingänge für Proben- und Prüfgas verfügt, ist die Differenz des Messsignals bei Aufgabe der Proben über den Proben- oder Kalibriereingang zu prüfen. Hierzu wird Prüfgas mit der Konzentration von 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches über den Probeneingang auf das Messgerät aufgegeben. Die Prüfung besteht aus einer unabhängigen Messung, gefolgt von zwei Einzelmessungen. Nach einer Zeitspanne von mindestens vier Einstellzeiten wird die Prüfung unter Verwendung des Kalibriereingangs wiederholt. Die Differenz wird folgendermaßen berechnet:

$$D_{SC} = \frac{x_s - x_c}{c_t} \times 100$$

Dabei ist

- $D_{SC}$  die Differenz Proben-/Kalibriereingang
- $x_s$  der Mittelwert der Messungen über den Probeneingang
- $x_c$  der Mittelwert der Messungen über den Kalibriereingang
- $c_t$  die Konzentration des Prüfgases

$D_{SC}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

### **Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde nach den Vorgaben der DIN EN 14625 durchgeführt. Bei der Prüfgasaufgabe wurde der Weg des Gases mit Hilfe eines Drei-Wege-Ventils zwischen Sample und Spangaseingang umgeschaltet.

### **Auswertung**

Bei der Prüfung wurden folgende Differenzen zwischen Proben und Kalibriergaseingang ermittelt:

Gerät 1 (188): 0,02 %

Gerät 2 (208): 0,01 %

### **Bewertung**

Das Leistungskriterium der DIN EN 14625 wird in vollem Umfang eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind Tabelle 253 zu entnehmen.

*Tabelle 253: Einzelwerte der Prüfung der Differenz zwischen Proben und Kalibriergaseingang*

Datum	Zeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[ppb]	[ppb]
Prüfgas am Probengaseingang			
10.07.2008	15:30 - 15:35	200,1	201,2
10.07.2008	15:40 - 15:45	200,4	201,2
10.07.2008	15:50 - 15:55	200,3	201,4
Mittelwert		200,3	201,3
Prüfgas am Prüfgaseingang			
10.07.2008	15:35 - 15:40	200,2	201,1
10.07.2008	15:45 - 15:50	200,1	201,4
10.07.2008	15:55 - 15:30	200,1	201,0
Mittelwert		200,1	201,2

## **D [O<sub>3</sub>] 8.5 Bestimmung der Leistungskenngrößen bei der Feldprüfung**

Die Bestimmung der Leistungskenngrößen im Feld als Teil der Eignungsprüfung ist von einer benannten Stelle durchzuführen. Die Qualität der in den beschriebenen Prüfverfahren eingesetzten Materialien und der Ausrüstung muss die Anforderungen der DIN EN 14625 erfüllen.

Bei der Prüfung im Feld werden zwei Messgeräte über eine Zeitspanne von 3 Monaten hinsichtlich Verfügbarkeit (Kontrollintervall), Vergleichpräzision im Feld und Langzeitdrift geprüft. Die Messgeräte werden parallel an ein und derselben Probenahmestelle an einer ausgewählten Messstation unter spezifischen Außenluftbedingungen betrieben.

### **Auswahl der Messstation**

Die Auswahl der Messstation beruht auf folgenden Kriterien:

Ort:

- periurbane oder ländliche Station
- Einrichtung der Messstation
- ausreichende Kapazität des Probengasverteilers
- genügend Platz, um zwei Messgeräte mit Prüfgasen und/oder Kalibriereinrichtungen unterzubringen
- Kontrolle der Umgebungstemperatur der Messgeräte bei 20 °C ± 4 °C mit Temperatureinzeichnung
- stabile elektrische Spannung.

Weitere mögliche Kriterien:

- Telemetrie/Telefoneinrichtung zur Fernüberwachung der Einrichtung
- Zugänglichkeit

### **Betriebsanforderungen**

Nach dem Einbau der Messgeräte in der Messstation ist deren korrekter Betrieb zu prüfen. Dies umfasst unter anderem den korrekten Anschluss am Probengasverteiler, Probengasflüsse, richtige Temperaturen zum Beispiel der Reaktionskammern, Signal gegenüber Null- und Spangas, Datenübertragung und andere Punkte, die von der benannten Stelle als notwendig beurteilt werden.

Nach Feststellung des korrekten Betriebs werden die Messgeräte auf Null abgeglichen und bei einem Wert von etwa 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches kalibriert.

Während der 3-Monats-Zeitspanne müssen die Anforderungen des Geräteherstellers hinsichtlich der Wartung erfüllt werden.

Messungen mit Null- und Spangas sind alle 2 Wochen durchzuführen. Die Konzentration  $c_t$  des Spangases muss etwa 90 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches betragen. Bei Null und dem Konzentrationsniveau  $c_t$  werden eine unabhängige Messung und danach vier Einzelmessungen durchgeführt und die Messergebnisse aufgezeichnet.

Um die Verunreinigung des Filters bei der Bestimmung der Drift des Messgerätes auszuschließen, werden Null- und Spangas ohne Passage durch das Filter auf das Messgerät aufgegeben.

Um zu vermeiden, dass die Filterbelegung die Ergebnisse des Vergleichs der beiden Messgeräte beeinflusst, und um sicherzustellen, dass die Filterbelegung nicht die Qualität der Messdaten beeinträchtigt, ist das Filter direkt vor jeder zweiwöchentlichen Kalibrierung auszuwechseln. Filter, die bereits im Labor mit NO/NO<sub>2</sub> -Gasmischungen konditioniert wurden, sind zu verwenden.

Während der Prüfzeitspanne von drei Monaten dürfen an den Messgeräten keine Null- und Spangaseinstellungen durchgeführt werden, da dies die Bestimmung der Langzeitdrift beeinflussen würde. Die Messdaten des Messgerätes dürfen unter Annahme einer linearen Drift seit der letzten Null- und Spanprüfung nur mathematisch korrigiert werden.

Falls das Gerät über eine Autoskalierungs- oder Selbstkorrekturfunktion verfügt, kann diese während der Feldprüfung außer Funktion gesetzt werden. Die Größe der Eigenkorrektur muss für das Prüflabor verfügbar sein. Die Größen der Auto-Null und der Auto-Drift-Korrekturen über das Kontrollintervall (Langzeitdrift) unterliegen den gleichen Einschränkungen, wie sie in den Leistungskenngrößen festgelegt sind.



## D [O<sub>3</sub>] 8.5.4 Langzeitdrift

*Langzeitdrift bei null  $\leq 5,0$  nmol/mol (entspricht 5 ppb)*

*Langzeitdrift beim Spannniveau  $\leq 5$  % des Zertifizierungsbereiches (entspricht 12,5 ppb bei einem Messbereich von 0 bis 250 ppb)*

### Prüfvorschriften

Nach jeder zweiwöchigen Kalibrierung ist die Drift der in der Prüfung befindlichen Messgeräte bei null und beim Spannniveau entsprechend den in diesem Abschnitt angegebenen Verfahren zu berechnen. Falls die Drift im Vergleich zur Anfangskalibrierung eine der Leistungskenngrößen bezüglich der Drift bei null oder beim Spannniveau erreicht, ergibt sich das Kontrollintervall als Anzahl der Wochen bis zur Feststellung der Überschreitung minus 2 Wochen. Für weitere (Unsicherheits-)Berechnungen sind für die Langzeitdrift die Werte für die Null- und Spandrift über die Zeitspanne des Kontrollintervalls zu verwenden.

Zu Beginn der Driftzeitspanne werden direkt nach der Kalibrierung fünf Einzelmessungen beim Null- und Spannniveau durchgeführt (nach einer Wartezeit, die einer unabhängigen Messung entspricht).

Die Langzeitdrift wird folgendermaßen berechnet:

$$D_{L,Z} = (C_{Z,2} - C_{Z,1})$$

Dabei ist:

$D_{L,Z}$  die Drift bei Null

$C_{Z,1}$  der Mittelwert der Messungen bei null zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{Z,2}$  der Mittelwert der Nullgasmessung am Ende der Driftzeitspanne

$D_{L,Z}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

$$D_{L,S} = \frac{(C_{S,2} - C_{S,1}) - D_{L,Z}}{C_{S,1}} * 100$$

Dabei ist:

$D_{L,S}$  die Drift bei der Span-Konzentration

$C_{S,1}$  der Mittelwert der Messungen beim Spannniveau zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{S,2}$  der Mittelwert der Messungen beim Spannniveau am Ende der Driftzeitspanne

$D_{L,S}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

## Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde so durchgeführt, dass alle 2 Wochen Prüfgas aufgegeben wurde. In Tabelle 254 und Tabelle 255 sind die gefundenen Messwerte der zweiwöchentlichen Prüfungsaufgaben angegeben.

## Auswertung

*Tabelle 254: Ergebnisse der Langzeitdrift am Nullpunkt Komponente O<sub>3</sub>*

		Gerät 1 (188) [ppb]	Gerät 2 (208) [ppb]
C <sub>Z,1</sub>	25.08.2008	0,16	-0,12
C <sub>Z,2</sub>	08.09.2008	-0,1	0,1
D <sub>L,Z</sub>	<b>08.09.2008</b>	<b>-0,26</b>	<b>0,22</b>
C <sub>Z,2</sub>	22.09.2008	0	-0,7
D <sub>L,Z</sub>	<b>22.09.2008</b>	<b>-0,16</b>	<b>-0,58</b>
C <sub>Z,2</sub>	06.10.2008	0,2	0
D <sub>L,Z</sub>	<b>06.10.2008</b>	<b>0,04</b>	<b>0,12</b>
C <sub>Z,2</sub>	20.10.2008	0,6	-0,3
D <sub>L,Z</sub>	<b>20.10.2008</b>	<b>0,44</b>	<b>-0,18</b>
C <sub>Z,2</sub>	03.11.2008	0	-0,4
D <sub>L,Z</sub>	<b>03.11.2008</b>	<b>-0,16</b>	<b>-0,28</b>
C <sub>Z,2</sub>	17.11.2008	0,1	0,2
D <sub>L,Z</sub>	<b>17.11.2008</b>	<b>-0,06</b>	<b>0,32</b>
C <sub>Z,2</sub>	10.12.2008	0,1	0,3
D <sub>L,Z</sub>	<b>10.12.2008</b>	<b>-0,06</b>	<b>0,42</b>

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 399 von 910

*Tabelle 255: Ergebnisse der Langzeitdrift am Spannpunkt Komponente O<sub>3</sub>*

	Gerät 1 (188) [ppb]	Gerät 2 (208) [ppb]
C <sub>S,1</sub> 25.08.2008	200,4	200,8
C <sub>S,2</sub> 08.09.2008	201,4	202,1
<b>D<sub>L,S</sub> 08.09.2008</b>	<b>0,63%</b>	<b>0,56%</b>
C <sub>S,2</sub> 22.09.2008	201,9	201,4
<b>D<sub>L,S</sub> 22.09.2008</b>	<b>0,83%</b>	<b>0,61%</b>
C <sub>S,2</sub> 06.10.2008	201,0	200,3
<b>D<sub>L,S</sub> 06.10.2008</b>	<b>0,28%</b>	<b>-0,29%</b>
C <sub>S,2</sub> 20.10.2008	202,6	204,1
<b>D<sub>L,S</sub> 20.10.2008</b>	<b>0,88%</b>	<b>1,75%</b>
C <sub>S,2</sub> 03.11.2008	201,1	203,4
<b>D<sub>L,S</sub> 03.11.2008</b>	<b>0,43%</b>	<b>1,45%</b>
C <sub>S,2</sub> 17.11.2008	203,4	202,8
<b>D<sub>L,S</sub> 17.11.2008</b>	<b>1,53%</b>	<b>0,86%</b>
C <sub>S,2</sub> 10.12.2008	202,4	202,4
<b>D<sub>L,S</sub> 10.12.2008</b>	<b>1,03%</b>	<b>0,61%</b>

## Bewertung

Es ergeben sich Langzeitdriften der Komponente NO von maximal 0,44 ppb am Nullpunkt und 1,53 % des Zertifizierungsbereiches für Gerät 1 (188) und von maximal -0,57 ppb am Nullpunkt und 1,75 % des Zertifizierungsbereiches am Referenzpunkt für Gerät 2 (208).

Das Leistungskriterium nach DIN EN 14625 wird erfüllt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

*Tabelle 256: Einzelwerte der Prüfung zur Langzeitdrift nach DIN EN 14625*

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	[hh:mm]	[ppb]	[ppb]	[hh:mm]	[ppb]	[ppb]
25.08.2008	10:05	0,2	-0,1	13:24	200,1	201,0
25.08.2008	10:07	0,2	-0,2	13:26	200,5	200,8
25.08.2008	10:09	0	-0,2	13:28	200,6	200,6
25.08.2008	10:11	0,2	0	13:30	200,4	200,8
25.08.2008	10:13	0,2	-0,1	13:32	200,4	200,6
<b>Mittelwert</b>		<b>0,16</b>	<b>-0,12</b>		<b>200,4</b>	<b>200,8</b>
08.09.2008	09:55	-0,1	0,1	12:15	201,4	202,1
22.09.2008	11:25	0	-0,7	12:40	201,9	201,4
06.10.2008	15:25	0,2	0	16:40	201,0	200,3
20.10.2008	12:15	0,6	-0,3	13:30	202,6	204,1
03.11.2008	12:15	0	-0,4	13:30	201,1	203,4
17.11.2008	11:10	0,1	0,2	12:25	203,4	202,8
10.12.2008	12:10	0,1	0,3	13:25	202,4	202,4

## D [O<sub>3</sub>] 8.5.5 Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen

*Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen  $\leq 5$  % des Mittels über eine Zeitspanne von 3 Monaten.*

### Prüfvorschriften

Die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen wird aus den während der dreimonatigen Zeitspanne stündlich gemittelten Messwerten berechnet.

Die Differenz  $d_f$  für jede i-te Parallelmessung ist:

$$d_{f,i} = (x_{1,f})_i - (x_{2,f})_i$$

Dabei ist:

$d_{f,i}$  die i-te Differenz einer Parallelmessung

$(x_{1,f})_i$  das i-te Messergebnis von Messgerät 1

$(x_{2,f})_i$  das i-te Messergebnis von Messgerät 2 zu selben Zeit wie Messgerät 1

Die Vergleichsstandardabweichung (unter Feldbedingungen) ist:

$$s_{r,f} = \frac{\left( \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_{f,i}^2}{2n}} \right)}{av} \times 100$$

Dabei ist:

$s_{r,f}$  die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen (%)

$n$  die Anzahl der Parallelmessungen

$av$  der Mittelwert in der Feldprüfung

$d_{f,i}$  die i-te Differenz einer Parallelmessung

Die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen,  $s_{rf}$ , muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

### Durchführung der Prüfung

Aus den während der Feldprüfung stündlich gemittelten Werten, wurde die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen mit Hilfe der oben genannten Formeln ermittelt.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 401 von 910

## Auswertung

*Tabelle 257: Bestimmung der Vergleichsstandardabweichung auf Basis aller Daten aus dem Feldtest*

Vergleichsstandardabweichung im Feldtest				
Stichprobenumfang	n	=	2568	
Mittelwert beider Geräte		=	11,62	ppb
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	sd	=	0,380	
<b>Vergleichsstandardabweichung (%)</b>	<b>Sr,f</b>	<b>=</b>	<b>3,27</b>	<b>%</b>

Es ergibt sich eine Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen von 3,27 % des Mittelwertes.

## Bewertung

Die Anforderungen der DIN EN 14625 werden eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich

## **D [O<sub>3</sub>] 8.5.6 Kontrollintervall**

*Wartungsintervall mindestens 14 Tage*

### **Prüfvorschriften**

Das Kontrollintervall ist die Zeitspanne, in der die Drift innerhalb des Leistungskriteriums für die Langzeitdrift liegt, sofern nicht der Gerätehersteller eine kürzere Zeitspanne festlegt. Falls eines der Messgeräte während der Feldprüfung Fehlfunktionen aufweist, ist die Feldprüfung neu zu starten, um festzustellen, ob die Fehlfunktion zufällig war oder auf einen Gerätefehler zurückzuführen ist.

### **Durchführung der Prüfung**

Das Leistungskriterium der Langzeitdrift (Punkt 8.5.4) wurde während des 3-monatigen Feldtestes nicht überschritten. Allerdings wurde der Geräteinterne Teflonfilter monatlich gewechselt.

### **Auswertung**

Aufgrund der Daten aus der Langzeitdriftuntersuchung und den monatlich durchgeführten Wartungsarbeiten ergibt sich ein Kontrollintervall von 4 Wochen.

### **Bewertung**

Die geforderten Leistungsanforderungen werden eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht notwendig

## D [O<sub>3</sub>] 8.5.7 Verfügbarkeit

*Verfügbarkeit des Messgerätes > 90 %.*

### Prüfvorschriften

Der korrekte Betrieb des Messgerätes ist mindestens alle 14 Tage zu prüfen. Es wird empfohlen, diese Prüfung während der ersten 14 Tage täglich durchzuführen. Diese Prüfungen beinhalten die Plausibilitätsprüfung der Messwerte, sofern verfügbar, Statussignale und andere relevante Parameter. Zeitpunkt, Dauer und Art von Fehlfunktionen sind zu registrieren.

Die für die Berechnung der Verfügbarkeit zu berücksichtigende Zeitspanne ist diejenige Zeitspanne in der Feldprüfung, während der valide Messdaten für die Außenluftkonzentrationen gewonnen werden. Dabei darf die für Kalibrierungen, Konditionierung der Probengasleitung, Filter und Wartungsarbeiten aufgewendete Zeit nicht einbezogen werden.

Die Verfügbarkeit des Messgerätes ist:

$$A_a = \frac{t_u}{t_t} * 100$$

Dabei ist:

$A_a$  die Verfügbarkeit des Messgerätes (%)

$t_u$  die gesamte Zeitspanne mit validen Messwerten

$t_t$  die gesamte Zeitspanne der Feldprüfung, abzüglich der Zeit für Kalibrierung und Wartung

$t_u$  und  $t_t$  müssen in den gleichen Einheiten angegeben werden.

Die Verfügbarkeit muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

### Durchführung der Prüfung

Aus der Gesamtzeit des Feldtests und den dabei aufgetretenen Ausfallzeiten wurde die Verfügbarkeit mit Hilfe der oben genannten Formel berechnet.

### Auswertung

Die während des Feldtestes aufgetretenen Ausfallzeiten sind in Tabelle 258 aufgelistet.

*Tabelle 258: Ausfallzeiten während des Feldtests*

			Gerät 1253	Gerät 1257
Gesamtzeit	$t_t$	h	2568	2568
Kalibrierung/Wartung	--	h	94,5	94,5
Einsatzzeit	$t_u$	h	2473,5	2473,5
Verfügbarkeit	$A_a$	%	96,3 %	96,3 %

Die Kalibrierzeiten ergeben sich aus den täglichen Prüfgasaufgaben zur Bestimmung des Driftverhaltens und des Wartungsintervalls. Die Wartungszeit resultiert aus den Zeiten, die zum Austausch der geräteinternen Teflonfilter im Probengasweg benötigt wurden.

### **Bewertung**

Die Verfügbarkeit beträgt 96,3 %, somit ist die Mindestanforderung erfüllt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.



## **Eignungsanerkennung nach DIN EN 14625 für die Komponente O<sub>3</sub>**

*Die Eignungsanerkennung des Messgerätes besteht aus folgenden Schritten:*

- 1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle 1 angegebene Kriterium erfüllen (siehe 8.2 in DIN EN 14625).*
- 2) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Laborprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das in der Richtlinie 2002/3/EG angegebene Kriterium. Dieses Kriterium ist die maximal zulässige Unsicherheit von Einzelmessungen für kontinuierliche Messungen beim 1-Stunden-Mittelwert der Alarmschwelle. Die relevanten spezifischen Leistungskenngrößen und das Berechnungsverfahren sind im Anhang G der DIN EN 14625 angegeben.*
- 3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle 1 angegebene Kriterium erfüllen (siehe 8.2 in DIN EN 14625).*
- 4) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Labor- und Feldprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das in der Richtlinie 2002/3/EG angegebene Kriterium. Dieses Kriterium ist die maximal zulässige Unsicherheit von Einzelmessungen für kontinuierliche Messungen beim 1-Stunden-Mittelwert der Alarmschwelle. Die relevanten spezifischen Leistungskenngrößen und das Berechnungsverfahren sind im Anhang G der DIN EN 14625 angegeben.*

## **Prüfvorschriften**

Berechnung nach Anhang G der DIN EN 14625

## **Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde nach DIN EN 14625 durchgeführt. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang D aufgeführt. Am Ende der Prüfung wurden die nötigen Unsicherheiten mit den während der Prüfung erhaltenen Werten ausgerechnet.

## **Auswertung**

- Zu 1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngrößen erfüllt das in Tabelle 1 der DIN EN 14625 angegebene Kriterium.
- Zu 2) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Laborprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das geforderte Kriterium.
- Zu 3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Kenngröße erfüllt das in Tabelle 1 der DIN EN 14625 angegebene Kriterium.
- Zu 4) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Labor- und Feldprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das geforderte Kriterium.

## **Bewertung**

Die Mindestanforderungen werden eingehalten. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang D aufgeführt.

Mindestanforderungen erfüllt? Ja

## **Umfassende Darstellung**

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang D aufgeführt.

Die Ergebnisse zu den Punkten 1 und 3 sind in Tabelle 259 zusammengefasst.

Die Ergebnisse zu Punkt 2 sind in Tabelle 260 und Tabelle 262 zu finden.

Die Ergebnisse zu Punkt 4 sind in Tabelle 261 und Tabelle 263 zu finden.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 407 von 910

*Tabelle 259: Leistungsanforderungen nach DIN EN 14625 für die Komponente O<sub>3</sub>*

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	ein- gehal- ten	Seite
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei null	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol}$	S <sub>r</sub> Gerät 188: 0,1 ppb S <sub>r</sub> Gerät 208: 0,1 ppb	Ja	372
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei der Konzentration ct	$\leq 3,0 \text{ nmol/mol}$	S <sub>r</sub> Gerät 188: 1,0 ppb S <sub>r</sub> Gerät 208: 0,9 ppb	Ja	372
8.4.6 „lack of fit“ (Abweichung von der linearen Regression)	Größte Abweichung von der linearen Regressionsfunktion bei Konzentration größer als null $\leq 4$ % des Messwertes  Abweichung bei null $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$	X <sub>i,z</sub> Gerät 188: NP 0,1 ppb X <sub>i</sub> Gerät 188: RP 0,5 % X <sub>i,z</sub> Gerät 208: NP 0,1 ppb X <sub>i</sub> Gerät 208: RP 1,4 %	Ja	375
8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes	$\leq 2,0 \text{ nmol/mol/kPa}$	b <sub>gp</sub> Gerät 188: 0,01 b <sub>gp</sub> Gerät 208: 0,01	Ja	381
8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengas-temperatur	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol/K}$	b <sub>gt</sub> Gerät 188: 0,022 ppb b <sub>gt</sub> Gerät 208: 0,004 ppb	Ja	383
8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungs-temperatur	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol/K}$	b <sub>st</sub> Gerät 188: 0,11 ppb b <sub>st</sub> Gerät 208: 0,09 ppb	Ja	385
8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol/V}$	b <sub>v</sub> Gerät 188: NP 0,02 ppb b <sub>v</sub> Gerät 208: RP 0,05 ppb	Ja	389
8.4.11 Störkomponenten bei null und der Konzentration ct	H <sub>2</sub> O $\leq 10 \text{ nmol/mol}$ Toluol $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$ Xylol $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$	H <sub>2</sub> O Gerät 188: NP 0,1 ppb / RP 1,0 ppb Gerät 208: NP 0,2 ppb / RP 0,4 ppb Toluol Gerät 188: NP 0,1 ppb / RP 1,5 ppb Gerät 208: NP 0,1 ppb / RP 1,3 ppb Xylol Gerät 188: NP 0,2 ppb / RP 0,4 ppb Gerät 208: NP 0,1 ppb / RP 1,0 ppb	Ja	391
8.4.12 Mittelungseinfluss	$\leq 7,0$ % des Messwertes	X <sub>av</sub> Gerät 188: 0,8 % X <sub>av</sub> Gerät 208: 2,5 %	Ja	394
8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang	$\leq 1,0$ %	D <sub>SC</sub> Gerät 188: 0,02 D <sub>SC</sub> Gerät 208: 0,01	Ja	397

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.3 Einstellzeit (Anstieg)	$\leq 180$ s	$t_r$ Gerät 188: max. 43 s $t_r$ Gerät 208: max. 43 s	Ja	366
8.4.3 Einstellzeit (Abfall)	$\leq 180$ s	$t_f$ Gerät 188: max. 40 s $t_f$ Gerät 208: max. 41 s	Ja	366
8.4.3 Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit	$\leq 10$ % relative Differenz oder 10 s, je nachdem, welcher Wert größer ist	$t_d$ Gerät 188: 8,3 % oder 5 s $t_d$ Gerät 208: 3,8 % oder 5 s	Ja	397
8.5.6 Kontrollintervall	3 Monate oder weniger, falls der Hersteller eine kürzere Zeitspanne angibt, aber nicht weniger als 2 Wochen	Gerät 188: 4 Wochen Gerät 208: 4 Wochen	Ja	406
8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes	$> 90$ %	$A_a$ Gerät 188: 96 % $A_a$ Gerät 208: 96 %	Ja	407
8.5.5 Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen	$\leq 5,0$ % des Mittels über einen Zeitraum von drei Monaten	$S_{r,f}$ Gerät 188: 3,27 % $S_{r,f}$ Gerät 208: 3,27 %	Ja	404
8.5.4 Langzeitdrift bei null	$\leq 5,0$ nmol/mol	$D_{l,z}$ Gerät 188: 0,43 ppb $D_{l,z}$ Gerät 208: -0,57 ppb	Ja	401
8.5.4 Langzeitdrift beim Spanniveau	$\leq 5,0$ % des Maximums des Zertifizierungsbereiches	$D_{l,s}$ Gerät 188: max. 1,53 % $D_{l,s}$ Gerät 208: max. 1,75 %	Ja	401
8.4.4 Kurzzeitdrift bei null	$\leq 2,0$ nmol/mol über 12 h	$D_{s,z}$ Gerät 188: 0,0 ppb $D_{s,z}$ Gerät 208: 0,0 ppb	Ja	369
8.4.4 Kurzzeitdrift beim Spanniveau	$\leq 6,0$ nmol/mol über 12 h	$D_{s,s}$ Gerät 188: -0,5 ppb $D_{s,s}$ Gerät 208: -0,9 ppb	ja	369

**Tabelle 260: Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung nach DIN EN 14625 (Komponente O<sub>3</sub>) für Gerät 188**

Messgerät:		Airpointer		Seriennummer:		Gerät 1 (188)	
Messkomponente:		O3		1h-Grenzwert Alarmschwelle:		120 nmol/mol	
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	1,0 nmol/mol	0,100	u <sub>r,z</sub>	0,01	0,0001	
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	3,0 nmol/mol	1,000	u <sub>r,jv</sub>	0,11	0,0115	
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	4,0% des Messwertes	0,500	u <sub>l,jv</sub>	0,35	0,1200	
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	2,0 nmol/mol/kPa	0,010	u <sub>gp</sub>	0,11	0,0131	
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	1,0 nmol/mol/K	0,022	u <sub>gt</sub>	0,23	0,0523	
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	1,0 nmol/mol/K	0,110	u <sub>st</sub>	0,38	0,1452	
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	0,30 nmol/mol/V	0,020	u <sub>v</sub>	0,24	0,0588	
8a	Störkomponente H20 mit 21 mmol/mol	10 nmol/mol	0,447	u <sub>H2O</sub>	0,30	0,0912	
8b	Störkomponente Toluol mit 0,5 µmol/mol	5,0 nmol/mol	1,470	u <sub>int,pos</sub> oder u <sub>int,neg</sub>	1,08	1,1652	
8c	Störkomponente Xylol mit 0,5 µmol/mol	5,0 nmol/mol	0,399				
9	Mittelungsfehler	7,0% des Messwertes	0,800	u <sub>av</sub>	0,55	0,3072	
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	1,0%	0,020	u <sub>Dsc</sub>	0,01	0,0002	
23	Unsicherheit Prüfgas	3,0%	2,000	ucg	1,20	1,4400	
		Kombinierte Standardunsicherheit		u <sub>c</sub>		1,8452	nmol/mol
		Erweiterte Unsicherheit		U <sub>c</sub>		3,6904	nmol/mol
		Relative erweiterte Unsicherheit		U <sub>c,rel</sub>		3,08	%
		Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit		U <sub>req,rel</sub>		15	%

**Tabelle 261**    *Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfungen nach DIN EN 14625 (Komponente O<sub>3</sub>) für Gerät 188*

Messgerät: Airpointer		Seriennummer: Gerät 1 (188)				
Messkomponente: O <sub>3</sub>		1h-Grenzwert Alarmschwelle: 120 nmol/mol				
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	1,0 nmol/mol	0,100	u <sub>r,z</sub>	0,01	0,0001
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	3,0 nmol/mol	1,000	u <sub>r,l,v</sub>	nicht berücksichtigt, da u <sub>r,l,v</sub> = 0,1 < u <sub>r,f</sub>	-
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	4,0% des Messwertes	0,500	u <sub>l,l,v</sub>	0,35	0,1200
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	2,0 nmol/mol/kPa	0,010	u <sub>gp</sub>	0,11	0,0131
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	1,0 nmol/mol/K	0,022	u <sub>gt</sub>	0,23	0,0523
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	1,0 nmol/mol/K	0,110	u <sub>gt</sub>	0,38	0,1452
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	0,30 nmol/mol/V	0,020	u <sub>v</sub>	0,24	0,0588
8a	Störkomponente H <sub>2</sub> O mit 21 mmol/mol	10 nmol/mol	0,447	u <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	0,30	0,0912
8b	Störkomponente Toluol mit 0,5 µmol/mol	5,0 nmol/mol	1,470	u <sub>int,pos</sub> oder u <sub>int,neg</sub>	1,08	1,1652
8c	Störkomponente Xylol mit 0,5 µmol/mol	5,0 nmol/mol	0,399			
9	Mittelungsfehler	7,0% des Messwertes	0,800	u <sub>av</sub>	0,55	0,3072
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	5,0% des Mittels über 3 Mon.	3,270	u <sub>r,f</sub>	3,92	15,3978
11	Langzeitdrift bei Null	5,0 nmol/mol	0,430	u <sub>d,l,z</sub>	0,25	0,0616
12	Langzeitdrift beim 1h-Grenzwert	5,0% des Max. des Zert.bereichs	1,530	u <sub>d,l,v</sub>	1,06	1,1236
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	1,0%	0,020	u <sub>disc</sub>	0,01	0,0002
23	Unsicherheit Prüfgas	3,0%	2,000	u <sub>cg</sub>	1,20	1,4400
Kombinierte Standardunsicherheit				u <sub>c</sub>		4,4695 nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U <sub>c</sub>		8,9390 nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				U <sub>c,rel</sub>		7,45 %
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				U <sub>req,rel</sub>		15 %

**Tabelle 262:** *Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung nach DIN EN 14625 (Komponente O<sub>3</sub>) für Gerät 208*

Messgerät:		Airpointer		Seriennummer:		Gerät 2 (208)	
Messkomponente:		O3		1h-Grenzwert Alarmschwelle:		120 nmol/mol	
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	1,0 nmol/mol	0,100	u <sub>r,z</sub>	0,01	0,0001	
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	3,0 nmol/mol	0,900	u <sub>r,lv</sub>	0,10	0,0095	
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	4,0% des Messwertes	1,400	u <sub>l,lv</sub>	0,97	0,9408	
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	2,0 nmol/mol/kPa	0,010	u <sub>gp</sub>	0,11	0,0130	
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	1,0 nmol/mol/K	0,004	u <sub>gt</sub>	0,04	0,0017	
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	1,0 nmol/mol/K	0,090	u <sub>st</sub>	0,31	0,0972	
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	0,30 nmol/mol/V	0,050	u <sub>v</sub>	0,61	0,3675	
8a	Störkomponente H20 mit 21 mmol/mol	10 nmol/mol	1,122	u <sub>H2O</sub>	0,76	0,5738	
8b	Störkomponente Toluol mit 0,5 µmol/mol	5,0 nmol/mol	1,285	u <sub>int,pos</sub> oder u <sub>int, neg</sub>	1,32	1,7294	
8c	Störkomponente Xylol mit 0,5 µmol/mol	5,0 nmol/mol	0,993				
9	Mittelungsfehler	7,0% des Messwertes	2,500	u <sub>av</sub>	1,73	3,0000	
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	1,0%	0,010	u <sub>Dsc</sub>	0,01	0,0000	
23	Unsicherheit Prüfgas	3,0%	2,000	0	1,20	1,4400	
		Kombinierte Standardunsicherheit		u <sub>c</sub>		2,8589	nmol/mol
		Erweiterte Unsicherheit		U <sub>c</sub>		5,7177	nmol/mol
		Relative erweiterte Unsicherheit		U <sub>c,rel</sub>		4,76	%
		Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit		U <sub>req,rel</sub>		15	%

**Tabelle 263** *Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfungen nach DIN EN 14625 (Komponente O<sub>3</sub>) für Gerät 208*

Messgerät:	Airpointer	Seriennummer:	Gerät 2 (208)					
Messkomponente:	O3	1h-Grenzwert Alarmschwelle:	120 nmol/mol					
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit		
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	1,0 nmol/mol	0,100	u <sub>r,z</sub>	0,01	0,0001		
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	3,0 nmol/mol	0,900	u <sub>r,l,v</sub>	nicht berücksichtigt, da u <sub>r,l,v</sub> = 0,09 < u <sub>r,f</sub>	-		
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	4,0% des Messwertes	1,400	u <sub>i,l,v</sub>	0,97	0,9408		
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	2,0 nmol/mol/kPa	0,010	u <sub>gp</sub>	0,11	0,0130		
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	1,0 nmol/mol/K	0,004	u <sub>gt</sub>	0,04	0,0017		
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	1,0 nmol/mol/K	0,090	u <sub>st</sub>	0,31	0,0972		
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	0,30 nmol/mol/V	0,050	u <sub>v</sub>	0,61	0,3675		
8a	Störkomponente H20 mit 21 mmol/mol	10 nmol/mol	1,122	u <sub>H2O</sub>	0,76	0,5738		
8b	Störkomponente Toluol mit 0,5 µmol/mol	5,0 nmol/mol	1,285	u <sub>int,pos</sub> oder u <sub>int,neg</sub>	1,32	1,7294		
8c	Störkomponente Xylol mit 0,5 µmol/mol	5,0 nmol/mol	0,993					
9	Mittelungsfehler	7,0% des Messwertes	2,500	u <sub>av</sub>	1,73	3,0000		
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	5,0% des Mittels über 3 Mon.	3,270	u <sub>r,f</sub>	3,92	15,3978		
11	Langzeitdrift bei Null	5,0 nmol/mol	-0,570	u <sub>d,l,z</sub>	-0,33	0,1083		
12	Langzeitdrift beim 1h-Grenzwert	5,0% des Max. des Zert.bereichs	1,750	u <sub>d,l,w</sub>	1,21	1,4700		
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	1,0%	0,010	u <sub>Dsc</sub>	0,01	0,0000		
23	Unsicherheit Prüfgas	3,0%	2,000	0	1,20	1,4400		
				Kombinierte Standardunsicherheit		u <sub>c</sub>	5,0139	nmol/mol
				Erweiterte Unsicherheit		U <sub>c</sub>	10,0279	nmol/mol
				Relative erweiterte Unsicherheit		U <sub>c,rel</sub>	8,36	%
				Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit		U <sub>req,rel</sub>	15	%



# Anhang E

## Prüfpunkte und Auswertung nach DIN EN 14626 für die Komponente CO

Zur besseren Übersichtlichkeit und Vergleichbarkeit mit den Mindestanforderungen orientiert sich die Nummerierung der Prüfpunkte im Anhang E an der Nummerierung der Verfahren zur Bestimmung der Leistungskenngrößen bei der Labor und Feldprüfung der DIN EN 14626.

## **E [CO]    8.4    Bestimmung der Leistungskenngrößen im Labor**

Die Bestimmung der Leistungskenngrößen im Labor als Teil der Eignungsprüfung ist von einer benannten Stelle durchzuführen. Die Qualität der bei den beschriebenen Prüfverfahren benutzten Materialien und der Ausrüstung muss die in diesem Dokument angegebenen Anforderungen erfüllen. Die Laborprüfung ist mit mindestens zwei Messgeräten durchzuführen.

### **Prüfbedingungen**

Vor Inbetriebnahme des Messgerätes ist die Betriebsanleitung des Herstellers insbesondere hinsichtlich der Aufstellung des Gerätes und der Qualität und Menge des erforderlichen Verbrauchsmaterials zu befolgen.

Vor Durchführung der Prüfungen ist die vom Hersteller festgelegte Einlaufzeit einzuhalten. Falls die Einlaufzeit nicht festgelegt ist, wird eine Mindestzeit von 4 h empfohlen.

Vor der Aufgabe von Prüfgasen auf das Messgerät muss das Prüfgassystem ausreichend lange betrieben worden sein, um stabile Konzentrationen liefern zu können.

Die meisten Messsysteme können das Ausgangssignal als fließenden Mittelwert einer einstellbaren Zeitspanne ausgeben. Einige Systeme passen diese Integrationszeit automatisch als Funktion der Frequenz der Konzentrationsschwankungen der gemessenen Komponente an. Diese Optionen werden typischerweise zur Glättung der Ausgabedaten verwendet. Es ist zu belegen, dass der eingestellte Wert für die Mittelungszeit oder die Verwendung eines aktiven Filters das Ergebnis der Prüfung der Mittelungszeit und der Einstellzeit nicht beeinflussen.

Während der Labor- und Feldprüfungen der Eignungsprüfung müssen die Geräteeinstellungen den Herstellerangaben entsprechen. Alle Einstellungen sind im Prüfbericht festzuhalten.

Zur Bestimmung der verschiedenen Leistungskenngrößen sind auf nationale Standards rückführbare Prüfgase zu verwenden, sofern in der DIN EN 14626 nichts anderes festgelegt ist.

Zur Bestimmung der verschiedenen Leistungskenngrößen sind auf nationale Standards rückführbare Prüfgase (Luft mit einer bestimmten CO-Konzentration) zu verwenden, sofern in diesem Dokument nichts anderes festgelegt ist. Die Unsicherheit der für die Labor- und Feldprüfungen verwendeten Null- und Spangase dürfen nicht signifikant sein.

Die TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH ist anerkannte Messstelle nach § 26 BImSchG und akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025.

Die Laborprüfung wurde nach den in der DIN EN 14626 vorgeschriebenen Qualitätsanforderungen mit 2 Messgeräten durchgeführt.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 415 von 910

*Tabelle 264: Relevante Leistungskenngrößen und Leistungskriterien der DIN EN 14626*

Nr.	Leistungskenngröße	Symbol	Abschnitt	Leistungskriterium
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	$S_{r,z}$	8.4.5	$\leq 1,0 \mu\text{mol/mol}$
2	Wiederholstandardabweichung bei der Konzentration ct	$S_{r,ct}$	8.4.5	$\leq 3,0 \mu\text{mol/mol}$
3	„lack of fit“ (Abweichung von der linearen Regression)		8.4.6	
3a	Größte Abweichung von der linearen Regressionsfunktion bei Konzentrationen größer Null	$X_l$		$\leq 4 \%$ des Messwertes
3b	Abweichung bei Null	$X_{l,z}$		$\leq 0,2 \mu\text{mol/mol}$
4	Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes	$b_{gp}$	8.4.7	$\leq 0,7 \mu\text{mol/mol/kPa}$
5	Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur	$b_{gt}$	8.4.8	$\leq 0,3 \mu\text{mol/mol/K}$
6	Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	$b_{st}$	8.4.9	$\leq 0,3 \mu\text{mol/mol/K}$
7	Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	$b_v$	8.4.10	$\leq 0,3 \mu\text{mol/mol/V}$
8	Störkomponenten bei Null und der Konzentration ct		8.4.11	
8a	H <sub>2</sub> O Konzentration 19mmol/mol	$X_{\text{H}_2\text{O},z,ct}$		H <sub>2</sub> O $\leq 1,0 \mu\text{mol/mol}$
8b	CO <sub>2</sub> Konzentration 500 $\mu\text{mol/mol}$	$X_{\text{CO}_2,z,ct}$		CO <sub>2</sub> $\leq 0,5 \mu\text{mol/mol}$
8c	NO Konzentration 1 $\mu\text{mol/mol}$	$X_{\text{NO},z,ct}$		NO $\leq 0,5 \mu\text{mol/mol}$
8d	N <sub>2</sub> O Konzentration 50 nmol/mol	$X_{\text{N}_2\text{O},z,ct}$		N <sub>2</sub> O $\leq 0,5 \mu\text{mol/mol}$
9	Mittelungseinfluss	$X_{av}$	8.4.12	$\leq 7,0 \%$ des Messwertes
10	Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen	$S_{r,f}$	8.5.5	$\leq 5,0 \%$ des Mittels über einen Zeitraum von 3 Monaten
11	Langzeitdrift bei Null	$D_{l,z}$	8.5.4	$\leq 0,5 \mu\text{mol/mol}$
12	Langzeitdrift beim Spannniveau	$D_{l,s}$	8.5.4	$\leq 5,0 \%$ des Maximums des Zertifizierungsbereiches
13	Kurzzeitdrift bei Null	$D_{s,z}$	8.4.4	$\leq 0,10 \mu\text{mol/mol}$ über 12 h
14	Kurzzeitdrift beim Spannniveau	$D_{s,s}$	8.4.4	$\leq 0,60 \mu\text{mol/mol}$ über 12 h
15	Einstellzeit (Anstieg)	$t_r$	8.4.3	$\leq 180 \text{ s}$
16	Einstellzeit (Abfall)	$t_f$	8.4.3	$\leq 180 \text{ s}$
17	Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit	$t_d$	8.4.3	$\leq 10 \%$ relative Differenz oder 10 s, je nachdem, welcher Wert größer ist
18	Differenz Proben/Kalibriereingang	$D_{sc}$	8.4.13	$\leq 1,0 \%$
19	Kontrollintervall		8.5.6	3 Monate oder weniger
20	Verfügbarkeit des Messgerätes	$A_a$	8.5.7	$> 90 \%$

**E [CO] 8.4.3 Einstellzeit**

*Einstellzeit (Anstieg) und Einstellzeit (Abfall) jeweils  $\leq 180$  s. Differenz zwischen Anstiegs- und Abfallzeit  $\leq 10$  % relative Differenz oder 10 s, je nachdem welcher Wert größer ist.*

**Prüfvorschriften**

Die Einstellzeit des Messgerätes muss bei dem vom Hersteller angegebenen Nennvolumen-durchfluss bestimmt werden.

Der Probendurchfluss ist dementsprechend der Anforderung nach 8.4.2 ( $\pm 1$  %) während der Prüfung konstant zu halten.

Zur Bestimmung der Einstellzeit wird die auf das Messgerät aufgegebene Konzentration sprunghaft von weniger als 20 % auf ungefähr 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches geändert, und umgekehrt (siehe Abbildung 78).

Der Wechsel von Null- auf Spangas muss unmittelbar unter Verwendung eines geeigneten Ventils durchgeführt werden. Der Ventilauslass muss direkt am Einlass des Messgerätes montiert sein und sowohl Null- als auch Spangas müssen mit dem gleichen Überschuss angeboten werden, der mit Hilfe eines T-Stücks abgeleitet wird. Die Gasdurchflüsse von Null- und Spangas müssen so gewählt werden, dass die Totzeit im Ventil und im T-Stück im Vergleich zur Totzeit des Messgerätes vernachlässigbar ist. Der sprunghafte Wechsel wird durch Umschalten des Ventils von Null- auf Spangas herbeigeführt. Dieser Vorgang muss zeitlich abgestimmt sein und ist der Startpunkt ( $t=0$ ) für die Totzeit (Anstieg) nach Abbildung 68. Wenn das Gerät 98 % der aufgegebenen Konzentration anzeigt, kann wieder auf Nullgas umgestellt werden und dieser Vorgang ist der Startpunkt ( $t=0$ ) für die Totzeit (Abfall). Wenn das Gerät 2 % der aufgegebenen Konzentration anzeigt, ist der in Abbildung 68 gezeigte Zyklus vollständig abgelaufen.

Die zwischen dem Beginn der sprunghaften Änderung und dem Erreichen von 90 % der endgültigen stabilen Anzeige des Messgerätes vergangene Zeit (Einstellzeit) wird gemessen. Der gesamte Zyklus muss viermal wiederholt werden. Der Mittelwert der vier Einstellzeiten (Anstieg) und der Mittelwert der vier Einstellzeiten (Abfall) werden berechnet.

Die relative Differenz der Einstellzeit wird nach folgender Gleichung berechnet:

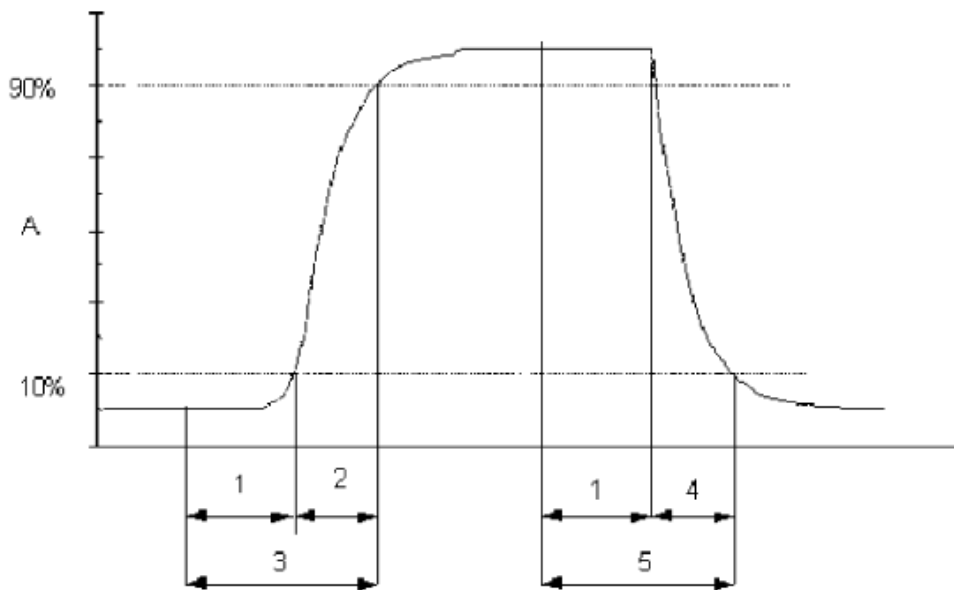
$$t_d = \left| \frac{t_r - t_f}{t_r} \right| \times 100\%$$

Mit  $t_d$  die relative Differenz zwischen Anstiegszeit und Abfallzeit  
 $t_r$  die Einstellzeit (Anstieg) (Mittelwert von 4 Messungen) (s)  
 $t_f$  die Einstellzeit (Abfall) (Mittelwert von 4 Messungen) (s)

$t_r$ ,  $t_f$  und  $t_d$  müssen die oben angegebenen Leistungskriterien erfüllen.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 417 von 910



#### Legende

- A Signal des Messgeräts
- 1 Totzeit
- 2 Anstiegszeit
- 3 Einstellzeit (Anstieg)
- 4 Abfallzeit
- 5 Einstellzeit (Abfall)

*Abbildung 78: Veranschaulichung der Einstellzeit*

#### Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14626 durchgeführt. Zur Datenaufzeichnung der Sekundenwerte wurde das Bayern/Hessenprotokoll verwendet.

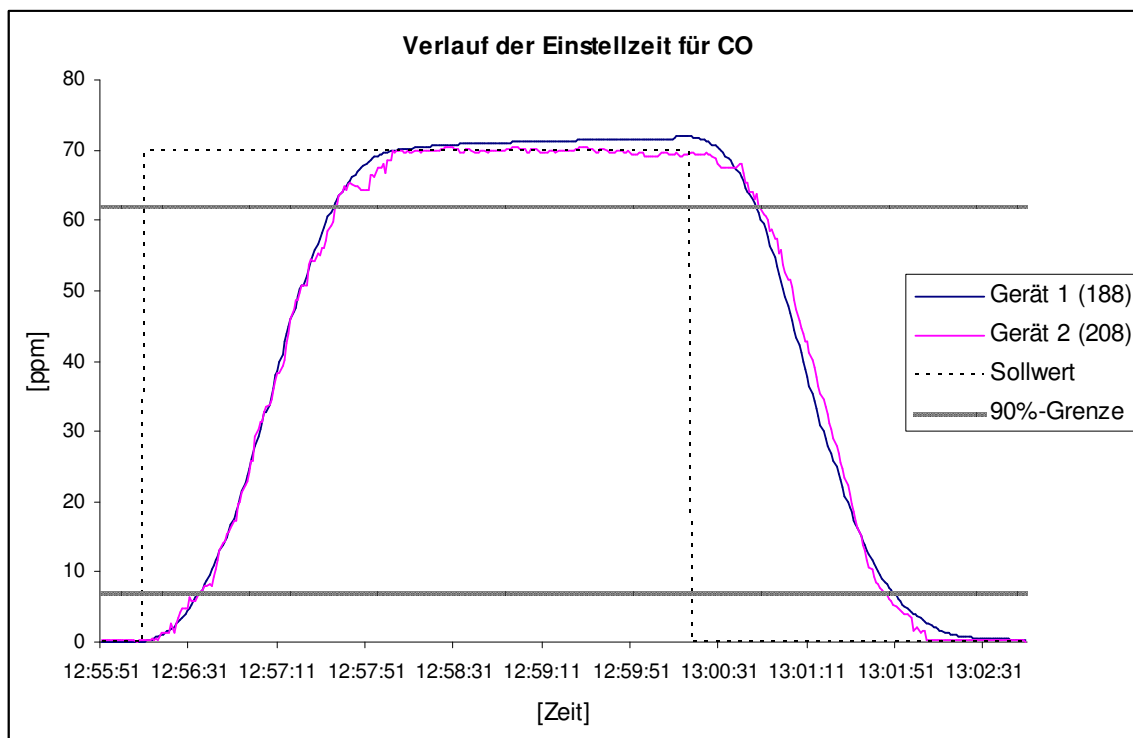
## Auswertung

*Tabelle 265: Einstellzeiten der beiden Messeinrichtungen*

Start Wert [ppm]	Ziel Wert 90 % [ppm]		Zeit Gerät 1 (188) [s]	Zeit Gerät 2 (208) [s]	Anforderung DIN EN 14626 [s]	Anforderung erfüllt?
0	62	$t_r$	90	92	180	ja
69	7	$t_f$	88	89	180	ja
	<b>Differenz</b>		<b>2</b>	<b>3</b>		
0	62	$t_r$	86	88	180	ja
69	7	$t_f$	89	87	180	ja
	<b>Differenz</b>		<b>3</b>	<b>1</b>		
0	62	$t_r$	91	93	180	ja
69	7	$t_f$	89	88	180	ja
	<b>Differenz</b>		<b>2</b>	<b>5</b>		
0	62	$t_r$	92	89	180	ja
69	7	$t_f$	88	86	180	ja
	<b>Differenz</b>		<b>4</b>	<b>3</b>		

Für Gerät 1 (188) ergibt sich ein maximales  $t_r$  von 92 s, ein maximales  $t_f$  von 89 s und ein  $t_d$  von 1,4 %.

Für Gerät 2 (208) ergibt sich ein maximales  $t_r$  von 93 s, ein maximales  $t_f$  von 89 s und ein  $t_d$  von 3,3 %.



*Abbildung 79: Verlauf der Einstellzeit*

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 419 von 910

## **Bewertung**

Die maximal zulässige Einstellzeit von 180 Sekunden wird deutlich unterschritten. Die absolute sowie die relative Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit liegt innerhalb der Anforderungen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

**E [CO] 8.4.4 Kurzzeitdrift**

*Kurzzeitdrift bei Null  $\leq 0,10 \mu\text{mol/mol/12h}$  (entspricht  $0,10 \text{ ppm/12h}$ )*

*Kurzzeitdrift beim Spannniveau  $\leq 0,60 \mu\text{mol/mol/12h}$  (entspricht  $0,60 \text{ ppm/12h}$ )*

**Prüfvorschriften**

Nach der zur Stabilisierung erforderlichen Zeit wird das Messgerät beim Null- und Spannniveau (etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches) eingestellt. Nach der Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden 20 Einzelmessungen zuerst bei Null- und dann bei der Span-Konzentration durchgeführt. Aus diesen 20 Einzelmessungen wird jeweils der Mittelwert für das Null- und Spannniveau berechnet.

Das Messgerät ist unter den Laborbedingungen in Betrieb zu halten. Nach einer Zeitspanne von 12 h werden Null- und Spangas auf das Messgerät aufgegeben. Nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden 20 Einzelmessungen zuerst bei Null- und dann bei der Span-Konzentration durchgeführt. Die Mittelwerte für Null- und Spannniveau werden berechnet.

Die Kurzzeitdrift beim Null und Spannniveau ist:

$$D_{s,z} = (C_{z,2} - C_{z,1})$$

Dabei ist:

$D_{s,z}$  die 12-Stunden-Drift beim

$C_{z,1}$  der Mittelwert der Nullgasmessung zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{z,2}$  der Mittelwert der Nullgasmessung am Ende der Driftzeitspanne

$D_{s,z}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

$$D_{s,s} = (C_{s,2} - C_{s,1}) - D_{s,z}$$

Dabei ist:

$D_{s,s}$  die 12-Stunden-Drift beim Spannniveau

$C_{s,1}$  der Mittelwert der Spangasmessung zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{s,2}$  der Mittelwert der Spangasmessung am Ende der Driftzeitspanne

$D_{s,s}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 421 von 910

## Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14626 durchgeführt.

## Auswertung

*Tabelle 266: Ergebnisse der Kurzzeitdrift*

	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
	[ppb]	[ppb]
C <sub>z,1</sub>	0,0	0,0
C <sub>z,2</sub>	0,0	0,0
D <sub>s,z</sub>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Anforderung	0,1 ppm	0,1 ppm
erfüllt ?	<b>ja</b>	<b>ja</b>
C <sub>s,1</sub>	60,5	60,5
C <sub>s,2</sub>	60,5	60,6
D <sub>s,s</sub>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>
Anforderung	0,6 ppm	0,6 ppm
erfüllt ?	<b>ja</b>	<b>ja</b>

## Bewertung

Es ergeben sich folgende Kurzzeitdriften am Nullpunkt ( $D_{s,z}$ )

Gerät 1 (188): 0,00 (ppm)/12 h

Gerät 2 (208): 0,00 (ppm)/12 h

Es ergeben sich folgende Kurzzeitdriften am Spanpunkt ( $D_{s,s}$ )

Gerät 1 (188): 0,0 (ppm)/12 h

Gerät 2 (208): 0,1 (ppm)/12 h

Die Anforderungen zur Kurzzeitdrift werden eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind der Tabelle 267 und Tabelle 268 zu entnehmen.

*Tabelle 267: Einzelwerte der Ermittlung der Kurzzeitdrift nach DIN EN 14626, Gerät 1 (188)*

Anfangswerte					Werte nach 12 h			
Nullpunkt		Referenzpunkt			Nullpunkt		Referenzpunkt	
[Uhrzeit]	[ppm]	[Uhrzeit]	[ppm]		[Uhrzeit]	[ppm]	[Uhrzeit]	[ppm]
10:05	0,0	10:34	60,5		22:05	0,0	22:34	60,5
10:06	0,0	10:35	60,4		22:06	0,0	22:35	60,5
10:07	0,0	10:36	60,5		22:07	0,0	22:36	60,5
10:08	0,0	10:37	60,5		22:08	0,0	22:37	60,5
10:09	0,0	10:38	60,5		22:09	0,0	22:38	60,5
10:10	0,0	10:39	60,5		22:10	0,0	22:39	60,5
10:11	0,0	10:40	60,5		22:11	0,0	22:40	60,5
10:12	0,0	10:41	60,5		22:12	0,0	22:41	60,5
10:13	0,0	10:42	60,5		22:13	0,0	22:42	60,6
10:14	0,0	10:43	60,5		22:14	0,0	22:43	60,5
10:15	0,0	10:44	60,5		22:15	0,0	22:44	60,6
10:16	0,0	10:45	60,5		22:16	0,0	22:45	60,6
10:17	0,0	10:46	60,5		22:17	0,0	22:46	60,6
10:18	0,0	10:47	60,5		22:18	0,0	22:47	60,6
10:19	0,0	10:48	60,5		22:19	0,0	22:48	60,6
10:20	0,0	10:49	60,5		22:20	0,0	22:49	60,6
10:21	0,0	10:50	60,5		22:21	0,0	22:50	60,6
10:22	0,0	10:51	60,5		22:22	0,0	22:51	60,6
10:23	0,0	10:52	60,5		22:23	0,1	22:52	60,6
10:24	0,0	10:53	60,5		22:24	0,0	22:53	60,6
Mittelwert	0,0	Mittelwert	60,5		Mittelwert	0,0	Mittelwert	60,5

*Tabelle 268: Einzelwerte der Ermittlung der Kurzzeitdrift nach DIN EN 14626, Gerät 2 (208)*

Anfangswerte					Werte nach 12 h			
Nullpunkt		Referenzpunkt			Nullpunkt		Referenzpunkt	
[Uhrzeit]	[ppm]	[Uhrzeit]	[ppm]		[Uhrzeit]	[ppm]	[Uhrzeit]	[ppm]
10:05	0,1	10:34	60,5		22:05	0,0	22:34	60,6
10:06	0,0	10:35	60,5		22:06	0,0	22:35	60,6
10:07	0,1	10:36	60,5		22:07	0,0	22:36	60,6
10:08	0,0	10:37	60,5		22:08	0,0	22:37	60,6
10:09	0,0	10:38	60,5		22:09	0,0	22:38	60,6
10:10	0,0	10:39	60,5		22:10	0,1	22:39	60,6
10:11	0,0	10:40	60,5		22:11	0,1	22:40	60,6
10:12	0,0	10:41	60,5		22:12	0,0	22:41	60,6
10:13	0,0	10:42	60,5		22:13	0,0	22:42	60,6
10:14	0,0	10:43	60,5		22:14	0,0	22:43	60,6
10:15	0,0	10:44	60,5		22:15	0,1	22:44	60,6
10:16	0,0	10:45	60,5		22:16	0,0	22:45	60,6
10:17	0,0	10:46	60,5		22:17	0,1	22:46	60,6
10:18	0,0	10:47	60,5		22:18	0,0	22:47	60,6
10:19	0,0	10:48	60,5		22:19	0,0	22:48	60,6
10:20	0,0	10:49	60,5		22:20	0,0	22:49	60,6
10:21	0,0	10:50	60,5		22:21	0,0	22:50	60,6
10:22	0,0	10:51	60,5		22:22	0,1	22:51	60,6
10:23	0,0	10:52	60,5		22:23	0,1	22:52	60,6
10:24	0,0	10:53	60,5		22:24	0,1	22:53	60,6
Mittelwert	0,0	Mittelwert	60,5		Mittelwert	0,0	Mittelwert	60,6

## **E [CO] 8.4.5 Wiederholstandardabweichung**

*Wiederholstandardabweichung bei Null  $\leq 1,0 \mu\text{mol/mol}$  (entspricht 1 ppm)*

*Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt  $\leq 3 \mu\text{mol/mol}$  (entspricht 3 ppm)*

### **Prüfvorschriften**

Nach der Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden 20 Einzelmessungen bei der Konzentration Null und einer Prüfgaskonzentration ( $c_t$ ), die ähnlich dem 8-Stunden-Grenzwert ist, durchgeführt.

Die Wiederholstandardabweichung dieser Messungen bei der Konzentration Null und bei der Konzentration  $c_t$  wird folgendermaßen berechnet:

$$s_r = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Dabei ist

$s_r$  die Wiederholstandardabweichung

$x_i$  die i-te Messung

$\bar{x}$  der Mittelwert der 20 Messungen

$n$  die Anzahl der Messungen

Die Wiederholstandardabweichung wird getrennt für beide Messreihen (Nullgas und Konzentration  $c_t$ ) berechnet.

$s_r$  muss das oben angegebene Leistungskriterium sowohl bei der Konzentration Null als auch der Prüfgaskonzentration  $c_t$  (8-Stunden-Grenzwert) erfüllen.

### **Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14626 durchgeführt.

## Auswertung

Die zusammenfassenden Ergebnisse der Prüfung der Wiederholstandardabweichung nach DIN EN 14626 sind in Tabelle 269 aufgeführt.

*Tabelle 269: Wiederholstandardabweichung nach DIN EN 14626*

Messung		Gerät 1 (188)		Gerät 2 (208)	
		NP	RP	NP	RP
		ppm	ppm	ppm	ppm
Anzahl	n	20	20	20	20
Mittelwert	x	-0,2	8,6	-0,2	8,5
<b>Standardabweichung</b>	<b>sr</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
<b>Anforderung nach DIN EN 14626</b>	<b>ppb</b>	<b>1,0</b>	<b>3,0</b>	<b>1,0</b>	<b>3,0</b>
<b>Anforderung erfüllt?</b>		<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>

## Bewertung

Beide Geräte halten die Mindestanforderung für die Wiederholstandardabweichung am Null- und Referenzpunkt ein.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind in Tabelle 270 aufgeführt.

*Tabelle 270: Einzelwerte der Wiederholstandardabweichung nach DIN EN 14626*

Labor		Nullpunkt		Labor		Referenzpunkt	
Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[ppm]	[ppm]			[ppm]	[ppm]
08.05.2008	14:55 - 15:00	-0,2	-0,3	08.05.2008	15:00 - 15:05	8,5	8,5
08.05.2008	15:05 - 15:10	-0,2	-0,3	08.05.2008	15:10 - 15:15	8,5	8,5
08.05.2008	15:15 - 15:20	-0,2	-0,2	08.05.2008	15:20 - 15:25	8,5	8,5
08.05.2008	15:25 - 15:30	-0,2	-0,2	08.05.2008	15:30 - 15:35	8,6	8,5
08.05.2008	15:35 - 15:40	-0,2	-0,1	08.05.2008	15:40 - 15:45	8,6	8,5
08.05.2008	15:45 - 15:50	-0,2	-0,1	08.05.2008	15:50 - 15:55	8,5	8,5
08.05.2008	15:55 - 16:00	-0,2	-0,1	08.05.2008	16:00 - 16:05	8,5	8,5
08.05.2008	16:05 - 16:10	-0,2	-0,1	08.05.2008	16:10 - 16:15	8,5	8,4
08.05.2008	16:15 - 16:20	-0,2	-0,1	08.05.2008	16:20 - 16:25	8,5	8,4
08.05.2008	16:25 - 16:30	-0,2	-0,1	08.05.2008	16:30 - 16:35	8,6	8,6
08.05.2008	16:35 - 16:40	-0,2	-0,1	08.05.2008	16:40 - 16:45	8,6	8,6
08.05.2008	16:45 - 16:50	-0,2	-0,2	08.05.2008	16:50 - 16:55	8,5	8,5
08.05.2008	16:55 - 17:00	-0,2	-0,2	08.05.2008	17:00 - 17:05	8,6	8,5
08.05.2008	17:05 - 17:10	-0,2	-0,3	08.05.2008	17:10 - 17:15	8,6	8,6
08.05.2008	17:15 - 17:20	-0,2	-0,3	08.05.2008	17:20 - 17:25	8,6	8,6
08.05.2008	17:25 - 17:30	-0,2	-0,3	08.05.2008	17:30 - 17:35	8,6	8,6
08.05.2008	17:35 - 17:40	-0,2	-0,3	08.05.2008	17:40 - 17:45	8,7	8,6
08.05.2008	17:45 - 17:50	-0,2	-0,3	08.05.2008	17:50 - 17:55	8,7	8,6
08.05.2008	17:55 - 18:00	-0,2	-0,3	08.05.2008	18:00 - 18:05	8,7	8,7
08.05.2008	18:05 - 18:10	-0,2	-0,3	08.05.2008	18:10 - 18:15	8,6	8,7
Anzahl		20	20	Anzahl		20	20
Mittelwert		-0,2	-0,2	Mittelwert		8,6	8,5
Standardabweichung		0,0	0,1	Standardabweichung		0,1	0,1

## E [CO] 8.4.6 „Lack of fit“ (Abweichung von der Linearen Regression)

*„lack of fit“ (Abweichung von der linearen Regression) 0,20 µmol/mol (entspricht 0,20 ppm) am Nullpunkt und ≤ 4 % des Messwertes am Referenzpunkt.*

### Prüfvorschriften

Der „lack of fit“ des Messgerätes ist über den Bereich von 0 % bis 95 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches mit mindestens sechs Konzentrationen (einschließlich des Nullpunktes) zu prüfen. Das Messgerät ist bei einer Konzentration von etwa 90 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches einzustellen. Bei jeder Konzentration (einschließlich des Nullpunktes) werden mindestens fünf unabhängige Messungen durchgeführt.

Die Konzentrationen werden in folgender Reihenfolge aufgegeben: 80 %, 40 %, 0 %, 20 % und 95 %. Nach jedem Wechsel der Konzentration sind mindestens vier Einstellzeiten abzuwarten, bevor die nächste Messung durchgeführt wird.

Die Berechnung der linearen Regressionsfunktion und der Abweichungen wird nach Anhang B der DIN EN 14626 durchgeführt. Die Abweichungen von der linearen Regressionsfunktion müssen das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

Der größte Wert der relativen Abweichungen wird als  $X_1$  angegeben und ist beim Nachweis der Erfüllung der Eignungsprüfungsanforderung 1 zu berücksichtigen. Der Wert der relativen Abweichung beim Niveau des 8-Stunden-Grenzwerts ist bei der Berechnung der Eignungsprüfungsanforderungen 2 und 4 zu verwenden.

Erstellung der Regressionsgeraden:

Eine Regressionsgerade der Form  $Y_i = A + B + X_i$  ergibt sich durch Berechnung der Funktion

$$Y_i = a + B(X_i - X_z)$$

Zur Berechnung der Regression werden alle Messpunkte (einschließlich Null) herangezogen. Die Anzahl der Messpunkte  $n$  ist gleich der Anzahl der Konzentrationsniveaus (mindestens sechs einschließlich Null) multipliziert mit der Anzahl der Wiederholungen (mindestens fünf) bei jedem Konzentrationsniveau.

Der Koeffizient  $a$  ist:

$$a = \sum Y_i / n$$

Dabei ist:

$a$  der Mittelwert der Y-Werte

$Y_i$  der einzelne Y-Wert

$N$  die Anzahl der Kalibrierpunkte

Der Koeffizient B ist:

$$B = \left( \sum Y_i (X_i - X_z) \right) / \sum (X_i - X_z)^2$$

Dabei ist:

$X_z$  der Mittelwert der X-Werte  $\left( = \sum (X_i / n) \right)$

$X_i$  der einzelne X-Wert

Die Funktion  $Y_i = a + B (X_i - X_z)$  wird über die Berechnung von A umgewandelt in  $Y_i = A + B \cdot X_i$

$$A = a - B \cdot X_z$$

Die Abweichung der Mittelwerte der Kalibrierpunkte (einschließlich des Nullpunktes) werden folgendermaßen berechnet.

Der Mittelwert jedes Kalibrierpunktes (einschließlich des Nullpunktes) bei ein und derselben Konzentration c ist:

$$(Y_a)_c = \sum (Y_i)_c / m$$

Dabei ist:

$(Y_a)_c$  der mittlere Y-Wert beim Konzentrationsniveau c

$(Y_i)_c$  der einzelne Y-Wert beim Konzentrationsniveau c

M die Anzahl der Wiederholungen beim Konzentrationsniveau c

Die Abweichung jedes Mittelwertes ( $d_c$ ) bei jedem Konzentrationsniveau ist:

$$d_c = (Y_a)_c - (A + B \times c)$$

Jede Abweichung eines Wertes relativ zu seinem Konzentrationsniveau c ist:

$$(d_r)_c = \frac{d_c}{c} \times 100\%$$

### Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14626 durchgeführt.

### Auswertung

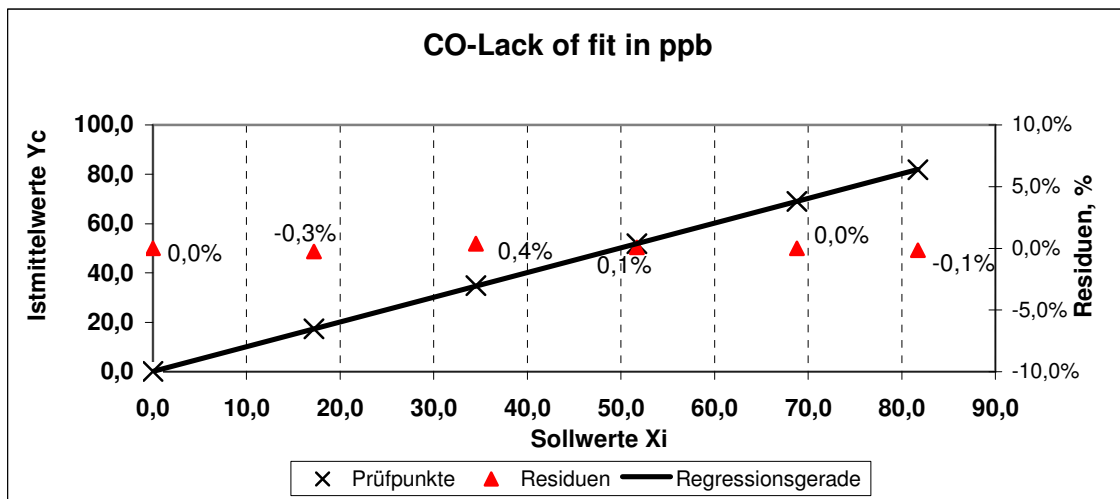
Es ergeben sich folgende lineare Regressionen:

In Abbildung 80 und Abbildung 81 sind die Ergebnisse der Gruppenmittelwertuntersuchungen zusammenfassend graphisch dargestellt.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 427 von 910

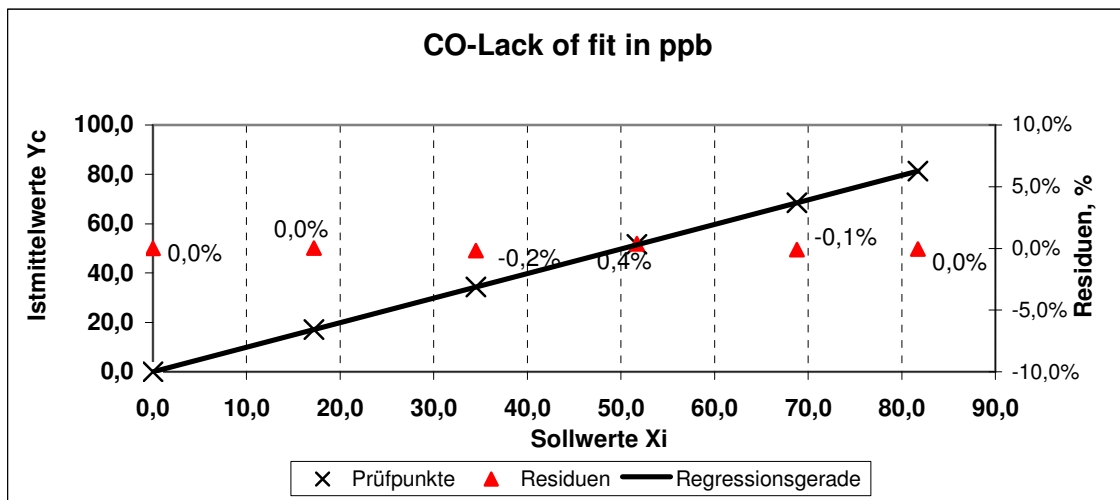
Linearitätsprüfung		Messbereich		86 ppm		CO	
Stufen	CO	1	2	3	4	5	6
Sollwert	ppm	68,80	34,50	0,00	51,70	17,20	81,70
Istwert Yi 1	ppm	69,20	34,50	0,06	52,10	17,33	81,60
Istwert Yi 2	ppm	69,03	34,58	0,07	51,77	17,29	81,85
Istwert Yi 3	ppm	69,01	35,62	0,15	51,89	17,28	81,89
Istwert Yi 4	ppm	69,14	34,74	0,11	52,04	17,36	81,95
Istwert Yi 5	ppm	68,99	34,68	0,08	52,10	17,23	82,17
Istmittelwert Yc	ppm	69,07	34,82	0,09	51,98	17,30	81,89
Residuen dc	ppm	-0,01	0,13	-0,01	0,05	-0,05	-0,12
Residuen (d) <sub>rel</sub>	%	0,0%	0,4%	0,0%	0,1%	-0,3%	-0,1%



Die zulässige Abweichung der Residuen  $d_{c,rel}$  beträgt  $\pm 4 \%$ , bezogen auf den Messwert.

Abbildung 80: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 1, Komponente CO

Linearitätsprüfung		Messbereich		86 ppm		CO	
Stufen	CO	1	2	3	4	5	6
Sollwert	ppm	68,80	34,50	0,00	51,70	17,20	81,70
Istwert Yi 1	ppm	68,30	34,20	0,00	52,10	17,20	81,10
Istwert Yi 2	ppm	68,62	34,44	-0,02	51,74	17,14	81,59
Istwert Yi 3	ppm	68,28	34,32	-0,02	51,63	17,11	81,22
Istwert Yi 4	ppm	68,57	34,37	-0,05	51,47	17,18	81,38
Istwert Yi 5	ppm	68,59	34,28	-0,03	51,62	17,16	81,42
Istmittelwert Yc	ppm	68,47	34,32	-0,02	51,71	17,16	81,34
Residuen dc	ppm	-0,06	-0,06	-0,05	0,20	0,00	-0,04
Residuen (d) <sub>rel</sub>	%	-0,1%	-0,2%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%



Die zulässige Abweichung der Residuen  $dc_{rel}$  beträgt  $\pm 4 \%$ , bezogen auf den Messwert.

Abbildung 81: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 2, Komponente CO

## Bewertung

Für Gerät 1 (188) ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von 0,09 ppm am Nullpunkt und maximal 0,4 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null.

Für Gerät 2 (208) ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von - 0,02 ppm am Nullpunkt und maximal 0,4 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null.

Die Abweichungen von der idealen Regressionsgeraden überschreiten nicht die in der DIN EN 14626 geforderten Grenzwerte.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind in Tabelle 271 und Tabelle 272 zu finden.



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 429 von 910

*Tabelle 271: Einzelwerte „lack of fit“ Prüfung, Gerät 1 (188)*

Zyklus	Datum	Uhrzeit	Istwert [ppm]	Sollwert [ppm]	Abweichung [ppm]
1	03.06.2008	08:45 - 09:00	0,06	0,00	0,06
1	03.06.2008	09:15 - 09:30	17,33	17,20	0,13
1	03.06.2008	08:30 - 08:45	34,50	34,50	0,00
1	03.06.2008	09:00 - 09:15	52,10	51,70	0,40
1	03.06.2008	08:15 - 08:30	69,20	68,80	0,40
1	03.06.2008	09:30 - 09:45	81,60	81,70	-0,10
2	03.06.2008	11:00 - 11:15	0,07	0,00	0,07
2	03.06.2008	11:30 - 11:45	17,29	17,20	0,09
2	03.06.2008	10:45 - 11:00	34,58	34,50	0,08
2	03.06.2008	11:15 - 11:30	51,77	51,70	0,07
2	03.06.2008	10:30 - 10:45	69,03	68,80	0,23
2	03.06.2008	11:45 - 12:00	81,85	81,70	0,15
3	03.06.2008	13:15 - 13:30	0,15	0,00	0,15
3	03.06.2008	13:45 - 14:00	17,28	17,20	0,08
3	03.06.2008	13:00 - 13:15	34,62	34,50	0,12
3	03.06.2008	13:30 - 13:45	51,89	51,70	0,19
3	03.06.2008	12:45 - 13:00	69,01	68,80	0,21
3	03.06.2008	14:00 - 15:15	81,89	81,70	0,19
4	03.06.2008	15:30 - 15:45	0,11	0,00	0,11
4	03.06.2008	16:00 - 16:15	17,36	17,20	0,16
4	03.06.2008	15:15 - 15:30	34,74	34,50	0,24
4	03.06.2008	15:45 - 16:00	52,04	51,70	0,34
4	03.06.2008	15:00 - 15:15	69,14	68,80	0,34
4	03.06.2008	16:15 - 16:30	81,95	81,70	0,25
5	03.06.2008	17:45 - 18:00	0,08	0,00	0,08
5	03.06.2008	18:15 - 18:30	17,23	17,20	0,03
5	03.06.2008	17:30 - 17:45	34,68	34,50	0,18
5	03.06.2008	18:00 - 18:15	52,10	51,70	0,40
5	03.06.2008	17:15 - 17:30	68,99	68,80	0,19
5	03.06.2008	18:30 - 18:45	82,17	81,70	0,47

*Tabelle 272: Einzelwerte „lack of fit“ Prüfung, Gerät 2 (208)*

Zyklus	Datum	Uhrzeit	Istwert [ppm]	Sollwert [ppm]	Abweichung [ppm]
1	03.06.2008	08:45 - 09:00	0,00	0,00	0,00
1	03.06.2008	09:15 - 09:30	17,00	17,20	-0,20
1	03.06.2008	08:30 - 08:45	34,20	34,50	-0,30
1	03.06.2008	09:00 - 09:15	51,20	51,70	-0,50
1	03.06.2008	08:15 - 08:30	68,30	68,80	-0,50
1	03.06.2008	09:30 - 09:45	81,10	81,70	-0,60
2	03.06.2008	11:00 - 11:15	-0,02	0,00	-0,02
2	03.06.2008	11:30 - 11:45	17,14	17,20	-0,06
2	03.06.2008	10:45 - 11:00	34,44	34,50	-0,06
2	03.06.2008	11:15 - 11:30	51,74	51,70	0,04
2	03.06.2008	10:30 - 10:45	68,62	68,80	-0,18
2	03.06.2008	11:45 - 12:00	81,59	81,70	-0,11
3	03.06.2008	13:15 - 13:30	-0,02	0,00	-0,02
3	03.06.2008	13:45 - 14:00	17,11	17,20	-0,09
3	03.06.2008	13:00 - 13:15	34,32	34,50	-0,18
3	03.06.2008	13:30 - 13:45	51,63	51,70	-0,07
3	03.06.2008	12:45 - 13:00	68,28	68,80	-0,52
3	03.06.2008	14:00 - 15:15	81,22	81,70	-0,48
4	03.06.2008	15:30 - 15:45	-0,05	0,00	-0,05
4	03.06.2008	16:00 - 16:15	17,18	17,20	-0,02
4	03.06.2008	15:15 - 15:30	34,37	34,50	-0,13
4	03.06.2008	15:45 - 16:00	51,47	51,70	-0,23
4	03.06.2008	15:00 - 15:15	68,57	68,80	-0,23
4	03.06.2008	16:15 - 16:30	81,38	81,70	-0,32
5	03.06.2008	17:45 - 18:00	-0,03	0,00	-0,03
5	03.06.2008	18:15 - 18:30	17,16	17,20	-0,04
5	03.06.2008	17:30 - 17:45	34,28	34,50	-0,22
5	03.06.2008	18:00 - 18:15	51,62	51,70	-0,08
5	03.06.2008	17:15 - 17:30	68,59	68,80	-0,21
5	03.06.2008	18:30 - 18:45	81,42	81,70	-0,28

## E [CO] 8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes

*Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes muss  $\leq 0,70 \mu\text{mol/mol/kPa}$  (entspricht 0,70 ppm) betragen.*

### Prüfvorschriften

Messungen werden bei einer Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches bei absoluten Drücken von etwa  $80 \text{ kPa} \pm 0,2 \text{ kPa}$  und etwa  $110 \text{ kPa} \pm 0,2 \text{ kPa}$  durchgeführt. Bei jedem Druck sind nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, drei Einzelmessungen durchzuführen. Die Mittelwerte dieser Messungen bei den beiden Drücken werden berechnet.

Messungen bei verschiedenen Drücken müssen durch mindestens vier Einstellzeiten voneinander getrennt sein.

Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probendruckes ergibt sich wie folgt:

$$b_{gp} = \left| \frac{(C_{P1} - C_{P2})}{(P_2 - P_1)} \right|$$

Dabei ist:

$b_{gp}$  der Einfluss des Probengasdruckes

$C_{P1}$  der Mittelwert der Messung beim Probengasdruck  $P_1$

$C_{P2}$  der Mittelwert der Messung beim Probengasdruck  $P_2$

$P_1$  der Probengasdruck  $P_1$

$P_2$  der Probengasdruck  $P_2$

$b_{gp}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

### Durchführung der Prüfung

Der airpointer analysiert den Kohlenmonoxidgehalt der Umgebungsluft. Er ist mit einer Pumpe ausgestattet und saugt das benötigte, zu analysierende Gas selbst an. (ca. 3,0 l/min Gesamtflow). Diese Pumpe arbeitet gegen die Umgebungsdruckbedingungen. Diese bedeutet das am Messgaseingang und am Messgasausgang die selben Druckbedingungen herrschen. Das zwanghafte herbeiführen eines Über- oder Unterdrucks in diesem System könnte den Analysator zerstören.

Der airpointer verfügt über einen Prüfgasanschluss, an dem Prüfgas aus externen Quellen im Überschuss aufgegeben werden kann. Der nicht benötigte Überschuss wird dabei über den Probengasausgang wieder ausgegeben.

Während des 3-monatigen Feldtests herrschten Umgebungsluftdruckbedingungen zwischen 990 mbar und 1028 mbar. In diesem Zeitraum konnte kein auffälliges Verhalten der Analytoren in Bezug auf Änderungen des Umgebungsluftdrucks und damit auch auf die Druckverhältnisse des angesaugten Prüfgases festgestellt werden.

Durch das Einsetzen von 5 Messgasfiltern gleichzeitig wurde geprüft, wie der Analysator auf einen möglicherweise verstopften Filter reagiert. Dabei wurden keine Auffälligkeiten festgestellt.

### Auswertung

Aufgrund des Aufbaus der Messeinrichtung konnte der Probengasdruck nicht wiederholbar abweichend vom Umgebungsdruck eingestellt werden, ohne die Messeinrichtung zu beschädigen. Im Umgebungsdruckbereich zwischen 990 mbar und 1028 mbar während des Feldtestes wurde kein Druckeinfluss auf die Messeinrichtung festgestellt.

Der tiefste Umgebungsdruck mit 990 mbar (99,0 kPa) während des Feldtest wurde am 01. Oktober gemessen. Bei der täglichen Prüfgasaufgabe nach VDI 4202 wurde an diesem Tag ein Wert von 20,46 mg/m<sup>3</sup> (entspricht 17,64 ppm CO) für Gerät 1 (188) und 20,51 mg/m<sup>3</sup> (entspricht 17,58 ppm CO) für Gerät 2 (208) gemessen.

Der höchste Umgebungsdruck mit 1028 mbar (102,8 kPa) während des Feldtest wurde am 10. Oktober gemessen. Bei der täglichen Prüfgasaufgabe nach VDI 4202 wurde an diesem Tag ein Wert von 20,02 mg/m<sup>3</sup> (entspricht 17,26 ppm CO) für Gerät 1 (188) und 20,21 mg/m<sup>3</sup> (entspricht 17,42 ppm CO) für Gerät 2 (208) gemessen.

Daraus ergeben sich folgende Empfindlichkeitskoeffizienten des Probengasdruckes  $b_{gp}$ :

$b_{gp}$  Gerät 188 = 0,09 ppm/kPa

$b_{gp}$  Gerät 208 = 0,04 ppm/kPa

### Bewertung

Der Empfindlichkeitskoeffizient  $b_{gp}$  der Umgebungstemperatur überschreitet nicht die Anforderungen von maximal 0,70 ppm/kPa. Die hier gefundenen Werte werden zur Berechnung der Gesamtunsicherheit verwendet. Dies sind für Gerät 1 (188) 0,09 ppm/kPa und für Gerät 2 (208) = 0,04 ppm/kPa.

Mindestanforderung erfüllt?    entfällt

### Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht zutreffend.

## E [CO] 8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur

*Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur muss  $\leq 0,30 \mu\text{mol/mol/K}$  (entspricht  $0,30 \text{ ppm/K}$ ) betragen.*

### Prüfvorschriften

Zur Bestimmung der Abhängigkeit von der Probengastemperatur werden Messungen bei Probengastemperaturen von  $T_1 = 0 \text{ °C}$  und  $T_2 = 30 \text{ °C}$  durchgeführt. Die Temperaturabhängigkeit wird bei einer Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches bestimmt. Nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, sind drei Einzelmessungen bei jeder Temperatur durchzuführen.

Die Probengastemperatur am Einlass des Messgerätes muss mindestens 30 min konstant sein.

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur ergibt sich wie folgt:

$$b_{gt} = \frac{(C_{T2} - C_{T1})}{(T_2 - T_1)}$$

Dabei ist:

$b_{gt}$  der Einfluss des Probengastemperatur

$C_{T1}$  der Mittelwert der Messung bei der Probengastemperatur  $T_1$

$C_{T2}$  der Mittelwert der Messung bei der Probengastemperatur  $T_2$

$T_1$  die Probengastemperatur  $T_1$

$T_2$  die Probengastemperatur  $T_2$

$b_{gt}$  muss das oben genannte Leistungskriterium erfüllen

### Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14626 durchgeführt.

Zur Prüfung wurde die Prüfgaserzeugung in der Klimakammer aufgebaut. Das Prüfgas wurde über ca. 20 m lange, konditionierte Prüfgasleitungen zu den Messgeräten geleitet, die sich unmittelbar vor der Klimakammer befanden. Die Prüfung wurde zuerst bei  $0 \text{ °C}$  und dann bei  $30 \text{ °C}$  durchgeführt.



## Auswertung

Bei der Prüfung ergaben sich folgende Werte:

$b_{gt}$  Gerät 1 (188): = 0,003 ppm/K

$b_{gt}$  Gerät 2 (208): = 0,000 ppm/K

## Bewertung

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur ist kleiner als 0,30 ppm/K.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die gemessenen Werte sind in Tabelle 273 angegeben.

*Tabelle 273: Einzelwerte der Prüfung zum Empfindlichkeitskoeffizient des Prüfgases*

Datum	Uhrzeit	Referenzpunkt		
		Temperatur	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[°C]	[ppm]	[ppm]
11.06.2008	09:30 - 09:35	0	65,0	65,1
11.06.2008	09:35 - 09:40	0	65,0	65,1
11.06.2008	09:40 - 09:45	0	65,1	65,0
	Mittelwert	C <sub>T1</sub>	65,0	65,1
11.06.2008	15:35 - 15:40	30	65,1	65,0
11.06.2008	15:40 - 15:45	30	65,2	65,0
11.06.2008	15:45 - 15:50	30	65,1	65,2
	Mittelwert	C <sub>T2</sub>	65,1	65,1

## E [CO] 8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur

*Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur  $\leq 0,30 \mu\text{mol/mol/K}$  (entspricht  $0,30 \text{ ppm/K}$ )*

### Gerätetechnische Ausstattung

Der Einfluss der Umgebungstemperatur ist innerhalb des vom Hersteller angegebenen Bereichs bei folgenden Temperaturen zu bestimmen:

- 1) der niedrigsten Temperaturen  $T_{\min} = 273 \text{ K}$ ;
- 2) der Labortemperatur  $T_l = 293 \text{ K}$ ;
- 3) der höchsten Temperatur  $T_{\max} = 303 \text{ K}$ ;

Für diese Prüfungen ist eine Klimakammer erforderlich.

Der Einfluss wird bei der Konzentration Null und einer Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches bestimmt. Bei jeder Temperatur sind nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, drei Einzelmessungen bei Null- und der Span-Konzentration durchzuführen.

Die Messungen werden bezüglich der Temperatur in folgender Reihenfolge durchgeführt:

$T_l$ ,  $T_{\min}$ ,  $T_l$  und  $T_l$ ,  $T_{\max}$ ,  $T_l$

Bei der ersten Temperatur ( $T_l$ ) wird das Messgerät bei Null- und Spanniveau (70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches) eingestellt. Dann werden nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, drei Einzelmessungen bei  $T_l$ ,  $T_{\min}$  und wieder bei  $T_l$  durchgeführt. Diese Vorgehensweise wird bei der Temperaturfolge  $T_l$ ,  $T_{\max}$  und  $T_l$  wiederholt.

Um eine auf andere Faktoren als die Temperatur zurückgehende Drift auszuschließen, werden die Messungen bei  $T_l$  gemittelt; diese Mittelung wird in der folgenden Gleichung zur Berechnung des Einflusses der Umgebungstemperatur berücksichtigt:

$$b_{st} = \left| \frac{x_T - \frac{x_1 + x_2}{2}}{T - T_l} \right|$$

Dabei ist:

- |          |   |
|----------|---|
| $b_{st}$ | die Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur (ppm) |
| $x_T$    | der Mittelwert der Messungen bei $T_{\min}$ oder $T_{\max}$ (ppm) |
| $x_1$    | der erste Mittelwert der Messungen bei $T_l$ (ppm)                |
| $x_2$    | der zweite Mittelwert der Messungen bei $T_l$ (ppm)               |
| $T_l$    | die Umgebungstemperatur im Labor (K)                              |
| $T$      | die Umgebungstemperatur $T_{\min}$ oder $T_{\max}$ (K)            |



Für die Dokumentation der Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur wird der höhere der Werte der Temperaturabhängigkeit bei  $T_{\min}$  oder  $T_{\max}$  gewählt.

$b_{st}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

### Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14626 durchgeführt.

### Auswertung

Es ergaben sich folgende Empfindlichkeiten gegenüber der Umgebungstemperatur:

*Tabelle 274: Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Nullpunkt, Gerät 1 (188)*

	T [°C]	Mittelwert Gerät 188 [ppm]	ermitteltes $b_{st}$ [ppm/K]	erlaubtes $b_{st}$ [ppm/K]	Kriterium erfüllt? DIN EN 14626
$T_1$	20	0,00			
$T_{\min}$	0	0,03	0,00	1	ja
$T_1$	20	0,00			
$T_1$	20	0,00			
$T_{\max}$	30	0,00	0,00	1	ja
$T_1$	20	0,00			

*Tabelle 275: Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Nullpunkt, Gerät 2 (208)*

	T [°C]	Mittelwert Gerät 208 [ppm]	ermitteltes $b_{st}$ [ppm/K]	erlaubtes $b_{st}$ [ppm/K]	Kriterium erfüllt? DIN EN 14626
$T_1$	20	0,00			
$T_{\min}$	0	0,00	0,00	1	ja
$T_1$	20	0,03			
$T_1$	20	0,03			
$T_{\max}$	30	0,07	0,01	1	ja
$T_1$	20	0,00			

Wie in Tabelle 274 und Tabelle 275 zu sehen, erfüllt der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Nullpunkt die Leistungsanforderungen.



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 437 von 910

**Tabelle 276:** Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt, Gerät 1 (188)

	T [°C]	Mittelwert Gerät 188 [ppm]	ermitteltes b <sub>st</sub> [ppm/K]	erlaubtes b <sub>st</sub> [ppm/K]	Kriterium erfüllt? DIN EN 14626
T <sub>1</sub>	20	65,0			
T <sub>min</sub>	0	64,9	0,01	1	ja
T <sub>1</sub>	20	65,1			
T <sub>1</sub>	20	65,1			
T <sub>max</sub>	30	65,2	0,01	1	ja
T <sub>1</sub>	20	65,1			

**Tabelle 277:** Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt, Gerät 2 (208)

	T [°C]	Mittelwert Gerät 208 [ppm]	ermitteltes b <sub>st</sub> [ppm/K]	erlaubtes b <sub>st</sub> [ppm/K]	Kriterium erfüllt? DIN EN 14626
T <sub>1</sub>	20	65,0			
T <sub>min</sub>	0	65,0	0,00	1	ja
T <sub>1</sub>	20	65,1			
T <sub>1</sub>	20	65,1			
T <sub>max</sub>	30	65,1	0,01	1	ja
T <sub>1</sub>	20	65,0			

Wie in Tabelle 276 und Tabelle 277 zu sehen, erfüllt der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt die Leistungsanforderungen.

### Bewertung

Der Empfindlichkeitskoeffizient b<sub>st</sub> der Umgebungstemperatur überschreitet nicht die Anforderungen von maximal 1 ppm/K. In der Unsicherheitsberechnung wird für beide Geräte der größte Empfindlichkeitskoeffizient b<sub>st</sub> gewählt. Dies sind für Gerät 1 (188) 0,01 ppm/K und für Gerät 2 (208) 0,01 ppm/K.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind in Tabelle 278 aufgeführt.



**Tabelle 278:** Einzelwerte zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Umgebungstemperatur nach DIN EN 14626

Datum	Nullpunkt				Referenzpunkt			
	Uhrzeit	Temperatur [°C]	Gerät 1 (188) [ppm]	Gerät 2 (208) [ppm]	Uhrzeit	Temperatur [°C]	Gerät 1 (188) [ppm]	Gerät 2 (208) [ppm]
12.06.2008	15:00 - 15:05	20	0,0	0,0	15:05 - 15:10	20	65,0	65,0
12.06.2008	15:10 - 15:15	20	0,0	0,0	15:15 - 15:20	20	65,0	65,0
12.06.2008	15:20 - 15:25	20	0,0	0,0	15:25 - 15:30	20	65,1	65,0
	Mittelwert		0,0	0,0	Mittelwert		65,0	65,0
13.06.2008	08:05 - 08:10	0	0,0	0,0	08:10 - 08:15	0	65,0	65,0
13.06.2008	08:15 - 08:20	0	0,0	0,0	08:20 - 08:25	0	64,9	65,0
13.06.2008	08:25 - 08:30	0	0,1	0,0	08:30 - 08:35	0	64,9	65,1
	Mittelwert		0,0	0,0	Mittelwert		64,9	65,0
13.06.2008	15:00 - 15:05	20	0,0	0,0	15:05 - 15:10	20	65,1	65,1
13.06.2008	15:10 - 15:15	20	0,0	0,0	15:15 - 15:20	20	65,1	65,1
13.06.2008	15:20 - 15:25	20	0,0	0,1	15:25 - 15:30	20	65,1	65,0
	Mittelwert		0,0	0,0	Mittelwert		65,1	65,1
16.06.2008	08:15 - 08:20	30	0,0	0,1	08:20 - 08:25	30	65,1	65,1
16.06.2008	08:25 - 08:30	30	0,0	0,1	08:30 - 08:35	30	65,2	65,1
16.06.2008	08:35 - 08:40	30	0,0	0,0	08:40 - 08:45	30	65,2	65,2
	Mittelwert		0,0	0,1	Mittelwert		65,2	65,1
16.06.2008	15:20 - 15:25	20	0,0	0,0	15:25 - 15:30	20	65,0	65,1
16.06.2008	15:30 - 15:35	20	0,0	0,0	15:35 - 15:40	20	65,1	65,0
16.06.2008	15:40 - 15:45	20	0,0	0,0	15:45 - 15:50	20	65,1	65,0
	Mittelwert		0,0	0,0	Mittelwert		65,1	65,0

## E [CO] 8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung

*Empfindlichkeitskoeffizient der el. Spannung  $\leq 0,30 \mu\text{mol/mol/V}$  (entspricht 0,3 ppm/V)*

### Gerätetechnische Ausstattung

Die Abhängigkeit von der Netzspannung wird an den beiden Grenzen des vom Hersteller angegebenen Spannungsbereiches bei der Konzentration Null und einer Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches bestimmt. Nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden drei Einzelmessungen bei jedem Spannungs- und Konzentrationsniveau durchgeführt.

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung nach der Richtlinie DIN EN 14626 ergibt sich wie folgt:

$$b_v = \frac{(C_{V2} - C_{V1})}{(V_2 - V_1)}$$

Dabei ist:

$b_v$  der Einfluss der Spannung

$C_{V1}$  der Mittelwert der Messung bei der Spannung  $V_1$

$C_{V2}$  der Mittelwert der Messung bei der Spannung  $V_2$

$V_1$  die niedrigste Spannung  $V_{\min}$

$V_2$  die höchste Spannung  $V_{\max}$

Für die Spannungsabhängigkeit ist der höhere Wert der Messungen beim Null- und Spannniveau zu wählen.

$b_v$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

### Durchführung der Prüfung

Zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Spannung wurde ein Transformator in die Stromversorgung der Messeinrichtung geschaltet und bei verschiedenen Spannungen Prüfgas am Null- und Referenzpunkt aufgegeben.

Die Ergebnisse wurden mit den oben angegebenen Anforderungen verglichen.

### Auswertung

Daraus ergeben sich folgende Empfindlichkeitskoeffizienten

$b_v$  Gerät 1 (188): 0,00 (ppm/V)

$b_v$  Gerät 2 (208): 0,01 (ppm/V)

## Bewertung

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung  $b_v$  überschreitet bei keinem Prüfpunkt die Anforderungen der DIN EN 14626 von maximal 0,3 ppm/V. In der Unsicherheitsberechnung wird für beide Geräte der größte Empfindlichkeitskoeffizient  $b_v$  gewählt. Dies sind für Gerät 1 (188) = 0,00 ppm/V und für Gerät 2 (208) = 0,01 ppm/V.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind in Tabelle 279 und Tabelle 280 dargestellt.

*Tabelle 279: Einzelwerte zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Spannung am Nullpunkt*

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[ppm]	[ppm]
Nullgas bei 210 V			
17.07.2008	14:00 - 14:10	0,02	0,03
17.07.2008	14:20 - 14:30	0,04	0,04
17.07.2008	14:40 - 14:50	0,04	0,02
Mittelwert		0,03	0,03
Nullgas bei 245 V			
17.07.2008	15:10 - 15:20	0,02	0,03
17.07.2008	15:30 - 15:40	0,02	0,01
17.07.2008	15:50 - 16:00	0,02	0,01
Mittelwert		0,02	0,02

*Tabelle 280: Einzelwerte zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Spannung am Referenzpunkt*

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[ppm]	[ppm]
Prüfgas bei 210 V			
17.07.2008	14:10 - 14:20	70,12	70,05
17.07.2008	14:30 - 14:40	70,05	70,11
17.07.2008	14:50 - 15:00	70,01	69,95
Mittelwert		70,06	70,04
Prüfgas bei 245 V			
17.07.2008	15:20 - 15:30	70,11	70,24
17.07.2008	15:40 - 15:50	70,08	70,20
17.07.2008	16:00 - 16:10	70,13	70,24
Mittelwert		70,11	70,23

## E [CO] 8.4.11 Störungen

*Störkomponenten - erlaubte Abweichungen bei H<sub>2</sub>O ≤ 1,0 µmol/mol (entspricht 1,0 ppm); bei CO<sub>2</sub>, NO und N<sub>2</sub>O, jeweils ≤ 0,5 µmol/mol (entspricht 0,5 ppm)*

### Prüfbedingungen

Das Signal des Messgerätes gegenüber verschiedenen in der Luft erwarteten Störkomponenten ist zu prüfen. Diese Störkomponenten können ein positives oder negatives Signal hervorrufen. Die Prüfung wird bei der Konzentration Null und einer Prüfgaskonzentration ( $c_t$ ), die ähnlich dem 8-Stunden-Grenzwert ist, durchgeführt.

Die Konzentrationen der Prüfgasgemische mit der jeweiligen Störkomponente müssen eine Unsicherheit von kleiner als 5 % aufweisen und auf nationale Standards rückführbar sein. Die zu prüfenden Störkomponenten und ihre Konzentrationen sind in Tabelle 217 angegeben. Der Einfluss jeder Störkomponente muss einzeln bestimmt werden. Die Konzentration der Messgröße ist für den auf die Zugabe der Störkomponente (z.B. Wasserdampf) zurückgehenden Verdünnungsfluss zu korrigieren.

Nach der Einstellung des Messgerätes bei Null und beim Spannniveau wird ein Gemisch von Nullgas und der zu untersuchenden Störkomponente mit der in Tabelle 281 angegebenen Konzentration aufgegeben. Mit diesem Gemisch werden eine unabhängige, gefolgt von zwei Einzelmessungen durchgeführt. Diese Vorgehensweise wird mit einem Gemisch der Messgröße bei der Konzentration  $c_t$  und der zu untersuchenden Störkomponente wiederholt. Die Einflussgröße bei Null und der Konzentration  $c_t$  ist:

$$X_{\text{int},z} = x_z$$

$$X_{\text{int},ct} = x_{ct} - c_t$$

Dabei ist:

- |                     |  |
|---------------------|--|
| $X_{\text{int},z}$  | die Einflussgröße der Störkomponente bei Null                                  |
| $x_z$               | der Mittelwert der Messungen bei Null  |
| $X_{\text{int},ct}$ | die Einflussgröße der Störkomponenten bei der Konzentration $c_t$              |
| $x_{ct}$            | der Mittelwert der Messungen bei der Konzentration $c_t$                       |
| $c_t$               | die Konzentration des aufgegebenen Gases beim Niveau des 8-Stunden-Grenzwertes |

Die Einflussgröße der Störkomponenten muss die in oben angegebenen Leistungsanforderungen sowohl bei Null als auch der Konzentration  $c_t$  erfüllen.



## Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14626 durchgeführt. Die Gerät wurden bei Null und der Konzentration  $c_t$  (9,0 ppm) eingestellt. Anschließend wurde Null- und Prüfgas mit den verschiedenen Störkomponenten aufgegeben. Es wurden die in Tabelle 281 aufgeführten Stoffe in den entsprechenden Konzentrationen geprüft.

*Tabelle 281: Störkomponenten nach DIN EN 14626*

Störkomponente	Wert
H <sub>2</sub> O	19 mmol/mol
CO <sub>2</sub>	500 µmol/mol
NO	1 µmol/mol
N <sub>2</sub> O	50 nmol/mol

## Auswertung

In der folgenden Übersicht sind die Einflussgrößen der verschiedenen Störkomponenten aufgelistet.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 443 von 910

*Tabelle 282: Einfluss der geprüften Störkomponenten ( $c_t = 9,0 \text{ ppm}$ )*

		Gerät 1 (188) [ppm]	Gerät 2 (208) [ppm]
<b>H<sub>2</sub>O</b>	X <sub>z</sub>	0,02	0,02
	X <sub>int,z</sub>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>
	X <sub>ct</sub>	9,03	9,03
	X <sub>int,ct</sub>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>
Maximal erlaubte Abweichung		1,00	1,00
Erfüllt?		<b>ja</b>	<b>ja</b>
<b>CO<sub>2</sub></b>	X <sub>z</sub>	-0,01	-0,01
	X <sub>int,z</sub>	<b>-0,01</b>	<b>-0,01</b>
	X <sub>ct</sub>	8,99	9,01
	X <sub>int,ct</sub>	<b>-0,01</b>	<b>0,01</b>
Maximal erlaubte Abweichung		0,50	0,50
Erfüllt?		<b>ja</b>	<b>ja</b>
<b>NO</b>	X <sub>z</sub>	0,00	0,01
	X <sub>int,z</sub>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>
	X <sub>ct</sub>	9,04	9,03
	X <sub>int,ct</sub>	<b>0,04</b>	<b>0,03</b>
Maximal erlaubte Abweichung		0,50	0,50
Erfüllt?		<b>ja</b>	<b>ja</b>
<b>N<sub>2</sub>O</b>	X <sub>z</sub>	0,02	0,03
	X <sub>int,z</sub>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>
	X <sub>ct</sub>	8,99	9,03
	X <sub>int,ct</sub>	<b>-0,01</b>	<b>0,03</b>
Maximal erlaubte Abweichung		0,50	0,50
Erfüllt?		<b>ja</b>	<b>ja</b>

## Bewertung

Die Querempfindlichkeit der CO Messung gegen H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, NO und N<sub>2</sub>O liegt innerhalb der geforderten Unsicherheiten.

Mindestanforderung erfüllt? **ja**

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind in Tabelle 283 aufgeführt.

*Tabelle 283: Einzelwerte der Prüfung zur Querempfindlichkeit nach DIN EN 14626*

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [ppm]	Gerät 2 (208) [ppm]	Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188) [ppm]	Gerät 2 (208) [ppm]
<b>Nullgas + H<sub>2</sub>O</b>				<b>Nullgas + NO</b>			
09.07.2008	08:30 - 08:35	0,01	0,02	09.07.2008	14:40 - 14:45	0,00	0,03
09.07.2006	08:40 - 08:45	0,02	0,02	09.07.2006	14:50 - 14:55	0,00	0,01
09.07.2006	08:50 - 08:55	0,04	0,02	09.07.2006	15:00 - 15:05	0,00	0,00
<b>Mittelwert</b>		<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,00</b>	<b>0,01</b>
<b>Prüfgas + H<sub>2</sub>O</b>				<b>Prüfgas + NO</b>			
09.07.2008	08:35 - 08:40	9,00	9,02	09.07.2008	14:45 - 14:50	9,02	9,03
09.07.2006	08:45 - 08:50	9,02	9,04	09.07.2006	14:55 - 15:00	9,05	9,03
09.07.2006	08:55 - 09:00	9,07	9,04	09.07.2006	15:05 - 15:10	9,05	9,03
<b>Mittelwert</b>		<b>9,03</b>	<b>9,03</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>9,04</b>	<b>9,03</b>
<b>Nullgas + CO<sub>2</sub></b>				<b>Nullgas + N<sub>2</sub>O</b>			
09.07.2008	15:15 - 15:20	-0,01	-0,01	09.07.2008	15:45 - 15:50	0,04	0,01
09.07.2006	15:25 - 15:30	0,00	-0,01	09.07.2006	15:55 - 16:00	0,01	0,04
09.07.2006	15:35 - 15:40	-0,02	-0,02	09.07.2006	16:05 - 16:10	0,01	0,04
<b>Mittelwert</b>		<b>-0,01</b>	<b>-0,01</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>0,02</b>	<b>0,03</b>
<b>Prüfgas + CO<sub>2</sub></b>				<b>Prüfgas + N<sub>2</sub>O</b>			
09.07.2008	15:20 - 15:25	9,00	9,01	09.07.2008	15:50 - 15:55	8,97	9,04
09.07.2006	15:30 - 15:35	8,98	9,01	09.07.2006	16:00 - 16:05	9,00	9,02
09.07.2006	15:40 - 15:45	8,98	9,00	09.07.2006	16:10 - 16:15	9,01	9,02
<b>Mittelwert</b>		<b>8,99</b>	<b>9,01</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>8,99</b>	<b>9,03</b>



## E [CO] 8.4.12 Mittelungsprüfung

*Mittelungseinfluss muss bei  $\leq 7\%$  des Messwertes liegen.*

### Prüfbedingungen

Die Mittelungsprüfung liefert ein Maß für die Unsicherheit der gemittelten Werte, die durch kurzzeitige Konzentrationsänderungen im Probengas, die kürzer als die Messwerterfassung im Messgerät sind, verursacht werden. Im Allgemeinen ist die Ausgabe eines Messgerätes das Ergebnis der Bestimmung einer Bezugskonzentration (üblicherweise Null) und der tatsächlichen Konzentration, die eine gewisse Zeit benötigt.

Zur Bestimmung der auf die Mittelung zurückgehenden Unsicherheit werden die folgenden Konzentrationen auf das Messgerät aufgegeben und die entsprechenden Messwerte registriert: eine sprunghafte Änderung der CO-Konzentration zwischen Null und der Konzentration  $c_t$  (70 % bis 80 % des Maximums der Zertifizierungsbereiches).

Die Zeitspanne ( $t_c$ ) der konstanten CO-Konzentrationen muss mindestens gleich der zum Erzielen von vier unabhängigen Anzeigewerten notwendigen Zeitspanne sein (entsprechend mindestens 16 Einstellzeiten). Die Zeitspanne ( $t_v$ ) der geänderten CO-Konzentration muss mindestens gleich der zum Erzielen von vier unabhängigen Anzeigewerten erforderlichen Zeitspanne ( $t_{CO}$ ) für die CO-Konzentration muss 45 s betragen, gefolgt von der Zeitspanne ( $t_{zero}$ ) von 45 s für die Konzentration Null. Weiterhin gilt:

$c_t$  ist die Prüfgaskonzentration

$t_v$  ist die Gesamtzahl der  $t_{CO}$ - und  $t_{zero}$ -Paare (mindestens drei Paare)

Der Wechsel von  $t_{CO}$  auf  $t_{zero}$  muss innerhalb von 0,5 s erfolgen. Der Wechsel von  $t_c$  zu  $t_v$  muss innerhalb einer Einstellzeit des zu prüfenden Messgerätes erfolgen.

Der Mittelungseinfluss ( $X_{av}$ ) ist:

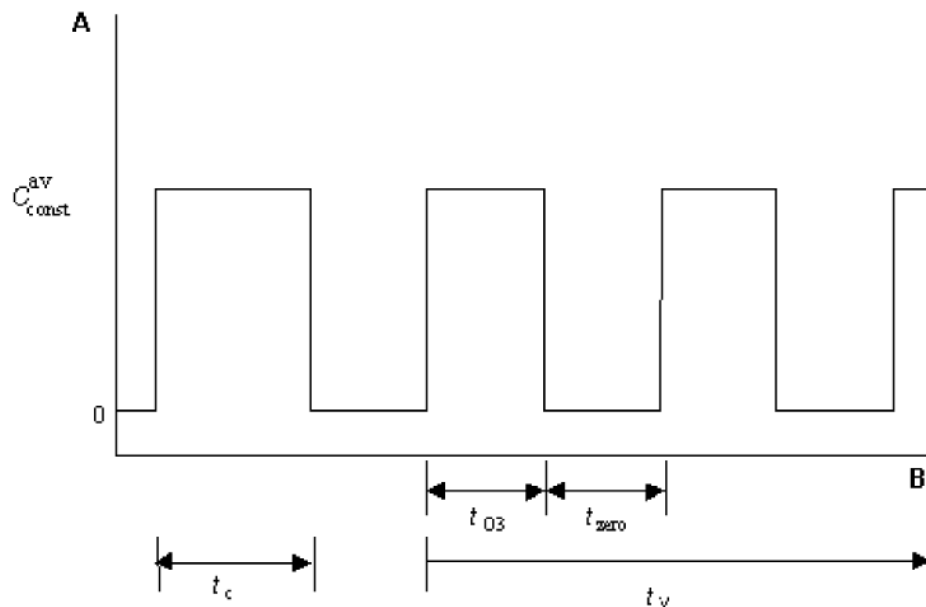
$$X_{av} = \frac{C_{const}^{av} - 2C_{var}^{av}}{C_{const}^{av}} * 100$$

Dabei ist:

$X_{av}$  der Mittelungseinfluss (%)

$C_{const}^{av}$  der Mittelwert von mindestens vier unabhängigen Messungen während der Zeitspanne der konstanten Konzentration

$C_{var}^{av}$  der Mittelwert von mindestens vier unabhängigen Messungen während der Zeitspanne der variablen Konzentration



#### Legende

A Konzentration  
B Zeit

Abbildung 82: Konzentrationsänderung für die Prüfung des Mittelungseinflusses  
( $t_{CO} = t_{zero} = 45$  s.)

### Durchführung der Prüfung

Die Mittelungsprüfung wurde nach den Vorgaben der DIN EN 14626 durchgeführt. Zuerst wurde bei einer konstanten Prüfgaskonzentration der Mittelwert gebildet. Danach wurde mit Hilfe eines Dreiwegeventils im 45 s Takt zwischen Null und Prüfgas hin und her geschaltet. Über die Zeit der wechselnden Prüfgasaufgabe wurde ebenfalls der Mittelwert gebildet.

### Auswertung

In der Prüfung wurden folgende Mittelwerte ermittelt:

Konstanter Mittelwert		Variabler Mittelwert	
Gerät 1 (188)	53,7 ppm	Gerät 1 (188)	27,5 ppm
Gerät 2 (208)	53,5 ppm	Gerät 2 (208)	26,6 ppm

Daraus ergeben sich folgende Mittelungseinflüsse:

Gerät 1 (188): -2,3 %

Gerät 2 (208): 0,6 %

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 447 von 910

## Bewertung

Das Leistungskriterium der DIN EN 14626 wird in vollem Umfang eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind Tabelle 284 zu entnehmen.

*Tabelle 284: Einzelwerte der Mittelungsprüfung nach DIN EN 14626*

	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
<b>Messung (const)</b>	<b>[ppm]</b>	<b>[ppm]</b>
Messung 1	53,7	53,5
Messung 2	53,7	53,5
Messung 3	53,7	53,5
Messung 4	53,7	53,5
<b>Mittelwert C (const)</b>	<b>53,7</b>	<b>53,5</b>
<b>Messung (var)</b>	<b>[ppm]</b>	<b>[ppm]</b>
conz. fallend	34,6	13,2
conz. steigend	18,5	37,6
conz. fallend	31,2	16,5
conz. steigend	21,3	38,3
conz. fallend	27,7	17,3
conz. steigend	29,4	36,6
conz. fallend	22,7	20,4
conz. steigend	34,4	32,9
<b>Mittelwert C (var)</b>	<b>27,5</b>	<b>26,6</b>
<b>Mittlungsfehler X av [%]</b>	<b>-2,3</b>	<b>0,6</b>
erlaubter Fehler	7%	7%
Status	bestanden	bestanden

**E [CO] 8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang***Differenz Proben-/Kalibriereingang ≤ 1,0 %***Prüfvorschriften**

Falls das Messgerät über verschiedene Eingänge für Proben- und Prüfgas verfügt, ist die Differenz des Messsignals bei Aufgabe der Proben über den Proben- oder Kalibriereingang zu prüfen. Hierzu wird Prüfgas mit der Konzentration von 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches über den Probeneingang auf das Messgerät aufgegeben. Die Prüfung besteht aus einer unabhängigen Messung, gefolgt von zwei Einzelmessungen. Nach einer Zeitspanne von mindestens vier Einstellzeiten wird die Prüfung unter Verwendung des Kalibriereingangs wiederholt. Die Differenz wird folgendermaßen berechnet:

$$D_{SC} = \frac{x_s - x_c}{c_t} \times 100$$

Dabei ist

- $D_{SC}$  die Differenz Proben-/Kalibriereingang
- $x_s$  der Mittelwert der Messungen über den Probeneingang
- $x_c$  der Mittelwert der Messungen über den Kalibriereingang
- $c_t$  die Konzentration des Prüfgases

$D_{SC}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

**Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde nach den Vorgaben der DIN EN 14626 durchgeführt. Bei der Prüfgasaufgabe wurde der Weg des Gases mit Hilfe eines Drei-Wege-Ventils zwischen Sample und Spangaseingang umgeschaltet.

**Auswertung**

Bei der Prüfung wurden folgende Differenzen zwischen Proben und Kalibriergaseingang ermittelt:

Gerät 1 (188): -0,12 %

Gerät 2 (208): -0,05 %

**Bewertung**

Das Leistungskriterium der DIN EN 14626 wird in vollem Umfang eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 449 von 910

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind Tabelle 285 zu entnehmen.

*Tabelle 285: Einzelwerte der Prüfung der Differenz zwischen Proben und Kalibrier-gasein-gang*

Datum	Zeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
		[ppm]	[ppm]
Prüfgas am Probengaseingang			
10.07.2008	15:45 - 15:50	69,98	70,11
10.07.2008	15:55 - 16:00	70,05	70,15
10.07.2008	16:05 - 16:10	69,89	70,13
Mittelwert		69,97	70,13
Prüfgas am Prüf-gaseingang			
10.07.2008	15:50 - 15:55	70,11	70,10
10.07.2008	16:00 - 16:05	70,05	70,10
10.07.2008	16:10 - 16:15	70,01	70,08
Mittelwert		70,06	70,09



## **E [CO] 8.5 Bestimmung der Leistungskenngrößen bei der Feldprüfung**

Die Bestimmung der Leistungskenngrößen im Feld als Teil der Eignungsprüfung ist von einer benannten Stelle durchzuführen. Die Qualität der in den beschriebenen Prüfverfahren eingesetzten Materialien und der Ausrüstung muss die Anforderungen der DIN EN 14626 erfüllen.

Bei der Prüfung im Feld werden zwei Messgeräte über eine Zeitspanne von 3 Monaten hinsichtlich Verfügbarkeit (Kontrollintervall), Vergleichpräzision im Feld und Langzeitdrift geprüft. Die Messgeräte werden parallel an ein und derselben Probenahmestelle an einer ausgewählten Messstation unter spezifischen Außenluftbedingungen betrieben.

Die Auswahl der Messstation beruht auf folgenden Kriterien:

Ort:

- periurbane oder ländliche Station
- Einrichtung der Messstation
- ausreichende Kapazität des Probengasverteilers
- genügend Platz, um zwei Messgeräte mit Prüfgasen und/oder Kalibriereinrichtungen unterzubringen
- Kontrolle der Umgebungstemperatur der Messgeräte bei  $20\text{ °C} \pm 4\text{ °C}$  mit Temperaturoaufzeichnung
- stabile elektrische Spannung.

Weitere mögliche Kriterien:

- Telemetrie/Telefoneinrichtung zur Fernüberwachung der Einrichtung
- Zugänglichkeit

### **Betriebsanforderungen**

Nach dem Einbau der Messgeräte in der Messstation ist deren korrekter Betrieb zu prüfen. Dies umfasst unter anderem den korrekten Anschluss am Probengasverteiler, Probengasflüsse, richtige Temperaturen zum Beispiel der Reaktionskammern, Signal gegenüber Null- und Spangas, Datenübertragung und andere Punkte, die von der benannten Stelle als notwendig beurteilt werden.

Nach Feststellung des korrekten Betriebs werden die Messgeräte auf Null abgeglichen und bei einem Wert von etwa 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches kalibriert.

Während der 3-Monats-Zeitspanne müssen die Anforderungen des Geräteherstellers hinsichtlich der Wartung erfüllt werden.

Messungen mit Null- und Spangas sind alle 2 Wochen durchzuführen. Die Konzentration  $c_i$  des Spangases muss etwa 90 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches betragen. Bei Null und dem Konzentrationsniveau  $c_i$  werden eine unabhängige Messung und danach vier Einzelmessungen durchgeführt und die Messergebnisse aufgezeichnet.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 451 von 910

Um die Verunreinigung des Filters bei der Bestimmung der Drift des Messgerätes auszuschließen, werden Null- und Spangas ohne Passage durch das Filter auf das Messgerät aufgegeben.

Um zu vermeiden, dass die Filterbelegung die Ergebnisse des Vergleichs der beiden Messgeräte beeinflusst, und um sicherzustellen, dass die Filterbelegung nicht die Qualität der Messdaten beeinträchtigt, ist das Filter direkt vor jeder zweiwöchentlichen Kalibrierung auszuwechseln. Filter, die bereits im Labor mit CO-Gasmischungen konditioniert wurden, sind zu verwenden.

Während der Prüfzeitspanne von drei Monaten dürfen an den Messgeräten keine Null- und Spangaseinstellungen durchgeführt werden, da dies die Bestimmung der Langzeitdrift beeinflussen würde. Die Messdaten des Messgerätes dürfen unter Annahme einer linearen Drift seit der letzten Null- und Spanprüfung nur mathematisch korrigiert werden.

Falls das Gerät über eine Autoskalierungs- oder Selbstkorrekturfunktion verfügt, kann diese während der Feldprüfung außer Funktion gesetzt werden. Die Größe der Eigenkorrektur muss für das Prüflabor verfügbar sein. Die Größen der Auto-Null und der Auto-Drift-Korrekturen über das Kontrollintervall (Langzeitdrift) unterliegen den gleichen Einschränkungen, wie sie in den Leistungskenngrößen festgelegt sind.



## **E [CO] 8.5.4 Langzeitdrift**

*Langzeitdrift bei Null  $\leq 0,50 \mu\text{mol/mol}$  (entspricht 5 ppm)*

*Langzeitdrift beim Spannniveau  $\leq 5 \%$  des Zertifizierungsbereiches (entspricht 4,3 ppm bei einem Messbereich von 0 bis 86 ppm)*

### **Prüfvorschriften**

Nach jeder zweiwöchigen Kalibrierung ist die Drift der in der Prüfung befindlichen Messgeräte bei Null und beim Spannniveau entsprechend den in diesem Abschnitt angegebenen Verfahren zu berechnen. Falls die Drift im Vergleich zur Anfangskalibrierung eine der Leistungskenngrößen bezüglich der Drift bei Null oder beim Spannniveau erreicht, ergibt sich das Kontrollintervall als Anzahl der Wochen bis zur Feststellung der Überschreitung minus 2 Wochen. Für weitere (Unsicherheits-)Berechnungen sind für die Langzeitdrift die Werte für die Null- und Spandrift über die Zeitspanne des Kontrollintervalls zu verwenden.

Zu Beginn der Driftzeitspanne werden direkt nach der Kalibrierung fünf Einzelmessungen beim Null- und Spannniveau durchgeführt (nach einer Wartezeit, die einer unabhängigen Messung entspricht).

Die Langzeitdrift wird folgendermaßen berechnet:

$$D_{L,Z} = (C_{Z,2} - C_{Z,1})$$

Dabei ist:

$D_{L,Z}$  die Drift bei Null

$C_{Z,1}$  der Mittelwert der Messungen bei Null zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{Z,2}$  der Mittelwert der Nullgasmessung am Ende der Driftzeitspanne

$D_{L,Z}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

$$D_{L,S} = \frac{(C_{S,2} - C_{S,1}) - D_{L,Z}}{C_{S,1}} \times 100$$

Dabei ist:

$D_{L,S}$  die Drift bei der Span-Konzentration

$C_{S,1}$  der Mittelwert der Messungen beim Spannniveau zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{S,2}$  der Mittelwert der Messungen beim Spannniveau am Ende der Driftzeitspanne

$D_{L,S}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO, Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 453 von 910

## Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde so durchgeführt, dass alle 2 Wochen Prüfgas aufgegeben wurde. In Tabelle 286 und Tabelle 287 sind die gefundenen Messwerte der zweiwöchentlichen Prüfungsaufgaben angegeben.

## Auswertung

*Tabelle 286: Ergebnisse der Langzeitdrift am Nullpunkt Komponente CO*

	Gerät 1 (188) [ppm]	Gerät 2 (208) [ppm]
C <sub>Z,1</sub> 25.08.2008	0,04	0,01
C <sub>Z,2</sub> 08.09.2008	-0,12	0,12
<b>D<sub>L,Z</sub> 08.09.2008</b>	<b>-0,16</b>	<b>0,11</b>
C <sub>Z,2</sub> 22.09.2008	0,06	0,26
<b>D<sub>L,Z</sub> 22.09.2008</b>	<b>0,02</b>	<b>0,25</b>
C <sub>Z,2</sub> 06.10.2008	0,14	0,28
<b>D<sub>L,Z</sub> 06.10.2008</b>	<b>0,10</b>	<b>0,27</b>
C <sub>Z,2</sub> 20.10.2008	0,26	0,14
<b>D<sub>L,Z</sub> 20.10.2008</b>	<b>0,22</b>	<b>0,13</b>
C <sub>Z,2</sub> 03.11.2008	0,18	0,40
<b>D<sub>L,Z</sub> 03.11.2008</b>	<b>0,14</b>	<b>0,39</b>
C <sub>Z,2</sub> 17.11.2008	0,29	0,25
<b>D<sub>L,Z</sub> 17.11.2008</b>	<b>0,25</b>	<b>0,24</b>
C <sub>Z,2</sub> 10.12.2008	0,22	0,31
<b>D<sub>L,Z</sub> 10.12.2008</b>	<b>0,18</b>	<b>0,30</b>

*Tabelle 287: Ergebnisse der Langzeitdrift am Nullpunkt Komponente CO*

	Gerät 1 (188) [ppm]	Gerät 2 (208) [ppm]
C <sub>S,1</sub> 25.08.2008	70,09	70,12
C <sub>S,2</sub> 08.09.2008	70,24	70,36
<b>D<sub>L,S</sub> 08.09.2008</b>	<b>0,45%</b>	<b>0,19%</b>
C <sub>S,2</sub> 22.09.2008	70,49	70,34
<b>D<sub>L,S</sub> 22.09.2008</b>	<b>0,55%</b>	<b>-0,04%</b>
C <sub>S,2</sub> 06.10.2008	71,04	70,68
<b>D<sub>L,S</sub> 06.10.2008</b>	<b>1,21%</b>	<b>0,41%</b>
C <sub>S,2</sub> 20.10.2008	70,49	70,87
<b>D<sub>L,S</sub> 20.10.2008</b>	<b>0,26%</b>	<b>0,88%</b>
C <sub>S,2</sub> 03.11.2008	70,69	71,05
<b>D<sub>L,S</sub> 03.11.2008</b>	<b>0,66%</b>	<b>0,77%</b>
C <sub>S,2</sub> 17.11.2008	71,00	71,00
<b>D<sub>L,S</sub> 17.11.2008</b>	<b>0,95%</b>	<b>0,91%</b>
C <sub>S,2</sub> 10.12.2008	70,98	71,31
<b>D<sub>L,S</sub> 10.12.2008</b>	<b>1,02%</b>	<b>1,27%</b>

## Bewertung

Es ergeben sich Langzeitdriften von maximal 0,25 ppm am Nullpunkt und 1,21 % des Zertifizierungsbereiches für Gerät 1 (188) und von maximal 0,39 ppm am Nullpunkt und 1,27 % des Zertifizierungsbereiches am Referenzpunkt für Gerät 2 (208).

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

*Tabelle 288: Einzelwerte der Prüfung zur Langzeitdrift nach DIN EN 14626*

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)	Uhrzeit	Gerät 1 (188)	Gerät 2 (208)
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	[hh:mm]	[ppm]	[ppm]	[hh:mm]	[ppm]	[ppm]
25.08.2008	10:05	0,05	0,00	13:38	70,05	70,11
25.08.2008	10:07	0,05	0,00	13:40	70,08	70,12
25.08.2008	10:09	0,04	0,02	13:42	70,11	70,12
25.08.2008	10:11	0,05	0,02	13:44	70,10	70,15
25.08.2008	10:13	0,02	0,02	13:46	70,10	70,11
<b>Mittelwert</b>		<b>0,04</b>	<b>0,01</b>		<b>70,09</b>	<b>70,12</b>
08.09.2008	09:55	-0,12	0,12	12:25	70,24	70,36
22.09.2008	11:25	0,06	0,26	12:50	70,49	70,34
06.10.2008	15:25	0,14	0,28	16:50	71,04	70,68
20.10.2008	12:15	0,26	0,14	13:40	70,49	70,87
03.11.2008	12:15	0,18	0,40	13:40	70,69	71,05
17.11.2008	11:10	0,29	0,25	12:35	71,00	71,00
10.12.2008	12:10	0,22	0,31	13:35	70,98	71,31

## E [CO] 8.5.5 Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen

*Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen  $\leq 5$  % des Mittels über eine Zeitspanne von 3 Monaten.*

### Prüfvorschriften

Die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen wird aus den während der dreimonatigen Zeitspanne stündlich gemittelten Messwerten berechnet.

Die Differenz  $d_f$  für jede i-te Parallelmessung ist:

$$d_{f,i} = (x_{1,f})_i - (x_{2,f})_i$$

Dabei ist:

$d_{f,i}$  die i-te Differenz einer Parallelmessung

$(x_{1,f})_i$  das i-te Messergebnis von Messgerät 1

$(x_{2,f})_i$  das i-te Messergebnis von Messgerät 2 zu selben Zeit wie Messgerät 1

Die Vergleichsstandardabweichung (unter Feldbedingungen) ist:

$$s_{r,f} = \frac{\left( \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_{f,i}^2}{2n}} \right)}{av} \times 100$$

Dabei ist:

$s_{r,f}$  die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen (%)

$n$  die Anzahl der Parallelmessungen

$av$  der Mittelwert in der Feldprüfung

$d_{f,i}$  die i-te Differenz einer Parallelmessung

Die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen,  $s_{rf}$ , muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

### Durchführung der Prüfung

Aus den während der Feldprüfung stündlich gemittelten Werten, wurde die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen mit Hilfe der oben genannten Formeln ermittelt.



## Auswertung

*Tabelle 289: Bestimmung der Reproduzierbarkeit auf Basis aller Daten aus dem Feldtest*

Vergleichsstandardabweichung im Feldtest				
Stichprobenumfang	n	=	2568	
Mittelwert beider Geräte		=	2,90	ppm
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	sd	=	0,139	
<b>Vergleichsstandardabweichung (%)</b>	<b>Sr,f</b>	<b>=</b>	<b>4,80</b>	<b>%</b>

Es ergibt sich eine Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen von 4,80 % des Mittelwertes

## Bewertung

Die Anforderungen der DIN EN 14626 werden eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

## **E [CO]      8.5.6 Kontrollintervall**

*Wartungsintervall mindestens 14 Tage*

### **Prüfvorschriften**

Das Kontrollintervall ist die Zeitspanne, in der die Drift innerhalb des Leistungskriteriums für die Langzeitdrift liegt, sofern nicht der Gerätehersteller eine kürzere Zeitspanne festlegt. Falls eines der Messgeräte während der Feldprüfung Fehlfunktionen aufweist, ist die Feldprüfung neu zu starten, um festzustellen, ob die Fehlfunktion zufällig war oder auf einen Gerätefehler zurückzuführen ist.

### **Durchführung der Prüfung**

Das Leistungskriterium der Langzeitdrift (Punkt 8.5.4) wurde während des 3-monatigen Feldtestes nicht überschritten. Allerdings wurde der geräteinterne Teflonfilter monatlich gewechselt.

### **Auswertung**

Aufgrund der Daten aus der Langzeitdriftuntersuchung (siehe Tabelle 286 und Tabelle 287) und den monatlich durchgeführten Wartungsarbeiten ergibt sich ein Kontrollintervall von 4 Wochen.

### **Bewertung**

Das Wartungsintervall beträgt 4 Wochen.

Mindestanforderung erfüllt?    ja

### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht notwendig.



## **E [CO] 8.5.7 Verfügbarkeit**

*Verfügbarkeit des Messgerätes > 90 %.*

### **Prüfvorschriften**

Der korrekte Betrieb des Messgerätes ist mindestens alle 14 Tage zu prüfen. Es wird empfohlen, diese Prüfung während der ersten 14 Tage täglich durchzuführen. Diese Prüfungen beinhalten die Plausibilitätsprüfung der Messwerte, sofern verfügbar, Statussignale und andere relevante Parameter. Zeitpunkt, Dauer und Art von Fehlfunktionen sind zu registrieren.

Die für die Berechnung der Verfügbarkeit zu berücksichtigende Zeitspanne ist diejenige Zeitspanne in der Feldprüfung, während der valide Messdaten für die Außenluftkonzentrationen gewonnen werden. Dabei darf die für Kalibrierungen, Konditionierung der Probengasleitung, Filter und Wartungsarbeiten aufgewendete Zeit nicht einbezogen werden.

Die Verfügbarkeit des Messgerätes ist:

$$A_a = \frac{t_u}{t_t} * 100$$

Dabei ist:

$A_a$  die Verfügbarkeit des Messgerätes (%)

$t_u$  die gesamte Zeitspanne mit validen Messwerten

$t_t$  die gesamte Zeitspanne der Feldprüfung, abzüglich der Zeit für Kalibrierung und Wartung

$t_u$  und  $t_t$  müssen in den gleichen Einheiten angegeben werden.

Die Verfügbarkeit muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

### **Durchführung der Prüfung**

Aus der Gesamtzeit des Feldtests und den dabei aufgetretenen Ausfallzeiten wurde die Verfügbarkeit mit Hilfe der oben genannten Formel berechnet.

### **Auswertung**

Die während des Feldtestes aufgetretenen Ausfallzeiten sind in Tabelle 290 aufgelistet.

*Tabelle 290: Ausfallzeiten während des Feldtests*

			Gerät 1253	Gerät 1257
Gesamtzeit	$t_t$	h	2568	2568
Kalibrierung/Wartung	--	h	94,5	94,5
Einsatzzeit	$t_u$	h	2473,5	2473,5
Verfügbarkeit	$A_a$	%	96,3 %	96,3 %

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 459 von 910

Die Kalibrierzeiten ergeben sich aus den täglichen Prüfgasaufgaben zur Bestimmung des Driftverhaltens und des Wartungsintervalls. Die Wartungszeit resultiert aus den Zeiten, die zum Austausch der geräteinternen Teflonfilter im Probengasweg benötigt wurden.

### **Bewertung**

Die Verfügbarkeit beträgt 96,3 %, somit ist die Mindestanforderung erfüllt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.



## **Eignungsanerkennung nach DIN EN 14626 für die Komponente CO**

*Die Eignungsanerkennung des Messgerätes besteht aus folgenden Schritten:*

- 1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle 1 angegebene Kriterium erfüllen (siehe 8.2 in DIN EN 14626).*
- 2) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Laborprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das in der Richtlinie 2002/3/EG angegebene Kriterium. Dieses Kriterium ist die maximal zulässige Unsicherheit von Einzelmessungen für kontinuierliche Messungen beim 8-Stunden-Grenzwert. Die relevanten spezifischen Leistungskenngrößen und das Berechnungsverfahren sind im Anhang G der DIN EN 14626 angegeben.*
- 3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle 1 angegebene Kriterium erfüllen (siehe 8.2 in DIN EN 14626).*
- 4) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Labor- und Feldprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das in der Richtlinie 2002/3/EG angegebene Kriterium. Dieses Kriterium ist die maximal zulässige Unsicherheit von Einzelmessungen für kontinuierliche Messungen beim 8-Stunden-Grenzwert. Die relevanten spezifischen Leistungskenngrößen und das Berechnungsverfahren sind im Anhang G der DIN EN 14626 angegeben.*

### **Prüfvorschriften**

Berechnung nach Anhang G der DIN EN 14626

### **Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde nach DIN EN 14626 durchgeführt. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang E aufgeführt. Am Ende der Prüfung wurden die nötigen Unsicherheiten mit den während der Prüfung erhaltenen Werten ausgerechnet.

### **Auswertung**

- Zu 1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngrößen erfüllt das in Tabelle 1 der DIN EN 14626 angegebene Kriterium.
- Zu 2) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Laborprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das geforderte Kriterium.
- Zu 3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Kenngröße erfüllt das in Tabelle 1 der DIN EN 14626 angegebene Kriterium.
- Zu 4) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Labor- und Feldprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das geforderte Kriterium.



Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmesseinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 461 von 910

## **Bewertung**

Die Mindestanforderungen werden eingehalten. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang E aufgeführt.

Mindestanforderungen erfüllt? Ja

## **Umfassende Darstellung**

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfpunkte, sowie der Messergebnisse sind im Anhang E aufgeführt.

Die Ergebnisse zu den Punkten 1 und 3 sind in Tabelle 291 zusammengefasst.

Die Ergebnisse zu Punkt 2 sind in Tabelle 292 und Tabelle 294 zu finden.

Die Ergebnisse zu Punkt 4 sind in Tabelle 293 und Tabelle 295 zu finden.



*Tabelle 291: Leistungsanforderungen nach DIN EN 14626 für die Komponente CO*

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei Null	$\leq 1,0 \mu\text{mol/mol}$	S <sub>r</sub> Gerät 188: 0,0 ppm S <sub>r</sub> Gerät 208: 0,1 ppm	Ja	429
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei der Konzentration ct	$\leq 3,0 \mu\text{mol/mol}$	S <sub>r</sub> Gerät 188: 0,1 ppm S <sub>r</sub> Gerät 208: 0,1 ppm	Ja	429
8.4.6 „lack of fit“ (Abweichung von der linearen Regression)	Größte Abweichung von der linearen Regressionsfunktion bei Konzentration größer als Null $\leq 4 \%$ des Messwertes  Abweichung bei Null $\leq 0,2 \mu\text{mol/mol}$	X <sub>i,z</sub> Gerät 188: NP 0,09 ppm X <sub>i</sub> Gerät 188: RP 0,4 % X <sub>i,z</sub> Gerät 208: NP -0,02 ppm X <sub>i</sub> Gerät 208: RP 0,4 %	Ja	431
8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes	$\leq 0,70 \mu\text{mol/mol/kPa}$	b <sub>gp</sub> Gerät 188: 0,01 ppk/kPa b <sub>gp</sub> Gerät 208: 0,01 ppm/kPa	Ja	437
8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengas-temperatur	$\leq 0,30 \mu\text{mol/mol/K}$	b <sub>gt</sub> Gerät 188: 0,003 ppm/K b <sub>gt</sub> Gerät 208: 0,000 ppm/K	Ja	439
8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungs-temperatur	$\leq 0,30 \mu\text{mol/mol/K}$	b <sub>st</sub> Gerät 188: 0,01 ppm/K b <sub>st</sub> Gerät 208: 0,01 ppm/K	Ja	441
8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	$\leq 0,30 \mu\text{mol/mol/V}$	b <sub>v</sub> Gerät 188: 0,00 ppm/V b <sub>v</sub> Gerät 208: 0,01 ppm/V	Ja	445
8.4.11 Störkomponenten bei Null und der Konzentration ct	H <sub>2</sub> O $\leq 1,0 \mu\text{mol/mol}$ CO <sub>2</sub> $\leq 0,5 \mu\text{mol/mol}$ NO $\leq 0,5 \mu\text{mol/mol}$ N <sub>2</sub> O $\leq 0,5 \mu\text{mol/mol}$	H <sub>2</sub> O Gerät 188: NP 0,02 ppm / RP 0,03 ppm Gerät 208: NP 0,02 ppm / RP 0,03 ppm CO <sub>2</sub> Gerät 188: NP -0,01 ppm / RP -0,01 ppm Gerät 208: NP -0,01 ppm / RP 0,01 ppm NO Gerät 188: NP 0,00 ppm / RP 0,04 ppm Gerät 208: NP 0,01 ppm / RP 0,03 ppm N <sub>2</sub> O Gerät 188: NP 0,02 ppm / RP -0,01 ppm Gerät 208: NP 0,03 ppm / RP 0,03 ppm	ja	447

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessanlage der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 463 von 910

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	ein- gehal- ten	Seite
8.4.12 Mittelungseinfluss	$\leq 7,0 \%$ des Messwertes	$X_{av}$ Gerät 188: -2,3 % $X_{av}$ Gerät 208: 0,6 %	Ja	451
8.4.13 Differenz Proben /Kalibrieringang	$\leq 1,0 \%$	$D_{SC}$ Gerät 188: -0,12 $D_{SC}$ Gerät 208: -0,05	Ja	454
8.4.3 Einstellzeit (Anstieg)	$\leq 180 \text{ s}$	$t_r$ Gerät 188: max. 92 s $t_r$ Gerät 208: max. 93 s	Ja	422
8.4.3 Einstellzeit (Abfall)	$\leq 180 \text{ s}$	$t_f$ Gerät 188: max. 89 s $t_f$ Gerät 208: max. 89 s	Ja	422
8.4.3 Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit	$\leq 10 \%$ relative Differenz oder 10 s, je nachdem, welcher Wert größer ist	$t_d$ Gerät 188: 1,39 % oder 4 s $t_d$ Gerät 208: 3,31 % oder 5 s	Ja	422
8.5.6 Kontrollintervall	3 Monate oder weniger, falls der Hersteller eine kürzere Zeitspanne angibt, aber nicht weniger als 2 Wochen	Gerät 188: 4 Wochen Gerät 208: 4 Wochen	Ja	463
8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes	$> 90 \%$	$A_a$ Gerät 188: 96 % $A_a$ Gerät 208: 96 %	Ja	464
8.5.5 Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen	$\leq 5,0 \%$ des Mittels über einen Zeitraum von drei Monaten	$S_{r,f}$ Gerät 188: 4,80% $S_{r,f}$ Gerät 208: 4,80 %	Ja	461
8.5.4 Langzeitdrift bei Null	$\leq 0,50 \mu\text{mol/mol}$	$D_{l,z}$ Gerät 188: 0,25 ppm $D_{l,z}$ Gerät 208: 0,39 ppm	Ja	458
8.5.4 Langzeitdrift beim Spanni- veau	$\leq 5,0 \%$ des Maximums des Zertifizierungsbereiches	$D_{l,s}$ Gerät 188: max. 1,21 % $D_{l,s}$ Gerät 208: max. 1,27 %	Ja	458
8.4.4 Kurzzeitdrift bei Null	$\leq 0,20 \mu\text{mol/mol}$ über 12 h	$D_{s,z}$ Gerät 188: 0,0 ppm $D_{s,z}$ Gerät 208: 0,0 ppm	Ja	426
8.4.4 Kurzzeitdrift beim Spanni- veau	$\leq 0,60 \mu\text{mol/mol}$ über 12 h	$D_{s,s}$ Gerät 188: 0,0 ppm $D_{s,s}$ Gerät 208: 0,1 ppm	Ja	426

**Tabelle 292: Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung nach DIN EN 14626 (Komponente CO) für Gerät 188**

Messgerät: airpointer		Seriennummer: Gerät 1 (188)				
Messkomponente: CO		1h-Grenzwert: 8,62		µmol/mol		
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 µmol/mol	0,000	u <sub>r,z</sub>	0,00	0,0000
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 µmol/mol	0,100	u <sub>r,N</sub>	0,02	0,0003
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,400	u <sub>l,N</sub>	0,02	0,0004
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 0,7 µmol/mol/kPa	0,010	u <sub>gp</sub>	0,01	0,0002
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/K	0,003	u <sub>gt</sub>	0,01	0,0000
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/K	0,010	u <sub>st</sub>	0,02	0,0005
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/V	0,000	u <sub>v</sub>	0,00	0,0000
8a	Störkomponente H2O mit 21 mmol/mol	≤ 1,0 µmol/mol	0,033	u <sub>H2O</sub>	0,02	0,0005
8b	Störkomponente CO2 mit 500 µmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	-0,010	u <sub>int,pos</sub> oder u <sub>int,neg</sub>	0,02	0,0005
8c	Störkomponente NO mit 1 µmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	0,038			
8d	Störkomponente N2O mit 50 nmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	-0,009			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	-2,300	u <sub>av</sub>	-0,11	0,0131
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	-0,120	u <sub>Dsc</sub>	-0,01	0,0000
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	ucg	0,09	0,0074
Kombinierte Standardunsicherheit				u <sub>c</sub>	0,1515	µmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U <sub>c</sub>	0,3030	µmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				U <sub>c,rel</sub>	3,52	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				U <sub>req,rel</sub>	15	%

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponenten Immissionsmessereinrichtung airpointer der Firma recordum Messtechnik GmbH für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und CO,  
Berichts-Nr.: 936/21209700/A

Seite 465 von 910

**Tabelle 293: Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfungen nach DIN EN 14626 (Komponente CO) für Gerät 188**

Messgerät:	airpointer	Seriennummer:		Gerät 1 (188)		
Messkomponente:	CO	1h-Grenzwert:		8,62 $\mu\text{mol/mol}$		
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	$\leq 1,0 \mu\text{mol/mol}$	0,000	$u_{r,z}$	0,00	0,0000
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	$\leq 3,0 \mu\text{mol/mol}$	0,100	$u_{r,lv}$	nicht berücksichtigt, da $u_{r,lv} = 0,01 < u_{r,f}$	-
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	$\leq 4,0\%$ des Messwertes	0,400	$u_{l,lv}$	0,02	0,0004
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	$\leq 0,7 \mu\text{mol/mol/kPa}$	0,010	$u_{gp}$	0,01	0,0002
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	$\leq 0,3 \mu\text{mol/mol/K}$	0,003	$u_{gt}$	0,01	0,0000
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	$\leq 0,3 \mu\text{mol/mol/K}$	0,010	$u_{st}$	0,02	0,0005
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	$\leq 0,3 \mu\text{mol/mol/V}$	0,000	$u_v$	0,00	0,0000
8a	Störkomponente H2O mit 21 mmol/mol	$\leq 1,0 \mu\text{mol/mol}$	0,033	$u_{H_2O}$	0,02	0,0005
8b	Störkomponente CO2 mit 500 $\mu\text{mol/mol}$	$\leq 0,5 \mu\text{mol/mol}$	-0,010	$u_{int,pos}$ oder $u_{int,neg}$	0,02	0,0005
8c	Störkomponente NO mit 1 $\mu\text{mol/mol}$	$\leq 0,5 \mu\text{mol/mol}$	0,038			
8d	Störkomponente N2O mit 50 nmol/mol	$\leq 0,5 \mu\text{mol/mol}$	-0,009			
9	Mittelungsfehler	$\leq 7,0\%$ des Messwertes	-2,300	$u_{av}$	-0,11	0,0131
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	$\leq 5,0\%$ des Mittels über 3 Mon.	4,800	$u_{r,f}$	0,41	0,1712
11	Langzeitdrift bei Null	$\leq 0,5 \mu\text{mol/mol}$	0,250	$u_{d,lz}$	0,14	0,0208
12	Langzeitdrift beim 1h-Grenzwert	$\leq 5,0\%$ des Max. des Zert.bereichs	1,210	$u_{d,lv}$	0,06	0,0036
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	$\leq 1,0\%$	-0,120	$u_{Dsc}$	-0,01	0,0000
23	Unsicherheit Prüfgas	$\leq 3,0\%$	2,000	$u_{cg}$	0,09	0,0074
Kombinierte Standardunsicherheit				$u_c$	0,4673	$\mu\text{mol/mol}$
Erweiterte Unsicherheit				$U_c$	0,9346	$\mu\text{mol/mol}$
Relative erweiterte Unsicherheit				$U_{c,rel}$	10,84	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				$U_{req,rel}$	15	%



**Tabelle 294: Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung nach DIN EN 14626 (Komponente CO) für Gerät 208**

Messgerät:		airpointer		Seriennummer:		Gerät 2 (208)		
Messkomponente:		CO		1h-Grenzwert:		8,62                      µmol/mol		
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit		
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 µmol/mol	0,100	U <sub>r,z</sub>	0,02	0,0003		
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 µmol/mol	0,100	U <sub>r,jv</sub>	0,02	0,0003		
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,400	U <sub>l,jv</sub>	0,02	0,0004		
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 0,7 µmol/mol/kPa	0,010	U <sub>gp</sub>	0,01	0,0002		
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/K	0,000	U <sub>gt</sub>	0,00	0,0000		
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/K	0,010	U <sub>st</sub>	0,02	0,0005		
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/V	0,010	U <sub>v</sub>	0,03	0,0009		
8a	Störkomponente H2O mit 21 mmol/mol	≤ 1,0 µmol/mol	0,033	U <sub>H2O</sub>	0,02	0,0005		
8b	Störkomponente CO2 mit 500 µmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	0,014	U <sub>int,pos</sub> oder	0,04	0,0018		
8c	Störkomponente NO mit 1 µmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	0,029					
8d	Störkomponente N2O mit 50 nmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	0,030	U <sub>int,neg</sub>				
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	0,600	U <sub>av</sub>	0,03	0,0009		
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	-0,050	U <sub>Dsc</sub>	0,00	0,0000		
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	0	0,09	0,0074		
				Kombinierte Standardunsicherheit		U <sub>c</sub>	0,1147	µmol/mol
				Erweiterte Unsicherheit		U <sub>c</sub>	0,2293	µmol/mol
				Relative erweiterte Unsicherheit		U <sub>c,rel</sub>	2,66	%
				Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit		U <sub>req,rel</sub>	15	%

**Tabelle 295:** *Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfungen nach DIN EN 14626 (Komponente CO) für Gerät 208*

Messgerät: airpointer		Seriennummer: Gerät 2 (208)				
Messkomponente: CO		1h-Grenzwert: 8,62		µmol/mol		
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 µmol/mol	0,100	u <sub>r,z</sub>	0,02	0,0003
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 µmol/mol	0,100	u <sub>r,lv</sub>	nicht berücksichtigt, da u <sub>r,lv</sub> = 0,01 < u <sub>r,f</sub>	-
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,400	u <sub>l,lv</sub>	0,02	0,0004
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 0,7 µmol/mol/kPa	0,010	u <sub>gp</sub>	0,01	0,0002
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/K	0,000	u <sub>gt</sub>	0,00	0,0000
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/K	0,010	u <sub>st</sub>	0,02	0,0005
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,3 µmol/mol/V	0,010	u <sub>v</sub>	0,03	0,0009
8a	Störkomponente H <sub>2</sub> O mit 21 mmol/mol	≤ 1,0 µmol/mol	0,033	u <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	0,02	0,0005
8b	Störkomponente CO <sub>2</sub> mit 500 µmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	0,014	u <sub>int,pos</sub> oder u <sub>int,neg</sub>	0,04	0,0018
8c	Störkomponente NO mit 1 µmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	0,029			
8d	Störkomponente N <sub>2</sub> O mit 50 nmol/mol	≤ 0,5 µmol/mol	0,030			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	0,600	u <sub>av</sub>	0,03	0,0009
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	4,800	u <sub>r,f</sub>	0,41	0,1712
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 0,5 µmol/mol	0,390	u <sub>d,l,z</sub>	0,23	0,0507
12	Langzeitdrift beim 1h-Grenzwert	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	1,270	u <sub>d,l,lv</sub>	0,06	0,0040
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	-0,050	u <sub>Disc</sub>	0,00	0,0000
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	0	0,09	0,0074
Kombinierte Standardunsicherheit				u <sub>c</sub>	0,4887	µmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U <sub>c</sub>	0,9773	µmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				U <sub>c,rel</sub>	11,34	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				U <sub>req,rel</sub>	15	%

# Handbuch