

# ZERTIFIKAT

## über Produktkonformität (QAL1)

Zertifikatsnummer: 0000059867\_03

**Messeinrichtung:** ProCeas LaserCEM für CO, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, HCl, HF, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O

**Hersteller:** AP2E  
110 Avenue Galilée  
13593 Aix-en-Provence  
Frankreich

**Prüfinstitut:** TÜV Rheinland Energy & Environment GmbH

**Es wird bescheinigt,  
dass das AMS unter Berücksichtigung der Normen  
DIN EN 15267-1 (2009), DIN EN 15267-2 (2009), DIN EN 15267-3 (2008)  
sowie DIN EN 14181 (2015)  
geprüft wurde und zertifiziert ist.**

Die Zertifizierung gilt für die in diesem Zertifikat aufgeführten Bedingungen  
(das Zertifikat umfasst 16 Seiten).

Das vorliegende Zertifikat ersetzt das Zertifikat 0000059867\_02 vom 5. September 2023.



Eignungsgeprüft  
DIN EN 15267  
QAL1 zertifiziert  
Regelmäßige  
Überwachung

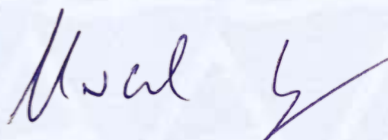
www.tuv.com  
ID 0000059867

Eignungsbekanntgabe im  
Bundesanzeiger vom 10. Mai 2024

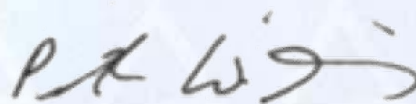
Umweltbundesamt  
Dessau, 12. Juni 2024

Gültigkeit des Zertifikates bis:  
9. Mai 2029

TÜV Rheinland Energy & Environment GmbH  
Köln, 11. Juni 2024



i. A. Dr. Marcel Langner



ppa. Dr. Peter Wilbring

[www.umwelt-tuv.eu](http://www.umwelt-tuv.eu)  
[tre@umwelt-tuv.eu](mailto:tre@umwelt-tuv.eu)  
Tel. + 49 221 806-5200

TÜV Rheinland Energy & Environment GmbH  
Am Grauen Stein  
51105 Köln

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflabor.  
Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage D-PL-11120-02-00 aufgeführten Akkreditierungsumfang.

<b>Prüfbericht:</b>	EuL/21250153/B vom 25. September 2023
<b>Erstmalige Zertifizierung:</b>	22. Juli 2019
<b>Gültigkeit des Zertifikats bis:</b>	9. Mai 2029
<b>Veröffentlichung:</b>	BAnz AT 10.05.2024 B7, Kap. I Nr. 5.1

### **Genehmigte Anwendung**

Das geprüfte AMS ist geeignet zum Einsatz an Anlagen gemäß der 13. BImSchV:2021, 17. BImSchV:2021, 44. BImSchV:2022, 30. BImSchV:2019 und TA Luft:2021. Die geprüften Messbereiche wurden ausgewählt, um einen möglichst weiten Anwendungsbereich für das AMS sicherzustellen.

Die Eignung des AMS für diese Anwendung wurde auf Basis einer Laborprüfung und eines sechsmonatigen Feldtests an einer Müllverbrennung sowie eines sechsmonatigen Feldtests an einem Kraftwerk mit Mitverbrennung von Abfällen beurteilt.

Das AMS ist für den Umgebungstemperaturbereich von +5 °C bis 40 °C zugelassen.

Die Bekanntgabe der Messeinrichtung, die Eignungsprüfung sowie die Durchführung der Unsicherheitsberechnungen erfolgte auf Basis der zum Zeitpunkt der Prüfung gültigen Bestimmungen. Aufgrund möglicher Änderungen rechtlicher Grundlagen sollte jeder Anwender vor dem Einsatz der Messeinrichtung sicherstellen, dass die Messeinrichtung zur Überwachung der für ihn relevanten Grenzwerte und Sauerstoffkonzentrationen geeignet ist.

Jeder potentielle Nutzer sollte in Abstimmung mit dem Hersteller sicherstellen, dass dieses AMS für den vorgesehenen Einsatzzweck geeignet ist.

### **Anmerkung / Hinweis**

Die genannten rechtlichen Regelungen müssen nicht in jedem Fall dem aktuellen Stand der Gesetzgebung entsprechen. Jeder Nutzer sollte ggf. in Abstimmung mit der zuständigen Behörde, sicherstellen, dass diese AMS die rechtlichen Anforderungen für den vorgesehenen Einsatzzweck erfüllt. Darüber hinaus kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich rechtliche Regelungen zum Einsatz einer Messeinrichtung zur Emissionsüberwachung während der Laufzeit des Zertifikats ändern können.

### **Basis der Zertifizierung**

Dieses Zertifikat basiert auf:

- Prüfbericht EuL/21250153/B vom 25. September 2023 der TÜV Rheinland Energy GmbH
- Eignungsbekanntgabe durch das Umweltbundesamt als zuständige Stelle
- Überwachung des Produktes und des Herstellungsprozesses

Veröffentlichung im Bundesanzeiger: BAnz AT 10.05.2024 B7, Kap. I Nr. 5.1,  
UBA Bekanntmachung vom 19. März 2024:

**Messeinrichtung:**

ProCeas LaserCEM für CO, NO, NH<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub>, HCl, HF, NO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub>

**Hersteller:**

AP2E, Aix-en-Provence, Frankreich

**Eignung:**

Modulare Messeinrichtung für genehmigungsbedürftige Anlagen

**Messbereiche in der Eignungsprüfung:**

Komponente/ Modul	Zertifizierungs- bereich	zusätzliche Messbereiche		Einheit
CO	0 - 75	0 - 1.249	-	mg/m <sup>3</sup>
CO (L)	0 - 30	0 - 250	-	mg/m <sup>3</sup>
NO	0 - 78	0 - 150	0 - 2.008	mg/m <sup>3</sup>
NH <sub>3</sub>	0 - 15	0 - 45	0 - 76	mg/m <sup>3</sup>
H <sub>2</sub> O	0 - 30	0 - 40	-	Vol.-%
O <sub>2</sub>	0 - 21	-	-	Vol.-%
SO <sub>2</sub>	0 - 75	0 - 2.858	-	mg/m <sup>3</sup>
HCl	0 - 15	0 - 98	-	mg/m <sup>3</sup>
HF	0 - 1,5	0 - 10	-	mg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	0 - 40	0 - 100	-	mg/m <sup>3</sup>
CH <sub>4</sub>	0 - 5	0 - 20	-	mg/m <sup>3</sup>

**Softwareversionen:**

1.0.21 (SpectrumAnalyzer) oder 3.0.8.85 (DataAnalyser)

**Einschränkungen:**

Bei Einsatz der Komponente NO darf die HCl-Konzentration im Abgas 50 mg/m<sup>3</sup> nicht überschreiten.

**Hinweise:**

1. Bei der Prüfung von NH<sub>3</sub>, HCl, HF und H<sub>2</sub>O sind feuchte Prüfgase einzusetzen.
2. Das Wartungsintervall beträgt drei Monate.
3. Die Wartungsarbeiten sind auf mehrere Tage zu verteilen um die Kriterien für Ausfallzeiten an Anlagen nach 13. BImSchV und 17. BImSchV einzuhalten.
4. Jede Messkomponente stellt ein Modul da. Jedes Modul trägt den Namen der damit gemessenen Komponente. Alle Module können beliebig kombiniert werden.
5. Ergänzungsprüfung (Wartungsintervallverlängerung, Qualifikation einer neuen Softwaregeneration und eines QAL3- Tools, Modifikation der Schrankrückwand) zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 24. Februar 2020 (BAnz AT 24.03.2020 B7, Kapitel I Nummer 3.1) und vom 5. Juli 2023 (BAnz AT 02.08.2023 B7, Kapitel I Nummer 3.4).

**Prüfinstitut:**

TÜV Rheinland Energy GmbH, Köln

Berichts-Nr.: EuL/21250153/B vom 25. September 2023

## Zertifiziertes Produkt

Das Zertifikat gilt für automatische Messeinrichtungen, die mit der folgenden Beschreibung übereinstimmen:

Bei der Messeinrichtung LaserCEM handelt es sich um eine modulare Mehrkomponenten-messeinrichtung, die bei Niederdruck arbeitet. Das Messprinzip beruht auf der Infrarot-Laserspektroskopie. Diese kombiniert eine resonatorverstärkten Absorptionsspektroskopie mit optischem Feedback (OFCEAS; Optical Feedback Cavity Enhanced Absorption Spectroscopy) und eine Niederdruck-Probenahmetechnik (LPS).

Die Messgasaufbereitung besteht aus einer beheizten CEM-Sonde. Die Probenahme erfolgt hier über eine kritische Düse und einen 2- $\mu\text{m}$ -Filter aus gesintertem Edelstahl. An der Sonde ist eine beheizte Messgasleitung, ausgestattet mit einer PTFE-Seele, angeschlossen.

Das hier geprüfte Messsystem besteht aus:

- Gasentnahmesonde CEM mit kritischer Düse und Filter 2  $\mu\text{m}$
- Beheizte Messgasleitung, Temperatur 80 °C (selbstregulierend), Innendurchmesser ca. 6 mm, Material PFA, Länge max. 35 m
- Analysenschrank mit:
  - o Analysenmodulen LaserCEM
  - o Messgasschläuche
  - o Pumpe (Unterdruck)
  - o Schnittstellenmodul
  - o Messwertausgänge und div. elektrische Komponenten

Mit Ausnahme der beheizbaren Gasentnahmesonde sowie der beheizbaren Messgasleitung befinden sie alle Komponenten zusammen mit der Elektroverteilung und den Modulen in einem verschließbaren Messschrank.

Die Messeinrichtung ist in 2 verschiedenen Varianten erhältlich, die sich im Wesentlichen in der Größe des Messschrankes unterscheiden. Aufgrund der unterschiedlichen Höhe der Schränke ergaben sich Anpassungen bei den Messgaswegen und der sonstigen Anordnung der Komponenten wie Umschaltventilen zur Aufgabe von trockenen Prüfgasgasen. Darüber hinaus ist das Schnittstellenmodul zum Anschluss trockener Prüfgase sowie die Umschaltmöglichkeiten an der Vorderseite bei der Bauform 38U erweitert.

### **Allgemeine Anmerkungen**

Dieses Zertifikat basiert auf dem geprüften Gerät. Der Hersteller ist dafür verantwortlich, dass die Produktion dauerhaft den Anforderungen der DIN EN 15267 entspricht. Der Hersteller ist verpflichtet, ein geprüftes Qualitätsmanagementsystem zur Steuerung der Herstellung des zertifizierten Produktes zu unterhalten. Sowohl das Produkt als auch die Qualitätsmanagementsysteme müssen einer regelmäßigen Überwachung unterzogen werden.

Falls festgestellt wird, dass das Produkt aus der aktuellen Produktion mit dem zertifizierten Produkt nicht mehr übereinstimmt, ist die TÜV Rheinland Energy & Environment GmbH unter der auf Seite 1 angegebenen Adresse zu informieren.

Das Zertifikatszeichen mit der produktspezifischen ID-Nummer, das an dem zertifizierten Produkt angebracht oder in Werbematerialien für das zertifizierte Produkt verwendet werden kann, ist auf Seite 1 dieses Zertifikates dargestellt.

Dieses Dokument sowie das Zertifikatszeichen bleiben Eigentum der TÜV Rheinland Energy & Environment GmbH. Mit dem Widerruf der Bekanntgabe verliert dieses Zertifikat seine Gültigkeit. Nach Ablauf der Gültigkeit des Zertifikats und auf Verlangen der TÜV Rheinland Energy & Environment GmbH muss dieses Dokument zurückgegeben und das Zertifikatszeichen darf nicht mehr verwendet werden.

Die aktuelle Version dieses Zertifikates und seine Gültigkeit kann auch unter der Internetadresse: [qal1.de](http://qal1.de) eingesehen werden.

### **Dokumentenhistorie**

Die Zertifizierung der Messeinrichtung ProCeas LaserCEM basiert auf den im Folgenden dargestellten Dokumenten und der regelmäßigen fortlaufenden Überwachung des Qualitätsmanagementsystems des Herstellers:

#### **Erstzertifizierung gemäß DIN EN 15267**

Zertifikat-Nr. 0000059867\_00: 5. November 2019  
Gültigkeit des Zertifikats bis: 21. Juli 2024  
Prüfbericht: 936/21228566/C vom 7. März 2019  
TÜV Rheinland Energy GmbH  
Veröffentlichung: BAnz AT 22.07.2019 B8, Kapitel I Nummer 1.1  
UBA Bekanntmachung vom 28. Juni 2019

#### **Ergänzungsprüfung gemäß DIN EN 15267**

Zertifikat-Nr. 0000059867\_01: 4. Juni 2020  
Gültigkeit des Zertifikats bis: 23. März 2025  
Prüfbericht: 936/21228566/D vom 20. Mai 2019  
TÜV Rheinland Energy GmbH  
Veröffentlichung: BAnz AT 24.03.2020 B7, Kapitel I Nummer 3.1  
UBA Bekanntmachung vom 24. Februar 2020

#### **Mitteilungen**

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energy GmbH vom 12. November 2020  
Veröffentlichung: BAnz AT 03.05.2021 B9, Kapitel III Mitteilung 5  
UBA Bekanntmachung vom 31. März 2021  
(Softwareänderung)

#### **Ergänzungsprüfung gemäß DIN EN 15267**

Zertifikat-Nr. 0000059867\_02: 5. September 2023  
Gültigkeit des Zertifikats bis: 1. August 2028  
Prüfbericht: 936/21250153/A vom 6. Februar 2023  
TÜV Rheinland Energy GmbH  
Veröffentlichung: BAnz AT 02.08.2023 B7, Kapitel I Nummer 3.4  
UBA Bekanntmachung vom 5. Juli 2023

#### **Ergänzungsprüfung gemäß DIN EN 15267**

Zertifikat-Nr. 0000059867\_03: 12. Juni 2024  
Gültigkeit des Zertifikats bis: 9. Mai 2029  
Prüfbericht: EuL/21250153/B vom 25. September 2023  
TÜV Rheinland Energy GmbH  
Veröffentlichung: BAnz AT 10.05.2024 B7, Kapitel I Nummer 5.1  
UBA Bekanntmachung vom 19. März 2024

### Berechnung der Gesamtunsicherheit nach DIN EN 14181 und DIN EN 15267-3

#### Messeinrichtung

Hersteller	AP2E
Bezeichnung der Messeinrichtung	LaserCEM
Seriennummer der Prüflinge	SN2015-0120 / SN2015-0125
Messprinzip	Resonatorverstärkte Abs.-spektr. mit opt. Feedback

#### Prüfbericht

Prüfinstitut	936/21228566/D
Berichtsdatum	TÜV Rheinland
	20.05.2019

#### Messkomponente

Zertifizierungsbereich ZB	NO	0 - 78 mg/m <sup>3</sup>
---------------------------	----	--------------------------

#### Bewertung der Querempfindlichkeiten (QE)

(System mit größter QE)

Summe positive QE am Null-Punkt	0,42 mg/m <sup>3</sup>
Summe negative QE am Null-Punkt	0,00 mg/m <sup>3</sup>
Summe positive QE am Ref.-Punkt	0,00 mg/m <sup>3</sup>
Summe negative QE am Ref.-Punkt	-1,30 mg/m <sup>3</sup>
Maximale Summe von Querempfindlichkeiten	-1,30 mg/m <sup>3</sup>
Messunsicherheit der Querempfindlichkeit	$u_i$ -0,752 mg/m <sup>3</sup>

#### Berechnung der erweiterten Messunsicherheit

##### Prüfgröße

		$u^2$
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen *	$u_D$ 0,721 mg/m <sup>3</sup>	0,520 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Linearität / Lack-of-fit	$u_{lof}$ -0,437 mg/m <sup>3</sup>	0,191 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Nullpunktdrift aus Feldtest	$u_{d,z}$ 0,315 mg/m <sup>3</sup>	0,099 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Referenzpunktdrift aus Feldtest	$u_{d,s}$ 1,081 mg/m <sup>3</sup>	1,169 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	$u_t$ 0,751 mg/m <sup>3</sup>	0,564 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss der Netzspannung	$u_v$ 0,347 mg/m <sup>3</sup>	0,120 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Querempfindlichkeit	$u_i$ -0,752 mg/m <sup>3</sup>	0,566 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss des Probengasvolumenstrom	$u_p$ 0,444 mg/m <sup>3</sup>	0,197 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Unsicherheit des Referenzmaterials bei 70% des ZB	$u_{rm}$ 0,630 mg/m <sup>3</sup>	0,397 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>

\* Der größere der Werte wird verwendet:  
"Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt" oder  
"Standardabweichung aus Doppelbestimmungen"

Kombinierte Standardunsicherheit ( $u_c$ )

$$u_c = \sqrt{\sum (u_{max,j})^2} = 1,96 \text{ mg/m}^3$$

Erweiterte Unsicherheit

$$U = u_c * k = u_c * 1,96 = 3,83 \text{ mg/m}^3$$

#### Relative erweiterte Messunsicherheit

##### Anforderung nach 2010/75/EU

Anforderung nach DIN EN 15267-3

U in % vom Grenzwert 50 mg/m<sup>3</sup> 7,7

U in % vom Grenzwert 50 mg/m<sup>3</sup> 20,0

U in % vom Grenzwert 50 mg/m<sup>3</sup> 15,0

### Berechnung der Gesamtunsicherheit nach DIN EN 14181 und DIN EN 15267-3

#### Messeinrichtung

Hersteller	AP2E
Bezeichnung der Messeinrichtung	LaserCEM
Seriennummer der Prüflinge	SN2015-0120 / SN2015-0125
Messprinzip	Resonatorverstärkte Abs.-spektr. mit opt. Feedback

#### Prüfbericht

Prüfinstitut	936/21228566/D
Berichtsdatum	TÜV Rheinland
	20.05.2019

#### Messkomponente

Zertifizierungsbereich ZB	NH <sub>3</sub>	0 - 15 mg/m <sup>3</sup>
---------------------------	-----------------	--------------------------

#### Bewertung der Querempfindlichkeiten (QE)

(System mit größter QE)

Summe positive QE am Null-Punkt	0,00 mg/m <sup>3</sup>
Summe negative QE am Null-Punkt	0,00 mg/m <sup>3</sup>
Summe positive QE am Ref.-Punkt	0,22 mg/m <sup>3</sup>
Summe negative QE am Ref.-Punkt	-0,19 mg/m <sup>3</sup>
Maximale Summe von Querempfindlichkeiten	0,22 mg/m <sup>3</sup>
Messunsicherheit der Querempfindlichkeit	u <sub>i</sub> 0,126 mg/m <sup>3</sup>

#### Berechnung der erweiterten Messunsicherheit

##### Prüfgröße

		u <sup>2</sup>
Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt *	u <sub>r</sub> 0,100 mg/m <sup>3</sup>	0,010 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Linearität / Lack-of-fit	u <sub>lof</sub> 0,093 mg/m <sup>3</sup>	0,009 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Nullpunktdrift aus Feldtest	u <sub>d,z</sub> -0,156 mg/m <sup>3</sup>	0,024 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Referenzpunktdrift aus Feldtest	u <sub>d,s</sub> 0,217 mg/m <sup>3</sup>	0,047 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	u <sub>t</sub> 0,153 mg/m <sup>3</sup>	0,023 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss der Netzspannung	u <sub>v</sub> 0,026 mg/m <sup>3</sup>	0,001 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Querempfindlichkeit	u <sub>i</sub> 0,126 mg/m <sup>3</sup>	0,016 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss des Probengasvolumenstrom	u <sub>p</sub> -0,002 mg/m <sup>3</sup>	0,000 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Unsicherheit des Referenzmaterials bei 70% des ZB	u <sub>rm</sub> 0,121 mg/m <sup>3</sup>	0,015 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>

\* Der größere der Werte wird verwendet:  
"Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt" oder  
"Standardabweichung aus Doppelbestimmungen"

Kombinierte Standardunsicherheit (u <sub>c</sub> )	$u_c = \sqrt{\sum (u_{\max, j})^2}$	0,38 mg/m <sup>3</sup>
Erweiterte Unsicherheit	$U = u_c \cdot k = u_c \cdot 1,96$	0,75 mg/m <sup>3</sup>

#### Relative erweiterte Messunsicherheit

Anforderung nach 2010/75/EU	U in % vom Grenzwert 10 mg/m <sup>3</sup>	7,5
Anforderung nach DIN EN 15267-3	U in % vom Grenzwert 10 mg/m <sup>3</sup>	40,0
	U in % vom Grenzwert 10 mg/m <sup>3</sup>	30,0



### Berechnung der Gesamtunsicherheit nach DIN EN 14181 und DIN EN 15267-3

#### Messeinrichtung

Hersteller	AP2E
Bezeichnung der Messeinrichtung	LaserCEM
Seriennummer der Prüflinge	SN2015-0120 / SN2015-0125
Messprinzip	Resonatorverstärkte Abs.-spektr. mit opt. Feedback

#### Prüfbericht

Prüfinstitut	936/21228566/D
Berichtsdatum	TÜV Rheinland
	20.05.2019

#### Messkomponente

Zertifizierungsbereich ZB	H <sub>2</sub> O	0 - 30 Vol.-%
---------------------------	------------------	---------------

#### Bewertung der Querempfindlichkeiten (QE)

(System mit größter QE)

Summe positive QE am Null-Punkt	0,00	Vol.-%
Summe negative QE am Null-Punkt	0,00	Vol.-%
Summe positive QE am Ref.-Punkt	0,63	Vol.-%
Summe negative QE am Ref.-Punkt	0,00	Vol.-%
Maximale Summe von Querempfindlichkeiten	0,63	Vol.-%
Messunsicherheit der Querempfindlichkeit	$u_i$	0,364 Vol.-%

#### Berechnung der erweiterten Messunsicherheit

##### Prüfgröße

			$u^2$
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen *	$u_D$	0,237 Vol.-%	0,056 (Vol.-%) <sup>2</sup>
Linearität / Lack-of-fit	$u_{lof}$	0,161 Vol.-%	0,026 (Vol.-%) <sup>2</sup>
Nullpunktdrift aus Feldtest	$u_{d,z}$	0,121 Vol.-%	0,015 (Vol.-%) <sup>2</sup>
Referenzpunktdrift aus Feldtest	$u_{d,s}$	-0,433 Vol.-%	0,187 (Vol.-%) <sup>2</sup>
Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	$u_t$	0,351 Vol.-%	0,123 (Vol.-%) <sup>2</sup>
Einfluss der Netzspannung	$u_v$	0,198 Vol.-%	0,039 (Vol.-%) <sup>2</sup>
Querempfindlichkeit	$u_i$	0,364 Vol.-%	0,132 (Vol.-%) <sup>2</sup>
Einfluss des Probengasvolumenstrom	$u_p$	0,025 Vol.-%	0,001 (Vol.-%) <sup>2</sup>
Unsicherheit des Referenzmaterials bei 70% des ZB	$u_{rm}$	0,242 Vol.-%	0,059 (Vol.-%) <sup>2</sup>

\* Der größere der Werte wird verwendet:  
"Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt" oder  
"Standardabweichung aus Doppelbestimmungen"

Kombinierte Standardunsicherheit ( $u_c$ )	$u_c = \sqrt{\sum (u_{max,j})^2}$	0,80 Vol.-%
Erweiterte Unsicherheit	$U = u_c * k = u_c * 1,96$	1,57 Vol.-%

#### Relative erweiterte Messunsicherheit

Anforderung nach 2010/75/EU	U in % vom Messbereich 30 Vol.-%	5,2
Anforderung nach DIN EN 15267-3	U in % vom Messbereich 30 Vol.-%	10,0 **
	U in % vom Messbereich 30 Vol.-%	7,5

\*\* Für diese Komponente sind keine Anforderungen in der EU-Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen enthalten.  
Es wurde ein Wert von 10,0 % herangezogen.

### Berechnung der Gesamtunsicherheit nach DIN EN 14181 und DIN EN 15267-3

#### Messeinrichtung

Hersteller	AP2E
Bezeichnung der Messeinrichtung	LaserCEM
Seriennummer der Prüflinge	SN2015-0120 / SN2015-0125
Messprinzip	Resonatorverstärkte Abs.-spektr. mit opt. Feedback

#### Prüfbericht

Prüfinstitut	936/21228566/D
Berichtsdatum	TÜV Rheinland
	20.05.2019

#### Messkomponente

Zertifizierungsbereich ZB	O <sub>2</sub>	0 - 21 Vol.-%
---------------------------	----------------	---------------

#### Bewertung der Querempfindlichkeiten (QE)

(System mit größter QE)

Summe positive QE am Null-Punkt	0,00	Vol.-%
Summe negative QE am Null-Punkt	0,00	Vol.-%
Summe positive QE am Ref.-Punkt	0,00	Vol.-%
Summe negative QE am Ref.-Punkt	-0,34	Vol.-%
Maximale Summe von Querempfindlichkeiten	-0,34	Vol.-%
Messunsicherheit der Querempfindlichkeit	u <sub>i</sub>	-0,197 Vol.-%

#### Berechnung der erweiterten Messunsicherheit

##### Prüfgröße

			u <sup>2</sup>
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen *	u <sub>D</sub>	0,091 Vol.-%	0,008 (Vol.-%) <sup>2</sup>
Linearität / Lack-of-fit	u <sub>lof</sub>	0,058 Vol.-%	0,003 (Vol.-%) <sup>2</sup>
Nullpunktdrift aus Feldtest	u <sub>d,z</sub>	0,029 Vol.-%	0,001 (Vol.-%) <sup>2</sup>
Referenzpunktdrift aus Feldtest	u <sub>d,s</sub>	0,069 Vol.-%	0,005 (Vol.-%) <sup>2</sup>
Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	u <sub>t</sub>	0,107 Vol.-%	0,011 (Vol.-%) <sup>2</sup>
Einfluss der Netzspannung	u <sub>v</sub>	0,012 Vol.-%	0,000 (Vol.-%) <sup>2</sup>
Querempfindlichkeit	u <sub>i</sub>	-0,197 Vol.-%	0,039 (Vol.-%) <sup>2</sup>
Einfluss des Probengasvolumenstrom	u <sub>p</sub>	0,023 Vol.-%	0,001 (Vol.-%) <sup>2</sup>
Unsicherheit des Referenzmaterials bei 70% des ZB	u <sub>rm</sub>	0,170 Vol.-%	0,029 (Vol.-%) <sup>2</sup>

\* Der größere der Werte wird verwendet:  
"Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt" oder  
"Standardabweichung aus Doppelbestimmungen"

Kombinierte Standardunsicherheit (u <sub>c</sub> )	$u_c = \sqrt{\sum (u_{max,j})^2}$	0,31 Vol.-%
Erweiterte Unsicherheit	$U = u_c * k = u_c * 1,96$	0,61 Vol.-%

#### Relative erweiterte Messunsicherheit

Anforderung nach 2010/75/EU	U in % vom Messbereich 21 Vol.-%	2,9
Anforderung nach DIN EN 15267-3	U in % vom Messbereich 21 Vol.-%	10,0 **
	U in % vom Messbereich 21 Vol.-%	7,5

\*\* Für diese Komponente sind keine Anforderungen in der EU-Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen enthalten.  
Es wurde ein Wert von 10,0 % herangezogen.

### Berechnung der Gesamtunsicherheit nach DIN EN 14181 und DIN EN 15267-3

#### Messeinrichtung

Hersteller	AP2E
Bezeichnung der Messeinrichtung	LaserCEM
Seriennummer der Prüflinge	SN2015-0120 / SN2015-0125
Messprinzip	Resonatorverstärkte Abs.-spektr. mit opt. Feedback

#### Prüfbericht

Prüfinstitut	936/21228566/D TÜV Rheinland
Berichtsdatum	20.05.2019

#### Messkomponente

Zertifizierungsbereich ZB	SO <sub>2</sub> 0 - 75 mg/m <sup>3</sup>
---------------------------	---------------------------------------------

#### Bewertung der Querempfindlichkeiten (QE)

(System mit größter QE)

Summe positive QE am Null-Punkt	0,00 mg/m <sup>3</sup>
Summe negative QE am Null-Punkt	0,00 mg/m <sup>3</sup>
Summe positive QE am Ref.-Punkt	1,66 mg/m <sup>3</sup>
Summe negative QE am Ref.-Punkt	-0,74 mg/m <sup>3</sup>
Maximale Summe von Querempfindlichkeiten	1,66 mg/m <sup>3</sup>
Messunsicherheit der Querempfindlichkeit	u <sub>i</sub> 0,957 mg/m <sup>3</sup>

#### Berechnung der erweiterten Messunsicherheit

##### Prüfgröße

		u <sup>2</sup>
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen *	u <sub>D</sub> 0,113 mg/m <sup>3</sup>	0,013 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Linearität / Lack-of-fit	u <sub>lof</sub> 0,866 mg/m <sup>3</sup>	0,750 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Nullpunktdrift aus Feldtest	u <sub>d,z</sub> 0,130 mg/m <sup>3</sup>	0,017 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Referenzpunktdrift aus Feldtest	u <sub>d,s</sub> 0,866 mg/m <sup>3</sup>	0,750 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	u <sub>t</sub> 0,850 mg/m <sup>3</sup>	0,723 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss der Netzspannung	u <sub>v</sub> 0,121 mg/m <sup>3</sup>	0,015 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Querempfindlichkeit	u <sub>i</sub> 0,957 mg/m <sup>3</sup>	0,916 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss des Probengasvolumenstrom	u <sub>b</sub> 0,189 mg/m <sup>3</sup>	0,036 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Unsicherheit des Referenzmaterials bei 70% des ZB	u <sub>rm</sub> 0,606 mg/m <sup>3</sup>	0,368 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>

\* Der größere der Werte wird verwendet:

"Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt" oder  
"Standardabweichung aus Doppelbestimmungen"

Kombinierte Standardunsicherheit (u<sub>c</sub>)

$$u_c = \sqrt{\sum (u_{\max, j})^2} \quad 1,89 \text{ mg/m}^3$$

Erweiterte Unsicherheit

$$U = u_c \cdot k = u_c \cdot 1,96 \quad 3,71 \text{ mg/m}^3$$

#### Relative erweiterte Messunsicherheit

##### Anforderung nach 2010/75/EU

Anforderung nach DIN EN 15267-3

U in % vom Grenzwert 50 mg/m<sup>3</sup> **7,4**

U in % vom Grenzwert 50 mg/m<sup>3</sup> **20,0**

U in % vom Grenzwert 50 mg/m<sup>3</sup> **15,0**

### Berechnung der Gesamtunsicherheit nach DIN EN 14181 und DIN EN 15267-3

#### Messeinrichtung

Hersteller	AP2E
Bezeichnung der Messeinrichtung	LaserCEM
Seriennummer der Prüflinge	SN2015-0120 / SN2015-0125
Messprinzip	Resonatorverstärkte Abs.-spektr. mit opt. Feedback

#### Prüfbericht

Prüfinstitut	936/21228566/D
Berichtsdatum	TÜV Rheinland
	20.05.2019

#### Messkomponente

Zertifizierungsbereich ZB	HCl	0 - 15 mg/m <sup>3</sup>
---------------------------	-----	--------------------------

#### Bewertung der Querempfindlichkeiten (QE)

(System mit größter QE)

Summe positive QE am Null-Punkt	0,07 mg/m <sup>3</sup>
Summe negative QE am Null-Punkt	0,00 mg/m <sup>3</sup>
Summe positive QE am Ref.-Punkt	0,18 mg/m <sup>3</sup>
Summe negative QE am Ref.-Punkt	0,00 mg/m <sup>3</sup>
Maximale Summe von Querempfindlichkeiten	0,18 mg/m <sup>3</sup>
Messunsicherheit der Querempfindlichkeit	$u_i$ 0,103 mg/m <sup>3</sup>

#### Berechnung der erweiterten Messunsicherheit

##### Prüfgröße

		$u^2$
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen *	$u_D$ 0,058 mg/m <sup>3</sup>	0,003 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Linearität / Lack-of-fit	$u_{lof}$ 0,108 mg/m <sup>3</sup>	0,012 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Nullpunktdrift aus Feldtest	$u_{d,z}$ 0,139 mg/m <sup>3</sup>	0,019 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Referenzpunktdrift aus Feldtest	$u_{d,s}$ 0,208 mg/m <sup>3</sup>	0,043 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	$u_t$ 0,100 mg/m <sup>3</sup>	0,010 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss der Netzspannung	$u_v$ 0,030 mg/m <sup>3</sup>	0,001 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Querempfindlichkeit	$u_i$ 0,103 mg/m <sup>3</sup>	0,011 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss des Probengasvolumenstrom	$u_p$ 0,025 mg/m <sup>3</sup>	0,001 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Unsicherheit des Referenzmaterials bei 70% des ZB	$u_{rm}$ 0,121 mg/m <sup>3</sup>	0,015 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>

\* Der größere der Werte wird verwendet:  
"Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt" oder  
"Standardabweichung aus Doppelbestimmungen"

Kombinierte Standardunsicherheit ( $u_c$ )

$$u_c = \sqrt{\sum (u_{\max, j})^2} = 0,34 \text{ mg/m}^3$$

Erweiterte Unsicherheit

$$U = u_c * k = u_c * 1,96 = 0,66 \text{ mg/m}^3$$

#### Relative erweiterte Messunsicherheit

##### Anforderung nach 2010/75/EU

Anforderung nach DIN EN 15267-3

U in % vom Grenzwert 10 mg/m<sup>3</sup> 6,6

U in % vom Grenzwert 10 mg/m<sup>3</sup> 40,0

U in % vom Grenzwert 10 mg/m<sup>3</sup> 30,0

### Berechnung der Gesamtunsicherheit nach DIN EN 14181 und DIN EN 15267-3

#### Messeinrichtung

Hersteller	AP2E
Bezeichnung der Messeinrichtung	ProCeas LaserCEM
Seriennummer der Prüflinge	20200693/20200696
Messprinzip	Resonatorverstärkte Abs.-spektr. mit opt. Feedback

#### Prüfbericht

Prüfinstitut	EuL/21250153/B
	TÜV Rheinland

#### Messkomponente

Zertifizierungsbereich ZB	CO	0 - 30 mg/m <sup>3</sup>
---------------------------	----	--------------------------

#### Bewertung der Querempfindlichkeiten (QE)

(System mit größter QE)

Summe positive QE am Null-Punkt	0,00 mg/m <sup>3</sup>
Summe negative QE am Null-Punkt	0,00 mg/m <sup>3</sup>
Summe positive QE am Ref.-Punkt	0,00 mg/m <sup>3</sup>
Summe negative QE am Ref.-Punkt	-0,48 mg/m <sup>3</sup>
Maximale Summe von Querempfindlichkeiten	-0,48 mg/m <sup>3</sup>
Messunsicherheit der Querempfindlichkeit	$u_i$ -0,277 mg/m <sup>3</sup>

#### Berechnung der erweiterten Messunsicherheit

##### Prüfgröße

		$u^2$
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen *	$u_D$ 0,317 mg/m <sup>3</sup>	0,100 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Linearität / Lack-of-fit	$u_{lof}$ 0,081 mg/m <sup>3</sup>	0,007 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Nullpunktdrift aus Feldtest	$u_{d,z}$ -0,398 mg/m <sup>3</sup>	0,158 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Referenzpunktdrift aus Feldtest	$u_{d,s}$ 0,364 mg/m <sup>3</sup>	0,132 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	$u_t$ 0,021 mg/m <sup>3</sup>	0,000 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss der Netzspannung	$u_v$ 0,049 mg/m <sup>3</sup>	0,002 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Querempfindlichkeit	$u_i$ -0,277 mg/m <sup>3</sup>	0,077 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss des Probengasvolumenstrom	$u_p$ -0,092 mg/m <sup>3</sup>	0,008 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Unsicherheit des Referenzmaterials bei 70% des ZB	$u_{rm}$ 0,242 mg/m <sup>3</sup>	0,059 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>

\* Der größere der Werte wird verwendet:  
"Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt" oder  
"Standardabweichung aus Doppelbestimmungen"

Kombinierte Standardunsicherheit ( $u_c$ )

$$u_c = \sqrt{\sum (u_{\max, j})^2} \quad 0,74 \text{ mg/m}^3$$

Erweiterte Unsicherheit

$$U = u_c * k = u_c * 1,96 \quad 1,45 \text{ mg/m}^3$$

#### Relative erweiterte Messunsicherheit

**U in % vom Grenzwert 20 mg/m<sup>3</sup> 7,23**

#### Anforderung nach 2010/75/EU

**U in % vom Grenzwert 20 mg/m<sup>3</sup> 10,00**

Anforderung nach DIN EN 15267-3

U in % vom Grenzwert 20 mg/m<sup>3</sup> 7,50

### Berechnung der Gesamtunsicherheit nach DIN EN 14181 und DIN EN 15267-3

#### Messeinrichtung

Hersteller	AP2E
Bezeichnung der Messeinrichtung	ProCeas LaserCEM
Seriennummer der Prüflinge	20200693/20200696
Messprinzip	Resonatorverstärkte Abs.-spektr. mit opt. Feedback

#### Prüfbericht

Prüfinstitut	EuL/21250153/B TÜV Rheinland
--------------	---------------------------------

#### Messkomponente

Zertifizierungsbereich ZB	HF 0 - 1,5 mg/m <sup>3</sup>
---------------------------	---------------------------------

#### Bewertung der Querempfindlichkeiten (QE)

(System mit größter QE)

Summe positive QE am Null-Punkt	0,02 mg/m <sup>3</sup>
Summe negative QE am Null-Punkt	0,00 mg/m <sup>3</sup>
Summe positive QE am Ref.-Punkt	0,06 mg/m <sup>3</sup>
Summe negative QE am Ref.-Punkt	-0,03 mg/m <sup>3</sup>
Maximale Summe von Querempfindlichkeiten	0,06 mg/m <sup>3</sup>
Messunsicherheit der Querempfindlichkeit	$u_i$ 0,032 mg/m <sup>3</sup>

#### Berechnung der erweiterten Messunsicherheit

##### Prüfgröße

		$u^2$
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen *	$u_D$ 0,004 mg/m <sup>3</sup>	0,000 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Linearität / Lack-of-fit	$u_{lof}$ 0,009 mg/m <sup>3</sup>	0,000 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Nullpunktdrift aus Feldtest	$u_{d,z}$ -0,008 mg/m <sup>3</sup>	0,000 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Referenzpunktdrift aus Feldtest	$u_{d,s}$ -0,023 mg/m <sup>3</sup>	0,001 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	$u_t$ 0,015 mg/m <sup>3</sup>	0,000 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss der Netzspannung	$u_v$ 0,006 mg/m <sup>3</sup>	0,000 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Querempfindlichkeit	$u_i$ 0,032 mg/m <sup>3</sup>	0,001 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss des Probengasvolumenstrom	$u_p$ 0,007 mg/m <sup>3</sup>	0,000 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Unsicherheit des Referenzmaterials bei 70% des ZB	$u_{rm}$ 0,012 mg/m <sup>3</sup>	0,000 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>

\* Der größere der Werte wird verwendet:  
"Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt" oder  
"Standardabweichung aus Doppelbestimmungen"

Kombinierte Standardunsicherheit ( $u_c$ )

$$u_c = \sqrt{\sum (u_{\max, j})^2} \quad 0,05 \text{ mg/m}^3$$

Erweiterte Unsicherheit

$$U = u_c \cdot k = u_c \cdot 1,96 \quad 0,09 \text{ mg/m}^3$$

#### Relative erweiterte Messunsicherheit

**U in % vom Grenzwert 1 mg/m<sup>3</sup> 9,1**

#### Anforderung nach 2010/75/EU

**U in % vom Grenzwert 1 mg/m<sup>3</sup> 40,0**

Anforderung nach DIN EN 15267-3

U in % vom Grenzwert 1 mg/m<sup>3</sup> 30,0

### Berechnung der Gesamtunsicherheit nach DIN EN 14181 und DIN EN 15267-3

#### Messeinrichtung

Hersteller	AP2E
Bezeichnung der Messeinrichtung	ProCeas LaserCEM
Seriennummer der Prüflinge	20200693/20200696
Messprinzip	Resonatorverstärkte Abs.-spektr. mit opt. Feedback

#### Prüfbericht

Prüfinstitut	EuL/21250153/B
	TÜV Rheinland

#### Messkomponente

Zertifizierungsbereich ZB	NO <sub>2</sub>	0 - 40 mg/m <sup>3</sup>
---------------------------	-----------------	--------------------------

#### Bewertung der Querempfindlichkeiten (QE)

(System mit größter QE)

Summe positive QE am Null-Punkt	0,25 mg/m <sup>3</sup>
Summe negative QE am Null-Punkt	0,00 mg/m <sup>3</sup>
Summe positive QE am Ref.-Punkt	0,17 mg/m <sup>3</sup>
Summe negative QE am Ref.-Punkt	-1,25 mg/m <sup>3</sup>
Maximale Summe von Querempfindlichkeiten	-1,25 mg/m <sup>3</sup>
Messunsicherheit der Querempfindlichkeit	$u_i$ -0,723 mg/m <sup>3</sup>

#### Berechnung der erweiterten Messunsicherheit

##### Prüfgröße

		$u^2$
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen *	$u_D$ 0,170 mg/m <sup>3</sup>	0,029 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Linearität / Lack-of-fit	$u_{lof}$ -0,155 mg/m <sup>3</sup>	0,024 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Nullpunktdrift aus Feldtest	$u_{d,z}$ -0,162 mg/m <sup>3</sup>	0,026 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Referenzpunktdrift aus Feldtest	$u_{d,s}$ -0,370 mg/m <sup>3</sup>	0,137 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	$u_t$ 0,235 mg/m <sup>3</sup>	0,055 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss der Netzspannung	$u_v$ 0,061 mg/m <sup>3</sup>	0,004 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Querempfindlichkeit	$u_i$ -0,723 mg/m <sup>3</sup>	0,523 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss des Probengasvolumenstrom	$u_p$ 0,081 mg/m <sup>3</sup>	0,007 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Unsicherheit des Referenzmaterials bei 70% des ZB	$u_{rm}$ 0,323 mg/m <sup>3</sup>	0,105 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>

\* Der größere der Werte wird verwendet:  
"Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt" oder  
"Standardabweichung aus Doppelbestimmungen"

Kombinierte Standardunsicherheit ( $u_c$ )

$$u_c = \sqrt{\sum (u_{\max, j})^2} \quad 0,95 \text{ mg/m}^3$$

Erweiterte Unsicherheit

$$U = u_c * k = u_c * 1,96 \quad 1,87 \text{ mg/m}^3$$

#### Relative erweiterte Messunsicherheit

**U in % vom Grenzwert 20 mg/m<sup>3</sup> 9,3**

#### Anforderung nach 2010/75/EU

**U in % vom Grenzwert 20 mg/m<sup>3</sup> 20,0**

Anforderung nach DIN EN 15267-3

U in % vom Grenzwert 20 mg/m<sup>3</sup> 15,0

### Berechnung der Gesamtunsicherheit nach DIN EN 14181 und DIN EN 15267-3

#### Messeinrichtung

Hersteller	AP2E
Bezeichnung der Messeinrichtung	ProCeas LaserCEM
Seriennummer der Prüflinge	20200693/20200696
Messprinzip	Resonatorverstärkte Abs.-spektr. mit opt. Feedback

#### Prüfbericht

Prüfinstitut	EuL/21250153/B
	TÜV Rheinland

#### Messkomponente

Zertifizierungsbereich ZB	CH <sub>4</sub>
	0 - 5 mg/m <sup>3</sup>

#### Bewertung der Querempfindlichkeiten (QE)

(System mit größter QE)

Summe positive QE am Null-Punkt	0,13 mg/m <sup>3</sup>
Summe negative QE am Null-Punkt	0,00 mg/m <sup>3</sup>
Summe positive QE am Ref.-Punkt	0,10 mg/m <sup>3</sup>
Summe negative QE am Ref.-Punkt	-0,03 mg/m <sup>3</sup>
Maximale Summe von Querempfindlichkeiten	0,13 mg/m <sup>3</sup>
Messunsicherheit der Querempfindlichkeit	u <sub>i</sub> 0,075 mg/m <sup>3</sup>

#### Berechnung der erweiterten Messunsicherheit

##### Prüfgröße

		u <sup>2</sup>
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen *	u <sub>D</sub> 0,058 mg/m <sup>3</sup>	0,003 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Linearität / Lack-of-fit	u <sub>lof</sub> 0,009 mg/m <sup>3</sup>	0,000 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Nullpunktdrift aus Feldtest	u <sub>d,z</sub> -0,006 mg/m <sup>3</sup>	0,000 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Referenzpunktdrift aus Feldtest	u <sub>d,s</sub> 0,081 mg/m <sup>3</sup>	0,007 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	u <sub>t</sub> 0,021 mg/m <sup>3</sup>	0,000 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss der Netzspannung	u <sub>v</sub> 0,002 mg/m <sup>3</sup>	0,000 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Querempfindlichkeit	u <sub>i</sub> 0,075 mg/m <sup>3</sup>	0,006 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss des Probengasvolumenstrom	u <sub>p</sub> 0,012 mg/m <sup>3</sup>	0,000 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Unsicherheit des Referenzmaterials bei 70% des ZB	u <sub>rm</sub> 0,040 mg/m <sup>3</sup>	0,002 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>

\* Der größere der Werte wird verwendet:  
"Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt" oder  
"Standardabweichung aus Doppelbestimmungen"

Kombinierte Standardunsicherheit (u <sub>c</sub> )	$u_c = \sqrt{\sum (u_{max, j})^2}$	0,13 mg/m <sup>3</sup>
Erweiterte Unsicherheit	U = u <sub>c</sub> * k = u <sub>c</sub> * 1,96	0,26 mg/m <sup>3</sup>

#### Relative erweiterte Messunsicherheit

<b>Anforderung nach 2010/75/EU</b>	<b>U in % vom Messbereich 5 mg/m<sup>3</sup></b>	<b>5,2</b>
Anforderung nach DIN EN 15267-3	U in % vom Messbereich 5 mg/m <sup>3</sup>	30,0 **
	U in % vom Messbereich 5 mg/m <sup>3</sup>	22,5

\*\* Für diese Komponente sind keine Anforderungen in der EU-Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen enthalten. Es wurde ein Wert von 30,0 % herangezogen.