

**INSTITUT FÜR UMWELTSCHUTZ  
UND ENERGIETECHNIK**

Meßstelle für Luftreinhaltung



DAP-P-02.544-04-95-01

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Meß-  
einrichtung OXITEC 5000 / SME 5 für Sauerstoff  
der Firma ENOTEC GmbH, Marienheide

**TÜV-Bericht: 936/809012**

Köln, 04.02.2000

Das Institut im Internet



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

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

**TÜV Rheinland Sicherheit und Umweltschutz GmbH,  
Abteilung Immissionsschutz / Luftreinhaltung**

**D - 51105 Köln, Am Grauen Stein 1, Tel.-Nr.: 0221/806-2756, Fax-Nr.: 0221/806-1349**



## KURZFASSUNG

Im Auftrag der Firma ENOTEC GmbH, führte die TÜV Rheinland Sicherheit und Umweltschutz GmbH die Ergänzungsprüfung der Emissionsmesseinrichtung vom Typ OXITEC 5000 / SME 5 für die Komponente Sauerstoff entsprechend den Richtlinien für kontinuierliche Emissionsmessungen [1] durch.

Bei der Messeinrichtung handelt es sich um eine in-situ arbeitende der Zirkondioxid-Sonde.

Die Untersuchungen erfolgten aufgrund wesentlicher Änderungen im Elektronikteil als Ergänzungsprüfung nur im Labor. Die eingesetzte Sonde entspricht der in Bericht 936/801002 vom 05.02.1992 [2] geprüften Version.

Der geprüfte Messbereich betrug:

0 bis 25 Vol.-% .

Bei der Eignungsprüfung wurden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Seitens der TÜV Rheinland Sicherheit und Umweltschutz GmbH wird daher eine Veröffentlichung als eignungsgeprüfte Messeinrichtung zur laufenden Aufzeichnung des Sauerstoffgehaltes vorgeschlagen.

---

**Die TÜV Rheinland Sicherheit und Umweltschutz GmbH, Messstelle für Luftreinhaltung,**  
ist für die Arbeitsgebiete:

- Untersuchung 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 45.001 und DIN EN ISO 9002 akkreditiert.**

Die Akkreditierung ist gültig bis 13-12-2000.

DAR-Registriernummer: DAP-P-02.544-04-95-01.



## INHALTSVERZEICHNIS

I Aufgabenstellung	1
II Beschreibung der Messeinrichtung	1
II.1 Messprinzip	1
II.2 Aufbau der Messeinrichtung	1
III Prüfprogramm	3
III.1 Laborprüfung	3
III.2 Feldtest	4
IV.1 Mindestanforderungen an kontinuierliche Emissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung	4
IV.1.1 Allgemeines	4
IV.1.2 Staubförmige Emissionen	11
IV.1.3 Gasförmige Emissionen	11
IV.1.4 Messung von Bezugsgrößen	12
V Empfehlungen zum Praxiseinsatz	19
V.1 Arbeiten im Wartungsintervall	19
V.2 Funktionsprüfung und Kalibrierung	19
VI Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse	20
VII Bekanntgabevorschlag	23
VIII Literaturverzeichnis	24
IX Anlagen	1



## I Aufgabenstellung

Im Auftrag der Firma ENOTEC GMBH, wurde von der TÜV Rheinland Sicherheit und Umweltschutz GmbH die Eignungsprüfung entsprechend den Richtlinien für kontinuierliche Emissionsmessungen für die Messeinrichtung OXITEC 5000 / SME 5 vorgenommen.

Die in-situ arbeitende Messeinrichtung soll den Gehalt an Sauerstoff bestimmen. Der Einsatzbereich des Messsystems umfasst die Überwachung von Sauerstoff in nicht brennbaren Gasen. Daher wurde der Messbereich 0 - 25 Vol.-% geprüft.

Die Untersuchungen erfolgten als Ergänzungsprüfung durchgeführt. Basis der Prüfung ist der Eignungsprüfbericht 936/801002 vom 05.02.1992 [2].

## II Beschreibung der Messeinrichtung

### II.1 Messprinzip

Das Messprinzip beruht darauf, dass, wenn Gase mit verschiedenen Sauerstoffgehalten durch eine Membran aus Zirkondioxid getrennt sind, die Membran auf eine konstante Temperatur beheizt wird, (Temperatur hier 840 °C) eine elektrische Ladung entsteht. Diese Ladung wird über Platinelektroden auf beiden Seiten der Membran abgegriffen und ausgewertet.

Der Messwert wird nach der Nernst-Gleichung bestimmt:

$$EMK = \frac{R * T}{n * F} * \ln \frac{p_{O_2} \text{ (Vergleichsgas)}}{p_{O_2} \text{ (Messgas)}} + C$$

$p_{O_2}$  : Sauerstoffpartialdruck

R : Gaskonstante

T : Temperatur der Membran

n : Anzahl Elementarladungen

F : Faraday-Konstante

C : Zellenkonstante

### II.2 Aufbau der Messeinrichtung

Die Messeinrichtung besteht aus den beiden Elementen Sonde und Auswerteelektronik.

Die für den Messeinsatz vorgesehene Sonde entspricht der im Bericht [2]. Die Sonde besteht im wesentlichen aus dem Sondenkopf, dem Sondenflansch, der Messzelle mit Heizung sowie einem Schutzrohr. Ferner sind eine Rohrleitung für die Prüfgasaufgabe, sowie ein V-Schild zur Vermeidung von Staubablagerungen auf dem Filter, an der Sonde angebracht.

Die maximal in 150 m Entfernung installierte Auswerteelektronik dient der Umsetzung des Messsignals, der Überwachung des ordnungsgemässen Betriebes des Detektors und der Überwachung von Referenzluft und Prüfgasversorgung. Hier können ferner die Statusmeldungen für Wartung, Störung, Grenzwertalarme und Messbereiche definiert werden. Diese können über potentialfreie Kontakte an nachgeordnete Überwachungseinrichtungen den Zustand der Messeinrichtung weitergeben. Über ein Tastenfeld sind alle Einstellungen durchführbar. Die Parameter sind über eine Menüstruktur erreichbar, mittels Display wird der Dialog zum Bediener realisiert.

Die wesentlichen Unterschiede zu den in [2] geprüften Messsystemen liegen in der neu entwickelten Elektronik und einer modernen menuegeführten Bedienung. Die eigentliche Messeinrichtung ist

die wie bisher eingesetzte Messzelle in einer mechanisch und vom Werkstoff her verbesserten Ausführung.

Tabelle 1: Zusammenstellung der wichtigsten technischen Daten ( Herstellerangaben):

Messkomponente	Sauerstoff in nicht brennbaren Gasen
Messverfahren	Zirkonoxid-Sonde
Messbereich	0 bis 25 Vol.-%
Ausgangssignal	4 - 20 mA; Bürde max. 500 $\Omega$
Spannungsversorgung	115 V AC / 220 V AC
Leistungsaufnahme	400 VA bei Betriebsstart 100 - 200 VA im Normalbetrieb
max. Entfernung Detektor $\rightarrow$ Konverter	150 m
Umgebungstemperatur ( Herstellerangabe)	-20 $^{\circ}$ C - 55 $^{\circ}$ C
Schutzart:	spritzwassergeschützt
max. Entfernung Auswerteeinheit / Sonde	150 m

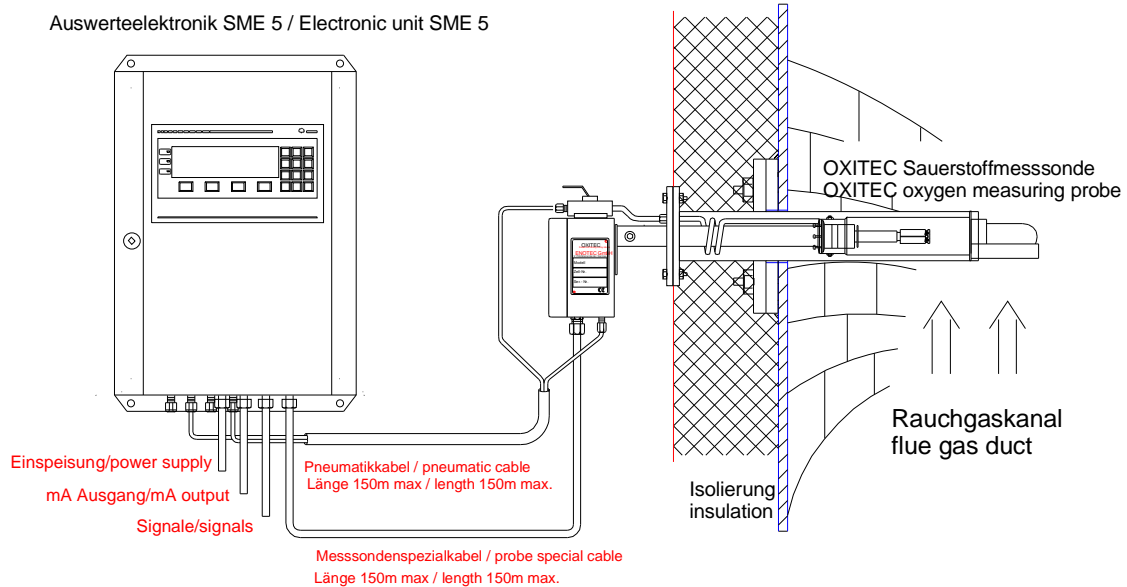


Abbildung 1: Installation elektrisch, pneumatisch



### III Prüfprogramm

#### III.1 Laborprüfung

Die Laborprüfung wurde mit zwei identischen Geräten des Typs OXITEC 5000 / SME 5 durchgeführt.

Tabelle 2: Geprüfte Geräteeinrichtungen

Messeinrichtung	Sonde KES 2001	Auswerteeinheit: OXITEC 5000 / SME 5
1	Zellennummer: 99114966	Seriennummer: 9941 00019
2	Zellennummer: 99114967	Seriennummer: 9941 00018

Nach den Richtlinien [1] ergab sich folgendes Versuchsprogramm im Labor:

- Überprüfung aller Gerätefunktionen,
- Ermittlung der Geräte Kennlinie mit Prüfgasen,
- Ermittlung der Querempfindlichkeit des Messsystems gegen Abgasbegleitstoffe,
- Prüfung der Stabilität des Null- und Referenzpunktes im zulässigen Umgebungstemperaturbereich,
- Ermittlung des Einflusses von Netzspannungsänderungen auf das Messsignal,
- Überprüfung des Einflusses von relativer Luftfeuchtigkeit, Gehalt der Luft an Flüssigwasser, Schwingungen und Betriebslage.

## III.2 Feldtest

Die Prüfung erstreckt sich auf die modifizierte Auswerteelektronik. Die mit dieser Einheit eingesetzte Sonde / Messzelle wurde bereits geprüft und hat ihre Eignung bereits unter Beweis gestellt. Im weiteren werden die Ergebnisse des schon früher erfolgten Feldtestes zitiert.

## IV Prüfergebnisse

### IV.1

#### Mindestanforderungen an kontinuierliche Emissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung

##### IV.1.1

##### Allgemeines

###### IV.1.1.1

###### Normative Bedingungen

Die Eignungsprüfung soll unter Beachtung der Begriffsbestimmungen der Richtlinie VDI 2449 Blatt 1 vom Febr. 1995, der Norm DIN ISO 6879 (Ausgabe Januar 1984) unter der Norm DIN IEC 359 (Ausgabe September 1993) durchgeführt werden.

Die Eignungsprüfung erfolgte unter Beachtung der genannten Richtlinien.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

###### IV.1.1.2

###### Dauertest

Die Einhaltung der Mindestanforderungen soll bei der Eignungsprüfung während eines wenigstens dreimonatigen Dauertestes nachgewiesen werden. Der Dauertest soll nach Möglichkeit an einem einzigen Prüfort während eines zusammenhängenden Zeitraumes durchgeführt werden. Nur in Ausnahmefällen können kürzere Prüfzeiträume aus Einsätzen an unterschiedlichen Prüforten auf den Dauertest angerechnet werden.

Ein erneuter Dauertest erfolgte nicht, da es sich nur um eine Modifikation der Auswerteelektronik handelt. Das Verhalten der Sonde im realen Messeinsatz ist bereits in [2] geprüft, und positiv beurteilt worden.

**Bewertung:** nicht erforderlich.

###### IV.1.1.3

###### Analysenfunktion

Bei der Eignungsprüfung soll der Zusammenhang zwischen der Geräteanzeige und dem mit einem Konventionsverfahren zum Beispiel als Massenkonzentration, Volumenkonzentration oder Volumenstrom ermittelten Wert des Messobjektes im Abgas durch Regressionsrechnung ermittelt werden (Analysenfunktion). Jedem Messgerät ist eine vom Hersteller ermittelte Gerätekennlinie mitzuliefern. Die Gerätekennlinie ist gemäss Richtlinie VDI 3950 Blatt 1 (Ausgabe Juli 1994) zu überprüfen.

In Tabelle 3 sind die Kenndaten der durchgeführten Linearitätsprüfung aufgezeigt.

*Tabelle 3: Ergebnisse der Linearitätsprüfung für die Komponente Sauerstoff  
(Messbereich 0 - 25 Vol.-%  $\hat{=}$  4 - 20 mA)*

	Gerät 1	Gerät 2
Messbereich	0 - 25 Vol.-%	
Umfang der Stichproben	11	11
Arithmetischer Mittelwert der Messwerte der Messeinrichtung in mA	10,4	10,4
Arithmetischer Mittelwert der Messwerte des Bezugsverfahrens in Vol.-%	10,0	10,0
Steigung der Regressionsgeraden in Vol.-% / mA	1,561	1,563
Ordinatenabschnitt der Regressionsgeraden in Vol.-%	-6,21	-6,23

Die Abbildung 2 und Abbildung 3 zeigen die grafische Darstellung der Ergebnisse der Linearitätsprüfung.

Durch Regressionsrechnung wurde ein Zusammenhang zwischen den Messwerten der beiden Geräte und dem aufgegebenen Prüfgas ermittelt. Diesen Berechnungen wurde eine statistische Sicherheit von P = 95 % zugrundegelegt.

Die Regressionsrechnung zeigt einen guten Zusammenhang zwischen den Mess- und den Erwartungswerten. Die Analysenfunktion wurde mit Hilfe der Werte der Linearitätsprüfung erstellt.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

### ENOTEC, Gerät 1, Linearität

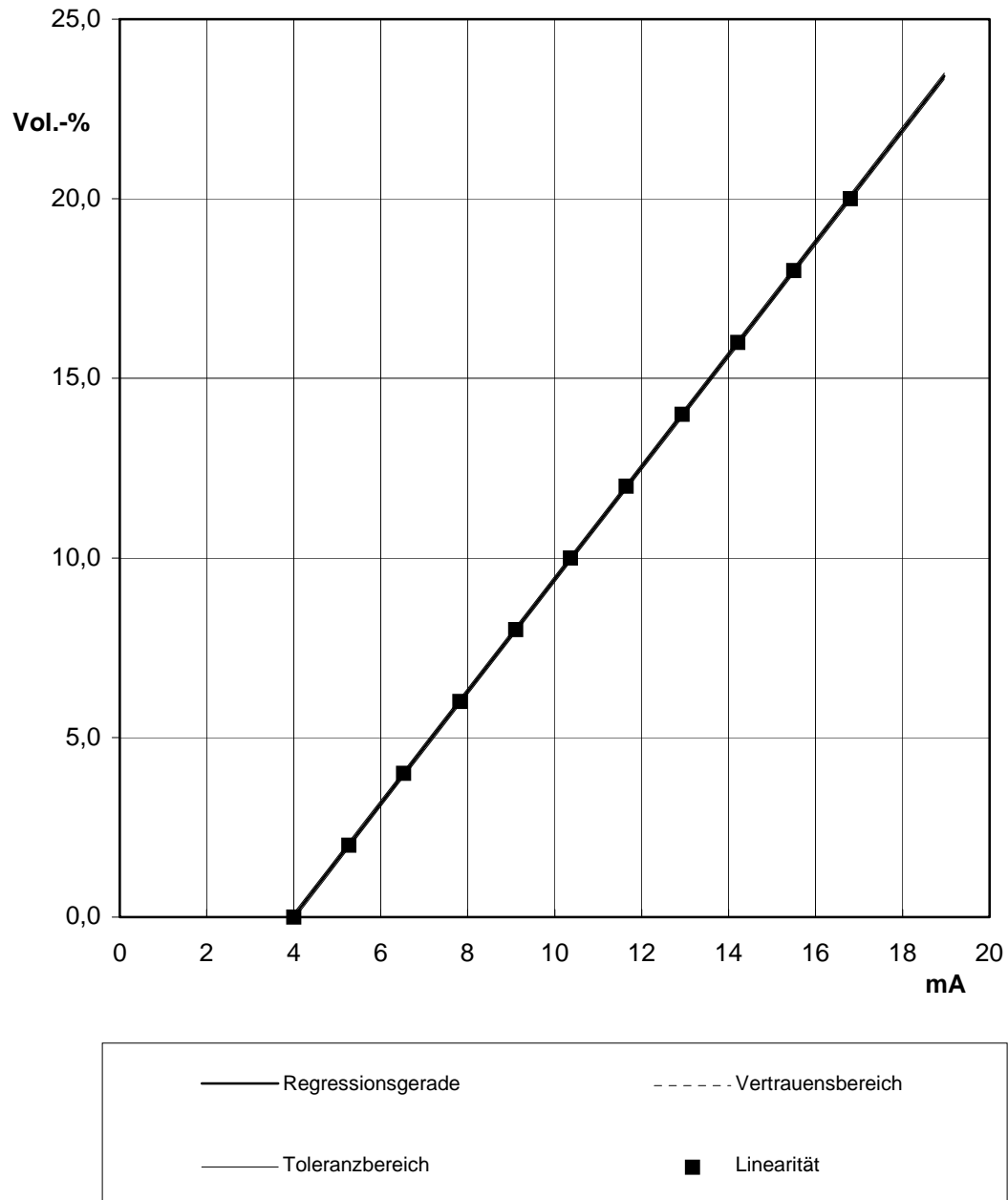


Abbildung 2: Kalibrierkurve O<sub>2</sub> (Analysefunktion) für Gerät 1 mit den Werten der Linearitätsprüfung. Messbereich 0 - 25 Vol.-% = 4 - 20 mA

### ENOTEC, Gerät 2, Linearität

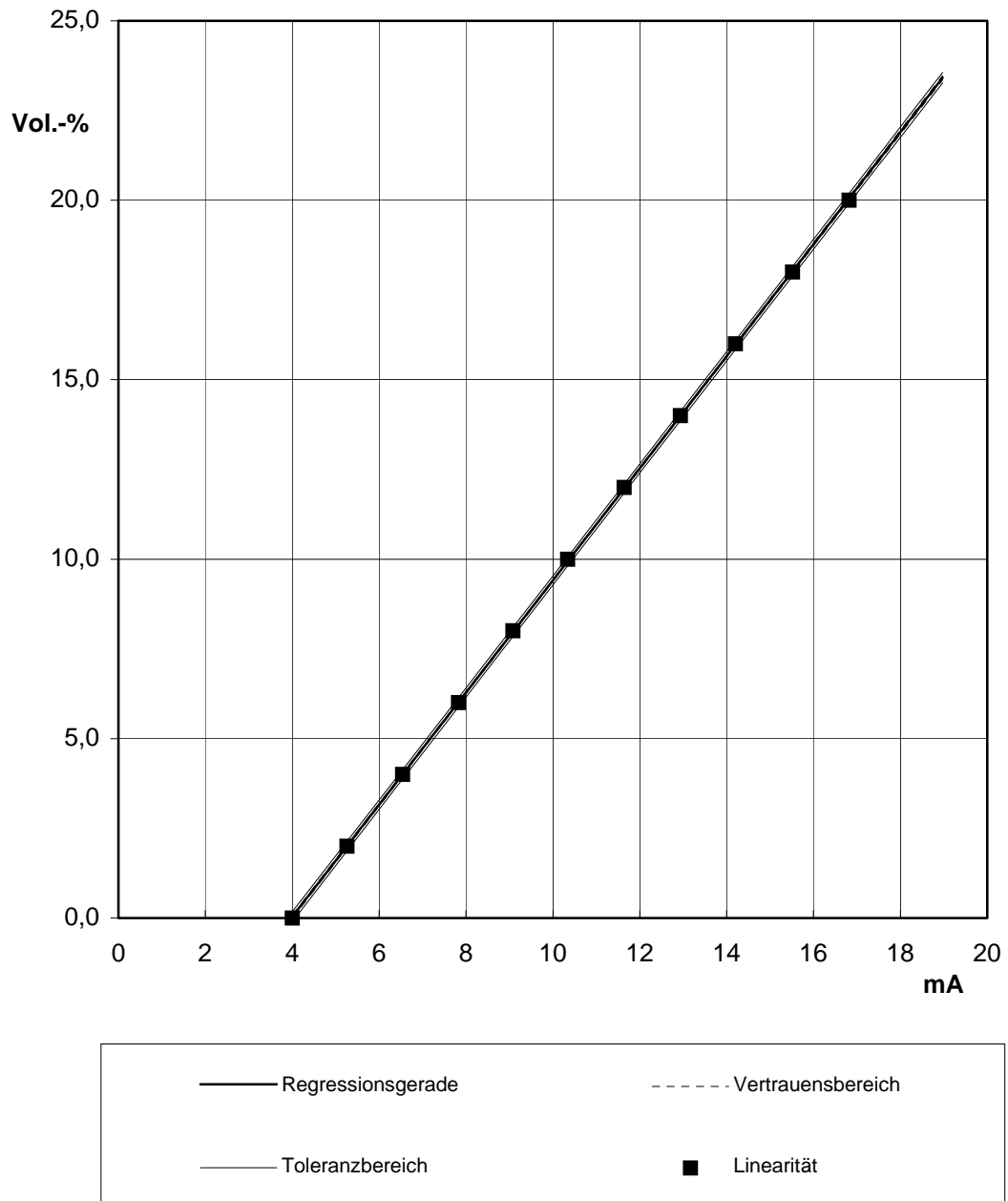


Abbildung 3: Kalibrierkurve O<sub>2</sub> (Analysefunktion) für Gerät 2 mit den Werten der Linearitätsprüfung. Messbereich 0 - 25 Vol.-% = 4 - 20 mA

#### IV.1.1.4

##### Justierung der Einstellungen

Die Justierung der Mess- und Auswerteeinrichtungen soll im Betrieb gegen unbefugtes oder unbeabsichtigtes Verstellen gesichert werden können.

Die Messeinrichtung bietet einen Passwortschutz für z.B. Einpunktkalibrierung, Zweipunktkalibrierung, Systemtest, Sprache und Messbereichsumschaltung. Weitere Funktionen die nur dem Service vorbehalten sind werden durch eine weitere Passwordebene geschützt.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

#### IV.1.1.5

##### Lebender Nullpunkt; Nullpunktlage

Die Lage des Nullpunktes (lebender Nullpunkt) der Geräteanzeige soll bei etwa 10 % oder 20 %, die Lage des Referenzpunktes bei etwa 70 % des Vollausschlages liegen.

Die Lage des Nullpunktes ist auf 4 mA eingestellt. Die Lage des Referenzpunktes kann durch die Auswahl der Konzentration der Prüfgase im Messbereich angepasst werden.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

#### IV.1.1.6

##### Anzeigebereich

Die Messeinrichtungen sollen so beschaffen sein, dass der Anzeigebereich auf die jeweilige Messaufgabe abgestimmt werden kann. In der Regel soll der Anzeigebereich für Anlagen im Sinn der TA Luft und 13. BImSchV das 2,5-3-fache, für Anlagen der 17. BImSchV das 1,5-fache des geltenden Emissionsgrenzwertes nach § 5 Abs. 1 Nr. 2 - Nr. 4 17. BImSchV betragen.

Der Messbereich kann der jeweiligen Messaufgabe angepasst werden.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

#### IV.1.1.7

##### Messwertausgang

Die Messeinrichtungen müssen einen Messwertausgang besitzen, an den ein zusätzliches Anzeige- oder Registriergerät angeschlossen werden kann.

Der Anschluss von zusätzlichen Mess- und Peripheriegeräten ist über entsprechende Anschlüsse der Geräte möglich.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

#### IV.1.1.8

##### Statussignale

Die Messeinrichtungen müssen in der Lage sein, einem nachgeschalteten Auswertesystem ihren jeweiligen Betriebszustand (Betriebsbereitschaft, Wartung, Störung) über Statussignal mitzuteilen.

Die Messeinrichtung verfügt über die Statussignale Wartung, Störung, Messbereich, sowie zwei Alarmer die frei parametrierbar sind.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

#### IV.1.1.9 Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit der Messeinrichtungen muss im Dauereinsatz mindestens 90 % und in der Eignungsprüfung 95 % erreichen. (Die Verfügbarkeit beschreibt den Zeitanteil, während dessen verwertbare Messergebnisse zur Beurteilung des Emissionsverhaltens einer Anlage anfallen.)

Die Verfügbarkeit wurde im Rahmen des Dauerstandversuches in [2] ermittelt. Einzelheiten können Punkt IV.1.4.1.1 entnommen werden.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

#### IV.1.1.10 Wartungsintervall

Das Wartungsintervall der Messeinrichtungen ist zu ermitteln und anzugeben. Das Wartungsintervall muss mindestens 8 Tage betragen.

Im Rahmen des Dauerstandsversuches in [2] wurde das Wartungsintervall ermittelt. Es ergab sich ein Wartungsintervall von 28 Tagen für die geprüften Messeinrichtungen.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

#### IV.1.1.11 Reproduzierbarkeit

Die Reproduzierbarkeit  $R_D$  ist aus Doppelbestimmungen zu ermitteln. Sie ist zu bestimmen nach:

$$R_D = \frac{\text{Meßbereichsendwert}}{s_D \cdot t_{r,0,95}}$$

$s_D$ : Standardabweichung aus Doppelbestimmungen,

$t_{r,0,95}$ : Studentfaktor; statistische Sicherheit 95 %.

Die Doppelbestimmungen sind mit zwei baugleichen vollständigen Messeinrichtungen am gleichen Messort zeitgleich durchzuführen. Die Reproduzierbarkeit ist im kleinsten Messbereich unter Berücksichtigung von Nr. 1.1.6 zu bestimmen.

Die Reproduzierbarkeit wurde im Rahmen des Dauerstandversuches in [2] ermittelt. Einzelheiten können Punkt IV.1.4.1.7 entnommen werden.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

#### IV.1.1.12 Vollständige Messeinrichtung

Die Eignungsprüfung umfasst die vollständige Messeinrichtung einschliesslich Probenahme, Probenaufbereitung und Datenausgabe. Die Bedienungsanleitung des Herstellers, die in deutscher Sprache vorliegen muss, ist in die Eignungsprüfung einzubeziehen.

Die eignungsgeprüfte Ausführung umfasst die vollständige Messeinrichtung bestehend aus der Sonde KES 2001, dem Konverter OXITEC 5000 / SME 5 und der Bedienungsanleitung in deutscher Sprache.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

#### IV.1.1.13

##### Nenngebrauchsbedingungen

Die Mindestanforderungen müssen unter den nachstehend aufgeführten Nenngebrauchsbedingungen gemäss DIN IEC 539, Nenngebrauchsbereich II, eingehalten werden:

- a) Netzspannung,
- b) Relative Luftfeuchtigkeit,
- c) Gehalt der Luft an Flüssigwasser,
- d) Schwingung.

Für die Betriebslage sind die Toleranzgrenzen vom Hersteller festzulegen.

Zu a)

Bei Netzspannungsschwankungen von 190 bis 250 V konnte kein Einfluss auf das Messsignal festgestellt werden.

Zu b)

Der Einfluss der Luftfeuchtigkeit wurde nicht gesondert untersucht. Aufgrund der Bauweise des Gerätes ist aber anzunehmen, dass es gegen Luftfeuchtigkeit unempfindlich ist, solange der Taupunkt nicht unterschritten wird.

Zu c)

Der Analysator ist spritzwassergeschützt, er sollte ungeschützt an Orten mit Flüssigwasser in der Luft nicht eingesetzt werden.

Zu d)

Die Geräte wurden während des Labortestes Schwingungen und Erschütterungen ausgesetzt. Es konnten keine erkennbaren Einflüsse auf die Gerätefunktion festgestellt werden. Aus Vorsorgegründen sollte der Aufstellungs- oder Einbauort des Analysators möglichst erschütterungsfrei sein.

Auf die Betriebslage des Analysators geht der Hersteller nicht gesondert ein; sie ist durch die Bauweise vorgegeben.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

#### IV.1.1.14

##### Automatische Nachjustierung

Bei Messeinrichtungen mit automatischer Funktionsprüfung und Nachjustierung sind diese Funktionen in die Eignungsprüfung einzubeziehen. Der maximal zulässige Korrekturbereich, in dem eine Nachjustierung möglich ist, ist zu ermitteln. Wird dieser überschritten, muss ein Statussignal gegeben werden.

Die Messeinrichtung besitzt keine Möglichkeit der automatischen Nachjustierung.

**Bewertung:** Mindestanforderung nicht zutreffend.

#### IV.1.1.15

##### Umgebungstemperaturbereich

Der Einsatz der Mess- und Auswerteeinrichtungen muss in den nachstehenden Bereichen der Umgebungstemperatur möglich sein:

- für Baugruppen mit Installation im Freien (ungeschützte Umgebungsbedingungen)  
-20°C bis 50 °C,
- für Baugruppen mit Installation an temperaturkontrollierten Orten + 5 °C bis + 40 °C.

Es wurden die in Tabelle 2 aufgeführten Geräte in einer Klimakammer Temperaturschwankungen zwischen - 20 °C und + 50 °C ausgesetzt. Das Ergebnis der Prüfung ist in Punkt IV.1.4.1.3 dargestellt.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

#### IV.1.1.16

##### Einfluss Probengasdurchfluss

Bei teilstromentnehmenden Messsystemen ist der Einfluss von Änderungen des Probegasdurchflusses auf das Messsignal anzugeben und soll  $\pm 1 \%$ , bezogen auf den Messbereich, nicht überschreiten. Bei Über-/Unterschreiten des zulässigen Wertes ist ein Statussignal vorzusehen.

Da die Messeinrichtung in-situ misst, trifft dieser Punkt nicht zu.

**Bewertung:** Mindestanforderung nicht zutreffend.

#### IV.1.1.17

##### Mehrkomponenten Messeinrichtungen

Mehrkomponenten-Messeinrichtungen müssen die Anforderung für jede Einzelkomponente, auch bei Simultanbetrieb aller Messkanäle, erfüllen.

Hier nicht zutreffend.

**Bewertung:** Mindestanforderung nicht zutreffend.

#### IV.1.2

##### Staubförmige Emissionen

Hier nicht zutreffend.

#### IV.1.3

##### Gasförmige Emissionen

Hier nicht zutreffend

## IV.1.4 Messung von Bezugsgrößen

### IV.1.4.1 Sauerstoffgehalt

#### IV.1.4.1.1 Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit der Messeinrichtungen muss im Dauereinsatz mindestens 95 % betragen und soll in der Eignungsprüfung 98 % erreichen.

Tabelle 4: Verfügbarkeiten der Messsysteme während des Feldtestes in Bericht [2]

	Messsystem 1	Messsystem 2
Gesamtbetriebszeit	2566 h	2566 h
Gerätestörung und Reparaturen	-	-
Wartung, Justierung	20 h	20 h
Verfügbarkeit	99,2 %	99,2 %

Während des Labortestes traten an den Messsystemen keine Störungen auf. Die in [2] geprüften Messeinrichtungen konnten eine Verfügbarkeit von > 99 % nachweisen.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

#### IV.1.4.1.2 Nachweisgrenze

Die Nachweisgrenze der Messeinrichtung soll 0,2 Vol.-% nicht übersteigen.

Die Nachweisgrenzen der Geräte wurden durch die Aufgabe von Prüfgas der Konzentration 2 Vol.-% während des Labortestes mit den in Tabelle 5 dargestellten Ergebnissen ermittelt. Als Basis dient hier die Richtlinie VDI 2449, Blatt 1.

Tabelle 5: Nachweisgrenzen der Messeinrichtung OXITEC 5000 / SME 5

		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl der Werte n		30	30
Mittelwert der Leerwerte x	Vol.-%	2,01	2,00
Standardabweichung der Werte s	Vol.-%	0,04	0,04
Nachweisgrenze 3 s	Vol.-%	0,12	0,12

Für die Nachweisgrenze wurde ein Wert von 0,12 Vol.-% für Messsystem 1 und Messsystem 2 ermittelt. Die Werte liegen unter den maximal zulässigen 0,2 Vol.-%. Die Einzelwerte können Tabelle 1 im Anhang entnommen werden.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

#### IV.1.4.1.3 Temperaturdrift

Die Änderungen der Nullpunkt- und der Referenzpunktanzeige sind über den in 1.1.15 genannten Temperaturbereich zu ermitteln. Diese Änderungen sollen über den gesamten Temperaturbereich, ausgehend von 20 °C,  $\pm 0,5$  Vol.-% nicht überschreiten. Eine Beeinflussung des Null- bzw. Referenzpunktes durch Änderungen der Temperatur des Messgutes ist durch geeignete Massnahmen zu kompensieren.

Im zulässigen Temperaturbereich von -20 °C bis 50 °C wurde den zwei Messgeräten Prüfgas mit der Konzentration 18 Vol.-% und 2 Vol.-% aufgegeben. Die Umgebungstemperaturen wurden in einer Klimakammer in Stufen von 10 °C variiert. Die relative Feuchte der Umgebungsluft wurde auf ca. 60 % (relativ) konstant gehalten. Die Justierung erfolgte bei einer Ausgangstemperatur von 20 °C. Die Beharrungszeit für jede Temperaturstufe betrug zwei Stunden. Bei jeder Temperatureinstellung wurde die oben genannten Prüfgase über den Prüfgaseingang aufgegeben.

Die Ergebnisse der Temperaturprüfung sind in Tabelle 6 dargestellt.

*Tabelle 6: Einfluss der Umgebungstemperatur auf das Messsignal;  
 Messbereich (Anzeigebereich): 0 bis 25 Vol.-%, Abweichung in Vol.-%*

T1 °C	T2 °C	Abweichung vom 20 °C - Startwert			
		Nullpunkt Gerät 1 Vol.-%	Referenzpunkt Gerät 1 Vol.-%	Nullpunkt Gerät 2 Vol.-%	Referenzpunkt Gerät 2 Vol.-%
20	20	0,00	0,03	0,00	-0,02
20	10	-0,02	0,03	-0,02	0,03
10	0	0,00	0,02	0,00	0,00
0	-10	0,00	-0,02	0,00	-0,02
-10	-20	0,03	0,08	0,03	0,00
-20	-10	0,03	0,08	0,03	-0,02
-10	0	0,03	-0,06	0,03	-0,02
0	10	0,03	-0,06	0,03	-0,02
10	20	0,03	-0,06	0,03	0,09
20	30	0,03	0,27	0,11	0,14
30	40	0,03	0,22	0,19	0,25
40	50	0,02	0,28	0,11	0,47
50	40	0,00	0,17	0,03	0,45
40	30	0,00	0,17	0,03	0,25
30	20	0,00	0,14	0,00	0,09

Die Messeinrichtungen halten die in den Mindestanforderungen geforderten Werte ein. Die grösste Abweichung im Nullpunkt beträgt 0,19 Vol.-% und im Referenzpunkt 0,47 Vol.-%.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

#### IV.1.4.1.4 Querempfindlichkeit

Der Störeinfluss durch die Querempfindlichkeit gegenüber im Messgut enthaltenen Begleitstoffen in den üblicherweise in Abgasen auftretenden Massenkonzentrationen soll insgesamt nicht mehr als  $\pm 0,2$  Vol.-% betragen. Kann diese Forderung nicht eingehalten werden, soll der Einfluss der jeweiligen Störkomponente auf das Messsignal durch geeignete Massnahmen berücksichtigt werden.

Die Querempfindlichkeiten gegenüber in Abgasen üblicherweise vorhandenen Begleitstoffen wurden mit Prüfgasen bekannter Zusammensetzung ermittelt.

Mittels einer Gasmischstation wurden den Analysatoren folgende Prüfgase angeboten:

Komponente		Konzentration
Kohlendioxid	CO <sub>2</sub>	15 Vol.-% in N <sub>2</sub>
Kohlenmonoxid	CO	300 mg/m <sup>3</sup> in N <sub>2</sub>
Schwefeldioxid	SO <sub>2</sub>	1000 mg/m <sup>3</sup> in N <sub>2</sub>
Stickstoffmonoxid	NO	400 mg/m <sup>3</sup> in N <sub>2</sub>
Stickstoffdioxid	NO <sub>2</sub>	40 mg/m <sup>3</sup> in Luft
Ammoniak	NH <sub>3</sub>	20 mg/m <sup>3</sup> in N <sub>2</sub>
Distickstoffmonoxid	N <sub>2</sub> O	20 mg/m <sup>3</sup> in N <sub>2</sub>
Chlorwasserstoff	HCl	40 mg/m <sup>3</sup> in N <sub>2</sub>
Feuchte	H <sub>2</sub> O	30 Vol.-% in N <sub>2</sub>
Methan	CH <sub>4</sub>	50 mg/m <sup>3</sup> in N <sub>2</sub>

Die ermittelten Querempfindlichkeiten sind in Tabelle 7 zusammengestellt worden.

Tabelle 7: Einfluss der Begleitstoffe auf das Messergebnis des am Null- und Referenzpunkt

Begleitstoff	Abweichung in Vol.-%			
	Messkomponente Sauerstoff			
	Nullpunkt Gerät 1	Referenzpunkt Gerät 1	Nullpunkt Gerät 2	Referenzpunkt Gerät 2
CO <sub>2</sub>	0,03	0,03	-0,02	0,06
CO	0,03	0,02	0,00	0,06
NO	0,00	0,00	0,00	0,03
NO <sub>2</sub> <sup>1)</sup>	--	-0,02	--	-0,03
SO <sub>2</sub>	0,00	0,03	0,00	0,00
N <sub>2</sub> O	0,03	-0,02	0,00	-0,02
NH <sub>3</sub>	-0,03	-0,03	0,00	0,02
CH <sub>4</sub>	-0,05	0,00	0,00	0,00
HCl	0,00	0,02	0,00	-0,02
Summe der positiven Abweichungen	0,09	0,10	0,00	0,17
Summe der negativen Abweichungen	-0,08	-0,07	-0,02	-0,07

<sup>1)</sup> Für die Überprüfung der Querempfindlichkeit am Nullpunkt liegt kein stabiles Prüfgas von NO<sub>2</sub> in Stickstoff vor.

Die Überprüfung der Querempfindlichkeiten gegen Abgasbegleitstoffe ergab Abweichungen kleiner 0,2 Vol.-%.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

#### **IV.1.4.1.5** **Es gelten 1.3.1.4 und 1.3.1.6**

##### **IV.1.3.1.4** **Einstellzeit**

Die Einstellzeit (90%-Zeit) der Messeinrichtungen einschliesslich Probenahmesystem soll nicht mehr als 200 Sekunden betragen.

Die Einstellzeit (90%-Zeit) der Messeinrichtungen wurde im Labor ermittelt. Hierzu wurde die Messeinrichtung mit Nullpunktgas gespült und mit Referenzpunktgas beaufschlagt. Die ermittelte Einstellzeit betrug weniger als 30 Sekunden.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

##### **IV.1.3.1.6** **Probenahme und Probenaufbereitung**

Probenahme und Probenaufbereitung sind bezüglich Werkstoff und Beheizung so zu gestalten, dass eine einwandfreie Feststofffilterung erreicht und Umsetzungen sowie Verschleppungseffekte durch Adsorptions- und Desorptionserscheinungen so weit wie möglich vermieden werden.

Die Messeinrichtung arbeitet als in-situ Messung. Eine der Messaufgabe angepasste Ausführung der ist durch die Wahl der geeigneten Sondenausführung möglich.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

#### **IV.1.4.1.6** **Null- und Referenzpunktsdrift im Wartungsintervall**

Die zeitliche Änderung der Null- bzw. Referenzpunktanzeige soll im Wartungsintervall  $\pm 0,2$  Vol. % nicht überschreiten.

Das Wartungsintervall wurde nicht neu bestimmt. Hier ist der Zeitraum aus [2] von 28 Tagen anzugeben.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

#### **IV.1.4.1.7** **Reproduzierbarkeit**

Die Reproduzierbarkeit nach 1.1.11 soll den Wert 70 nicht unterschreiten.

Die Reproduzierbarkeit wurde in [2] ermittelt. Das Ergebnis der Prüfung ergab Werte  $> 70$ .

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

#### IV.1.4.1.8 Linearität

Die Abweichen der Istwerte von den Sollwerten der Gerätekenlinie gemäss Ziffer 1.1.3 hat nicht mehr als  $\pm 0,3$  Vol.-% zu betragen.

Die Gerätekenlinie stellt den Zusammenhang zwischen dem Messwert und der vorgegebenen Quantität des Messobjektes dar. Zu diesem Zweck wurde Prüfgas in Stickstoff aus einer Druckflasche über einen Gasprobenteiler dem Analysator zugeführt. Die Ergebnisse können Tabelle 8 entnommen werden.

Tabelle 8: Einzelwerte der Linearitätsprüfung (Messbereich 0 bis 25 Vol.-% = 4 bis 20 mA)

Prüfgas Sollwert Vol.-%	Gerät 1 Vol.-%	Abweichung Vol.-%	Gerät 2 Vol.-%	Abweichung Vol.-%
20,00	20,00	0,00	20,03	0,03
18,00	17,97	-0,03	18,00	0,00
16,00	15,95	-0,05	15,94	-0,06
14,00	13,95	-0,05	13,97	-0,03
12,00	11,94	-0,06	11,94	-0,06
10,00	9,94	-0,06	9,91	-0,09
8,00	7,97	-0,03	7,94	-0,06
6,00	5,97	-0,03	5,98	-0,02
4,00	3,95	-0,05	3,97	-0,03
2,00	1,98	-0,02	1,97	-0,03
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Die Überprüfung der Gerätelinearität ergab keine Abweichungen grösser  $\pm 0,3$  Vol.-%.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

#### IV.1.4.4

### Besondere Anforderungen an Messeinrichtungen für Aufgaben gemäss 17. BImSchV

#### IV.1.4.4.1

##### Emissionen

Die Mindestanforderungen für Schadstoffe sind im Bereich des Grenzwertes für Tagesmittelwerte nachzuweisen.

Es soll der Messbereich bis zum 1,5-fachen des Grenzwertes für Halbstundenmittelwerte, bei CO bis zum 2fachen des Grenzwertes für Kurzzeitwerte abgedeckt werden. Die Kalibrierung von CO-Messgeräten ist auf Basis von Zehnminutenwerten vorzunehmen.

Hier nicht zutreffend.

**Bewertung:** Mindestanforderung nicht zutreffend.

#### IV.1.4.4.2

##### Messbereiche für Volumenstrom- und Feuchtemesseinrichtungen

Messgeräte zur Messung des Abgasvolumenstromes und der Feuchte sind so auszulegen, dass die Messwerte bei normalen Betriebsbedingungen bei 80 % des Messbereichs liegen.

Hier nicht zutreffend.

**Bewertung:** Mindestanforderung nicht zutreffend.

#### IV.1.4.4.3

##### Kontinuierliche Bestimmung der Mindesttemperatur (§ 11 Abs. 1 Nr. 3 i. V. m. § 4 Abs. 2 und 3)

Es sind an geeigneter Stelle im Nachbrennraum (u. B. Kesseldecke) mindestens zwei Messeinrichtungen gemäss Richtlinienreihe VDI/VDE 3511 zu installieren; der Mittelwert ist nach § 11 Abs. 1 zu registrieren und auszuwerten.

Die zuständige Behörde soll dafür sorgen, dass bei Ausfall einer Messeinrichtung diese unverzüglich durch eine vorzuhaltende baugleiche Reservemesseinrichtung zu ersetzen ist.

Die Überprüfung der Verbrennungsbedingungen und weiterer Parameter ist gemäss Bundeseinheitlicher Praxis bei der Überwachung der Verbrennungsbedingungen an Abfallverbrennungsanlagen nach 17. BImSchV, RdSchr. d. BMU v. 1.9.1994 - IG I 3- 51 134/3 (GMBl, 1994, S. 1231), durchzuführen.

Hier nicht zutreffend.

**Bewertung:** Mindestanforderung nicht zutreffend.

#### IV.1.4.4.4

##### Mindestvolumengehalt an Sauerstoff

(§ 11 Abs. 1 Nr. 3 i.V.m. § 4 Abs. 2, 3)

Es sollte an geeigneter Stelle im Abgasweg (z. B. nach Kessel) eine eignungsgeprüfte Sauerstoff-Messeinrichtung (empfohlener Messbereich: 0 - 12 Vol.-% bzw.: 0 - 6 Vol.-%), die gegebenenfalls mit Zusatzeinrichtungen (z. B. zum Rückspülen) ausgerüstet ist, installiert werden.

Die geprüfte Messeinrichtung bietet durch die vom Hersteller angebotenen Optionen für die Installation im Abgasweg entsprechende Möglichkeiten für den Einsatz zur Überwachung des Mindestsauerstoffgehaltes.

**Bewertung:** Mindestanforderung erfüllt.

## **V Empfehlungen zum Praxiseinsatz**

### **V.1 Arbeiten im Wartungsintervall**

Die folgenden Arbeiten sollten einmal wöchentlich durchgeführt werden:

- Sichtprüfung des Gerätes.

Darüber hinaus sind die Wartungsvorschriften des Herstellers zu beachten und alle 28 Tage Prüfgas aufzugeben und ev. ein Abgleich der Sollwerte durchzuführen.

### **V.2 Funktionsprüfung und Kalibrierung**

Zur Durchführung der Funktionsprüfung bzw. vor der Kalibrierung wird folgendes Vorgehen vorgeschlagen:

- Sichtprüfung des Gerätes,
- Aufgabe von Prüfgas und ev. Abgleich der Sollwerte,
- Überprüfen der Linearität mit Null- und Prüfgas,
- Überprüfen der Nullpunkts- und Referenzpunktdrift im Wartungsintervall,
- Ermitteln der Tot- und Einstellzeit,
- Überprüfen der Datenübertragung (Analog- und Statussignale) zum Auswertungssystem.

Weitere Einzelheiten zur Funktionsprüfung und Kalibrierung sind der Richtlinie VDI 3950, Blatt 1 (Juli 1994) zu entnehmen; ausserdem sind die Hinweise des Herstellers zu beachten.

## VI Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Seite	Kurztitel	Prüfergebnis	Urteil
4	IV.1 Mindestanforderungen an kontinuierliche Emissionsmesseinrichtun- gen bei der Eignungsprü- fung		
4	IV.1.1 Allgemeines		
4	IV.1.1.1 Normative Bedingungen	Die Eignungsprüfung erfolgte unter Beachtung der genannten Richtlinien.	erfüllt
4	IV.1.1.2 Dauertest	Ein erneuter Dauertest erfolgte nicht, da es sich nur um eine Modifikation der Auswerteelektronik handelt. Das Verhalten der Sonde im realen Messeinsatz ist bereits in [2] geprüft, und positiv beurteilt worden.	nicht erforderlich
4	IV.1.1.3 Analysefunktion	Die Regressionsrechnung zeigt einen guten Zusammenhang zwischen den Mess- und den Erwartungswerten. Die Analysefunktion wurde mit Hilfe der Werte der Linearitätsprüfung erstellt.	erfüllt
8	IV.1.1.4 Justierung der Einstellungen	Die Messeinrichtung bietet einen Passwortschutz für z.B. Einpunktkalibrierung, Zweipunktkalibrierung, Systemtest, Sprache und Messbereichumschaltung. Weitere Funktionen die nur dem Service vorbehalten sind werden durch eine weitere Passwordebene geschützt.	erfüllt
8	IV.1.1.5 Lebender Nullpunkt; Nullpunktlage	Die Lage des Nullpunktes ist auf 4 mA eingestellt. Die Lage des Referenzpunktes kann durch die Auswahl der Konzentration der Prüfgase im Messbereich angepasst werden.	erfüllt
8	IV.1.1.6 Anzeigebereich	Der Messbereich kann der jeweiligen Messaufgabe angepasst werden.	erfüllt
8	IV.1.1.7 Messwertausgang	Der Anschluss von zusätzlichen Mess- und Peripheriegeräten ist über entsprechende Anschlüsse der Geräte möglich.	erfüllt
8	IV.1.1.8 Statussignale	Die Messeinrichtung verfügt über die Statussignale Wartung, Störung, Messbereich, sowie zwei Alarme die frei parametrierbar werden können.	erfüllt
9	IV.1.1.9 Verfügbarkeit	Die Verfügbarkeit wurde im Rahmen des Dauerstandversuches in [2] ermittelt. Einzelheiten können Punkt IV.1.4.1.1 entnommen werden.	erfüllt
9	IV.1.1.10 Wartungsintervall	Im Rahmen des Dauerstandsversuches in [2] wurde das Wartungsintervall ermittelt. Es ergab sich ein Wartungsintervall von 28 Tagen für die geprüften Messeinrichtungen.	erfüllt
9	IV.1.1.11 Reproduzierbarkeit	Die Reproduzierbarkeit wurde im Rahmen des Dauerstandversuches in [2] ermittelt. Einzelheiten können Punkt IV.1.4.1.7 entnommen werden.	erfüllt
9	IV.1.1.12 Vollständige Messeinrichtung	Die eignungsgeprüfte Ausführung umfasst die vollständige Messeinrichtung bestehend aus der Sonde KES 2001, dem Konverter OXITEC 5000 / SME 5 und der Bedienungsanleitung in deutscher Sprache.	erfüllt

Seite	Kurztitel	Prüfergebnis	Urteil
10	IV.1.1.13 Nenngebrauchsbedingungen	Zu a) Bei Netzspannungsschwankungen von 190 bis 250 V konnte kein Einfluss auf das Messsignal festgestellt werden.  Zu b) Der Einfluss der Luftfeuchtigkeit wurde nicht gesondert untersucht. Aufgrund der Bauweise des Gerätes ist aber anzunehmen, dass es gegen Luftfeuchtigkeit unempfindlich ist, solange der Taupunkt nicht unterschritten wird.  Zu c) Der Analysator ist spritzwassergeschützt, er sollte ungeschützt an Orten mit Flüssigwasser in der Luft nicht eingesetzt werden.  Zu d) Die Geräte wurden während des Labortestes Schwingungen und Erschütterungen ausgesetzt. Es konnten keine erkennbaren Einflüsse auf die Gerätefunktion festgestellt werden. Aus Vorsorgegründen sollte der Aufstellungs- oder Einbauort des Analysators möglichst erschütterungsfrei sein.	erfüllt  erfüllt  erfüllt  erfüllt
10	IV.1.1.14 Automatische Nachjustierung	Die Messeinrichtung besitzt keine Möglichkeit der automatischen Nachjustierung.	erfüllt
11	IV.1.1.15 Umgebungstemperaturbereich	Es wurden die in Tabelle 2 aufgeführten Geräte in einer Klimakammer Temperaturschwankungen zwischen - 20 °C und + 50 °C ausgesetzt. Das Ergebnis der Prüfung ist in Punkt IV.1.4.1.3 dargestellt.	erfüllt
11	IV.1.1.16 Einfluss Probengasdurchfluss	Da die Messeinrichtung in-situ misst, trifft dieser Punkt nicht zu.	nicht zutreffend
11	IV.1.1.17 Mehrkomponenten Messeinrichtungen	Hier nicht zutreffend.	
11	IV.1.3 Gasförmige Emissionen	Hier nicht zutreffend.	
12	IV.1.4 Messung von Bezugsgrößen		
12	IV.1.4.1 Sauerstoffgehalt		
12	IV.1.4.1.1 Verfügbarkeit	Während des Labortestes traten an den Messsystemen keine Störungen auf. Die in [2] geprüften Messeinrichtungen konnten eine Verfügbarkeit von > 99 % nachweisen.	erfüllt
12	IV.1.4.1.2 Nachweisgrenze	Für die Nachweisgrenze wurde ein Wert von 0,12 Vol.-% für Messsystem 1 und Messsystem 2 ermittelt. Die Werte liegen unter den maximal zulässigen 0,2 Vol.-%.	erfüllt
13	IV.1.4.1.3 Temperaturdrift	Die Messeinrichtungen halten die in den Mindestanforderungen geforderten Werte ein. Die grösste Abweichung im Nullpunkt beträgt 0,19 Vol.-% und im Referenzpunkt 0,47 Vol.-%.	erfüllt
13	IV.1.4.1.4 Querempfindlichkeit	Die Überprüfung der Querempfindlichkeiten gegen Abgasbegleitstoffe ergab Abweichungen kleiner 0,2 Vol.-%.	erfüllt

Seite	Kurztitel	Prüfergebnis	Urteil
15	IV.1.4.1.5 Es gelten 1.3.1.4 und 1.3.1.6		
15	IV.1.3.1.4 Einstellzeit	Die Einstellzeit (90%-Zeit) der Messeinrichtungen wurde im Labor ermittelt. Hierzu wurde die Messeinrichtung mit Nullpunktgas gespült und mit Referenzpunktgas beaufschlagt. Die ermittelte Einstellzeit betrug weniger als 30 Sekunden.	erfüllt
15	IV.1.3.1.6 Probenahme und Probenaufbereitung	Die Messeinrichtung arbeitet als in-situ Messung. Eine der Messaufgabe angepasste Ausführung der ist durch die Wahl der geeigneten Sondenausführung möglich.	erfüllt
15	IV.1.4.1.6 Null- und Referenzpunktsdrift im Wartungsintervall	Das Wartungsintervall wurde nicht neu bestimmt. Hier ist der Zeitraum aus [2] von 28 Tagen anzugeben.	erfüllt
15	IV.1.4.1.7 Reproduzierbarkeit	Die Reproduzierbarkeit wurde in [2] ermittelt. Das Ergebnis der Prüfung ergab Werte > 70.	erfüllt
16	IV.1.4.1.8 Linearität	Die Überprüfung der Geräterlinearität ergab keine Abweichungen grösser $\pm 0,3$ Vol.-%.	erfüllt
17	IV.1.4.4 Besondere Anforderungen an Messeinrichtungen für Aufgaben gemäss 17. BImSchV		
17	IV.1.4.4.1 Emissionen	Hier nicht zutreffend.	
17	IV.1.4.4.2 Messbereiche für Volumenstrom- und Feuchtemesseinrichtungen	Hier nicht zutreffend.	
17	IV.1.4.4.3 Kontinuierliche Bestimmung der Mindesttemperatur (§ 11 Abs. 1 Nr. 3 i. V. m. § 4 Abs. 2 und 3)	Hier nicht zutreffend.	
18	IV.1.4.4.4 Mindestvolumengehalt an Sauerstoff	Die geprüfte Messeinrichtung bietet durch die vom Hersteller angebotenen Optionen für die Installation im Abgasweg entsprechende Möglichkeiten für den Einsatz zur Überwachung des Mindestsauerstoffgehaltes.	erfüllt

## VII Bekanntgabevorschlag

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

**Komponente Sauerstoff**  
**Gerätename: OXITEC 5000 / SME 5**

- Hersteller** : Enotec GmbH, 51709 Marienheide
- Eignung** : Für Anlagen gemäß 13. und 17. BImSchV sowie gemäß TA Luft
- Messbereiche bei der Eignungsprüfung** : 0 - 6 Vol.-% O<sub>2</sub>  
0 - 12 Vol.-% O<sub>2</sub>  
0 - 25 Vol.-% O<sub>2</sub>
- Einschränkungen** : -
- Hinweise** : 1. Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung OXYTEC-SME-11/3 zur Eignungsbekanntgabe im GMBI 1992, S. 795  
2. Der Sauerstoffgehalt wird im feuchten Abgas gemessen.  
3. Die Messeinrichtung wird auch vertrieben von Maihak (ZIRKOR 5000), Babcock (OXITEC 5000), Forbes Marshall (OXITEC 5000) und Siemens-Westinghouse (OXITEC 5000).

Abteilung Immissionsschutz / Luftreinhaltung

B. Gerchel

Dr. Peter Wilbring

Köln, den 04.02.2000  
936/809012 ger-ri

## VIII Literaturverzeichnis

- [1] Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen; Richtlinien über:
- die Eignung, den Einbau, die Kalibrierung, die Wartung von Messeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen und die kontinuierliche Erfassung von Bezugs- bzw. Betriebsgrößen zur fortlaufenden Überwachung der Emissionen besonderer Stoffe,
  - die Auswertung von kontinuierlichen Emissionsmessungen,
  - die Bewertung der Russzahlmessungen bei Heizöl-EL-Feuerungen.
- Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und die für den Immissionsschutz zuständigen obersten Landesbehörden haben im Länderausschuss für Immissionsschutz Übereinstimmung über die nachstehenden Richtlinien erzielt.
- Rundschreiben des BMU vom 08.06.1998 - IGI 3 - 51134 / 3 -
- [2] Bericht 936/801002 vom 05.02.1992

**TÜV Rheinland** Sicherheit und Umweltschutz GmbH  
Institut für Umweltschutz und Energietechnik

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Meßeinrichtung OXITEC 5000 / SME 5 für  
Sauerstoff der Firma ENOTEC GmbH, Marienheide



**ANHANG 1**  
936/809012  
Seite 1

## **IX Anlagen**

**Tabelle 1:** Einzelwerte zur Bestimmung der Nachweisgrenze, Komponente O<sub>2</sub>

		<b>Gerät 1</b> Vol.-%	<b>Gerät 2</b> Vol.-%
	1	2,00	2,00
	2	1,98	2,00
	3	1,97	2,00
	4	2,02	1,97
	5	2,03	1,92
	6	2,02	1,92
	7	2,00	1,98
	8	2,00	2,02
	9	2,05	2,03
	10	2,08	2,09
	11	2,03	2,08
	12	2,09	2,03
	13	1,97	2,03
	14	1,95	2,03
	15	1,95	2,00
	16	1,97	1,98
	17	2,00	1,97
	18	2,00	2,00
	19	2,02	2,03
	20	2,05	2,03
	21	2,03	1,98
	22	2,02	1,95
	23	2,03	1,94
	24	2,08	1,98
	25	2,09	2,00
	26	2,00	2,03
	27	2,02	2,05
	28	1,97	2,05
	29	1,95	2,02
	30	1,98	2,00
<b>Mittelwert</b>		2,01	2,00
<b>Standardabweichung.</b>		0,04	0,04
<b>3 * Stdabw.</b>		0,12	0,12

# Handbuch



# Schriftverkehr der Firma ENOTEC GmbH

---