

**INSTITUT FÜR UMWELTSCHUTZ
UND ENERGIETECHNIK**

Meßstelle für Luftreinhaltung



DAP-P-02.544-04-95-01

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

TÜV-Bericht Nr.: 936/806017/A
Köln, den 16.02.1999

Das Institut im Internet



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

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

KURZFASSUNG

Die Mehrkomponentenmeßeinrichtung NGA 2000 MLT 1 wurde nach Richtlinien zur Zulassung von Meßeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen /1/ gemäß der 13. BImSchV sowie der TA Luft für die Komponenten SO₂, NO und O₂ eignungsgeprüft.

Als Meßprinzipien finden die Techniken der NDIR (NO) und NDUV (SO₂) sowie eine elektrochemische Zelle (O₂) Anwendung.

Die Untersuchungen erfolgten im Labor und während eines dreimonatigen Feldtests als Dauerstandsversuch im Reingas einer Abfallverbrennungsanlage. Die geprüften Meßbereiche für die einzelnen Komponenten betragen:

SO ₂ :	0 bis	400	mg/m ³
NO:	0 bis	335	mg/m ³
O ₂ :	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 der Emissionen von SO₂ und NO sowie der Bezugsgröße O₂ vorgeschlagen. Damit können die entsprechenden Emissionsgrenzwerte der 13. BImSchV und der TA Luft überwacht werden.

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 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	6
III	Prüfprogramm	9
III.1	Laborprüfung	9
III.2	Feldtest	9
III.3	Referenzmeßverfahren	10
IV	Prüfergebnisse	13
IV.1	Mindestanforderungen an kontinuierliche Emissionsmeßeinrichtungen bei der Eignungsprüfung	13
V	Empfehlungen zum Praxiseinsatz	49
V.1	Arbeiten im Wartungsintervall	49
V.2	Funktionsprüfung und Kalibrierung	49
V.3	Einsatzmöglichkeiten	49
VI	Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse	50
VII	Bekanntgabevorschlag	53
VIII	Literaturverzeichnis	54
IX	Anlagen	1

I Aufgabenstellung

Im Auftrag der Firma Fisher-Rosemount GmbH, wurde von der TÜV Rheinland Sicherheit und Umweltschutz GmbH die Eignungsprüfung entsprechend den Richtlinien für kontinuierliche Emissionsmessungen [1] für die Meßeinrichtung NGA 2000 MLT 1 vorgenommen.

Die extraktiv arbeitende Mehrkomponentenmeßeinrichtung soll den Gehalt an Schwefeldioxid, Stickoxiden und Sauerstoff bestimmen. Der Einsatzbereich des Meßsystems ist neben der Überwachung von Emissionen auch in Produktionsprozessen sowie in der Automobilindustrie.

II Beschreibung der Messeinrichtung

II.1 Meßprinzip

Im Analysatorsystem NGA 2000 MLT 1.X (M) können bis zu zwei verschiedene Gaskomponenten sowie Sauerstoff gemessen werden („X“ gibt die Anzahl der Komponenten an, das M zeigt an, daß eine der Komponenten Sauerstoff ist). Dabei wird für jede Gaskomponente eine eigene Meßzelle benötigt. So wird die Komponente NO nach dem Prinzip der nichtdispersiven Infrarotabsorption (NDIR) bestimmt, während bei SO₂ die nichtdispersive Ultraviolettabsorption (NDUV) zur Anwendung kommt. Die Sauerstoffkonzentration wird paramagnetisch oder elektrochemisch ermittelt (im geprüften Gerät war ein elektrochemischer Sauerstoffsensor eingebaut).

II.1.1 Nichtdispersive Infrarotabsorption (NDIR)

Die Bestimmung der Gaskonzentration in einem Gasgemisch erfolgt über die photometrische Messung der selektiven Strahlungsabsorption in einer Gassäule (Abb. 1). Infrarotaktive Gase werden durch Absorption von Wärmestrahlung (elektromagnetische Strahlung) in einem gasspezifischen Wellenlängenbereich zu inneren Schwingungen und Rotationen der Gasmoleküle angeregt. Die zur Messung notwendige IR-Strahlung wird von einer Heizwendel erzeugt. Ein speziell geformtes Chopperrad leitet diese zu absorbierende Strahlung mit gleicher Intensität abwechselnd durch eine Filterküvette in Meßseite und Vergleichsseite der in der Mitte geteilten Analysenküvette. Die Filterküvette sibt störende Strahlungsbereiche aus dem Strahlungsspektrum aus. Hinter der Analysenküvette gelangt die Strahlung über eine weitere Filterküvette zum pneumatischen Detektor, der die IR-Strahlung aus der Meß- und Vergleichsseite erfaßt, und den Wechselanteil der Strahlung in intensitätsproportionale Wechselspannungssignale umsetzt. Hierdurch erhält man am Detektor zeitlich aufeinanderfolgende Signale, wobei immer ein konzentrationsabhängiges auf ein konzentrationsunabhängiges Signal folgt. Die Differenz beider Signale ist ein Maß für die Konzentration.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

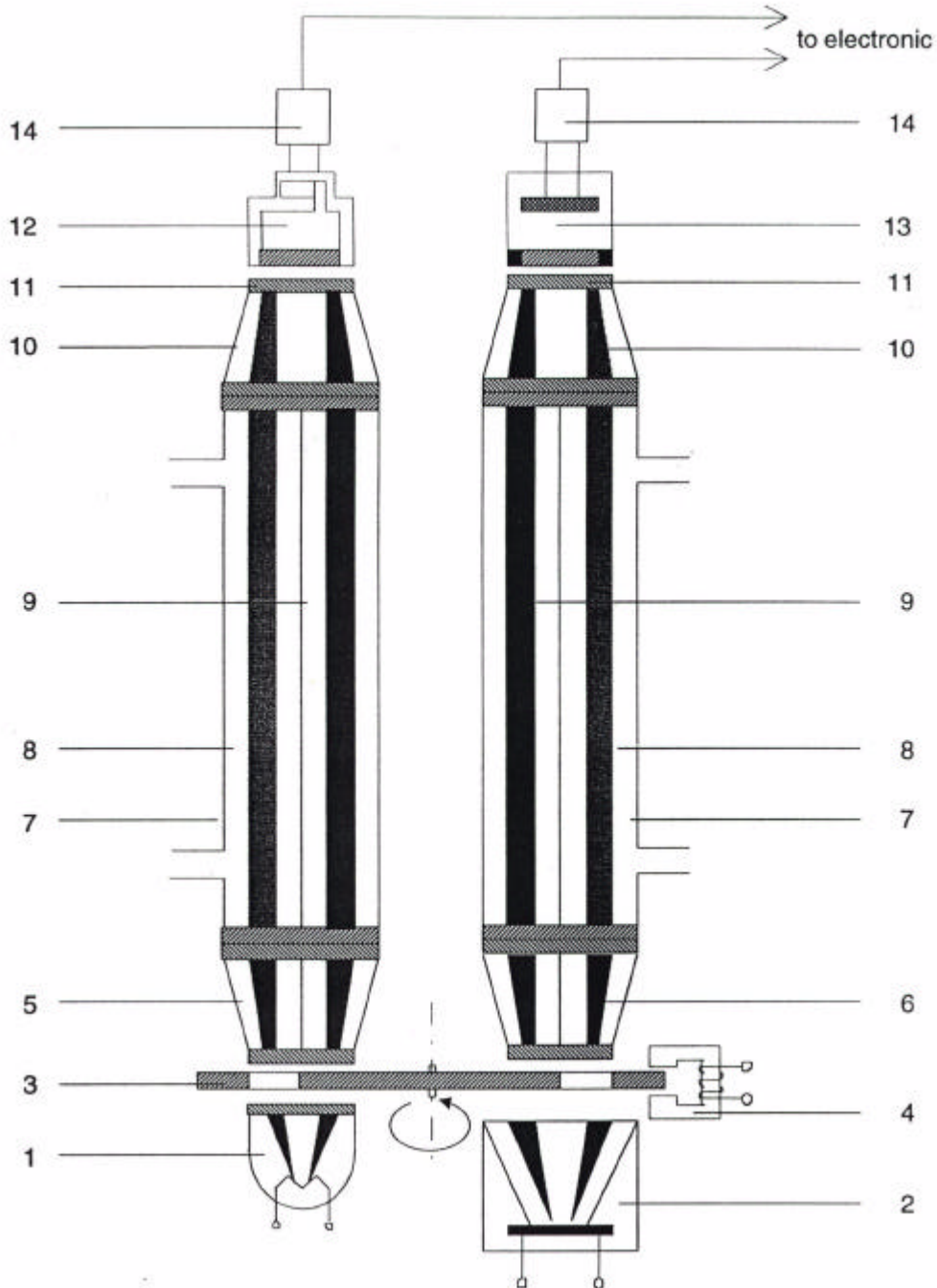


Abbildung 1: Meßprinzip NDIR-Messung

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

Der Detektor (Abb. 2) besteht aus einer mit dem zu messenden infrarotaktiven Gas gefüllten Absorptionskammer sowie einer Ausgleichskammer, welche über einen Strömungskanal miteinander verbunden sind. Der Detektor ist mit dem zu messenden infrarotaktiven Gas gefüllt und somit nur für dieses bestimmte Gas mit seinem charakteristischen Wellenlängenbereich empfindlich. Gelangt die IR-Strahlung durch die Meßseite der Analysenküvette in den Detektor, wird je nach vorhandener Meßgaskonzentration ein Teil der Strahlung absorbiert. Das Gas in der Absorptionskammer kühlt ab, zieht sich zusammen und strömt zum Teil von der Ausgleichskammer durch den Strömungskanal in die Absorptionskammer.

Gelangt dagegen die IR-Strahlung durch die Vergleichsseite der Analysenküvette zum Detektor, erfolgt keine Absorption der Strahlung. Das Gas in der Absorptionskammer erwärmt sich, dehnt sich aus und strömt zum Teil von der Absorptionskammer durch den Strömungskanal in die Ausgleichskammer. Der Strömungskanal ist so dimensioniert, daß er die Ausgleichsströmung kaum durch Drosselung behindert. Die unterschiedlichen Strahlungsverhältnisse führen aufgrund des umlaufenden Chopperrades im Detektor zu periodisch wiederkehrenden Strömungsvorgängen. Diese Strömung erfaßt der Mikroströmungsfühler und setzt sie in ein elektrisches Wechselspannungssignal um. Die nachfolgende Elektronik wertet die Signale aus und konvertiert diese in das korrespondierende Anzeigenformat.

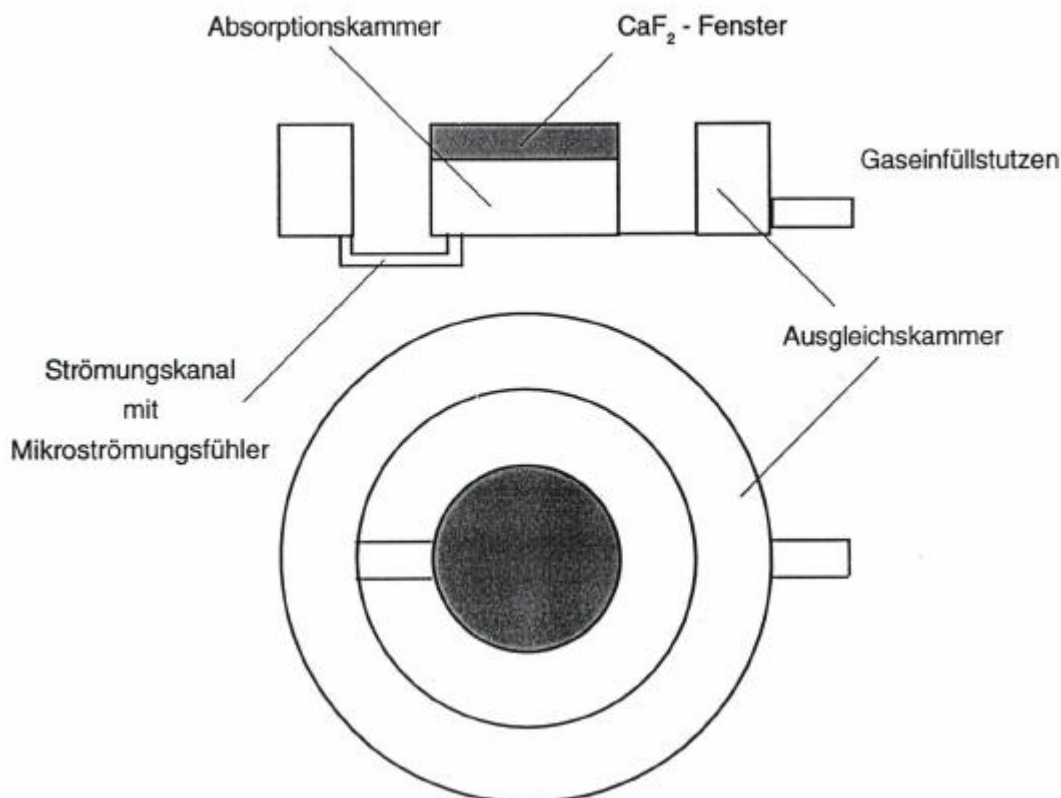


Abbildung 2: Prinzipaufbau Gasdetektor

II.1.2 UV-Messung

Bei der Absorptionsmessung im UV-Bereich des elektromagnetischen Spektrums ist die Meßanordnung dieselbe wie bei der IR Messung. Als Strahlungsquelle wird eine Glimmentladungslampe benutzt. Die UV-Strahlung wird über den Chopper und eine Filterküvette durch die in der Mitte geteilte Analysenküvette geleitet. Hinter der Analysenküvette befindet sich eine zweite Filterküvette. Der sich anschließende Photodetektor konvertiert die pulsierenden Strahlungsintensitäten von der Meß- und Vergleichsseite der Analysenküvette in elektrische Wechsellspannungssignale. Da die Glimmentladungslampe eine konstante Umgebungstemperatur benötigt, wird entweder die UV-Lampe auf 55 °C (MLT 1) thermostatisiert oder die Lampe wird in eine thermostatisierte Kammer gebaut (MLT 3 u. 4).

II.1.3 Elektrochemische Sauerstoffmessung

Dieser Sauerstoffsensor des Analysators arbeitet nach dem Prinzip galvanischer Zellen (Abb. 3 und 4).

Hauptbestandteil der Blei-Gold-Sauerstoffzelle sind eine Bleianode und eine Goldkathode mit einem speziellen Säureelektrolyten. Eine Schwammscheibe an der Bestromungsseite des Sensorkörpers verhindert weitgehend den Feuchteverlust an der Goldelektrode. Die Goldfilmkathode und die Teflonmembrane werden durch einen O-Ring und eine Kunststoffscheibe gehalten.

Sauerstoffmoleküle diffundieren durch eine poröse Teflonmembrane in den Sensor und werden an der Goldkathode reduziert. Es bildet sich Wasser. Das an der Anode entstehende Bleioxid (PbO) löst sich im Elektrolyten. Die Bleianode regeneriert sich ständig, und das Elektrodenpotential bleibt lange unverändert. Die Diffusionsgeschwindigkeit der O₂-Moleküle und somit die Ansprechzeit (t_{90}) des Sensors ist abhängig von der Dicke der Teflonmembrane.

Der Strom, der zwischen den beiden Elektroden fließt, ist proportional der O₂-Konzentration in dem zu messenden Gasgemisch. Ein zwischen die Elektroden geschalteter Thermistor und Widerstand dienen der Temperaturkompensation und der stetigen Belastung der Zelle. Die am Ausgang des Sensors zu messende Spannung ist ein direktes Maß für die Sauerstoffkonzentration.

II.2 Aufbau der Meßeinrichtung

Die Baureihe NGA 2000 beinhaltet ein modulares System, sowohl bezüglich eines Analysators (Einzelgerätes) als auch für Analysatorensysteme.

Ein Analysator kann auf flexible Weise aus einem „Analysenmodul“ (AM), einer Plattform (Kontrolleinheit) und einem oder mehreren Ein- und Ausgangsmodulen (E/A-Modulen) aufgebaut sein. Dies erlaubt es, durch den Austausch der Analysenmodule unterschiedliche Analysatoren herzustellen. Dazu stehen unterschiedliche Analysenmodule für die gängigen Analysemethoden zur Verfügung, z. B. CLD, FID, NDIR, NDUV/VIS, paramagnetische oder elektrochemische Sauerstoffmessung.

Der MLT-Analysator kann zusätzlich als festes Einzelgerät, der die Gesamtfunktionalität eines MLT-Analysenmoduls und eines Kontrollmoduls vereinigt hat, aufgebaut werden. Die Auswahl der E/A-Module ist hierbei auf eine SIO und DIO beschränkt, während in der Plattform bis zu 5 E/A-Module wählbar sind.

Die Bildung eines NGA 2000-Analysatorensystems kann über eine Plattform oder einen MLT-Analysator (oder TFID-Analysator) durch Kombination mit mehreren Analysenmodulen erfolgen. Der MLT-Analysator stellt in diesem Falle einen „Systemkontrollanalysator“ dar.

Die MLT-Serie bietet Multikomponenten -sowie Multimethodenanalyse- NDIR/UV/VIS-Fotometrie, paramagnetische und elektrochemische Sensortechnologie.

Der unthermostatisierte MLT 1 Gasanalysatoren kann bis zu drei Gaskomponenten messen: ein oder zwei Fotometerbänke und ein Sauerstoffsensoren. Der MLT 1 arbeitet mit einem externen „Autoranging-Netzteil“.

Die gleichen Gaskomponenten können auch in einem unthermostatisierten Feldgehäuse der Schutzart IP 65 aufgebaut werden, nämlich in einem unthermostatisierten Wandgehäuse des Typs MLT 2.

Der MLT 1 und der MLT 2 stehen sowohl als Einzelgerät oder „Systemkontrollanalysator“ mit einer Frontplatte, als auch als Analysenmodul zur Verfügung.

Das AM stellt eine „blinde Analyseeinheit dar, die die Konzentrationen sowie weitere relevante Parameter mittels zusätzlicher Sensoren mißt und an das NGA-Netzwerk übergibt. Die AM-Variante kann in ein NGA-Analysensystem integriert werden (eingebaut in einer Plattform oder mit einem MLT-Analysator bzw. einer Plattform kombiniert). Analysenmodule stehen auch als Einschub- und Tischmodule zur Verfügung. Alle Analysenmodule haben gemäß ihrer Konfiguration ein Standard- oder verlängertes Gehäuse. Die Analysenmodule oder Einzelgeräte können mit lokalen, schnellen E/A-Module (SIO, DIO) ausgerüstet werden, während System-MLT's die SIO und DIO für alle Analysenmodule als System-E/A-Module nutzen können.

Auf der Rückseite des Gehäuses sind die Verbindungen für Versorgungsspannung, Gasanschlüsse, Netzanschlüsse sowie Steckplätze für optionale Module angebracht.

Das Gerät verfügt über 4 Meßbereiche für jede Komponente.

Photometrischer Aufbau

Bei Ansicht von vorn ist in der rechten Seite die Elektronik mit Querverdrahtung und den Leiterkarten im Europakartenformat untergebracht. Links befindet sich die optische Bank mit den Küvetten und Sensoren.

Der gesamte photometrische Aufbau wird mit Hilfe einer Halterung in dem Analysenmodul montiert. Der Aufbau ist durch O-Ringe zwischen den einzelnen Komponenten zur Umgebung hin abgedichtet.

Den zentralen Teil des Photometers bildet der Chopper, an dem sowohl die Strahlungsquelle als auch die Analysenküvette mit der nachfolgenden Signalempfängereinheit (Filterküvette und Detektor mit integriertem Vorverstärker) befestigt sind. Zwischen den beiden Teilhälften des Choppers befindet sich die Chopperscheibe, die durch Wirbelstrom angetrieben wird. Der Chopperinnenraum ist hermetisch dicht gegen die Umgebungsluft abgeschlossen, um ein Eindringen von z.B. atmosphärischem CO₂ zu verhindern, das zu einer veränderlichen Vorabsorption und damit zur Beeinflussung von Meßwerten führen kann. Am Chopper ist weiter ein Temperatursensoren zur Erfassung der aktuellen

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

Temperatur des photometrischen Aufbaus integriert. Die Information über die Temperatur wird u.a. zur Kompensation von Temperaturfehlern an die Auswertelektronik weitergeleitet. Die Analysenküvette ist in der Mitte durch eine Trennwand in zwei Hälften geteilt und an beiden Enden mit Fenstern verschlossen. Hierdurch erfolgt eine Trennung in Meßseite und Vergleichsseite. Durch die Meßseite wird das Meßgas geleitet, in der Vergleichsseite ist Stickstoff eingefüllt.

Die Filterküvette besteht aus einem einstufigen Konussystem, mit dem eine optimale Anpassung des Strahlungsquerschnittes der Analysenküvette an die aktive Detektorfläche bzw. Lichtaustrittsfläche am Chopper erfolgt.

Die IR- und UV-Photometer sowie der Sauerstoffsensoren sind im linken Teil des Schutzgehäuses untergebracht. Die Elektronik mit der Bedientastatur ist separat im rechten Gehäuseteil eingebaut. Die Analysatoren verfügen über keine eigene Meßgaspumpe oder Meßgasaufbereitung, daher wird das getrocknete und gefilterte Meßgas durch eine Meßgasaufbereitung in den Analysator gedrückt und durchströmt nacheinander die IR-Küvette, die UV-Küvette und schließlich den Sauerstoffsensoren.

Wesentliche technische Daten der Meßeinrichtung NGA 2000 MLT 1 sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Weitere Einzelheiten über die Meßeinrichtung können der in der Anlage beigefügten Bedienungsanleitung entnommen werden.

Tabelle 1: Technische Daten der Mehrkomponenten-Meßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000

Umgebungsbedingungen		
Umgebungstemperaturbereich	+5 °C bis + 45 °C +5 °C bis + 40 °C mit elektrochemischem Sauerstoffsensor	
Sonneneinstrahlung	Das Gerät darf keiner direkten Bestrahlung durch Sonnenlicht ausgesetzt sein.	
Fluoreszenzlampen	Der Analysator mit Bedienfrontplatte darf keine direkten Bestrahlung durch Fluoreszenzlampen ausgesetzt sein.	
Geographische Höhe	0 - 2000 m über NN	
Luftfeuchte (nicht kondensierend)	< 90 % rel. Feuchte bei + 20°C < 50 % rel. Feuchte bei + 40 °C	
Tropf-/Spritzwasser	Das Gerät darf keinem Tropf-/Spritzwasser ausgesetzt sein.	
Explosionsschutz	Das Gerät darf nicht ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen in explosiver Atmosphäre eingesetzt werden.	
Schutzart	IP 20 nach DIN 40050	
Hilfsenergie		
Elektrische Verbindungen	24 V DC-Stecker für Niederspannung, 3-polig	
Eingangsspannung	24 V DC ± 5 %	
Welligkeit und Rauschen	< 100 mV pp	
Leistungsaufnahme	max. 50 VA	
Gas-Anschluß-Bedingungen		
Anforderungen an das Gas	Das Gas muß frei von Staub und Partikeln sowie trocken sein (Taupunkt 10 °C kleiner als die Temperatur am Aufstellungsort; bei korrosivem Gas muß der Taupunkt kleiner als -20 °C sein).	
Meßgasdurchfluß	0,2 - 1,5 l/min (NDIR/UV)	
Druck an den Eingängen	800 - 1200 hPa (NDIR/UV)	
	NDIR/UV/VIS	Elektrochem. O ₂ -Sensor
Linearitätsabweichung	≤ 1 %	≤ 1 %
Nullpunkt-Drift	≤ 2 % pro Woche;	≤ 2 % pro Woche
Empfindlichkeits-Drift	≤ 0,5 % pro Woche	≤ 1 % pro Woche
Gas- und Luftdruckeinfluß	≤ 0,1 % pro hPa	≤ 0,1 % pro hPa
Temperatureinfluß	≤ 1 % pro 10 K	≤ 1 % pro 10 K
zulässige Umgebungstemperatur	+ 5 °C bis + 40 °C	+ 5 °C bis + 40 °C
zulässige Meßgasströmung	0,2 - 1,5 l/min	0,2 - 1,5 l/min
Druckfestigkeit	≤ 1.500 hPa abs.	≤ 1.500 hPa abs.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

III Prüfprogramm

III.1 Laborprüfung

Die Laborprüfung wurde mit zwei identischen Geräten des Typs NGA 2000 MLT 1 mit den Gerätenummern Gerät 1: 9511 und Gerät 2: 9512 durchgeführt. Nach den Richtlinien (Mindestanforderungen [1]) ergab sich folgendes Versuchsprogramm im Labor:

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

III.2 Feldtest

Der Feldtest wurde mit den identischen Geräten durchgeführt und dauerte vom 27.05.1998 bis zum 01.10.1998.

Ergänzende Untersuchungen zum Wartungsintervall erfolgten bis zum 28.01.1999.

Während des Feldtests arbeiteten die Geräte mit der Softwareversion 3.2. Inzwischen wurde die Version 3.3 eingeführt. Bei einer Zeichnungsprüfung der Änderungen gegenüber der geprüften Version konnten keine das Meßsignal der Geräte beeinflussenden Abweichungen erkannt werden.

Die Geräte waren jeweils mit einer Probenahmesonde vom Typ Rosemount 3.1 (Edelstahl/Keramik) ausgestattet. Die Probenahmeleitung war ca. 8 m lang und auf 180°C beheizt (Innenmaterial PTFE). Die Geräte waren mit einer 2-stufigen Gastrocknung ausgerüstet, zuerst einem Kühler M & C Typ EC und anschließend eines Gaskühlers vom Typ Rosemount RAE-G.

Die Geräte waren während des Dauertests wie folgt eingestellt:

Komponente	Meßbereich	Prüfgas
SO ₂	0 bis 400 mg/m ³ ≙ 4 bis 20 mA	302 mg/m ³
NO	0 bis 335 mg/m ³ ≙ 4 bis 20 mA	198 mg/m ³
O ₂	0 bis 25 Vol.-% ≙ 4 bis 20 mA	18 Vol.-%.

In Rahmen des Feldtests wurden folgende Gerätekenndaten über den Prüfzeitraum ermittelt:

- Tot- und Einstellzeit,
- Nachweisgrenze,
- Reproduzierbarkeit,
- Konstanz der Gerätekenlinie (Nullpunkt, Empfindlichkeitsdrift),
- Wartungsintervall,
- Verfügbarkeit,
- Funktionsprüfung und Kalibrierung.

III.3 Referenzmeßverfahren

Bestimmung von Sauerstoff

Zur Bestimmung von Sauerstoff wurden kontinuierliche Meßverfahren eingesetzt und mittels Primärstandards (100 % Gas) kalibriert (analog Richtlinie VDI 3950, Blatt 1). Das Analysengerät wurde vor und nach den Messungen im Labor auf Linearität und Querempfindlichkeit geprüft.

Kontinuierliche Meßverfahren:

Meßobjekt:	Sauerstoff (O ₂)
Meßverfahren / VDI-Richtlinie:	Paramagnetismus / -
Analysator:	TÜV-Meßeinrichtung
Hersteller:	M & C / PMA 10
Eingestellter Meßbereich:	0 - 25 Vol.-%
Gerätetyp eignungsgeprüft:	ja
Meßplatzaufbau:	O ₂
Entnahmesonde:	unbeheizt
Staubfilter:	unbeheizt
Entnahmerohr:	unbeheizt
Probengasleitung vor Gasaufbereitung	unbeheizt 1,2 m
Probengasleitung nach Gasaufbereitung	0,5 m
Werkstoff der gasführenden Teile:	Edelstahl, PTFE
Meßgasaufbereitung:	Meßgastrockner
Meßgaskühler, Fabrikat / Typ:	Fa. Gröger & Obst / GOT 200
Temperatur, geregelt auf:	Der Trocknungsgrad des Meßgases entspricht einer Taupunkttemperatur von -10°C
90%-Einstellzeit des gesamten Meßaufbaus in s:	ca. 40 s
Registrierung der Meßwerte: mit Hilfe einer Meßwerterfassungsanlage (Rechner), Fabrikat / Typ:	MOBIDAS

Diskontinuierliche Meßverfahren

Meßobjekt: Schwefeloxide (als SO₂)
Meßverfahren: Richtlinie VDI 2462, Blatt 8, März 1985
Analyse: H₂O₂-Thorin-Methode / VDI-Richtlinie

Geräte für die Probenahme

Entnahmesonde: Quarz, beheizt
Partikelfilter: Quarzwatte im Filtergehäuse aus Quarz, beheizt durch Abgas
Gasvolumenmeßgerät: Gasuhr (Bauart: trocken)
Absorptionseinrichtung: 100 ml-Waschflaschen mit Fritten D2 (zweifach)
Sorptionsmittel: 1%ige Wasserstoffperoxidlösung, je 30 ml
Abstand Sonde / Abscheideelement: 1,2 m
Standzeit der Proben: 7 Tage
Transport und Lagerung: in PP-Bechern mit PE-Deckeln

Analytische Bestimmung

Auffüllen auf 50 ml, Aliquot (max. 30 ml) mit 60 ml 2-Propanol, Ultraschallbad; Indikator: 7 Tropfen einer Thorin/Methylenblaulösung (5 Teile Thorinlösung (0,2 g / 100 ml Wasser) und 2 Teile Methylenblaulösung (0,2 g / 100 ml Ethanol))

Bariumperchloratlösung, c(BaClO₄) = 0,0005 mol/l, in 2-Propanol/Wasser (80:20) eingesetzt.

Analysengeräte: Dr. Lange pH-Meter LEC 100,
 Titrator Metrohm 665, Flußrate 2 ml/min
 Lichtleitphotometer Metrohm 662, 520 nm

Standards (SO₄²⁻): Standardlösung (Merck, Titrisol 9872, 1 g/l auf pH=4,6) Standardkalibrierverfahren

Verfahrenskenngrößen / Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Einfluß von Begleitstoffen: kein Einfluß bei F⁻ < 2,6 mg/Probe.
Nachweisgrenze (30 ml): 0,18 mg $\hat{=}$ 2,0 mg/m³ bei 0,09 m³
Maßnahmen zur Qualitätssicherung: Doppelbestimmungen, Blindwerte und Standards

Meßunsicherheit (U):

U (95 %), mg/m ³	Probengasvolumen, l
5	90
14	40
140	20

Diskontinuierliches Meßverfahren

Meßobjekt:	Summe Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid
Meßverfahren:	Richtlinie VDI 2456, Blatt 10, November 1990
Probenahme / Analyse:	VDI-Richtlinie / Dimethylphenolverfahren
Geräte für die Probenahme	
Entnahmesonde:	Quarz, beheizt durch Abgas
Partikelfilter:	Quarzwatte im Filtergehäuse aus Quarz, beheizt durch Abgas
Kritische Düse / Gassammelgefäß:	Glas / 1000 ml
Druckmeßgerät:	PIEZOVAC PV 111 (Leybold Heraeus) mit Meßkopf PV 1001
Vakuumpumpe / Ozongenerator:	Leybold-Heraeus Mini A / Fischer Modell 502
Sorptionsmittel (3fach Schütteln):	dest. Wasser (LF < 0,2 µS/cm), 20 ml, 2 x 10 ml
Abstand Sonde / Abscheideelement:	1,2 m
Standzeit der Proben:	3 Tage
Transport und Lagerung:	in PP-Bechern mit PE-Deckeln, lichtgeschützt
Analytische Bestimmung:	Einsatz von 20 ml der Schwefelsäure/ Phosphorsäuremischung, 100 ml dest. Wasser, 100 ml- Scheidetrichter, 10 s Rühren.
Analysengeräte / Wellenlänge:	Digital-Photometer Dr. Lange, Modell LP, Einsatzfilter, Küvette 20 mm / 435 nm, IKA-Ultra-Turrax T25, Drehzahl 8000 min ⁻¹
Standards:	Standardlösung (Merck, Titrisol 9964, 0,1 mol/l) Standardkalibrierverfahren, Messen gegen H ₂ O

Verfahrenskenngrößen / Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Einfluß von Begleitstoffen:	Ohne Einfluß: NH ₃ < 150 ppm, N ₂ O < 100 ppm
Nachweisgrenze:	0,2 µg NO ≙ 0,2 mg/m ³ bei 1 l
Maßnahmen zur Qualitätssicherung:	Doppelbestimmungen, Blindwerte und Standards
Meßunsicherheit (U):	*) Mehrfachbestimmungen an Prüfgasen

U (95 %), mg/m ³	Probengasvolumen, ml
12	500
28	500
5	1000

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.

Der Dauertest erfolgte vom 27.05.1998 bis zum 01.10.1998 an einer Anlage. Ergänzende Untersuchungen zum Wartungsintervall erfolgten bis zum 28.01.1999.

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

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.

Am Beginn und zum Ende des Dauerbetriebes der Meßeinrichtung wurde die Analysenfunktion mit Hilfe von Referenzmessungen nach den unter Punkt III.3 dieses Berichtes genannten Verfahren erstellt. Die Einzelwerte der Messungen sind den Tabellen 7 bis 12 der Anlage zu entnehmen.

Durch Regressionsrechnung wurde ein Zusammenhang zwischen den Meßwerten der beiden Geräte und dem Meßobjekt in der Matrix des Abgases ermittelt. Diesen Berechnungen wurde eine statistische Sicherheit von P = 95 % zugrundegelegt.

In Tabelle 2 bis Tabelle 4 sind die Ergebnisse der Regressionsrechnungen zusammengestellt. Die Abbildung 5 bis Abbildung 16 zeigen die jeweiligen Regressionsgeraden mit ihren Toleranz- und Vertrauensbereichen.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

Tabelle 2: *Ergebnisse der Regressionsrechnung zwischen der Meßeinrichtung MLT 1 und dem Bezugsverfahren für die Komponente SO₂ (Meßbereich 0 - 400 mg/m³ $\hat{=}$ 4 - 20 mA)*

	Gerät 1		Gerät 2	
	Beginn des Dauertestes	Ende	Beginn des Dauertestes	Ende
Meßbereich	0 - 400 mg/m ³			
Umfang der Stichproben	19	20	19	20
Arithmetischer Mittelwert der Meßwerte der Meßeinrichtung in mA	6,42	6,53	6,44	6,69
Arithmetischer Mittelwert der Meßwerte des Bezugsverfahrens in mg/m ³	59,8	65,6	59,8	65,6
Steigung der Regressionsgeraden in mg/m ³ / mA	24,92	25,72	24,23	24,34
Ordinatenabschnitt der Regressionsgeraden in mg/m ³	-100,3	-102,47	-96,1	-97,3
Standardabweichung der Regressionsgeraden in mg/m ³	1,8	3,1	1,4	4,6

Tabelle 3: *Ergebnisse der Regressionsrechnung zwischen der Meßeinrichtung MLT 1 und dem Bezugsverfahren für die Komponente NO (Meßbereich 0 - 335 mg/m³ $\hat{=}$ 4 - 20 mA)*

	Gerät 1		Gerät 2	
	Beginn des Dauertestes	Ende	Beginn des Dauertestes	Ende
Meßbereich	0 - 335 mg/m ³			
Umfang der Stichproben	27	30	27	30
Arithmetischer Mittelwert der Meßwerte der Meßeinrichtung in mA	7,74	9,34	7,72	9,27
Arithmetischer Mittelwert der Meßwerte des Bezugsverfahrens in mg/m ³	76,1	108,4	76,1	108,4
Steigung der Regressionsgeraden in mg/m ³ / mA	20,03	20,22	20,63	20,82
Ordinatenabschnitt der Regressionsgeraden in mg/m ³	-79,0	-80,5	-83,1	-84,5
Standardabweichung der Regressionsgeraden in mg/m ³	3,7	3,7	3,9	3,4

Tabelle 4: *Ergebnisse der Regressionsrechnung zwischen der Meßeinrichtung MLT 1 und dem Bezugsverfahren für die Komponente O₂ (Meßbereich 0 - 25 Vol.-% $\hat{=}$ 4 - 20 mA)*

	Gerät 1		Gerät 2	
	Beginn des Dauertestes	Ende des Dauertestes	Beginn des Dauertestes	Ende des Dauertestes
Meßbereich	0 - 25 Vol.-%			
Umfang der Stichproben	36	30	36	30
Arithmetischer Mittelwert der Meßwerte der Meßeinrichtung in mA	9,31	8,76	9,29	8,78
Arithmetischer Mittelwert der Meßwerte des Bezugsverfahrens in Vol.-%	8,16	7,81	8,16	7,81
Steigung der Regressionsgeraden in Vol.-% / mA	1,53	1,53	1,54	1,53
Ordinatenabschnitt der Regressionsgeraden in Vol.-%	-6,11	-5,54	-6,13	-5,62
Standardabweichung der Regressionsgeraden in Vol.-%	0,1	0,2	0,2	0,1

Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen Geräteanzeige und Referenzverfahren konnte durch Vergleichsmessungen zu Beginn und am Ende des Feldtests nachgewiesen werden.

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

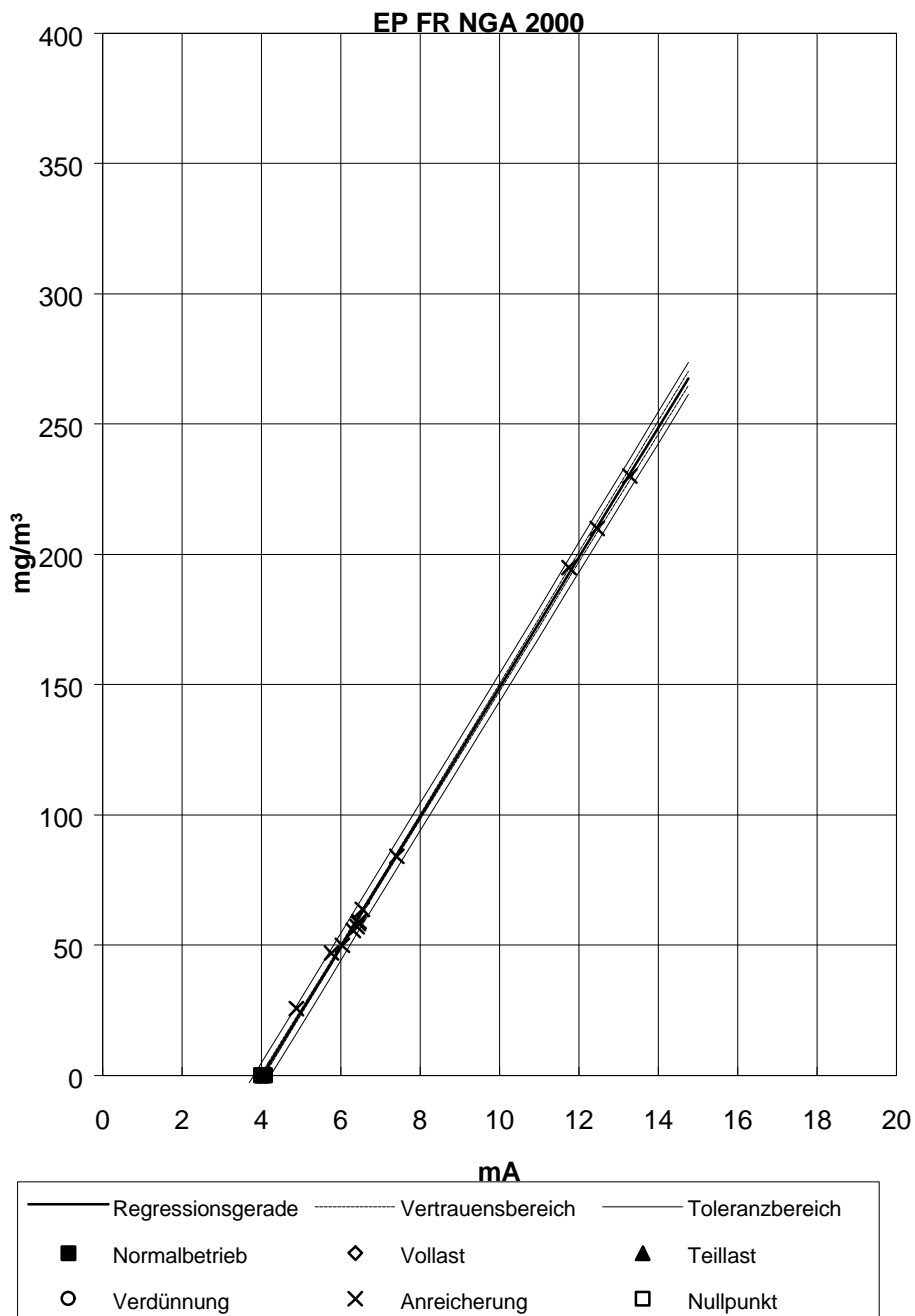


Abbildung 5 : Kalibrierkurve SO₂ (Analysefunktion) für Gerät 1 am Anfang des Dauerstandsversuchs. Meßbereich 0 - 400 mg/m³ \cong 4 - 20 mA

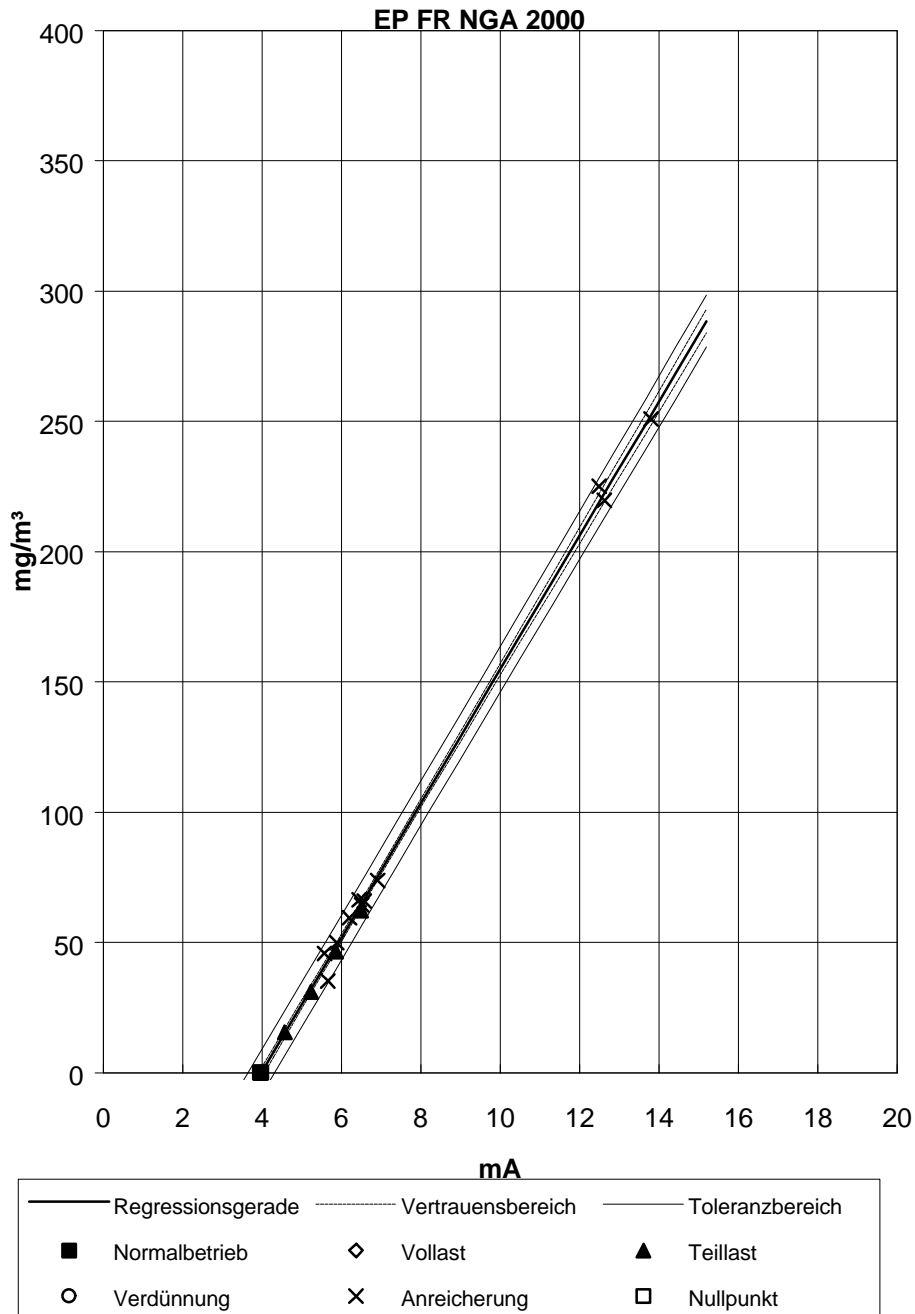


Abbildung 6: Kalibrierkurve SO₂ (Analysefunktion) für Gerät 1 am Ende des Dauerstandsversuchs. Meßbereich 0 - 400 mg/m³ ≅ 4 - 20 mA

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

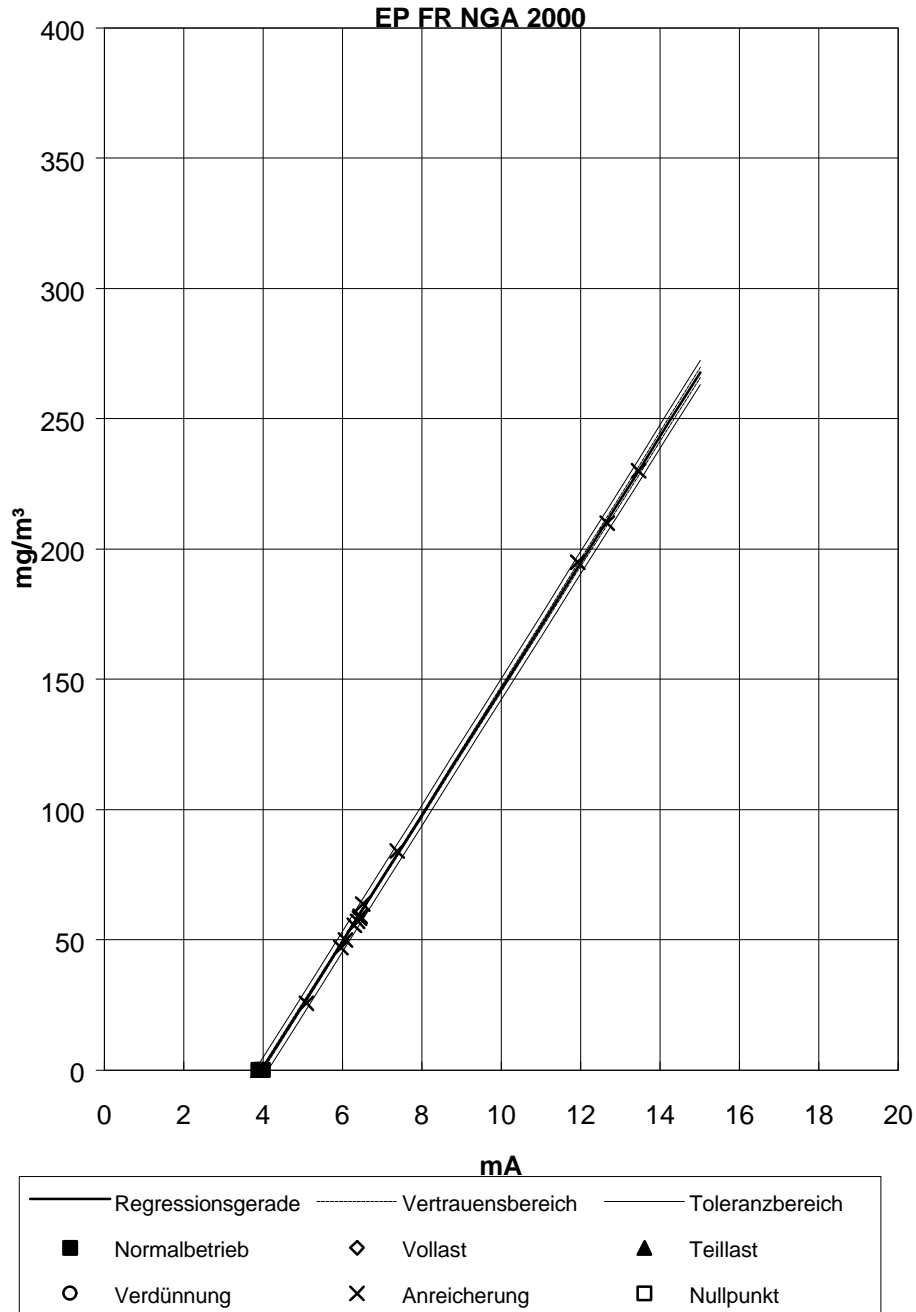


Abbildung 7: Kalibrierkurve SO₂ (Analysefunktion) für Gerät 2 am Anfang des Dauerstandsversuchs. Meßbereich 0 - 400 mg/m³ $\hat{=}$ 4 - 20 mA

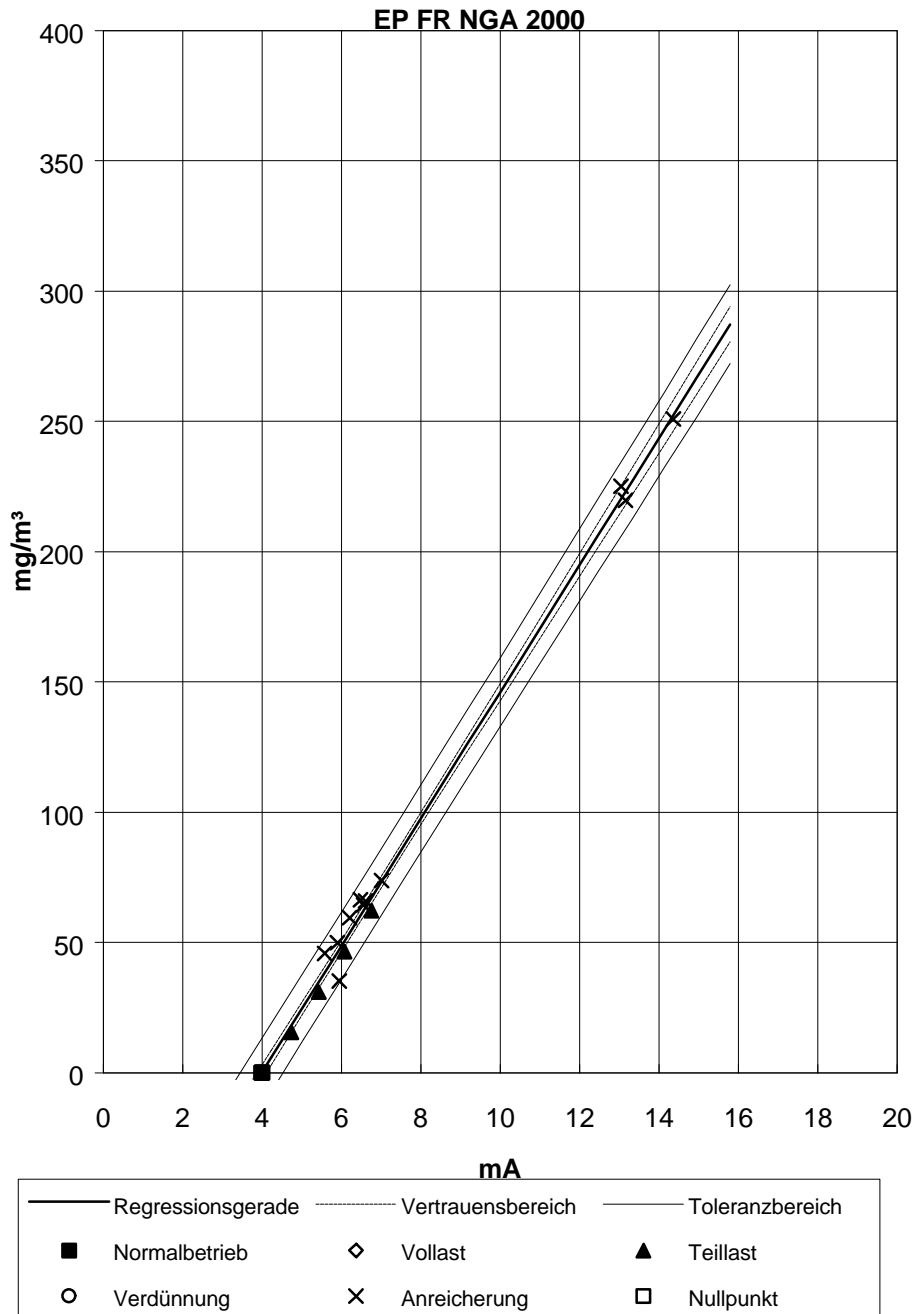


Abbildung 8: Kalibrierkurve SO₂ (Analysefunktion) für Gerät 2 am Ende des Dauerstandsversuchs. Meßbereich 0 - 400 mg/m³ ≅ 4 - 20 mA

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

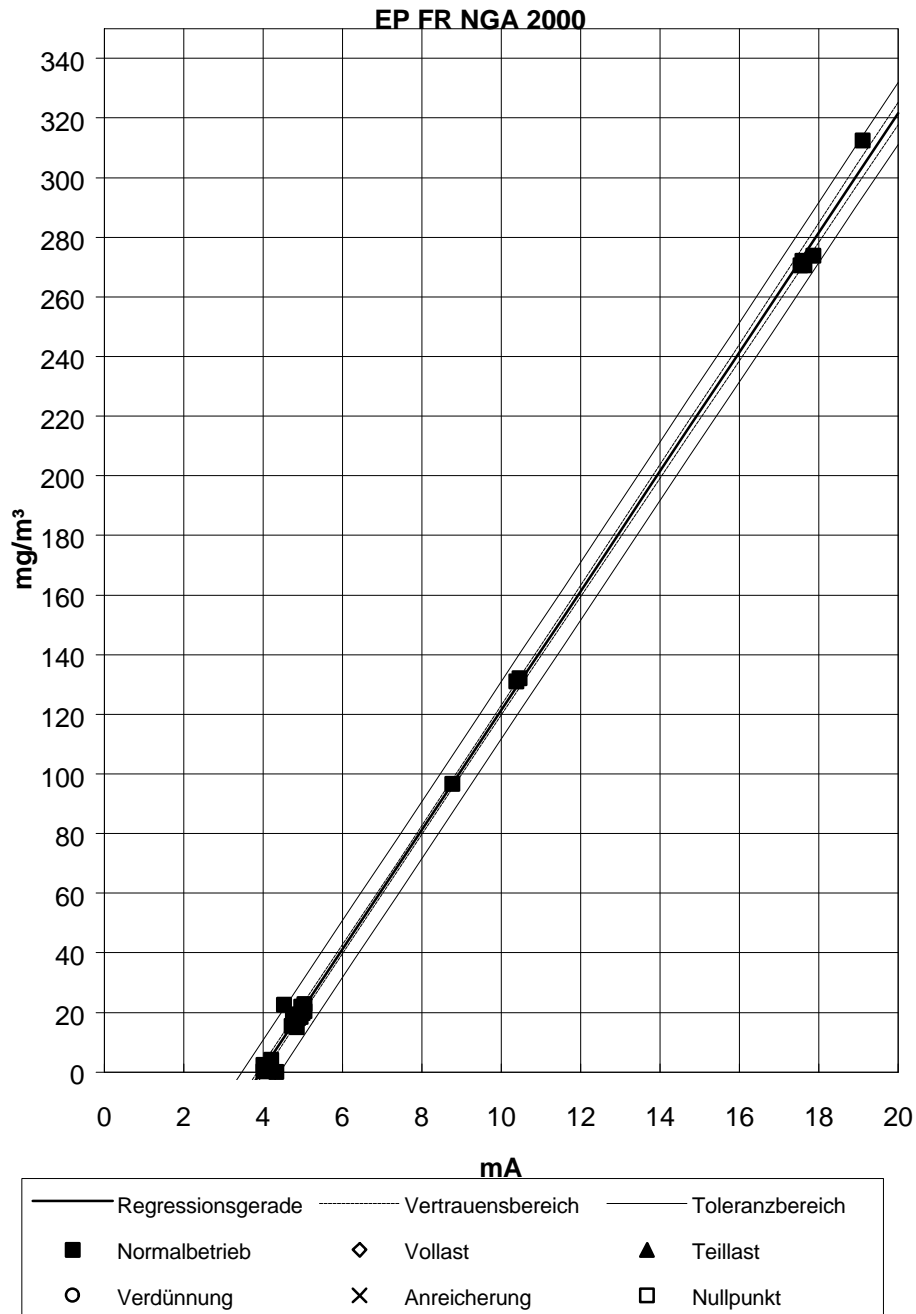


Abbildung 9 : Kalibrierkurve NO (Analysefunktion) für Gerät 1 am Anfang des Dauerstandsversuchs. Meßbereich 0 - 335 mg/m³ $\hat{=}$ 4 - 20 mA

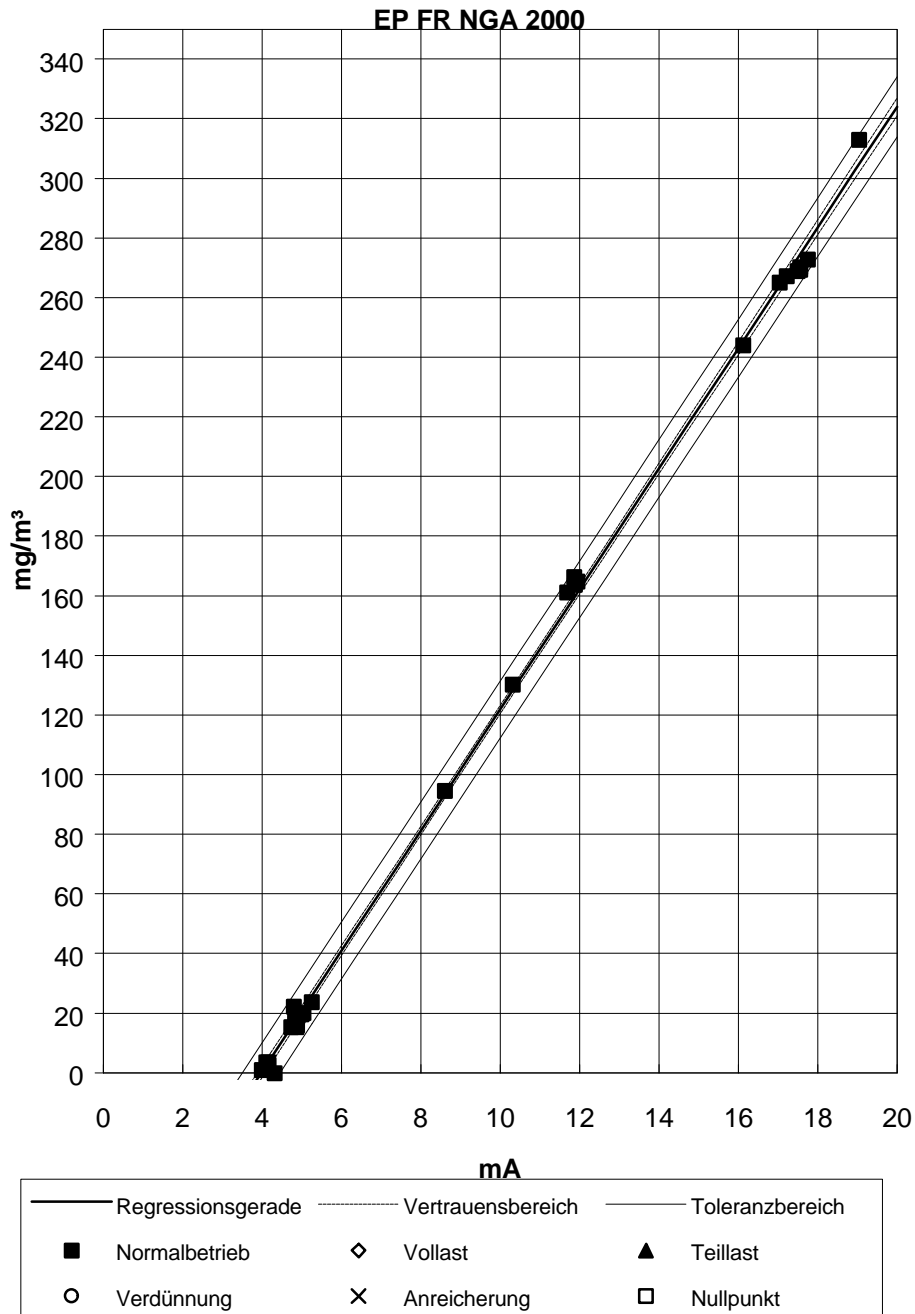


Abbildung 10: Kalibrierkurve NO (Analysefunktion) für Gerät 1 am Ende des Dauerstandsversuchs. Meßbereich 0 - 335 mg/m³ $\hat{=}$ 4 - 20 mA

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

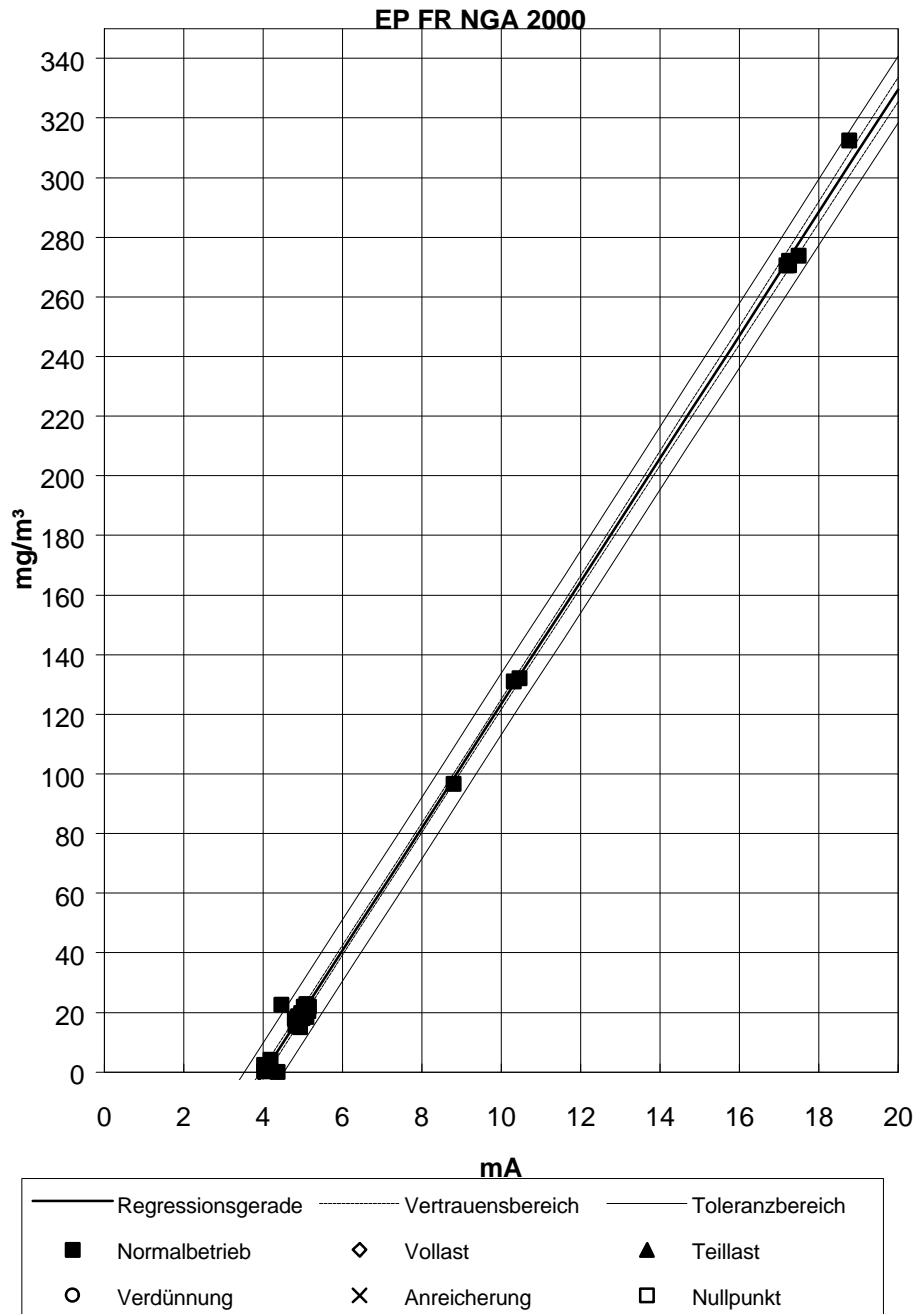


Abbildung 11: Kalibrierkurve NO (Analysefunktion) für Gerät 2 am Anfang des Dauerstandsversuchs. Meßbereich 0 - 335 mg/m³ $\hat{=}$ 4 - 20 mA

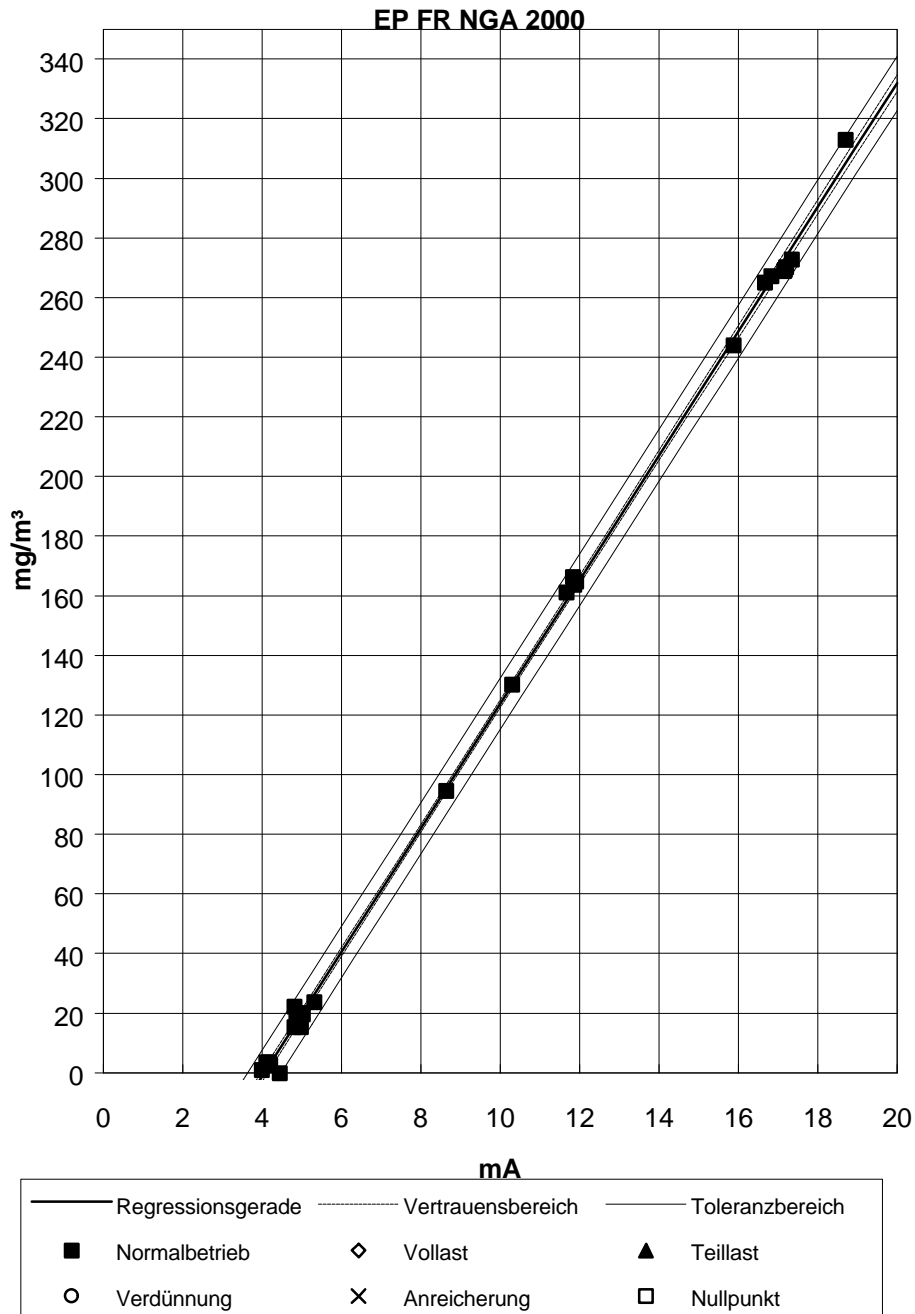


Abbildung 12: Kalibrierkurve NO (Analysefunktion) für Gerät 2 am Ende des Dauerstandsversuchs. Meßbereich 0 - 335 mg/m³ $\hat{=}$ 4 - 20 mA

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

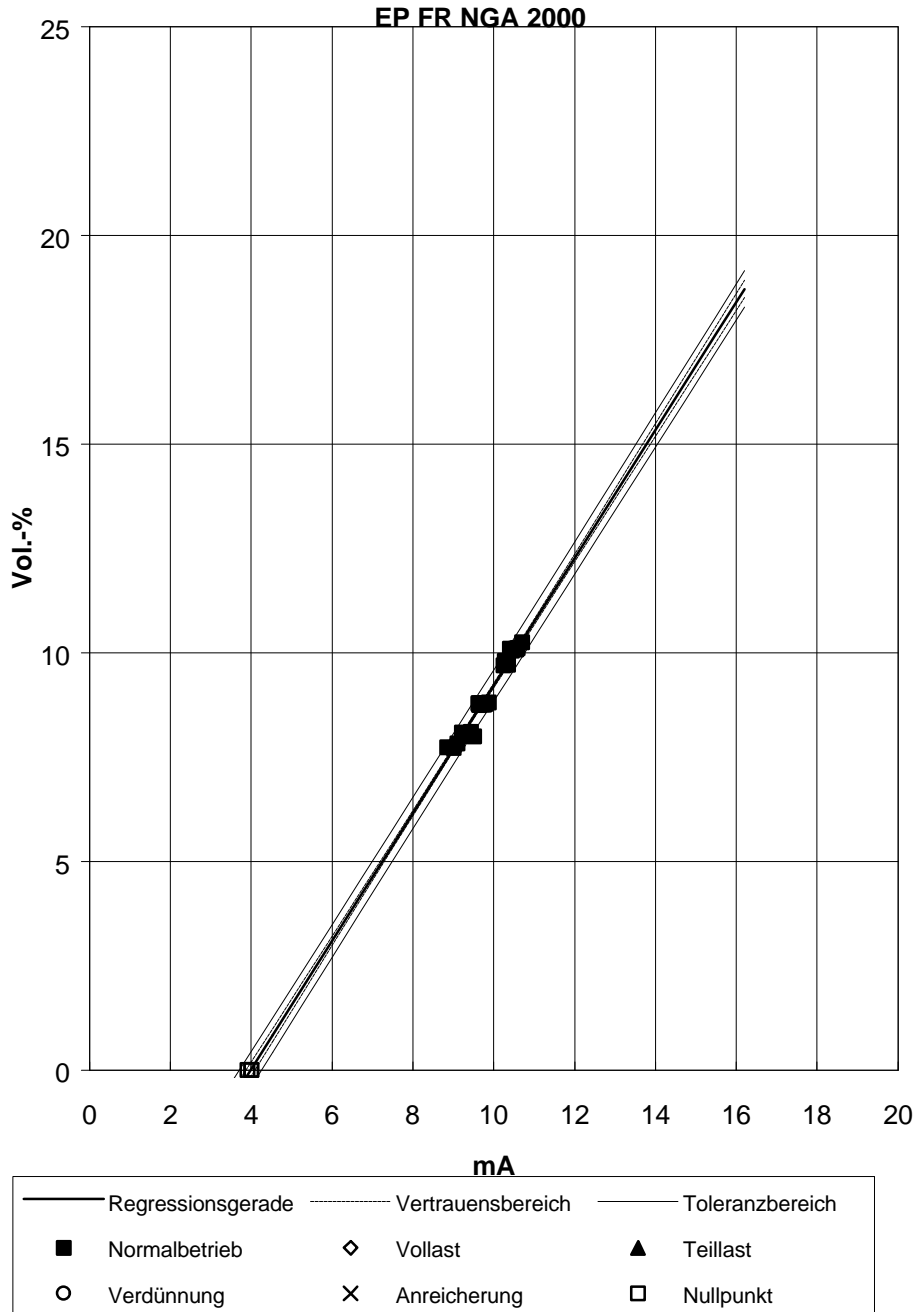


Abbildung 13: Kalibrierkurve O₂ (Analysefunktion) für Gerät 1 am Anfang des Dauerstandsversuchs. Meßbereich 0 - 25 Vol.-% $\hat{=}$ 4 - 20 mA

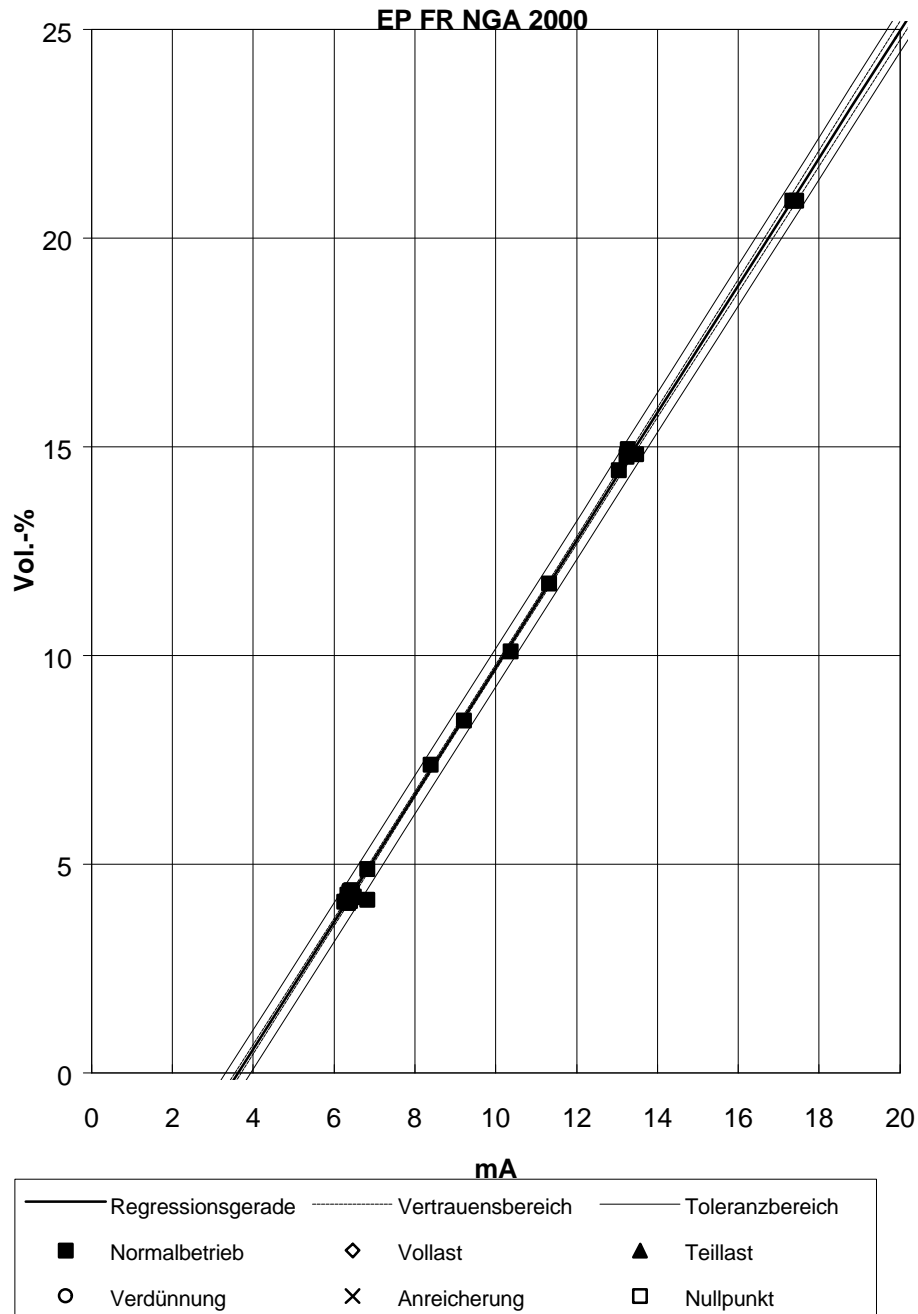


Abbildung 14: Kalibrierkurve O₂ (Analysefunktion) für Gerät 1 am Ende des Dauerstandsversuchs.
 Meßbereich 0 - 25 Vol.-% \cong 4 - 20 mA

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

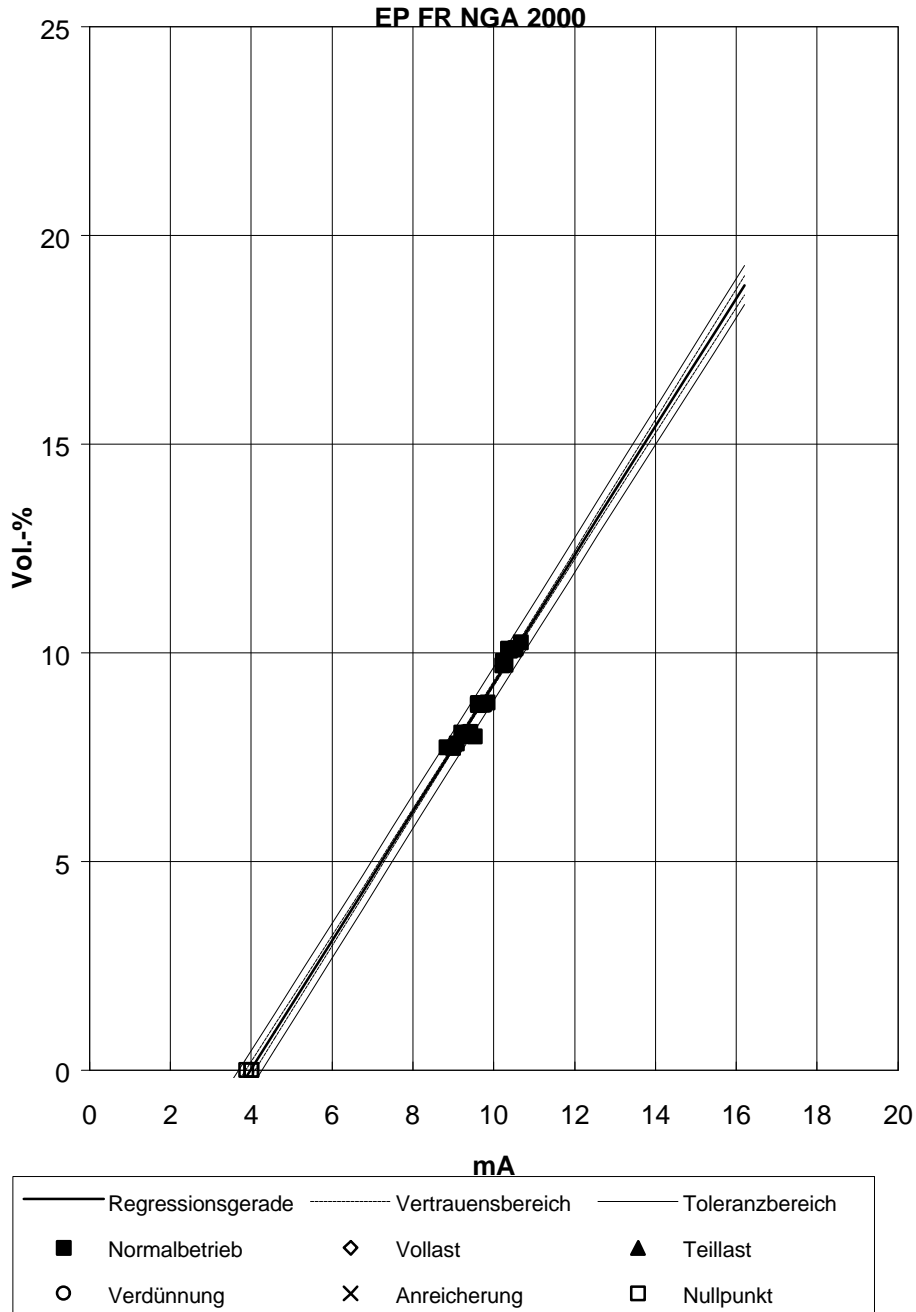


Abbildung 15: Kalibrierkurve O₂ (Analysefunktion) für Gerät 2 am Anfang des Dauerstandsversuchs. Meßbereich 0 - 25 Vol.-% $\hat{=}$ 4 - 20 mA

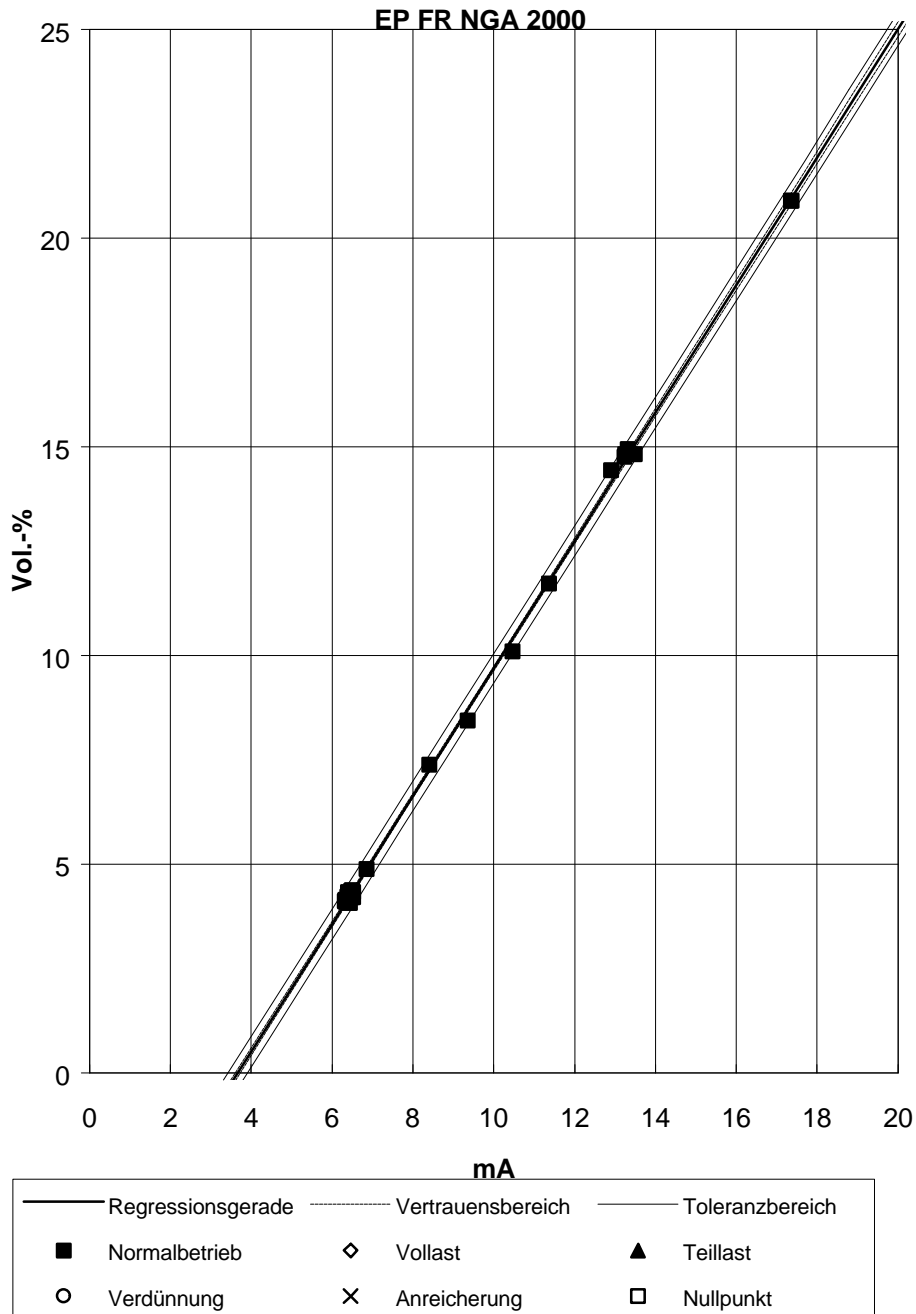


Abbildung 16: Kalibrierkurve O₂ (Analysefunktion) für Gerät 2 am Ende des Dauerstandsversuchs.
 Meßbereich 0 - 25 Vol.-% $\hat{=}$ 4 - 20 mA

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 Eingabetastatur kann gesichert werden.

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 war während des Tests 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.

Die Analogausgänge des Gerätes und die Meßbereiche sind an die genannten Meßaufgaben bzgl. 13. BImSchV und TA Luft anpassbar.

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 an den Geräten 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 Geräte sind in der Lage, einem nachgeschalteten Auswertesystem ihren Betriebszustand als Statussignal mitzuteilen.

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

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.)

Tabelle 5 zeigt die im Verlauf des Dauerstandsversuchs ermittelten Verfügbarkeiten.

Tabelle 5: Verfügbarkeiten des Meßsystems MLT 1 während des Dauerstandsversuchs

	Gerät 1	Gerät 2
Gesamtbetriebszeit	3048 h	3048 h
Gerätestörung und Reparaturen	-	-
Wartung, Justierung	13 h	13 h
Verfügbarkeit	99,6 %	99,6 %

Die Geräte zeigen eine Verfügbarkeit von jeweils 99,6 %.

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 wurde das Wartungsintervall ermittelt. Es ergab sich ein Wartungsintervall von 8 Wochen für die geprüften Meßeinrichtungen. Ohne die Komponente O₂ beträgt das Wartungsintervall 3 Monate.

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

IV.1.1.11 Reproduzierbarkeit

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

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

s_D : Standardabweichung aus Doppelbestimmungen,

$t_{f,0,95}$: 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 während des Feldtests bestimmt.

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 und die 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 relevanter 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)

Das Gerät darf keinem Tropf-/Spritzwasser ausgesetzt sein.

Zu d)

Die Geräte waren während des Dauerversuchs den am Meßort auftretenden 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.

Sowohl für den Nullpunkt- wie auch für die Referenzpunkt ist eine maximale Nachjustierung bis zu 100 % möglich. Während der Eignungsprüfung war nur die Nullpunktsjustierung aktiviert. Es wird empfohlen, die Schwelle für die Nachjustierung auf max. 10 % vom Meßbereichsendwert zu legen. Bei Überschreiten dieser Schwelle wird die Nachjustierung verweigert und das Statussignal 'Wartungsbedarf' ausgegeben. Eine Einrichtung zum automatischen Referenzpunktgleich ist für die Geräte optional verfügbar.

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

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 zwei baugleiche Geräte in einer Klimakammer Temperaturschwankungen zwischen +5 °C und + 40 °C ausgesetzt..

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

IV.1.1.16

Einfluß Probegasdurchfluß

Bei teilstromentnehmenden Meßsystemen ist der Einfluß von Änderungen des Probegasdurchflusses auf das Meßsignal anzugeben und soll ± 1 %, bezogen auf den Meßbereich, nicht überschreiten. Bei Über-/Unterschreiten des zulässigen Wertes ist ein Statussignal vorzusehen.

Der Einfluß von Durchflußschwankungen auf das Meßsignal wurde im Rahmen des Labortests bestimmt. Im Bereich von 0,5 bis 2 l/min konnte kein Einfluß auf das Meßsignal festgestellt werden. Ein Statussignal wird bei Über- oder Unterschreitung nicht gegeben. Der Einbau eines Durchflußsensors ist optional möglich.

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

IV.1.1.17

Mehrkomponentenmeßeinrichtungen

Mehrkomponenten-Meßeinrichtungen müssen die Anforderung für jede Einzelkomponente, auch bei Simultanbetrieb aller Meßkanäle, erfüllen.

Bei der Prüfung wurden die Mindestanforderungen soweit möglich isoliert für jede Komponente betrachtet. Die Mehrkomponenten-Meßeinrichtung erfüllte für alle geprüften Komponenten die Anforderungen in den jeweiligen Meßbereichen.

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

IV.1.2 Staubförmige Emissionen

Hier nicht zutreffend

IV.1.3 Gasförmige Emissionen

IV.1.3.1 Allgemeine Forderungen

IV.1.3.1.1 Nachweisgrenze

Die Nachweisgrenze der Meßeinrichtung hat im empfindlichsten Meßbereich folgende Werte nicht zu überschreiten:

Aufgabenstellungen gemäß 13. BImSchV und TA Luft: $\pm 5\%$ vom Anzeigebereich.

Die Nachweisgrenzen wurden durch die Aufgabe von Nullgas (Instrumentenluft und Stickstoff) über den gesamten Feldtest mit den in Tabelle 6 bis Tabelle 7 dargestellten Ergebnissen ermittelt. Als Basis diente die Richtlinie VDI 2449, Blatt 1.

Tabelle 6: *Nachweisgrenzen der Meßeinrichtung MLT 1, Komponente SO₂
Meßbereich 0 bis 400 mg/m³ $\hat{=}$ 4 bis 20 mA*

		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl der Werte n		30	30
Mittelwert der Leerwerte x	mA	3,95	3,96
Standardabweichung der Werte s	mA	0,05	0,04
Nachweisgrenze 3 s	mA	0,16	0,13
Nachweisgrenze 3 s	mg/m ³	3,95	3,33
Nachweisgrenze	% (MBE)	1,0	0,8

Tabelle 7: *Nachweisgrenzen der Meßeinrichtung MLT 1, Komponente NO
Meßbereich 0 bis 335 mg/m³ $\hat{=}$ 4 bis 20 mA*

		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl der Werte n		30	30
Mittelwert der Leerwerte x	mA	3,98	3,91
Standardabweichung der Werte s	mA	0,02	0,06
Nachweisgrenze 3 s	mA	0,07	0,18
Nachweisgrenze 3 s	mg/m ³	1,45	3,69
Nachweisgrenze 3 s als NO ₂	mg/m ³	2,22	5,65
Nachweisgrenze	% (MBE)	0,4	1,1

Für die Meßsysteme wurde eine Nachweisgrenze von 0,4 % bis max. 1,1 % vom kleinsten geprüften Meßbereich ermittelt.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

IV.1.3.1.2 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, $\pm 5\%$ vom Anzeigebereich nicht überschreiten. Eine Beeinflussung des Null- bzw. Referenzpunktes durch Änderungen der Temperatur des Meßgutes ist durch geeignete Maßnahmen zu kompensieren.

Im zulässigen Temperaturbereich von + 5 °C bis + 40 °C (Umgebungstemperatur) wurde den zwei Meßsystemen Prüfgas und Nullgas (N₂) aufgegeben. Die Umgebungstemperaturen wurden in Stufen von 10 bzw. 5 K variiert. Die relative Feuchte der Umgebungsluft wurde auf ca. 60 % (relativ) konstant gehalten. Die Justierung der Geräte erfolgte mit Stickstoff und Prüfgas bei einer Ausgangstemperatur von 20 °C. Die Beharrungszeit für jede Temperaturstufe betrug mindestens 4 Stunden.

Die Ergebnisse der Temperaturprüfung sind in Tabelle 8 bis Tabelle 9 dargestellt.

*Tabelle 8: Einfluß der Umgebungstemperatur auf das Meßsignal ;
 SO₂, Meßbereich: 0 bis 400 mg/m³ $\hat{=}$ 4 bis 20 mA
 Abweichung von 20 °C in % bezogen auf den Anzeigebereich*

	Gerät 1				Gerät 2			
	Nullpunkt		Referenzpunkt		Nullpunkt		Referenzpunkt	
Temp.-bereich	Anzeige ¹⁾ in mA	Abw. in % MBE	Anzeige ¹⁾ in mA	Abw. in % MBE	Anzeige ¹⁾ in mA	Abw. in % MBE	Anzeige ¹⁾ in mA	Abw. in % MBE
20°C	4,26	-	15,53	-	4,25	-	15,60	-
20 - 40 °C	4,21	-0,1	15,43	-0,6	4,19	-0,4	15,42	-1,3
20 - 5 °C	4,26	$\pm 0,0$	15,45	-0,5	4,09	-1,0	15,38	-1,4

¹⁾ Wert mit der größten Abweichung gegenüber 20 °C im genannten Temperaturbereich

*Tabelle 9: Einfluß der Umgebungstemperatur auf das Meßsignal ;
 NO, Meßbereich: 0 bis 335 mg/m³ $\hat{=}$ 4 bis 20 mA
 Abweichung von 20 °C in % bezogen auf den Anzeigebereich*

	Gerät 1				Gerät 2			
	Nullpunkt		Referenzpunkt		Nullpunkt		Referenzpunkt	
Temp.-bereich	Anzeige ¹⁾ in mA	Abw. in % MBE	Anzeige ¹⁾ in mA	Abw. in % MBE	Anzeige ¹⁾ in mA	Abw. in % MBE	Anzeige ¹⁾ in mA	Abw. in % MBE
20°C	4,13	-	13,50	-	4,12	-	13,48	-
20 - 40 °C	3,97	-1,0	13,30	-1,3	4,01	-0,7	13,39	-0,6
20 - 5 °C	3,99	-0,9	13,31	-1,2	4,00	-0,8	13,32	-1,0

¹⁾ Wert mit der größten Abweichung gegenüber 20 °C im genannten Temperaturbereich

Für die geprüften Geräte betrug die maximale Temperaturdrift am Nullpunkt -1,0 % und am Referenzpunkt -1,4 % bezogen auf 20 °C und den jeweiligen Meßbereich. Die Geräte haben somit die Anforderungen erfüllt.

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

IV.1.3.1.3

Querempfindlichkeit

Der Störeinfluß durch die Querempfindlichkeit gegenüber im Meßgut enthaltenen Begleitstoffen in den üblicherweise in Abgasen auftretenden Massenkonzentrationen hat insgesamt nicht mehr als $\pm 4 \%$ des Anzeigenbereiches zu 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 ₂	15 Vol.-% in N ₂
Kohlenmonoxid	CO	300 mg/m ³ in N ₂
Schwefeldioxid	SO ₂	200 mg/m ³ in N ₂
bzw. Für Feuerungsanlagen		1000 mg/m ³ in N ₂
Stickstoffmonoxid	NO	300 mg/m ³ in N ₂
Stickstoffdioxid	NO ₂	30 mg/m ³ in Luft
Ammoniak	NH ₃	20 mg/m ³ in N ₂
Distickstoffmonoxid	N ₂ O	20 mg/m ³ in N ₂
Chlorwasserstoff	HCl	50 mg/m ³ in N ₂
Feuchte	H ₂ O	30 Vol.-% in N ₂
Methan	CH ₄	50 mg/m ³ in N ₂

Die Ergebnisse der Querempfindlichkeiten sind in Tabelle 10 und 11 zusammengestellt.

Tabelle 10: *Einfluß der Begleitstoffe auf das Meßsignal am Null- und Referenzpunkt
 SO₂, Meßbereich 0 bis 400 mg/m³ $\hat{=}$ 4 bis 20 mA*

	Abweichung in % vom Meßbereichsendwert			
	Nullpunkt Gerät 1	Referenzpunkt Gerät 1	Nullpunkt Gerät 2	Referenzpunkt Gerät 2
H ₂ O	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
CO ₂	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
CO	0,9	-0,5	0,7	-0,5
NO	< 0,5	-1,0	< 0,5	-1,0
NO ₂	1,2	0,5	1,3	0,5
NH ₃	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
N ₂ O	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
CH ₄	< 0,5	< 0,5	< 0,5	-0,5
HCl	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,5
Summe der positiven Abweichungen	2,1	0,5	2,0	1,0
Summe der negativen Abweichungen	0	-1,5	0	-2,0

Tabelle 11: *Einfluß der Begleitstoffe auf das Meßsignal am Null- und Referenzpunkt NO, Meßbereich 0 bis 335 mg/m³ $\hat{=}$ 4 bis 20 mA*

	Abweichung in % vom Meßbereichsendwert			
	Nullpunkt Gerät 1	Referenzpunkt Gerät 1	Nullpunkt Gerät 2	Referenzpunkt Gerät 2
H ₂ O	-2,7	-1,4	-1,5	-0,9
CO ₂	< 0,5	0,6	< 0,5	0,9
CO	-0,5	-1,2	0,8	-1,2
NO ₂	1,9	< 0,5	1,6	< 0,5
SO ₂ (200 mg/m ³)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
SO ₂ (1000 mg/m ³)	< 0,5	-0,6	< 0,5	-0,6
NH ₃	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
N ₂ O	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
CH ₄	< 0,5	-0,6	< 0,5	-0,6
HCl	< 0,5	0,9	< 0,5	1,2
Summe der positiven Abweichungen	2,4	1,5	2,4	2,1
Summe der negativen Abweichungen	-3,2	-3,8	-1,5	-3,3

Die maximale Summe der Querempfindlichkeiten betrug 2,4 % bzw. -3,8 % vom Meßbereich.

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

IV.1.3.1.4

Einstellzeit

Die Einstellzeit (90 %-Zeit) der Meßeinrichtungen einschließlich Probenahmesystem soll nicht mehr als 200 Sekunden betragen

Bei den Untersuchungen zeigte sich, daß die Responsezeit des Gerätes nicht größer ist als 60 s. Zu berücksichtigen ist hierbei, daß die Einstellzeit abhängig von der Leitungslänge und der Gasart ist.

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

IV.1.3.1.5

Es gelten die Anforderungen nach 1.2.1.2 und 1.2.1.3.

1.2.1.2

Drift im Wartungsintervall

Die zeitliche Änderung der Nullpunktanzeige hat im Wartungsintervall

± 2 % (Meßbereich ≥ 20 mg/m³) bzw.

± 3 % (Meßbereich ≤ 20 mg/m³)

des Anzeigebereiches nicht zu überschreiten.

Die zeitliche Änderung der Referenzpunktanzeige hat im Wartungsintervall

± 2 % (Meßbereich ≥ 20 mg/m³) bzw.

± 3 % (Meßbereich ≤ 20 mg/m³)
 des Sollwertes nicht zu überschreiten.

Die zeitliche Änderung des Meßsignals im Wartungsintervalls wurde durch regelmäßige Null-/Prüfgasaufgabe während des Feldtests bestimmt. Die Geräte führten hierbei täglich einen automatischen Nullpunktgleich mit angefeuchteter Umgebungsluft durch. Die zeitliche Änderung der Nullpunktanzeige war für die geprüften Meßkomponenten < 2 % vom Meßbereichsendwert und für den Referenzpunkt < 2 % vom Sollwert bezogen auf ein Wartungsintervall von 3 Monaten.

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

1.2.1.3 Linearität

Die Abweichung der Istwerte von den Sollwerten der Gerätekenlinie gemäß Ziffer 1.1.3 hat nicht mehr als ± 2 % des Anzeigebereiches zu betragen.

Die Gerätekenlinie stellt den Zusammenhang zwischen dem Meßwert und der vorgegebenen Quantität des Meßobjektes dar. Zu diesem Zweck wurden entsprechende Prüfgase in Stickstoff aus einer Druckflasche über eine Massenstromregler-Verdünnungsstation dem Analysator zugeführt. Die Einzelwerte können der Tabelle 12 für SO₂ und der Tabelle 13 für NO entnommen werden.

Tabelle 12: Einzelwerte der Linearitätsprüfung für SO₂
 (Meßbereich 0 bis 400 mg/m³ ≙ 4 bis 20 mA)

Prüfgas Sollwert		Gerät 1 mA	Abweichung %	Gerät 2 mA	Abweichung %
mg/m ³	mA				
0	4,00	4,00	< 0,1	4,05	0,3
38	5,52	5,54	0,1	5,53	< 0,1
76	7,04	7,06	0,1	7,05	< 0,1
114	8,56	8,58	0,1	8,59	0,2
152	10,08	10,11	0,2	10,11	0,2
190	11,60	11,62	0,1	11,62	0,1
228	13,12	13,14	0,1	13,12	< 0,1
266	14,64	14,65	< 0,1	14,65	< 0,1
304	16,16	16,17	< 0,1	16,17	< 0,1
342	17,68	17,69	< 0,1	17,69	< 0,1
380	19,20	19,20	< 0,1	19,22	< 0,1

Abweichung bezogen auf den Anzeigebereich (16 mA)

Tabelle 13: Einzelwerte der Linearitätsprüfung für NO
(Meßbereich 0 bis 335 mg/m³ $\hat{=}$ 4 bis 20 mA)

Prüfgas Sollwert		Gerät 1	Abweichung	Gerät 2	Abweichung
mg/m ³	mA	mA	%	mA	%
0,0	4,00	4,01	< 0,1	4,02	0,1
31	5,50	5,51	< 0,1	5,54	0,2
62	7,01	7,04	0,2	7,05	0,2
93	8,51	8,57	0,4	8,56	0,3
124	10,01	10,03	0,1	10,05	0,3
155	11,52	11,55	0,2	11,55	0,2
186	13,02	13,04	0,1	13,04	0,1
217	14,52	14,54	0,1	14,54	0,1
248	16,02	16,06	0,3	16,04	0,1
279	17,53	17,54	< 0,1	17,56	0,2
310	19,03	19,06	0,2	19,03	< 0,1

Abweichung bezogen auf den Anzeigebereich (16 mA)

Die Linearität wurde in den entsprechenden Meßbereichen geprüft. Es konnte in allen Fällen keine größeren Abweichungen als $\pm 0,4$ % vom Anzeigebereich festgestellt werden.

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 Meßgeräte waren während des Feldtests mit einer Absaugsonde mit integriertem, beheiztem Keramikfilter und einer beheizten Meßgasleitung sowie mit zwei hintereinandergeschalteter Kondensationskühlern ausgestattet. Ein Einfluß der Probenahme auf das Meßsignal durch Adsorptions- bzw. Desorptionserscheinungen wurde nicht beobachtet.

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

IV.1.3.1.7

Reproduzierbarkeit

Die Reproduzierbarkeit nach 1.1.11 soll den Wert 30 nicht unterschreiten.

Während der Eignungsprüfung wurden die folgenden kleinsten Meßbereiche geprüft:

SO₂ 0 bis 400 mg/m³

NO 0 bis 335 mg/m³

In Tabelle 14 bis Tabelle 15 sind die Reproduzierbarkeiten numerisch und in Abbildung 17 bis Abbildung 18 graphisch dargestellt.

Tabelle 14: Reproduzierbarkeiten R für die Meßeinrichtung MLT 1 aus Doppelbestimmungen für SO₂; Meßbereich 0 bis 400 mg/m³ ≙ 4 bis 20 mA

Auswahlkriterium	Anzahl Wertepaare	R'	R
	Gerät 1 / 2		
Klasse I 0 bis 133 mg/m ³	50	89	267
Klasse II 133 bis 266 mg/m ³	50	38	58
Klasse III 266 bis 400 mg/m ³	50	22	22
Klasse I bis III	150		41

R' = Reproduzierbarkeit der Klasse (bezogen auf den Klassenendwert)

R = Gesamtproduzierbarkeit (bezogen auf den Meßbereichsendwert)

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

Tabelle 15: Reproduzierbarkeiten R für die Meßeinrichtung MLT 1 aus Doppelbestimmungen für NO; Meßbereich 0 bis 335 mg/m³ $\hat{=}$ 4 bis 20 mA

Auswahlkriterium	Anzahl Wertepaare	R'	R
Gerät 1 / 2			
Klasse I 0 bis 111 mg/m ³	50	27	80
Klasse II 111 bis 222 mg/m ³	50	37	55
Klasse III 222 bis 335 mg/m ³	50	25	25
Klasse I bis III	150		39

R' = Reproduzierbarkeit der Klasse (bezogen auf den Klassenendwert)

R = Gesamtreproduzierbarkeit (bezogen auf den Meßbereichsendwert)

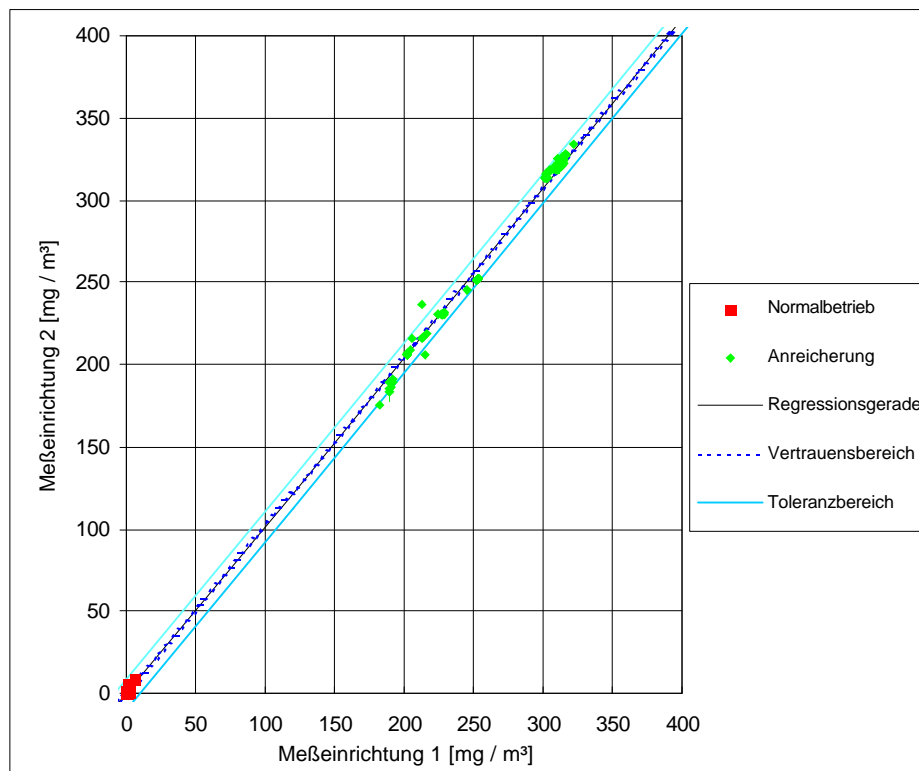


Abbildung 17: Graphische Darstellung der Werte für die Reproduzierbarkeit der Meßkomponente SO₂

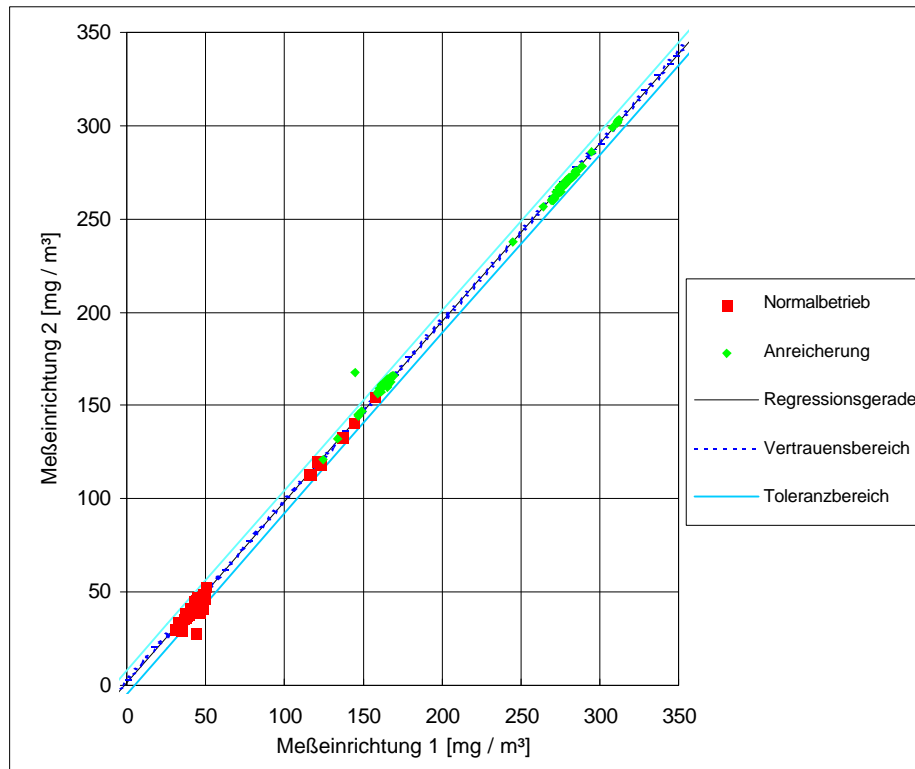


Abbildung 18: Graphische Darstellung der Werte für die Reproduzierbarkeit der Meßkomponente NO

Die Gesamtreproduzierbarkeit der Geräte betrug für SO₂: 41 und für NO: 39.

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

IV.1.4

Messung von Bezugsgößen

V.1.4.1

Sauerstoffgehalt

IV.1.4.1.1

Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit der Meßeinrichtungen muß im Dauereinsatz mindestens 95 % und soll in der Eignungsprüfung 98 % erreichen. (Die Verfügbarkeit beschreibt den Zeitanteil, während dessen verwertbare Meßergebnisse zur Beurteilung des Emissionsverhaltens einer Anlage anfallen.)

Tabelle 16 zeigt die im Verlauf des Dauerstandsversuchs ermittelten Verfügbarkeiten.

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

Tabelle 16: Verfügbarkeiten des Meßsystems MLT 1 für die Komponente O₂ während des Dauerstandsversuchs

	Gerät 1	Gerät 2
Gesamtbetriebszeit	3048 h	3048 h
Gerätestörung und Reparaturen	-	-
Wartung, Justierung	13 h	13 h
Verfügbarkeit	99,6 %	99,6 %

Die Geräte zeigen eine Verfügbarkeit von jeweils 99,6 %.

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

IV.1.4.1.2

Nachweisgrenze

Die Nachweisgrenze der Meßeinrichtung soll 0,2 Vol.-% nicht überschreiten.

Die Nachweisgrenzen wurden durch die Aufgabe von Nullgas (Instrumentenluft und Stickstoff) während des Feldtests mit den in Tabelle 17 dargestellten Ergebnissen ermittelt. Als Basis diente die Richtlinie VDI 2449, Blatt 1.

Tabelle 17: Nachweisgrenze der Meßeinrichtung MLT 1, Komponente O₂
Meßbereich 0 bis 25 Vol.-% $\hat{=}$ 4 bis 20 mA

		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl der Werte n		30	30
Mittelwert der Leerwerte x	mA	4,00	4,01
Standardabweichung der Werte s	mA	0,03	0,01
Nachweisgrenze 3 s	mA	0,08	0,03
Nachweisgrenze 3 s	Vol.-%	0,13	0,05
Nachweisgrenze	Vol.-%	0,13	0,05

Für die Meßeinrichtung wurde eine Nachweisgrenze von 0,13 Vol.-% und 0,05 Vol.-% ermittelt.

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 + 5 °C bis + 40 °C (Umgebungstemperatur) wurde den zwei Meßsystemen Prüfgas und Nullgas (N₂) aufgegeben. Die Umgebungstemperaturen wurden in einer Klimakammer in Stufen von 10 bzw. 5 K variiert. Die relative Feuchte der Umgebungsluft wurde auf ca. 60 % (relativ) konstant gehalten. Die Justierung der Geräte erfolgte mit Stickstoff und Prüfgas bei einer Ausgangstemperatur von 20 °C. Die Beharrungszeit für jede Temperaturstufe betrug mindestens 4 Stunden.

Die Ergebnisse der Temperaturprüfung sind in Tabelle 18 dargestellt.

*Tabelle 18: Einfluß der Umgebungstemperatur auf das Meßsignal ;
 O₂, Meßbereich: 0 bis 25 Vol.-% $\hat{=}$ 4 bis 20 mA
 Abweichung von 20 °C in % bezogen auf den Anzeigebereich*

	Gerät 1				Gerät 2			
	Nullpunkt		Referenzpunkt		Nullpunkt		Referenzpunkt	
Temp.-bereich	Anzeige ¹⁾ in Vol.-%	Abw. in Vol.-%	Anzeige ¹⁾ in Vol.-%	Abw. in Vol.-%	Anzeige ¹⁾ in Vol.-%	Abw. in Vol.-%	Anzeige ¹⁾ in Vol.-%	Abw. in Vol.-%
20°C	-0,02	-	21,23	-	-0,03	-	21,27	-
20 - 40 °C	0,03	0,05	20,81	-0,42	0,09	0,12	20,91	-0,36
20 - 5 °C	-0,02	± 0,0	21,48	0,25	-0,14	-0,11	21,41	0,14

¹⁾ Wert mit der größten Abweichung gegenüber 20 °C im genannten Temperaturbereich

Für die geprüften Geräte betrug die maximale Temperaturdrift am Nullpunkt 0,12 Vol.-% und am Referenzpunkt -0,42 Vol.-% bezogen auf 20 °C.

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 ₂	15 Vol.-% in N ₂
Kohlenmonoxid	CO	300 mg/m ³ in N ₂
Schwefeldioxid	SO ₂	200 mg/m ³ in N ₂
bzw. Für Feuerungsanlagen		1000 mg/m ³ in N ₂
Stickstoffmonoxid	NO	300 mg/m ³ in N ₂
Stickstoffdioxid	NO ₂	30 mg/m ³ in Luft
Ammoniak	NH ₃	20 mg/m ³ in N ₂
Distickstoffmonoxid	N ₂ O	20 mg/m ³ in N ₂
Chlorwasserstoff	HCl	50 mg/m ³ in N ₂
Feuchte	H ₂ O	30 Vol.-% in N ₂
Methan	CH ₄	50 mg/m ³ in N ₂

Die Ergebnisse der Querempfindlichkeiten gegenüber den Standard-Abgaskomponenten sind in Tabelle 19 zusammengestellt.

Tabelle 19: *Einfluß der Begleitstoffe auf das Meßsignal am Null- und Referenzpunkt O₂, Meßbereich 0 bis 25 Vol.-% $\hat{=}$ 4 bis 20 mA*

	Abweichung in Vol.-% O ₂			
	Nullpunkt Gerät 1	Referenzpunkt Gerät 1	Nullpunkt Gerät 2	Referenzpunkt Gerät 2
H ₂ O	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
CO ₂	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
CO	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
NO	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
NO ₂	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
SO ₂ (200 mg/m ³)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
SO ₂ (1000 mg/m ³)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
NH ₃	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
N ₂ O	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
CH ₄	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
HCl	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe der positiven Abweichungen	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe der negativen Abweichungen	0	0	0	0

¹⁾ Die Querempfindlichkeit gegen H₂O wurde im Betrieb mit einem Gaskühler ermittelt.

Die maximale Querempfindlichkeit betrug \pm 0,05 Vol.-%.

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

IV.1.4.1.5

Einstellzeit, Probenahme und Probenaufbereitung

Es gelten 1.3.1.4 und 1.3.1.6.

Die Einstellzeit für das Meßsystem betrug 60 s. Effekte auf das Meßsignal durch Einflüsse des Probenahmesystems konnten nicht nachgewiesen werden (Siehe Pkt. IV.1.3.1.4 und IV.1.3.1.6).

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

IV.1.4.1.6 Drift im Wartungsintervall

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

Die zeitliche Änderung des Meßsignals im Wartungsintervalls wurde durch Null-/Prüfgasaufgabe während des Feldtests bestimmt. Die zeitliche Änderung des Meßsignals im Wartungsintervall betrug sowohl am Nullpunkt als auch am Referenzpunkt $< 0,2$ Vol.-%. Es wurde für die Komponente O₂ ein Wartungsintervall von 8 Wochen ermittelt. Die Meßeinrichtung führte täglich einen Referenzpunktgleich mit Umgebungsluft durch. Eine Einrichtung zum automatischen Nullpunktsabgleich der Komponente O₂ ist optional verfügbar.

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

IV.1.4.1.7 Reproduzierbarkeit

Die Reproduzierbarkeit nach 1.1.11 soll den Wert 70 nicht unterschreiten.

Während der Eignungsprüfung betrug der kleinste Meßbereich 0 bis 25 Vol.-%. In Tabelle 20 sind die Reproduzierbarkeiten numerisch und in Abbildung 19 graphisch dargestellt.

Tabelle 20: Reproduzierbarkeiten R für die Meßeinrichtung MLT 1 aus Doppelbestimmungen
Meßbereich: 0 bis 25 Vol.-% $\hat{=}$ 4 bis 20 mA

Auswahlkriterium	Anzahl Wertepaare	R'	R
Gerät 1 / 2			
Klasse I 0 bis 8 Vol.-%	50	35	111
Klasse II >8 bis 16 Vol.-%	50	16	86
Klasse III >16 bis 25 Vol.-%	50	122	122
Klasse I bis III	150		123

R' = Reproduzierbarkeit der Klasse (bezogen auf den Klassenendwert)

R = Gesamtreproduzierbarkeit (bezogen auf den Meßbereichsendwert)

Die Gesamtreproduzierbarkeit der Geräte betrug 123.

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

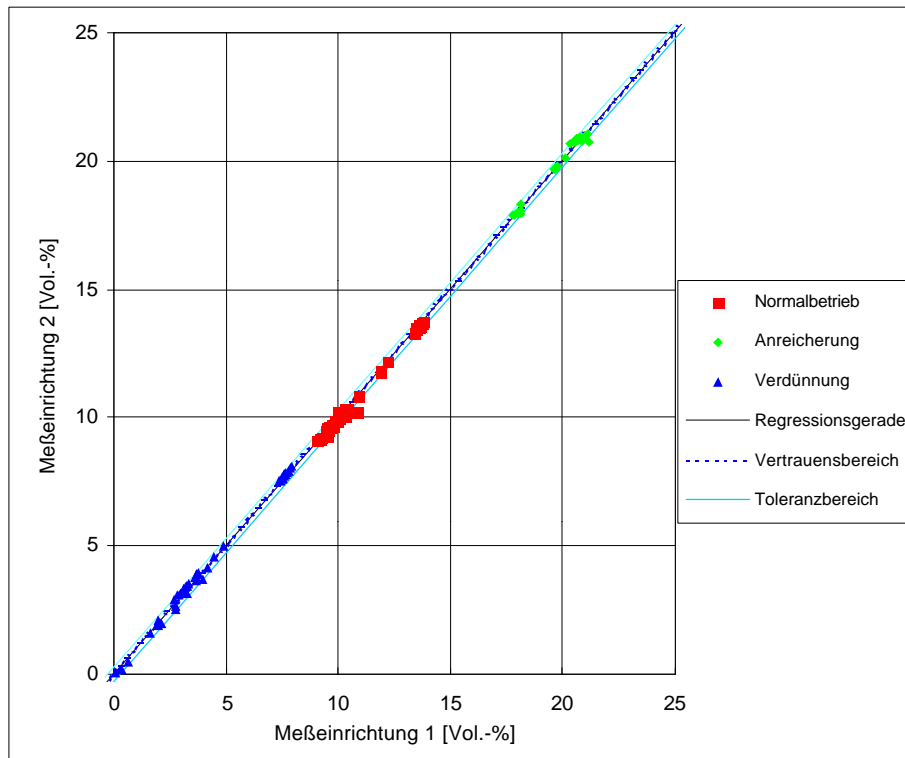


Abbildung 19: Graphische Darstellung der Werte für die Reproduzierbarkeit der Meßkomponente O₂

IV.1.4.1.8 Linearität

Die Abweichung 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 O₂-Prüfgas in Stickstoff aus einer Druckflasche über eine Massenstromregler-Verdünnungsstation dem Analysator zugeführt (Tabelle 21).

Tabelle 22: Einzelwerte der Linearitätsprüfung (Meßbereich 0 bis 25 Vol.-% $\hat{=}$ 4 bis 20 mA)

Prüfgas Sollwert		Gerät 1 mA	Abweichung Vol.-%	Gerät 2 mA	Abweichung Vol.-%
Vol.-%	mA				
0,00	4,00	4,00	± 0,0	4,00	± 0,0
2,10	5,34	5,28	-0,10	5,31	-0,05
4,20	6,69	6,59	-0,15	6,59	-0,15
6,30	8,03	7,90	-0,20	7,94	-0,15
8,40	9,38	9,25	-0,20	9,28	-0,15
10,50	10,72	10,59	-0,20	10,66	-0,10
12,60	12,06	11,97	-0,15	12,00	-0,10
14,70	13,41	13,34	-0,10	13,38	-0,05
16,80	14,75	14,69	-0,10	14,72	-0,05
18,90	16,10	16,10	± 0,0	16,13	0,05
21,00	17,44	17,44	± 0,0	17,44	± 0,0

Die Linearität wurde im Meßbereich 0 bis 25 Vol.-% geprüft. Es konnten keine größeren Abweichungen als -0,2 Vol.-% vom Anzeigebereich festgestellt werden.

Bewertung: Mindestanforderung erfüllt.

IV.1.4.4

Besondere Anforderungen an Meßeinrichtungen für Aufgaben gemäß 17. BImSchV

nicht zutreffend

V Empfehlungen zum Praxiseinsatz

V.1 Arbeiten im Wartungsintervall

Die folgenden Arbeiten sollten 14tägig durchgeführt und dokumentiert werden:

- Sichtprüfung des Gerätes,
- Die Prüfgasaufgabe mit feuchten Prüfgasen vor Gaskühler für die Komponente NO verringert die Meßgenauigkeiten durch Wasserdampfquerempfindlichkeitseffekte.

Darüber hinaus sind die Wartungsvorschriften des Herstellers zu beachten.

V.2 Funktionsprüfung und Kalibrierung

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

- Sichtprüfung des Gerätes,
- Überprüfung der Einzelkomponenten (Probenahmesonde, Leitung, Gaskühler),
- Überprüfen der Linearität mit Null- und Prüfgas,
- Überprüfen der Nullpunkts- und Referenzpunktdrift im Wartungsintervall,
- 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.

V.3 Einsatzmöglichkeiten

Die Meßsysteme sind neben der Überwachung von Emissionen auch in Produktionsprozessen sowie im Bereich der Automobilindustrie einsetzbar.

VI Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Seite	Kurztitel	Prüfergebnis	Urteil
13	IV.1 Mindestanforderungen an kontinuierliche Emissionsmeßeinrichtungen bei der Eignungsprüfung		
13	IV.1.1 Allgemeines		
13	IV.1.1.1 Normative Bedingungen	Die Eignungsprüfung erfolgte unter Beachtung der genannten Richtlinien.	erfüllt
13	IV.1.1.2 Dauertest	Der Dauertest erfolgte vom 27.05.1998 bis zum 01.10.1998 an einer Anlage.	erfüllt
13	IV.1.1.3 Analysefunktion	Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen Geräteanzeige und Referenzverfahren konnte durch Vergleichsmessungen zu Beginn und am Ende des Feldtests nachgewiesen werden.	erfüllt
16	IV.1.1.4 Justierung der Einstellungen	Die Eingabetastatur kann gesichert werden.	erfüllt
28	IV.1.1.5 Lebender Nullpunkt; Nullpunktlage	Die Lage des Nullpunktes war während des Tests auf 4 mA eingestellt. Die Lage des Referenzpunktes kann durch die Auswahl der Konzentration der Prüfgase im Meßbereich angepaßt werden.	erfüllt
28	IV.1.1.6 Anzeigebereich	Die Analogausgänge des Gerätes und die Meßbereiche sind an die genannten Meßaufgaben bzgl. 13. BImSchV und TA Luft anpassbar.	erfüllt
28	IV.1.1.7 Meßwertausgang	Der Anschluß von zusätzlichen Meß- und Peripheriegeräten ist über entsprechende Anschlüsse an den Geräten möglich.	erfüllt
28	IV.1.1.8 Staussignale	Die Geräte sind in der Lage, einem nachgeschalteten Auswertesystem ihren Betriebszustand als Statussignal mitzuteilen	erfüllt
29	IV.1.1.9 Verfügbarkeit	Die Geräte zeigen eine Verfügbarkeit von jeweils 99,6 %.	erfüllt
29	IV.1.1.10 Wartungsintervall	Im Rahmen des Dauerstandsversuches wurde das Wartungsintervall ermittelt. Es ergab sich ein Wartungsintervall von 8 Wochen für die geprüften Meßeinrichtungen.	erfüllt
29	IV.1.1.11 Reproduzierbarkeit	Die Reproduzierbarkeit wurde während des Feldtests bestimmt.	erfüllt
30	IV.1.1.12 Vollständige Meßeinrichtung	Die eignungsgeprüfte Ausführung umfaßt die vollständige Meßeinrichtung und die Bedienungsanleitung in deutscher Sprache.	erfüllt

Seite	Kurztitel	Prüfergebnis	Urteil
30	IV.1.1.13 Nenngebrauchsbedingungen	Zu a) Bei Netzspannungsschwankungen von 190 bis 250 V konnte kein relevanter Einfluß auf das Meßsignal festgestellt werden.	erfüllt
		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.	erfüllt
		Zu c) Das Gerät darf keinem Tropf-/Spritzwasser ausgesetzt sein.	erfüllt
		Zu d) Die Geräte waren während des Dauerversuchs den am Meßort auftretenden 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
31	IV.1.1.14 Automatische Nachjustierung	Sowohl für den Nullpunkt- wie auch für die Referenzpunkt ist eine maximale Nachjustierung bis zu 100 % möglich. Während der Eignungsprüfung war nur die Nullpunktjustierung aktiviert. Es wird empfohlen, die Schwelle für die Nachjustierung auf max. 10 % vom Meßbereichsendwert zu legen. Bei Überschreiten dieser Schwelle wird die Nachjustierung verweigert und das Statussignal 'Wartungsbedarf' ausgegeben.	erfüllt
31	IV.1.1.15 Umgebungstemperaturbereich	Es wurden zwei baugleiche Geräte in einer Klimakammer Temperaturschwankungen zwischen +5 °C und + 40 °C ausgesetzt.	erfüllt
31	IV.1.1.16 Einfluß Probegasdurchfluß	Der Einfluß von Durchflußschwankungen auf das Meßsignal wurde im Rahmen des Labortests bestimmt. Im Bereich von 0,5 bis 2 l/min konnte kein Einfluß auf das Meßsignal festgestellt werden. Ein Statussignal wird bei Über- oder Unterschreitung nicht gegeben.	eingeschränkt erfüllt
31	IV.1.1.17 Mehrkomponentenmeßeinrichtungen	Die Mehrkomponenten-Meßeinrichtung erfüllte für alle geprüften Komponenten die Anforderungen in den jeweiligen Meßbereichen.	erfüllt
32	IV.1.3 Gasförmige Emissionen		
32	IV.1.3.1 Allgemeine Forderungen		
32	IV.1.3.1.1 Nachweisgrenze	Für die Meßsysteme wurde eine Nachweisgrenze von 0,4 % bis max. 1,1 % vom kleinsten geprüften Meßbereich ermittelt.	erfüllt
32	IV.1.3.1.2 Temperaturdrift	Für die geprüften Geräte betrug die maximale Temperaturdrift am Nullpunkt -1,0 % und am Referenzpunkt -1,4 % bezogen auf 20 °C und den jeweiligen Meßbereich.	erfüllt
34	IV.1.3.1.3 Querempfindlichkeit	Die maximale Summe der Querempfindlichkeiten betrug 2,4 % bzw. -3,8 % vom Meßbereich.	erfüllt
36	IV.1.3.1.4 Einstellzeit	Bei den Untersuchungen zeigte sich, daß die Responsezeit des Gerätes nicht größer ist als 60 s.	erfüllt

Seite	Kurztitel	Prüfergebnis	Urteil
36	IV.1.3.1.5 Es gelten die Anforderungen nach 1.2.1.2 und 1.2.1.3.		
36	1.2.1.2 Drift im Wartungsintervall	Die Geräte führten hierbei täglich einen automatischen Nullpunktabgleich mit angefeuchteter Umgebungsluft durch. Die zeitliche Änderung der Nullpunktsanzeige war für die geprüften Meßkomponenten < 2 % vom Meßbereichsendwert und für den Referenzpunkt < 2 % vom Sollwert bezogen auf ein Wartungsintervall von 3 Monaten.	erfüllt
37	1.2.1.3 Linearität	Die Linearität wurde in den entsprechenden Meßbereichen geprüft. Es konnte in allen Fällen keine größeren Abweichungen als + 0,4 % vom Anzeigebereich festgestellt werden.	erfüllt
38	IV.1.3.1.6 Probenahme und Probenaufbereitung	Die Meßgeräte waren während des Feldtests mit einer Absaugsonde mit integriertem, beheiztem Keramikfilter und einer beheizten Meßgasleitung sowie mit zwei hintereinandergeschalteter Kondensationskühlern ausgestattet. Ein Einfluß der Probenahme auf das Meßsignal durch Adsorptions- bzw. Desorptionserscheinungen wurde nicht beobachtet.	erfüllt
39	IV.1.3.1.7 Reproduzierbarkeit	Die Gesamtreproduzierbarkeit der Geräte betrug für SO ₂ : 41 und für NO: 39.	erfüllt
41	IV.1.4 Messung von Bezugsgößen		
41	V.1.4.1 Sauerstoffgehalt		
41	IV.1.4.1.1 Verfügbarkeit	Die Geräte zeigen eine Verfügbarkeit von jeweils 99,6 %.	erfüllt
42	IV.1.4.1.2 Nachweisgrenze	Für die Meßeinrichtung wurde eine Nachweisgrenze von 0,13 Vol.-% und 0,05 Vol.-% ermittelt.	erfüllt
42	IV.1.4.1.3 Temperaturdrift	Für die geprüften Geräte betrug die maximale Temperaturdrift am Nullpunkt 0,12 Vol.-% und am Referenzpunkt -0,42 Vol.-% bezogen auf 20 °C.	erfüllt
44	IV.1.4.1.4 Querempfindlichkeit	Die maximale Querempfindlichkeit betrug ± 0,05 Vol.-%.	erfüllt
45	IV.1.4.1.5 Einstellzeit, Probenahme und Probenaufbereitung	Die Einstellzeit für das Meßsystem betrug 60 s. Effekte auf das Meßsignal durch Einflüsse des Probenahmesystems konnten nicht nachgewiesen werden (Siehe Pkt. IV.1.3.1.4 und IV.1.3.1.6).	erfüllt
46	IV.1.4.1.6 Drift im Wartungsintervall	Die zeitliche Änderung des Meßsignals im Wartungsintervall betrug sowohl am Nullpunkt als auch am Referenzpunkt < 0,2 Vol.-%.	erfüllt
46	IV.1.4.1.7 Reproduzierbarkeit	Die Gesamtreproduzierbarkeit der Geräte betrug 123.	erfüllt
47	IV.1.4.1.8 Linearität	Die Linearität wurde im Meßbereich 0 bis 25 Vol.-% geprüft. Es konnten keine größeren Abweichungen als -0,2 Vol.-% vom Anzeigebereich festgestellt werden.	erfüllt

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

VII Bekanntgabevorschlag

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

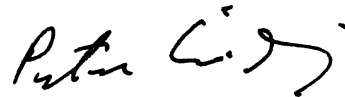
Komponenten SO₂ NO O₂ NGA 2000 MLT 1

Typenbezeichnungen	:	NGA 2000 MLT 1
Hersteller	:	Fisher-Rosemount GmbH & Co
Eignung	:	für Anlagen gemäß 13. BImSchV sowie TA Luft
Meßbereiche bei der Eignungsprüfung	:	SO ₂ : 0 bis 400 mg/m ³ (NDUV-Prinzip) NO: 0 bis 335 mg/m ³ (NDIR-Prinzip) O ₂ : 0 bis 25 Vol.-% (elektrochemischer Sensor)
Einschränkung	:	Die geprüfte Geräteversion verfügt über kein Statussignal für die Kontrolle des Probegasflusses. Sie erfüllt damit nicht diese Mindestanforderung.
Hinweise	:	Die Prüfgase sollen feucht vor dem Gaskühler aufgegeben werden.

Abteilung Immissionsschutz/Luftreinhaltung



Dipl.-Ing. Carsten Röllig



Dr. Peter Wilbring

Köln, den 16.02.1999
936-rö-ha

VIII Literaturverzeichnis

- [1] Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen; Richtlinien über:
- die Eignungsprüfung, 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.

RdSchr. d. BMU v. 8.6.1998 - IG I 3 - 51 134/3. Veröffentlicht im GMBI 1998, 28, S. 543-556.

VII Proposal for the announcement

As a result of the positive type approval test we recommend the following continuous measuring system as type approved according the German minimum requirements.

We recommend the publication as following:

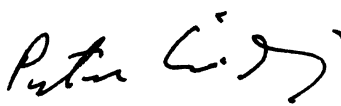
Components SO₂ NO O₂ NGA 2000 MLT 1

Name	:	NGA 2000 MLT 1
Producer	:	Fisher-Rosemount GmbH & Co
Ability	:	for plants in according with 13. BImSchV and TA Luft
Measurement ranges in the type approval test	:	SO ₂ : 0 to 400 mg/m ³ (NDUV-Principle) NO: 0 to 335 mg/m ³ (NDIR-Principle) O ₂ : 0 to 25 Vol.-% (electrochemical sensor)
Restriction	:	The tested version of the system has not a status signal for the flow control of measured gas. So the system fulfils not the minimum requirements in this point.
Tip	:	Wet test gases should be introduced into the analyser before the cooler.

Department of Environmental Protection



Dipl.-Ing. Carsten Röhlig



Dr. Peter Wilbring

Köln, den 16.02.1999
936-rö-ha

IX Anlagen

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

936/806017/A
Seite 2

Tabelle 1:: Reproduzierbarkeit der Meßwertanzeigen Klasse I (0 bis 133 mg/m³ SO₂), Klasse II (133 bis 266 mg/m³ SO₂) und Klasse III (266 bis 400 mg/m³ SO₂)

	Klasse 1 / mg/m ³		Klasse 2 / mg/m ³		Klasse 3 / mg/m ³	
	Gerät 1	Gerät 2	Gerät 1	Gerät 2	Gerät 1	Gerät 2
1	1,7	5,5	190,1	189,5	321,9	334,4
2	5,4	8,6	206,1	215,8	314,1	323,3
3	2,8	5,2	224,5	230,1	312,9	322,4
4	1,3	4,0	226,6	230,6	304,0	316,5
5	1,0	1,6	227,7	230,9	301,4	312,9
6	1,0	1,2	228,3	231,0	301,9	313,5
7	1,1	0,6	228,6	231,1	302,2	313,7
8	1,4	0,8	229,0	231,1	302,5	314,0
9	1,9	1,3	229,3	230,9	302,5	313,9
10	1,5	0,8	228,4	230,4	302,4	314,1
11	1,4	0,5	215,8	218,4	302,7	314,2
12	1,1	0,9	214,3	217,0	302,7	314,3
13	1,8	1,8	205,2	208,6	302,5	313,8
14	1,5	0,6	202,5	205,9	302,2	313,7
15	1,6	1,0	202,3	205,9	302,5	314,9
16	2,0	1,8	202,5	206,2	302,9	315,9
17	2,1	2,1	202,7	206,1	303,8	313,5
18	1,2	2,0	202,8	206,4	304,9	317,7
19	1,3	0,7	245,5	245,2	305,8	318,6
20	1,1	0,5	251,9	251,6	307,2	319,6
21	1,3	0,5	252,2	251,2	308,0	320,5
22	1,3	0,5	252,2	251,7	309,0	321,1
23	1,2	0,3	252,2	251,5	310,0	321,9
24	1,1	0,2	252,5	251,5	313,7	325,3
25	1,3	0,4	252,9	251,6	313,9	326,5
26	1,2	0,4	253,0	252,1	314,5	325,8
27	1,0	1,0	253,0	251,8	314,3	325,0
28	1,0	1,5	253,4	252,0	314,0	325,3
29	1,1	2,0	253,5	252,3	313,8	325,1
30	1,2	2,0	253,4	252,2	314,1	325,4
31	1,1	1,9	253,6	252,2	314,4	325,6
32	0,5	0,4	253,7	252,5	314,5	325,7
33	0,2	0,4	253,9	252,1	314,8	325,8
34	0,5	0,6	202,5	206,0	314,9	325,9
35	0,0	0,1	202,2	205,9	315,5	326,4
36	0,0	0,1	182,9	175,8	315,8	327,0
37	0,3	0,3	189,8	184,9	316,5	327,3
38	0,2	0,5	191,7	189,2	316,6	327,6
39	0,3	0,5	253,5	252,5	316,8	327,5
40	0,2	0,6	253,4	252,1	316,8	327,6
41	0,3	0,2	253,7	252,4	315,6	323,9
42	0,3	0,5	253,7	252,6	314,9	322,1
43	0,1	1,6	213,2	236,0	313,8	321,3
44	1,0	0,9	189,6	182,9	312,6	320,2
45	0,0	0,8	215,4	205,8	311,4	319,3
46	0,0	1,0	189,7	179,9	310,5	318,9
47	0,2	0,2	190,3	186,4	309,7	318,1
48	0,5	1,2	192,2	190,7	310,0	318,2
49	0,8	0,1	213,1	216,0	310,2	319,1
50	0,8	0,5	202,5	205,8	310,7	324,9

Tabelle 2: *Reproduzierbarkeit der Meßwertanzeigen Klasse I (0 bis 111 mg/m³ NO), Klasse II (111 bis 222 mg/m³ NO) und Klasse III (222 bis 335 mg/m³ NO)*

	Klasse 1 / mg/m ³		Klasse 2 / mg/m ³		Klasse 3 / mg/m ³	
	Gerät 1	Gerät 2	Gerät 1	Gerät 2	Gerät 1	Gerät 2
1	47,5	41,3	122,0	118,6	295,0	285,9
2	43,7	28,0	120,8	119,8	311,0	301,8
3	44,7	47,9	143,4	140,9	311,4	302,5
4	44,1	45,7	157,0	154,4	312,6	303,8
5	38,6	38,3	115,8	112,9	307,8	298,9
6	35,6	35,7	137,0	133,0	244,7	238,0
7	35,6	35,4	115,5	113,2	264,1	256,4
8	39,6	41,5	124,2	120,8	284,6	275,8
9	34,4	29,6	147,4	145,1	272,2	264,3
10	46,4	39,3	147,3	144,7	269,6	259,8
11	50,0	52,4	164,5	162,3	270,0	260,5
12	41,4	39,0	160,9	158,8	270,7	261,4
13	37,9	37,2	163,3	161,0	272,3	262,8
14	45,8	43,8	167,3	165,0	274,7	264,6
15	34,2	32,9	168,4	165,5	271,8	262,3
16	33,0	34,0	165,9	162,5	270,0	260,5
17	36,8	38,5	169,4	166,1	270,9	261,3
18	40,3	40,4	167,0	164,0	270,3	260,6
19	44,4	45,4	163,8	161,7	270,2	260,2
20	39,4	39,3	164,9	162,1	271,8	262,2
21	36,0	35,1	166,4	164,0	273,3	263,4
22	30,7	30,2	164,3	162,1	274,8	265,3
23	42,6	44,7	164,2	161,9	274,5	264,9
24	41,9	41,8	163,5	161,3	273,7	264,5
25	47,5	48,8	165,2	162,9	277,0	266,9
26	44,7	42,9	166,2	163,9	275,2	264,9
27	39,6	38,6	162,3	160,3	275,3	267,6
28	38,0	37,4	161,5	159,3	276,9	268,0
29	44,2	42,3	166,0	163,3	274,9	267,1
30	40,9	40,6	165,6	162,3	273,0	263,9
31	46,4	45,3	165,1	161,1	276,8	267,6
32	34,0	33,9	161,2	157,3	277,6	267,6
33	36,3	36,9	167,1	162,7	278,8	270,1
34	49,1	49,2	166,2	161,7	278,1	268,8
35	43,5	45,0	165,3	161,0	278,5	269,1
36	41,9	41,7	164,8	160,0	279,3	270,1
37	42,9	42,0	144,4	167,6	279,3	270,6
38	45,6	46,1	162,3	161,6	279,9	270,5
39	33,8	33,6	160,0	159,2	280,2	271,1
40	46,8	47,6	161,4	160,4	280,6	271,2
41	37,0	36,6	164,9	163,8	281,9	272,4
42	39,8	39,7	161,8	159,5	282,3	272,2
43	40,4	40,8	158,7	156,6	281,6	271,5
44	40,7	40,3	163,4	161,1	279,5	270,2
45	32,6	31,2	164,2	161,9	281,1	272,0
46	33,1	31,8	164,2	161,9	283,4	274,3
47	44,0	42,7	159,4	157,1	284,6	274,4
48	49,4	46,8	159,7	157,5	285,4	275,9
49	41,3	41,5	148,5	146,7	289,0	278,4
50	42,0	41,3	134,2	132,1	310,8	301,7

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

936/806017/A
Seite 4

Tabelle 3: *Reproduzierbarkeit der Meßwertanzeigen Klasse I (0 bis 8,3 Vol.-% O₂), Klasse II (8,3 bis 16,7 Vol.-% O₂) und Klasse III (16,7 bis 25 Vol.-% O₂)*

	Klasse 1 / Vol.-%		Klasse 2 / Vol.-%		Klasse 3 / Vol.-%	
	Gerät 1	Gerät 2	Gerät 1	Gerät 2	Gerät 1	Gerät 2
1	0,27	0,16	9,77	9,70	20,96	20,97
2	0,04	0,04	10,04	9,98	21,00	21,01
3	2,76	2,56	9,56	9,50	18,11	18,09
4	1,98	1,89	10,39	10,31	18,02	18,03
5	1,60	1,61	9,72	9,63	20,09	20,13
6	4,20	4,14	10,34	10,01	18,15	17,95
7	2,16	1,99	9,57	9,51	20,94	20,97
8	3,25	3,15	9,70	9,61	20,99	21,00
9	0,65	0,52	9,53	9,52	20,88	20,89
10	0,37	0,20	9,23	9,18	20,95	20,93
11	2,74	2,68	9,58	9,46	20,95	20,93
12	3,79	3,95	9,78	9,66	20,95	20,90
13	3,71	3,88	9,26	9,23	20,97	20,92
14	3,72	3,89	11,87	11,79	20,97	20,93
15	3,72	3,88	10,22	10,16	20,99	20,93
16	3,99	3,73	10,85	10,21	17,86	17,90
17	3,71	3,64	10,33	10,32	18,00	17,96
18	3,69	3,79	10,91	10,85	19,59	19,67
19	3,62	3,78	9,49	9,45	19,74	19,78
20	4,44	4,59	12,20	12,19	20,71	20,85
21	7,56	7,71	11,90	11,85	20,83	20,87
22	7,92	8,09	9,63	9,57	20,29	20,68
23	7,60	7,78	9,51	9,28	17,79	17,90
24	7,61	7,79	9,08	9,12	18,11	18,33
25	7,89	8,07	9,87	9,82	19,65	19,70
26	7,70	7,88	9,98	9,82	19,68	19,74
27	7,78	7,95	9,57	9,61	19,69	19,75
28	7,68	7,85	9,48	9,60	20,54	20,75
29	7,57	7,73	9,53	9,64	20,45	20,71
30	7,56	7,71	10,37	10,27	20,81	20,86
31	7,40	7,54	9,50	9,54	20,88	20,81
32	7,43	7,57	9,68	9,70	20,91	20,78
33	7,51	7,65	9,63	9,65	20,75	20,90
34	7,48	7,62	10,27	10,32	20,74	20,89
35	7,52	7,65	9,39	9,44	20,74	20,88
36	7,67	7,80	9,83	9,88	20,74	20,88
37	7,48	7,61	9,98	10,21	20,74	20,88
38	4,85	5,00	9,66	9,66	20,73	20,88
39	3,71	3,77	13,48	13,44	20,74	20,88
40	3,33	3,53	13,80	13,71	20,74	20,88
41	3,13	3,34	13,58	13,46	21,01	20,95
42	2,96	3,14	13,63	13,55	21,09	21,03
43	2,67	2,89	13,75	13,68	20,83	20,80
44	2,85	3,07	13,84	13,76	20,61	20,84
45	3,18	3,39	13,40	13,33	20,66	20,81
46	3,10	3,31	13,54	13,46	20,63	20,79
47	3,26	3,47	13,58	13,63	20,61	20,79
48	3,12	3,29	13,57	13,62	20,63	20,83
49	2,90	3,10	13,44	13,49	20,67	20,85
50	2,00	2,10	13,44	13,49	21,18	20,71

Tabelle 4: Einzelwerte zur Bestimmung der Nachweisgrenze, Komponente SO₂

		Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
	1	3,93	4,01
	2	3,93	4,02
	3	3,92	4,02
	4	3,91	4,02
	5	3,91	4,02
	6	3,94	4,01
	7	3,93	4,01
	8	3,92	4,01
	9	3,92	4,01
	10	3,92	4,03
	11	3,90	3,90
	12	3,91	3,90
	13	3,86	3,89
	14	3,84	3,90
	15	3,80	3,90
	16	4,00	3,95
	17	4,00	3,94
	18	4,00	3,94
	19	3,98	3,95
	20	4,00	3,96
	21	3,97	3,97
	22	3,96	3,97
	23	3,96	3,98
	24	3,96	3,97
	25	3,96	3,97
	26	4,00	3,93
	27	4,00	3,94
	28	4,01	3,93
	29	4,00	3,93
	30	4,01	3,92
Mittelwert	mA	3,95	3,96
Standardabweichung	mA	0,05	0,04
3 * Stdabw.	mA	0,16	0,13
Nachweisgrenze	mg/m ³	3,95	3,33
Anforderung:	mg/m ³	20,00	20,00

Tabelle 5: Einzelwerte zur Bestimmung der Nachweisgrenze, Komponente NO

		Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
	1	3,96	4,00
	2	3,96	4,01
	3	3,94	4,01
	4	3,97	4,02
	5	3,97	4,01
	6	3,98	3,89
	7	3,99	3,87
	8	3,98	3,86
	9	3,97	3,86
	10	3,97	3,87
	11	4,00	3,95
	12	4,02	3,91
	13	4,01	3,92
	14	3,97	3,90
	15	4,01	3,93
	16	3,93	3,85
	17	3,96	3,82
	18	3,95	3,85
	19	3,94	3,84
	20	3,94	3,84
	21	4,00	3,89
	22	3,98	3,88
	23	4,00	3,88
	24	4,00	3,87
	25	3,99	3,87
	26	3,98	3,92
	27	4,00	4,00
	28	3,96	3,89
	29	3,97	3,89
	30	3,98	3,90
Mittelwert	mA	3,98	3,91
Standardabweichung	mA	0,02	0,06
3 * Stdabw.	mA	0,07	0,18
Nachweisg.	mg/m ³	1,45	3,69
als NO₂	mg/m ³	2,22	5,65
Anforderung:	mg/m ³	16,75	16,75

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

Tabelle 6: Einzelwerte zur Bestimmung der Nachweisgrenze, Komponente O₂

		Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
	1	4,04	4,00
	2	4,00	3,99
	3	4,01	4,00
	4	4,05	4,01
	5	3,96	3,98
	6	4,03	4,01
	7	4,01	4,00
	8	4,03	4,01
	9	4,04	4,01
	10	4,00	4,00
	11	4,00	4,01
	12	3,98	4,00
	13	4,05	4,02
	14	4,01	4,01
	15	3,98	4,00
	16	4,02	4,01
	17	4,01	4,01
	18	4,04	4,02
	19	4,01	4,00
	20	3,99	3,99
	21	4,01	4,03
	22	3,99	4,02
	23	3,97	4,01
	24	3,97	3,99
	25	3,98	4,00
	26	4,04	4,02
	27	4,00	4,01
	28	3,98	4,01
	29	3,97	4,01
	30	3,95	3,99
Mittelwert	mA	4,00	4,01
Standardabweichung.	mA	0,03	0,01
3 * Stdabw.	mA	0,08	0,03
Nachweisgrenze	Vol.-%	0,13	0,05
Anforderung:	Vol.-%	0,20	0,20

Tabelle 7: Einzelwerte der Kalibriermessungen, Komponente SO₂ (1. Feldkalibrierung)

lfd. Nr.	Meßwertanzeige		Ergebnis Vergleichsmessung mg/m ³ SO ₂
	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA	
1	4,06	3,95	0,0
2	4,09	3,89	0,1
3	4,01	3,92	0,1
4	3,99	3,98	0,1
5	3,99	3,99	0,0
6	4,02	3,97	0,0
7	4,07	3,90	0,1
8	6,32	6,30	55,5
9	6,45	6,43	58,4
10	4,89	5,10	25,7
11	6,46	6,45	59,0
12	6,55	6,52	63,7
13	5,77	5,97	47,0
14	6,04	6,08	49,9
15	6,41	6,39	57,2
16	7,41	7,38	84,1
17	12,46	12,67	210,0
18	11,75	11,93	195,0
19	13,29	13,46	230,0

Tabelle 8: Einzelwerte der Kalibriermessungen, Komponente SO₂ (2. Feldkalibrierung)

lfd. Nr.	Meßwertanzeige		Ergebnis Vergleichsmessung mg/m ³ SO ₂
	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA	
1	6,52	6,56	64,4
2	6,45	6,48	66,3
3	6,58	6,61	65,8
4	6,20	6,21	59,4
5	5,89	5,90	49,9
6	5,57	5,58	45,8
7	6,91	7,01	73,8
8	5,66	5,94	35,2
9	12,49	13,05	225,0
10	12,63	13,16	219,6
11	13,81	14,36	250,8
12	3,97	4,01	0,1
13	3,98	3,98	0,1
14	3,96	3,99	0,0
15	3,96	3,99	0,1
16	3,95	3,99	0,1
17	4,57	4,74	15,5
18	5,23	5,43	31,1
19	5,86	6,08	46,6
20	6,50	6,76	62,2

Bericht über die Eignungsprüfung der Mehrkomponentenmeßeinrichtung MLT 1 der Baureihe NGA 2000 für die Komponenten SO₂, NO und O₂ der Firma Fisher-Rosemount GmbH, Hasselroth

Tabelle 9: Einzelwerte der Kalibriermessungen, Komponente NO (1. Feldkalibrierung)

lfd. Nr.	Meßwertanzeige		Ergebnis Vergleichsmessung mg/m ³ NO
	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA	
1	4,01	4,02	2,5
2	4,33	4,36	0,1
3	4,53	4,46	22,7
4	10,38	10,33	131,1
5	10,46	10,47	132,1
6	8,77	8,81	96,6
7	19,10	18,77	312,5
8	4,01	4,03	0,3
9	4,20	4,18	4,1
10	5,04	5,09	22,9
11	5,00	4,97	19,7
12	17,54	17,18	270,5
13	17,65	17,26	270,7
14	17,59	17,26	272,1
15	17,86	17,49	273,8
16	4,85	4,93	15,1
17	4,92	5,01	18,6
18	4,96	5,02	22,0
19	4,89	5,00	18,2
20	5,05	5,14	20,5
21	4,95	5,09	18,6
22	5,01	5,15	21,8
23	4,72	4,82	15,6
24	4,79	4,84	16,6
25	4,76	4,80	17,9
26	4,91	4,96	19,4
27	4,83	4,88	18,8

Tabelle 10: Einzelwerte der Kalibriermessungen, Komponente NO (2. Feldkalibrierung)

lfd. Nr.	Meßwertanzeige		Ergebnis Vergleichsmessung mg/m ³ NO
	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA	
1	4,00	3,99	1,0
2	4,16	4,20	2,7
3	4,10	4,12	3,5
4	5,05	5,02	20,0
5	11,95	11,92	164,7
6	11,88	11,86	163,7
7	11,70	11,67	161,1
8	11,87	11,84	166,3
9	10,32	10,29	130,2
10	8,62	8,65	94,6
11	19,05	18,70	312,9
12	16,13	15,89	244,0
13	4,15	4,17	2,7
14	4,32	4,45	-0,1
15	4,16	4,17	3,6
16	4,80	4,82	22,1
17	5,25	5,32	23,6
18	4,85	4,86	17,6
19	4,90	4,96	19,2
20	4,99	5,03	19,7
21	4,89	4,93	16,0
22	17,04	16,68	265,0
23	17,22	16,84	267,2
24	17,50	17,16	269,0
25	17,57	17,21	270,2
26	17,56	17,18	269,2
27	17,76	17,36	272,7
28	4,83	4,91	18,8
29	4,87	4,98	15,3
30	4,74	4,82	15,2

Tabelle 11: Einzelwerte der Kalibriermessungen, Komponente O₂ (1. Feldkalibrierung)

lfd. Nr.	Meßwertanzeige		Ergebnis Vergleichsmessung Vol.-% O ₂
	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA	
1	9,01	9,00	7,72
2	8,85	8,83	7,73
3	9,10	9,08	7,82
4	9,51	9,53	7,99
5	9,25	9,23	8,00
6	9,28	9,27	8,01
7	9,27	9,21	8,02
8	9,23	9,22	8,03
9	9,42	9,38	8,08
10	9,21	9,20	8,08
11	9,44	9,42	8,11
12	9,64	9,61	8,75
13	9,77	9,75	8,76
14	9,77	9,72	8,76
15	9,72	9,72	8,77
16	9,63	9,61	8,77
17	9,63	9,61	8,77
18	9,79	9,74	8,78
19	9,63	9,60	8,78
20	9,68	9,66	8,79
21	9,78	9,75	8,79
22	9,88	9,85	8,80
23	10,25	10,21	9,69
24	10,35	10,29	9,71
25	10,30	10,27	9,76
26	10,27	10,22	9,81
27	10,45	10,40	10,04
28	10,56	10,52	10,08
29	10,54	10,49	10,08
30	10,40	10,35	10,09
31	10,54	10,51	10,09
32	10,59	10,54	10,12
33	10,69	10,67	10,25
34	4,00	4,00	0,00
35	4,01	4,01	0,00
36	3,90	3,87	0,00

Tabelle 12: Einzelwerte der Kalibriermessungen, Komponente O₂ (2. Feldkalibrierung)

lfd. Nr.	Meßwertanzeige		Ergebnis Vergleichsmessung Vol.-% O ₂
	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA	
1	13,48	13,49	14,82
2	6,83	6,86	4,88
3	6,46	6,53	4,20
4	6,35	6,43	4,06
5	6,41	6,49	4,21
6	6,42	6,50	4,25
7	6,40	6,48	4,23
8	6,44	6,52	4,33
9	6,43	6,50	4,34
10	6,40	6,48	4,31
11	6,39	6,46	4,31
12	6,50	6,39	4,22
13	6,82	6,34	4,15
14	6,39	6,32	4,12
15	6,34	6,37	4,22
16	6,42	6,48	4,37
17	6,38	6,39	4,32
18	6,39	6,47	4,36
19	6,33	6,40	4,26
20	6,25	6,32	4,10
21	9,21	9,35	8,44
22	13,27	13,31	14,94
23	13,25	13,26	14,82
24	13,23	13,24	14,76
25	13,05	12,91	14,43
26	8,38	8,40	7,39
27	10,37	10,46	10,09
28	11,31	11,37	11,71
29	17,33	17,37	20,90
30	17,43	17,35	20,90

Anlage 2: Handbücher