

RWTÜV-G.-Nr. : 5.0.2/0741/96 Wks
RWTÜV-A.-Nr. : 20 081 751 - 2

Essen, den 28.08.1998

Bericht
über die Baumusterprüfung
der Kohlenmonoxid-Meßeinrichtung

GM 901

Sick AG, Reute

Auftraggeber : Sick AG
Nimburger Straße 11
79276 Reute

Prüfzeitraum : Juni 1998 bis Juli 1998

Berichts-Nr. : 502/0741/96 - 20081751

Prüfstelle : RWTÜV Anlagentechnik GmbH
Sparte Umwelttechnik
Zentralabteilung Luftreinhaltung
und Umweltanalytik

Berichtsumfang : 31 Seiten

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung	3
2. Prüfumfang/Geräteausstattung	3
3. Beschreibung der Meßeinrichtung	4
3.1 Meßverfahren/Funktionsbeschreibung.....	4
3.3 Meßbereiche.....	5
3.3 Technische Ausstattung.....	5
3.4 Technische Daten.....	7
4. Prüfprogramm	8
5. Untersuchungsergebnisse	9
5.1 Laboruntersuchungen.....	9
5.1.1 Überprüfung der Gerätekenlinie.....	9
5.1.2 Einhaltung der Nenngebrauchsbedingungen.....	10
5.1.3 Einfluß einer optischen Dejustierung auf das Meßsignal.....	12
5.1.4 Einfluß der Umgebungstemperatur auf das Meßsignal.....	14
5.1.5 Einfluß der Verschmutzung der optischen Flächen auf das Meßsignal.....	15
5.1.6 Nachweisgrenze.....	18
5.1.7 Querempfindlichkeit.....	18
5.1.8 Einstellzeit.....	21
5.1.9 Funktionsprüfung der Meßeinrichtung.....	22
5.1.10 Überprüfung der Gerätekenlinie.....	22
5.1.11 Wartung.....	22
6. Zusammenfassung	24
6.1 Vergleich der Untersuchungsergebnisse mit den Mindestanforderungen.....	24
6.2 Zusammenfassung der Prüfergebnisse.....	31

1. Aufgabenstellung

Die Firma Sick AG, 79276 Reute, beauftragte die RWTÜV Anlagentechnik GmbH mit der Baumusterprüfung der Kohlenmonoxid-Meßeinrichtung GM 901 im Hinblick auf die Eignung zur Emissionsüberwachung von Feuerungsanlagen.

Die Prüfung und Bewertung war in Anlehnung an folgende Richtlinie vorzunehmen:

"Richtlinie 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 ..."
(RdSchr. des BMU vom 01. Sept. 1997: - IG I 3 - 51 134/3)
Bekanntgabe im GMBI. Nr. 33, 1997, Seite 528 u.f.

Die Baumusterprüfung erfolgte als Laboratoriumsprüfung und diente der Feststellung von Leistungsdaten.

2. Prüfumfang/Geräteausstattung

Die Baumusterprüfung umfaßt die komplette Meßeinrichtung GM 901, bestehend aus der Sender, Empfänger sowie der Auswerteeinheit.

Die Eignungsprüfung erfolgte im eingestellten Meßbereich von 0- 600 mg/m³ und 0 - 1000 mg/m³, bezogen auf eine Meßweglänge von 1 m.

Zur Prüfung wurde der Standardlieferumfang herangezogen:

- Sender GM 901
- Empfänger GM 901
- Auswerteeinheit GM 901

Geprüft wurden folgende Meßeinrichtungen:

Geräte-Typ:	GM 901
Serien-Nummern:	- Gerät-Nr. 1: NS 06
	- Gerät-Nr. 2: NS 09
	- Gerät-Nr. 3: NS 10

Meßbereich:	0- 1000 mg/m ³ bzw. 600 mg/m ³ CO bei 1 m Meßweglänge
-------------	---

3. Beschreibung der Meßeinrichtung

3.1 Meßverfahren/Funktionsbeschreibung

Die Kohlenmonoxid-Meßeinrichtung GM 901 ist eine kontinuierlich arbeitende Meßeinrichtung zur Bestimmung des Massengehaltes an CO in emittierten Abgasen. Die Meßeinrichtung arbeitet nach dem Prinzip der nichtdispersiven Gasfilterkorrelation im Bereich von 4,6 μm .

Das vom Sender ausgestrahlte, modulierte Meßlicht durchläuft den Abgasquerschnitt zum Empfänger. Die Bandbreite des Lichtes wird durch ein Interferenzfilter auf den CO-spezifischen Wellenlängenbereich begrenzt und im Empfänger detektiert. Als Lichtquelle dient eine IR-Quelle.

Das GM 901 mißt die Intensität des im Abgaskanal abgeschwächten Lichtes im relevanten CO-Meßbereich. Durch Vergleich mit der Intensität des Lichtes nach Passieren einer eingeschwenkten Referenzküvette wird die Schwächung der Intensitäten als Maß für den CO-Gehalt im Abgas bestimmt.

Um Querempfindlichkeiten zu vermeiden, welche im Abgas durch H_2O und CO_2 hervorgerufen werden können, befindet sich im Strahlengang vor dem IR-Detektor das Interferenzfilter.

Damit können diese Querempfindlichkeiten im wesentlichen eliminiert werden.

Die Meßeinrichtung GM 901 verfügt über die Möglichkeit einer manuellen Kontrolle des Nullpunktes und der Geräteempfindlichkeit.

Die Überprüfung und Messung des Nullpunktes kann durch Betrieb der Meßeinrichtung auf abgasfreier Strecke erfolgen. Die Empfindlichkeit der Meßeinrichtung wird durch Testküvetten, welche in den Strahlengang geführt werden, bei Bedarf überprüft.

Das GM 901 kann einfach über die Tastatur der Auswerteeinheit parametrierbar werden. Eine zusätzliche Service-Schnittstelle ist ebenfalls vorhanden. Außer der Nullpunkt-lage (Life-Zero) können die Meßbereiche und ein Grenzwert für die Meldung "Grenzwertüberschreitung" parametrierbar werden.

Wie bei allen optischen bzw. photoelektrischen In-Situ-Meßverfahren wird das Meßergebnis von folgenden Parametern beeinflusst:

- Anzahl der CO-Moleküle im Meßweg
- Verteilung der CO-Konzentration über den Abgasquerschnitt (Strahlen)
- Meßweglänge (Abgaskanal Durchmesser)

Da diese Einflußgrößen an jeder Meßstelle individuell unterschiedlich vorgefunden werden, ist im Regelfall eine Kalibrierung der Meßeinrichtung GM 901 mit einem

Referenzmeßverfahren erforderlich. Diese Kalibrierung sollte bei ungünstigen Einbaubedingungen der Meßeinrichtung im Meßnetz erfolgen; bei gleichmäßiger Konzentrationsverteilung über den Meßquerschnitt kann die Kalibrierung auch in einer zur optischen Meßachse parallel verlaufenden Meßachse durchgeführt werden.

3.3 Meßbereiche

Die Einstellung des Meßbereiches erfolgt über die Tastatur der Auswerteeinheit des GM 901 und kann in beliebigen Abstufungen gewählt werden.

Die Messung selbst erfolgt immer im **Grundmeßbereich** des Systems. Die Meßwerte werden dann nach Wahl des Ausgabebereiches in ppm oder mg/m³ ausgegeben, wobei der gewählte Ausgabebereich dem Stromausgang von z. B. 0 - 20 mA zugeordnet wird. Zusätzlich zur Meßbereichseinstellung muß auch die effektive Meßweglänge eingegeben werden. Diese wird bei der Signalausgabe rechnerisch berücksichtigt. Damit wird erreicht, daß die bei In-situ-Verfahren dieser Art die meßweglängenabhängige Bestimmung und Einstellung des Meßbereiches entfällt.

Bei der Baumusterprüfung wurde für die Laborprüfung ein Meßbereich von 0-1000 mg/m³ und 0 - 600 mg/m³CO (bei 1 m Meßweglänge) eingestellt.

Je nach Abgasquerschnitt ergeben sich damit für größere Meßweglängen folgende Meßbereiche:

bei 2 m Meßweglänge: ca. 0 - 300 mg/m³
bei 3 m Meßweglänge: ca. 0 - 200 mg/m³

3.3 Technische Ausstattung

Die Meßeinrichtung besteht aus einem Sender und einem Empfänger. Beide Einheiten sind mit einem Signalkabel (15m) verbunden. Die Daten werden mittels CAN-Bus an die Auswerteeinheit übertragen. Die Entfernung zwischen Empfänger und Auswerteeinheit kann bis zu 1000 m betragen.

Eine optionale Spüllufteinheit versorgt Sender und Empfänger mit gefilterter Spülluft, welche die optischen Grenzflächen kühlt und vor aggressiven und staubförmigen Bestandteilen schützt.

Das nachfolgende Bild 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau der Meßeinrichtung am Abgaskanal.

Zur Spülluftversorgung dient im Regelfall ein gemeinsames Gebläse für den Sender und den Empfänger.

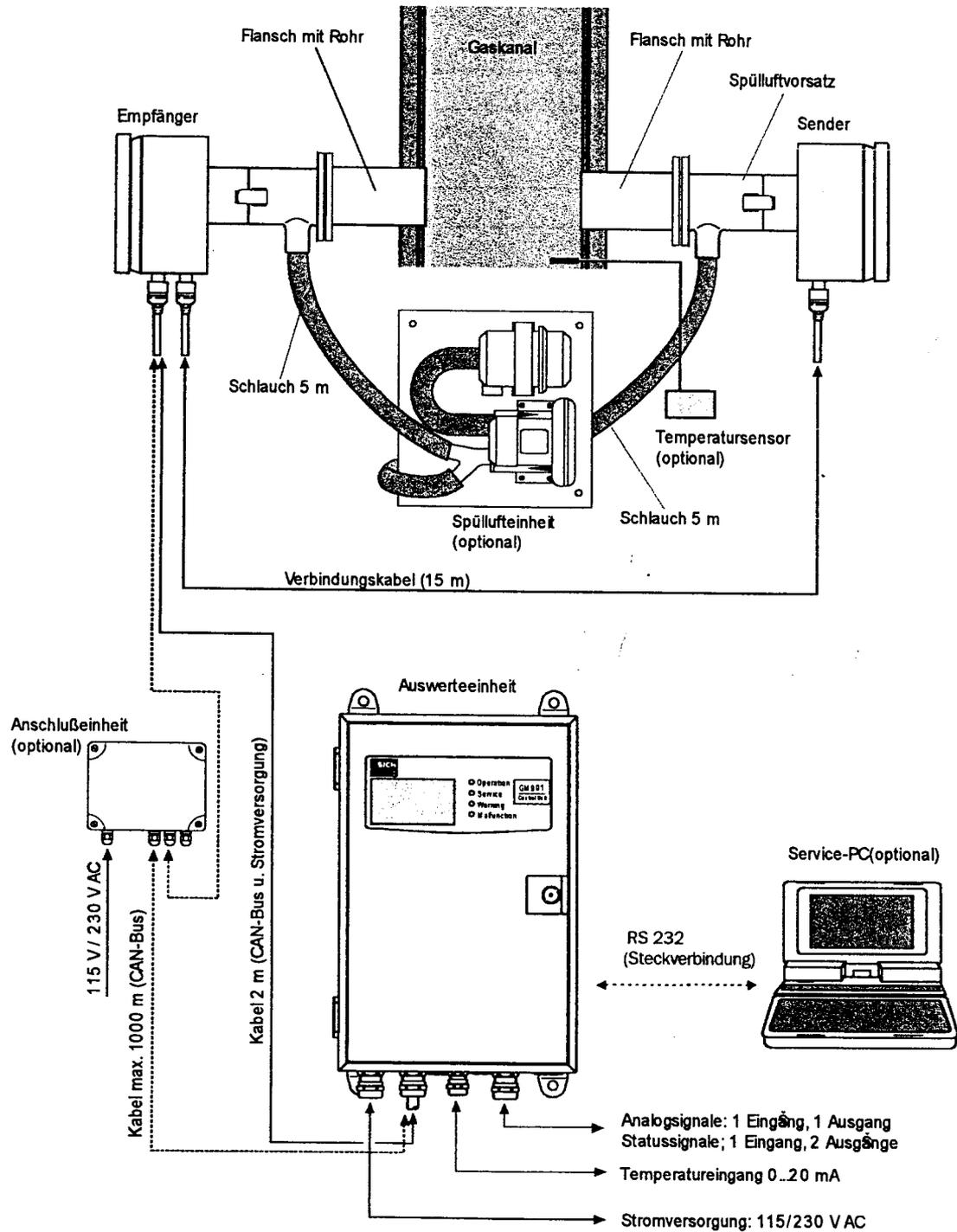


Bild 1 zeigt die Geräteübersicht für die Standard-Montage.

3.4 Technische Daten

Die technischen Daten werden vom Hersteller wie folgt angegeben:

Gerätebezeichnung	GM 901
Meßkomponente	Kohlenmonoxid
Gehäusematerial	Stahlblech, tauchgrundiert und pulverbeschichtet
Schutzart	IP 65
Meßstrecke	0,5 - 8 m
Meßbereiche (einstellbar)	0 - 100 ppm kleinster Meßbereich 0 - 20.000 ppm größter Meßbereich
Auflösung	ca. 10 ppm
Linearität	± 5 % des Meßbereichsendwertes
Sender-Lichtquelle	modulierte IR-Quelle
Abgastemperatur	max. 300 °C
Analogausgang	1 Analogausgang: 0 - 20 mA; Bürde max. 500 Ohm
Spannungsversorgung	115 V / 230 V AC, 50/60 Hz
Umgebungstemperatur	- 20 bis + 55 °C
Einstellzeit	5 - 360 sec
Relaisausgänge, potentialfrei, Schließer	Relais 1: Ruhekontakt für Gerätestörung max. Schaltstrom: 1 A max. Schaltspannung: 125 V DC /max.Leistung: 30 W DC 150 V AC/ max. Leistung:60 W AC Relais 2: Arbeitskontakt für Grenzwertüberschreitung max. Schaltstrom: 1 A max. Schaltspannung: 125 V DC /max.Leistung: 30 W DC 150 V AC/ max. Leistung:60 W AC
Schnittstellen	RS232C-Service-Schnittstelle

4. Prüfprogramm

Die Geräteausführung GM 901 wurde für die Baumusterprüfung im Laboratorium als vollständige Meßeinrichtung geprüft.

Die Baumusterprüfung erfolgte in Anlehnung an die folgende Prüfvorschrift:

"Richtlinie 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 ..."
(RdSchr. des BMU vom 01. Sept. 1997: - IG I 3 - 51 134/3)
Bekanntgabe im GMBI. Nr. 33, 1997, Seite 528 u.f.

Danach ergab sich folgendes Untersuchungsprogramm im Laboratorium:

- Überprüfung der Gerätekenlinie
- Prüfung der Stabilität des Nullpunktes und der Empfindlichkeit im zulässigen Umgebungstemperaturbereich
- Einhaltung der Nenngebrauchsbedingungen
- Einfluß einer Dejustierung auf das Meßsignal
- Einfluß von Verschmutzungen der optischen Grenzflächen
- Feststellung von Querempfindlichkeiten
- Bestimmung der Einstellzeit
- Ermittlung der Nachweisgrenze

Im Laboratorium wurden alle Überprüfungen mit zertifizierten Prüfgasen durchgeführt. Die Abgasfeuchte wurde durch Aufgabe von Wasserdampf in eine Küvette eingestellt.

Die Prüfungen im Laboratorium erfolgten in den Meßbereichen 0 - 600 mg/m³ und 0 - 1000 mg/m³ Kohlenmonoxid, bezogen auf eine Meßweglänge von 1 m.

5. Untersuchungsergebnisse

5.1 Laboruntersuchungen

Die Baumusterprüfung der Meßeinrichtung GM 901 erfolgte im Laboratorium mit drei baugleichen Meßeinrichtungen.

5.1.1 Überprüfung der Gerätekenlinie

Die Gerätekenlinie kann bei In-Situ-Kohlenmonoxid-Meßeinrichtungen nur mit Hilfe von Prüfgasen aufgenommen werden, welche in eine geeignete Küvette eingeleitet werden.

Die Meßeinrichtung GM 901 war an ein Prüfrohr mit einer effektiven Meßweglänge von 100 cm (Flanschmaß) angeflanscht. In diesem Prüfrohr befanden sich zwei hintereinandergeschaltete Küvetten, welche unabhängig voneinander mit Prüfgasen befüllt werden konnten. Die Länge der Küvetten selbst betrug jeweils 25,6 cm lichte Innenlänge.

Die Küvetten wurden durch eine Vakuum-Pumpe vor jeder Konzentrations-Einstellung geleert, anschließend mit Stickstoff gespült und nach erneuter Evakuierung mit Prüfgas bekannter CO-Konzentration geflutet.

Im einzelnen ergaben sich im Meßbereich 0-1000 mg/m³ folgende Prüfergebnisse:

Tabelle 5.1.1-1 Überprüfung der Linearität der Gerätekenlinie

GM 901, Gerät Nr. 1 NS 06 Meßbereich 0 - 1000 mg/m³

Nr.	Sollwert	Istwert	Abweichung
-	mg/m ³	mg/m ³	% vom Meßbereich
1	487	478	- 0,9
2	976	988	+ 1,2
3	733	733	< 0,1
4	619	618	- 0,1
5	130	111	- 1,9
6	856	862	+ 0,6
7	368	361	- 0,6
8	247	227	- 2,1
9	436	430	- 0,6
10	0	0	< 0,1

5.1.2 Einhaltung der Nenngebrauchsbedingungen

5.1.2.1 Einfluß von Netzspannungsschwankungen

Der Einfluß von Netzspannungsänderungen auf das Nullpunkt-Meßsignal wurde auf abgasfreier Strecke untersucht. Dazu wurde die Meßeinrichtung bei einer Netzspannung von 220 V abgeglichen, so daß der dabei erhaltene Nullpunkt als Ausgangswert bzw. Bezugsgröße dient. Die Netzspannung wurde anschließend schrittweise geändert.

Die Prüfung erfolgte im Zusammenhang mit der Prüfung auf der optischen Bank auf einer Meßweglänge von 2 m, bei der infolge des höheren Grundrauschens ungünstigere Werte als bei 1m Weglänge erwartet werden konnten.

Es wurde der Einfluß der Netzspannungsänderung auf den Nullpunkt und auf die Empfindlichkeit bei einem Konzentrationswert 136 mg/m³ untersucht.

Es ergaben sich folgende Prüfergebnisse im Meßbereich 0 - 600 mg/m³:

Tabelle 5.1.2-1 Netzspannungseinfluß auf den Nullpunkt

GM 901, Gerät Nr. 2, NS 09

Spannung V	Nullpunkt Sollwert mg/m ³	Nullpunkt Istwert mg/m ³	Abweichung % vom Meßbereich
220	0	0	< 0,1
190	0	0,2	< 0,1
200	0	0,1	< 0,1
220	0	0	< 0,1
230	0	0,1	< 0,1
240	0	0	< 0,1
260	0	0	< 0,1

Die Ergebnisse zeigen keinen signifikanten Einfluß des Nullpunktmeßsignals auf Netzspannungsschwankungen.

Tabelle 5.1.2-2 Netzspannungseinfluß auf die Empfindlichkeit

GM 901, Gerät Nr. 2, NS 09

Spannung V	Meßwert Sollwert mg/m ³	Meßwert Istwert mg/m ³	Abweichung % vom Meßbereich
220	136	136	< 0,1
190	136	137	+ 0,7
200	136	137	+ 0,7
220	136	136	< 0,1
230	136	136	< 0,1
240	136	136	< 0,1
254	136	136	< 0,1

Es wurde kein signifikanter Einfluß der Netzspannungsveränderungen auf das Meßsignal festgestellt.

5.1.2.2 Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit

Ein Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit auf das Meßsignal wurde nicht beobachtet. Die Gehäuseschutzart verhindert den Austausch mit der Umgebungsluft. In der Klimakammer wurden keine Taupunktunterschreitungen im Geräteinnern festgestellt.

5.1.2.3 Einfluß mechanischer Schwingungen

Ein Einfluß von mechanischen Schwingungen auf das Meßsignal wurde nicht beobachtet. Der Aufbau des Gerätes läßt keine Schwingungseinflüsse erwarten.

5.1.2.4 Einfluß des Gehaltes der Umgebungsluft an Flüssigwasser

Die Gehäuse der Meßeinrichtung GM 901 sind spritzwassergeschützt gemäß Schutzart IP 65. Darüber hinaus werden bei direkter Bewetterung der Gehäuse jeweils für die Sende-Einheit und die Empfangs-Einheit Wetterschutzhauben angeboten, die einem vollständigen Schutz vor z. B. Regenwasser bieten.

Einflüsse auf das Meßsignal oder die Funktionstüchtigkeit der Meßeinrichtung durch Spritzwasser sind somit nicht zu erwarten.

5.1.2.5 Einfluß der Betriebslage

Die Meßeinrichtung GM 901 kann in jeder Betriebslage (z. B. waagrecht, senkrecht) betrieben werden. Wesentlich ist lediglich eine exakte Ausrichtung bzw. optische Justierung der Sende- und Empfangseinheit zueinander.

5.1.3 Einfluß einer optischen Dejustierung auf das Meßsignal

Die Meßeinrichtung GM 901 wurde auf einer optischen Bank bei unterschiedlichen Meßweglängen durch separate Verschwenkung der Sende-Einheit und der Empfangseinheit in Schritten von ca. 0,1° dejustiert.

Die Verschwenkung erfolgte:

- horizontal
- vertikal

für folgende Weglängen (effektiv):

- 2000 mm
- 4000 mm

Tabelle 5.1.3-1 Meßweglänge 2000 mm
GM 901, Gerät 2 NS 09 Verschwenkung der Sende-Einheit
Meßbereich 0 - 600 mg/m³ Sollwert: 136 mg/m³ CO

Verschwenkung horizontal (links -- rechts)													
Verschwenkung in [°]	-	0,48	0,36	0,30	0,24	0,12	0,00	0,12	0,24	0,30	0,36	0,48	-
Meßwert CO in mg/m ³	-	137	136	135	135	138	137	136	137	135	137	136	-
Abweichung in % vom Meßbereich	-	0,2	0	-0,2	-0,2	0,3	0,2	0	0,2	-0,2	0,2	0	-

Tabelle 5.1.3-2 Meßweglänge 2000 mm
GM 901, Gerät 2 NS 09 Verschwenkung der Sende-Einheit
Meßbereich 0 - 600 mg/m³ Sollwert: 136 mg/m³ CO

Verschwenkung vertikal (oben -- unten)													
Verschwenkung in [°]	0,54	0,45	0,36	0,27	0,18	0,09	0,00	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54
Meßwert CO in mg/m ³	128	133	134	135	136	137	137	134	135	135	136	134	123
Abweichung in % vom Meßbereich	-1,3	-0,5	-0,3	-0,2	0	0,2	0,2	-0,3	-0,2	-0,2	0	-0,3	-2,2

Tabelle 5.1.3-3 Meßweglänge 2000 mm

GM 901, Gerät 2 NS 09 Verschwenkung der Empfänger-Einheit

Meßbereich 0 - 600 mg/m³ Sollwert: 136 mg/m³ CO

Verschwenkung horizontal (links – rechts)													
Verschwenkung in $^{\circ}$	-	0,48	0,36	0,30	0,24	0,12	0,00	0,12	0,24	0,30	0,36	0,48	-
Meßwert CO in mg/m ³	-	129	135	134	136	133	136	136	138	140	141	151	-
Abweichung in % vom Meßbereich	-	-1,2	-0,2	-0,3	0	-0,5	0	0	0,3	0,7	0,8	2,5	-

Tabelle 5.1.3-4 Meßweglänge 2000 mm

GM 901, Gerät 2 NS 09 Verschwenkung der Empfänger-Einheit

Meßbereich 0 - 600 mg/m³ Sollwert: 136 mg/m³ CO

Verschwenkung vertikal (oben – unten)													
Verschwenkung in $^{\circ}$	0,54	0,45	0,36	0,27	0,18	0,09	0,00	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54
Meßwert CO in mg/m ³	140	136	137	135	136	135	136	136	134	133	126	120	110
Abweichung in % vom Meßbereich	0,7	0	0,2	-0,2	0	-0,2	0	0	-0,3	-0,5	-1,7	-2,6	-4,3

Tabelle 5.1.3-5 Meßweglänge 4000 mm

GM 901, Gerät 3 NS 10 Verschwenkung der Sende-Einheit

Meßbereich 0 - 600 mg/m³ Sollwert: 216 mg/m³ CO

Verschwenkung horizontal (links – rechts)													
Verschwenkung in $^{\circ}$	-	0,48	0,36	0,30	0,24	0,12	0,00	0,12	0,24	0,30	0,36	0,48	-
Meßwert CO in mg/m ³	-	216	216	215	215	216	216	218	218	218	217	216	-
Abweichung in % vom Meßbereich	-	0	0	-0,2	-0,2	0	0	0,3	0,3	0,3	0,2	0	-

Tabelle 5.1.3-6 Meßweglänge 4000 mm

GM 901, Gerät 3 NS 10 Verschwenkung der Sende-Einheit

Meßbereich 0 - 600 mg/m³ Sollwert: 216 mg/m³ CO

Verschwenkung vertikal (oben – unten)													
Verschwenkung in $^{\circ}$	0,54	0,45	0,36	0,27	0,18	0,09	0,00	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54
Meßwert CO in mg/m ³	208	211	215	214	214	216	216	215	214	215	216	217	215
Abweichung in % vom Meßbereich	-1,0	-0,8	-0,2	-0,3	-0,3	0	0	-0,2	-0,3	-0,2	0	0,2	-0,2

Tabelle 5.1.3-7 Meßweglänge 4000 mm

GM 901, Gerät 3 NS 10 Verschwenkung der Empfänger-Einheit

Meßbereich 0 - 600 mg/m³ Sollwert: 217 mg/m³ CO

Verschwenkung horizontal (links -- rechts)													
Verschwenkung in [°]	-	0,48	0,36	0,30	0,24	0,12	0,00	0,12	0,24	0,30	0,36	0,48	-
Meßwert CO in mg/m ³	-	211	214	214	213	213	217	214	216	217	219	224	-
Abweichung in % vom Meßbereich	-	-1,0	-0,5	-0,5	-0,7	-0,7	0	-0,5	-0,2	0	0,3	1,2	-

Tabelle 5.1.3-8 Meßweglänge 4000 mm

GM 901, Gerät 3 NS 10 Verschwenkung der Empfänger-Einheit

Meßbereich 0 - 600 mg/m³ Sollwert: 217 mg/m³ CO

Verschwenkung vertikal (oben -- unten)													
Verschwenkung in [°]	0,54	0,45	0,36	0,27	0,18	0,09	0,00	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54
Meßwert CO in mg/m ³	213	214	217	214	216	216	217	215	216	217	215	218	221
Abweichung in % vom Meßbereich	-0,7	-0,5	0	-0,5	-0,2	-0,2	0	-0,3	-0,2	0	-0,3	0,2	0,7

Die Ergebnisse der Untersuchungen auf der optischen Bank zeigen insgesamt die übliche Empfindlichkeit optischer Systeme gegen Auslenkung des Lichtstrahles aus der optischen Achse.

Im Bereich von $\pm 0,3^\circ$ Verschwenkung liegen alle Meßwerte innerhalb des zulässigen Bereiches von $\pm 2\%$, bezogen auf den Meßbereich von 600 mg/m³ bei 1 m Meßweglänge.

5.1.4 Einfluß der Umgebungstemperatur auf das Meßsignal

Der Einfluß der Umgebungstemperatur auf das Meßsignal (Nullpunktsignal) wurde in einer Klimakammer im Bereich von - 20 °C bis + 55 °C untersucht. Die Prüftemperaturen wurden schrittweise eingestellt und jeweils für jeweils 2 Stunden gehalten, um einen Temperaturengleich mit der Meßeinrichtung sicherzustellen.

Zur Beurteilung der Stabilität der Meßwertanzeige wurde das Nullpunkt-Meßsignal im Meßbereich 0 - 600 mg/m³ (bei 1m Meßweglänge auf abgasfreier Strecke) und die Temperatur am Meßgerät registriert.

Die folgenden Tabellen zeigen die Meßergebnisse für beide Meßeinrichtungen

Tabelle 5.1.4-1

Einfluß der Umgebungstemperatur auf das Nullpunkt-Meßsignal

Gerät GM 901, Nr. 2 NS 09 und Nr. 3 NS 10

Meßbereich: 0 - 600 mg/m³

Temperatur °C	Meßwert Gerät 2 (mg/m ³)	Meßwert Gerät 3 (mg/m ³)	Abweichung Gerät 2 (% *)	Abweichung Gerät 3 (% *)
25	1	0,5	0,2	0,1
- 25	5,5	3	0,9	0,5
- 10	5	2,5	0,8	0,4
0	4	2	0,7	0,3
10	4	2	0,7	0,3
25	3	2	0,5	0,3
40	6	5	1,0	0,8
45	7	6	1,2	1,0
50	8	2	1,3	0,3
55	4	2	0,7	0,3
25	2	3	0,3	0,5

*) % vom Meßbereich

Der Meßwert auf abgasfreier Strecke zeigte nur geringfügige Reaktionen auf die Umgebungstemperatur. Für Gerät Nr. 2 NS 09 wurde eine maximale Abweichung von 8 mg/m³ oder 1,3 % vom Meßbereich (0 - 600 mg/m³) festgestellt.

5.1.5 Einfluß der Verschmutzung der optischen Flächen auf das Meßsignal

Verfahrensbedingt können Verschmutzungen der optischen Grenzflächen keinen direkten Einfluß auf das Meßsignal bewirken. Eine Verschmutzung der optischen Grenzflächen verursacht lediglich eine Schwächung der Lichtintensität, welche zu einer Verschiebung des Arbeitspunktes der Detektorkennlinie führt.

Bei einem Abfall der Signalspannung von max. 4,0 V auf unter 1,5 V erfolgt durch die Meßeinrichtung eine Alarmmeldung („Low Signal“)

Verschmutzungen der Optik und die Staubbeladung der Abgase im Meßquerschnitt wirken auf die Meßeinrichtung in gleicher Weise ein und verursachen ein erhöhtes Rauschen des Grundlichtes. Ein spektraler Einfluß durch die Verschmutzung oder den Staubgehalt im Abgas ist nicht zu erwarten.

Stichprobenartig wurde im Laboratorium der Einfluß einer Verschmutzung auf das CO-Meßsignal auf einer Meßstrecke von 4 m Weglänge untersucht.

Dazu wurde auf die Austrittsoptik des Senders eine Verschmutzung durch Auftragen von Graphitstaub und Flugaschestaub aufgebracht. In dem austretenden Meßlichtstrahl befand sich zwischen Sender und Empfänger eine Glasküvette mit einer CO-Füllung, welche bei unverschmutzter Optik ein Soll-Meßsignal von 219 mg/m³ erzeugte.

Die Intensität der Verschmutzung wurde durch mehrmaliges Auftragen von Staub auf die Austrittsoptik des Senders und des Empfängers soweit erhöht, bis die Signalspannung V_1 in den Bereich des Mindestwertes von 1,5 V abfiel. Das CO-Meßsignal wurde für jeden Verschmutzungszustand aufgenommen und ist in der Tabelle 5.1.5-1 dargestellt.

Bei dieser Prüfung erwies es sich als schwierig, eine Verschmutzung in der gewünschten Größenordnung auf den optischen Grenzflächen zu erzeugen. Erst eine Kombination von Graphitstaub und Flugasche ergab eine ausreichende Verschmutzung bis in die Nähe der Grenzspannung von 1,5 V. Die Verschmutzungen des Senders und des Empfängers konnten nach Augenschein als „erheblich“ bezeichnet werden und sind in der Praxis erfahrungsgemäß auch unter ungünstigen Bedingungen nicht erreichbar, wenn regelmäßige Reinigungsintervalle von z.B. 4 Wochen eingehalten werden.

Eine Messung und Korrektur des Verschmutzungsbetrages ist bei der Meßeinrichtung GM 901 nicht vorgesehen und somit auch nicht quantifizierbar. Die nachfolgende Tabelle zeigt den Einfluß der Verschmutzung in Abhängigkeit von der Rest-Signalspannung.

Tabelle 5.1.5-1

Einfluß der Verschmutzung der optischen Grenzflächen auf das Meßergebnis (Meßbereich: 0 - 600 mg/m³, Meßweglänge 4 m)

Verschmutzungs-Zustand	Signalspannung V_1 / V_2 V	CO-Meßsignal mg/m ³	Abweichung vom MBE *) %
Ausgangszustand	2,71 / 3,74	219	-
1) Empfänger	2,45 / 3,38	216	- 0,5
2) Sender	2,03 / 2,81	216	- 0,5
3) Empfänger	1,83 / 2,53	216	- 0,5
4) Empfänger	1,65 / 2,28	211	- 0,8
5) Sender	1,52 / 2,10	210	- 1,0
6) Sender	1,59 / 2,19	209	- 1,6
7) Empfänger	1,29 / 1,79	201	- 3,0

*) Meßbereichsendwert 600 mg/m³

Die Ergebnisse zeigen eine Abnahme des Meßsignals bei zunehmender Verschmutzung. Der Verschmutzungszustand Nr. 3 konnte bereits subjektiv als erheblich eingestuft werden. Der Verschmutzungszustand Nr. 7 löste einen Alarm der Meßeinrichtung aus.

Als Ursache für diesen physikalisch nicht zu erklärenden Einfluß wird die Inhomogenität der aufgetragenen Verschmutzung und die Tatsache angesehen, daß die Kennlinie des Detektors nicht völlig linear verläuft.

Das Prinzip des Quotientenverfahrens in der Gasfilterkorrelationsmeßtechnik führt bei einer Lichtschwächung durch Verschmutzung zu einer Verschiebung des Arbeitspunktes des Detektors und damit zu einer Veränderung des aus den Signalpegeln zu ermittelnden Quotienten aufgrund der Abweichungen der Kennlinie von der Linearität.

Der Gerätehersteller veränderte aufgrund dieser Ergebnisse das Küvettenrad in der Sender-Einheit, so daß eine Verschmutzung (Dämpfung der Lichtintensität) nicht mehr zu einer Verschiebung des Arbeitspunktes führen kann.

Nach dieser Modifikation aufgenommene Meßreihen zeigten dann eine deutliche Verbesserung (Beispiel Tabelle 5.1.5-2):

Tabelle 5.1.5-2

Verschmutzungs-Zustand	Signalspannung V_1 / V_2 V	CO-Meßsignal mg/m ³	Abweichung vom MBE *) %
Ausgangszustand	4,32 / 4,00	270	-
1) Empfänger	3,39 / 3,14	267	- 0,5
2) Sender	2,65 / 2,46	261	- 1,5
3) Empfänger	1,40 / 1,29	259	- 1,8
4) Sender	1,24 / 1,15	265	- 0,8

Im Ergebnis wird deutlich, daß durch das veränderte Signalverhältnis V_1/V_2 eine Verbesserung erfolgte. Der Einfluß der Inhomogenität der Verschmutzung bleibt jedoch bestehen und verursacht die zum Teil gegenläufigen Abweichungen.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß der Einfluß der Verschmutzung bis zu einem Signalspannungs-Minimum von ca. 1,5 V unter dem zulässigen Wert von 2 %, bezogen auf den Meßbereich liegt.

Durch automatische Alarmgebung bei Erreichen dieses Wertes wird der Betreiber zur Überprüfung der Meßeinrichtung und Reinigung der optischen Grenzflächen veranlaßt.

5.1.6 Nachweisgrenze

Die Nachweisgrenze der Meßeinrichtung GM 901 wurde auf abgasfreier Meßstrecke ermittelt. Dazu wurden die erforderlichen 30 Meßwerte aus der Laborprüfung gemäß Richtlinie VDI 2449, Blatt 1, ausgewertet.

Die Nachweisgrenze wurde im Meßbereich von 0 - 100 mg/m³ berechnet und erreichte folgende Werte:

- mg/m³ (CO): 1,6

Zur Bestimmung der Nachweisgrenze wurde der Meßbereich zeitweilig auf 0 - 100 mg/m³ eingestellt. Damit wurde eine größere Auflösung des Nullpunktsignals erreicht.

5.1.7 Querempfindlichkeit

Die Querempfindlichkeit der CO-Meßeinrichtung GM 901 gegen Abgasbegleitstoffe wurde im Meßbereich von 0 - 600 mg/m³ ermittelt.

Verfahrensbedingt waren nur Querempfindlichkeiten gegenüber CO₂ und H₂O_d zu erwarten. Durch ein Interferenzfilter vor dem IR-Detektor soll diese Querempfindlichkeit weitgehend eliminiert werden.

Durch Aufgabe von Prüfgasen bekannter Konzentration wurde die Querempfindlichkeit der Meßeinrichtung untersucht.

Dazu war die Meßeinrichtung an ein Prüfrohr angeflanscht, in welchem sich die Küvette zur Aufgabe der Prüfgas befand. Die Meßweglänge betrug 1000 mm.

Folgende Prüfgas wurden aufgegeben:

Tabelle 5.1.7-1: Prüfgas zur Ermittlung der Querempfindlichkeit

Prüfgaskomponente in N ₂	
Kohlendioxid	CO ₂
Distickstoffoxid	N ₂ O
Stickstoffmonoxid	NO
Stickstoffdioxid	NO ₂
Schwefeldioxid	SO ₂
Methan	CH ₄
Chlorwasserstoff	HCl
Ammoniak	NH ₃
Wasserdampf	H ₂ O _d

Da HF wie auch HCl im Meßbereich der Meßeinrichtung (4,5 - 4,8 µm) keine Absorptionsbanden aufweist, wurde auf eine Prüfung mit HF-Prüfgasen verzichtet und die Prüfung nur beispielhaft mit HCl-Prüfgas vorgenommen.

Die Ergebnisse der Überprüfung auf Querempfindlichkeiten gegen Abgasbegleitstoffe sind in den Tabellen 5.1.7_2 und 5.1.7_3 zusammengefaßt.

Tabelle 5.1.7_2

Querempfindlichkeit bei ca. 75 % des Meßbereiches (Meßbereich 0 - 600 mg/m³)

Komponente	Konzentration (Aufgabe)	CO-Soll- Konzentration für Gerät NS 06 mg/m ³	CO-Ist- Konzentration für Gerät NS 06 mg/m ³	Abweichung vom NP (% *)
CO ₂	15,3 Vol.-%	480	467	- 2,2
N ₂ O	83 mg/m ³	479	481	+ 0,3
SO ₂	1740 mg/m ³	475	475	< 0,1
NO	789 mg/m ³	475	475	< 0,1
NO ₂	85 mg/m ³	483	483	< 0,1
CH ₄	198 mg/m ³	483	483	< 0,1
NH ₃	143 mg/m ³	482	482	< 0,1
H ₂ O	22,5 Vol.-%	397	396	- 0,2
HCl	33 mg/m ³	485	485	< 0,1
Summe +				+ 0,3
Summe -				- 2,4

*) bezogen auf den Meßbereich

Durch Spülen der ersten Küvettenkammer mit Stickstoff (Entfernung des CO-Prüfgases) wurde bei gleicher Prüfgasfüllung der Einfluß auf den Nullpunkt ermittelt.

Die Tabelle 5.1.7-3 zeigt die Prüfergebnisse.

Tabelle 5.1.7_3

Querempfindlichkeit beim Nullpunkt (Meßbereich 0 - 600 mg/m³)

Komponente	Konzentration (Aufgabe)	CO-Soll- Konzentration für Gerät NS 06 mg/m ³	CO-Ist- Konzentration für Gerät NS 06 mg/m ³	Abweichung vom NP (% *)
CO ₂	15,3 Vol.-%	0	0	< 0,1
N ₂ O	83 mg/m ³	0	0	< 0,1
SO ₂	1740 mg/m ³	0	0	< 0,1
NO	789 mg/m ³	0	0	< 0,1
NO ₂	85 mg/m ³	0	0	< 0,1
CH ₄	198 mg/m ³	0	0	< 0,1
NH ₃	143 mg/m ³	0	0	< 0,1
H ₂ O	22,5 Vol.-%	0	0	< 0,1
HCl	33 mg/m ³	0	0	< 0,1
Summe +				< 0,1
Summe -				< 0,1

*) bezogen auf den Meßbereich

Die Prüfgaskonzentrationen wurden durch Verdünnung von Flaschengas mit Stickstoff in der Prüfküvette eingestellt. Die Küvette wurde dazu evakuiert und dann mit Prüfgasen gefüllt.

Die Ergebnisse zeigen, daß die Querempfindlichkeiten gegenüber Begleitgasen in der Summe unter den geforderten $\pm 4\%$, bezogen auf den Meßbereich, lagen.

Die Meßeinrichtung zeigte verfahrensbedingt eine deutliche Querempfindlichkeit gegen Wasserdampf, die nur durch eine gerätespezifische Kompensation (durch Parametrierung) des vorher ermittelten Feuchtegehaltes bei der Geräte-Grundeinstellung unterbunden werden kann.

Die oben gezeigten Prüfergebnisse wurden mit Kompensation der Feuchte erzielt. Diese Kompensation funktioniert mit ausreichender Genauigkeit im Bereich einer Schwankungsbreite des Wasserdampfgehaltes von $\pm 15\text{ Vol.-%}$.

Der Gültigkeitsbereich der Parametrierung wurde durch Variation des Kompensationswertes bei gleichzeitiger Vorgabe eines konstanten Feuchtegehaltes und einer bekannter CO-Prüfgaskonzentration in der Küvette untersucht und ist in der Tabelle 5.1.7-4 dargestellt.

Die Küvettentemperatur betrug bei diesen Meßreihen 150 °C, um Verfälschungen durch Kondensation zu unterbinden.

Tab. 5.1.7-4: Kompensation der H₂O_d-Querempfindlichkeit bei einer
CO-Konzentration von 397 mg/m³
H₂O_d-Konzentration von 22,5 Vol.-%

H ₂ O-Gehalt im Abgas (eingestellter Wert)	parametriertes Korrekturwert	CO-Sollwert mg/m ³	CO-Istwert mg/m ³	Abweichung, bez. auf MBE *)
22,5 Vol.-%	23,0 %	397	396	- 0,2
22,5 Vol.-%	20,0 %	397	399	+ 0,3
22,5 Vol.-%	26,0 %	397	395	- 0,3
22,5 Vol.-%	30,0 %	397	390	- 1,2
22,5 Vol.-%	17,0 %	397	401	+ 0,7
22,5 Vol.-%	14,0 %	397	403	+ 1,0
22,5 Vol.-%	11,0 %	397	407	+ 1,7
22,5 Vol.-%	0,0 %	397	434	+ 6,1

*) Abweichung in % für Meßbereich MBE = 0 - 600 mg/m³

Das Untersuchungsergebnis zeigt, daß die Meßeinrichtung GM 901 im Meßbereich von 0 - 600 mg/m³ für Anwendungsfälle eingesetzt werden kann, bei denen Schwankungen des mittleren Wasserdampfgehaltes bis ± 15 Vol.-% (absolut) nicht überschritten werden.

Im vorliegenden Fall bedeutet das, daß bei einem parametrisierten Wasserdampfgehalt von 22,5 Vol.-% der tatsächliche Wasserdampfgehalt im Abgas zwischen 7,5 und 37,5 Vol.-% schwanken darf, ohne daß die Fehlweisung des Meßergebnisses außerhalb der zulässigen ± 4 %, bezogen auf den Meßbereich liegt.

Bei Abgasen aus Anlagen, die als letzte Abgasreinigungsstufe einen Wascher mit annähernd gleichbleibender Temperatur betreiben (z. B. MVA's) oder bei Feuerungsanlagen für die Brennstoffe Kohle, Öl und Gas ist die parametrierbare Kompensation mit ausreichender Genauigkeit wirksam.

5.1.8 Einstellzeit

Im Laboratorium wurde die Einstellzeit durch plötzliches Evakuieren der Meßküvette und Spülen mit Stickstoff überprüft. Dazu wurde eine Prüfgaskonzentration von etwa 480 mg/m³ bei einem Meßbereich von 0 - 600 mg/m³ verwendet.

Die Dämpfung des Meßsignals war durch den Geräteparameter „Response Time“ auf 30 s eingestellt.

Die Meßergebnisse lauten wie folgt:

Einstellzeit (90 %-Zeit): 25 s
Totzeit: ≤ 2 s

In der Praxis richtet sich die Einstellzeit nach der gewählten Dämpfung des Meßsignals. Aufgrund des In-situ-Meßverfahrens ist die die Einstellzeit keinen montagebedingten Einflüssen (z.B. Länge von Probegaswegen) unterworfen.

5.1.9 Funktionsprüfung der Meßeinrichtung

Vor Inbetriebnahme der Meßeinrichtung GM 901 wird ein Grundabgleich vorgenommen. Der Grundabgleich dient zur Grundeinstellung für die anschließenden Messungen.

Der Grundabgleich der Meßeinrichtung erfolgt auf einer abgasfreien Prüfstrecke. Die Abfolge der Geräteeinstellung ist in der im Anhang beigefügten Betriebsanleitung ausreichend und verständlich beschrieben.

Zur Erstinbetriebnahme und später im Rahmen der jährlich vorgeschriebenen Funktionsprüfungen sind die gleichen Überprüfungen vorzunehmen.

5.1.10 Überprüfung der Gerätekenlinie

Die Steigung der Gerätekenlinie wird bei der In-Situ-Kohlenmonoxid-Meßeinrichtung GM 901 mit Hilfe einer Prüfgasküvette überprüft, welche mit einer bekannten CO-Konzentration gefüllt ist.

Die Prüfküvette wird auf abgasfreier Strecke in den Strahlengang zwischen Sender und Empfänger gebracht. Die dabei gewählte Meßweglänge spielt bei dieser Überprüfung keine Rolle.

5.1.11 Wartung

Während der Wartungszeiten der Meßeinrichtung stehen üblicherweise keine verwertbaren Emissionsmeßwerte zur Verfügung. Die Häufigkeit der notwendigen Wartungsmaßnahmen und ihr Umfang bestimmen somit entscheidend die Verfügbarkeit der Meßeinrichtung.

Die Wartungszyklen des GM 901 lassen sich in drei Bereiche gliedern:

- manuelle regelmäßige Wartung
- manuelle Bedarfswartung
- Funktionsprüfung

Die Wartungsabläufe sind in der Betriebsanleitung eingehend und folgerichtig beschrieben.

Manuelle regelmäßige Gerätewartung

Zu den regelmäßigen Wartungsarbeiten gehört eine Kontrolle der Spülluftfilter auf Verschmutzungen. Die Standzeit hängt von der jeweiligen Staubbelastung ab. In diesem Zusammenhang ist eine Kontrolle und ggf. eine Reinigung der optischen Grenzflächen vorzunehmen.

Manuelle Bedarfswartung

Unter Bedarfswartungen sind Wartungsarbeiten zu verstehen, die nicht regelmäßig erforderlich sind, sondern deren Notwendigkeit von der Meßeinrichtung GM 901 angezeigt wird.

Funktionsprüfung

Eine Funktionsprüfung der Meßeinrichtung auf abgasfreier Strecke sollte bei Bedarf mit der zugehörigen Testküvette erfolgen. In diese Funktionsprüfung sollte eine Überprüfung aller Gerätefunktionen sowie der Lage des Nullpunktes eingeschlossen sein.

6. Zusammenfassung

6.1 Vergleich der Untersuchungsergebnisse mit den Mindestanforderungen

Die durch den Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Rundschreiben (RdSchr. des BMU vom 01. Sept. 1997: - IG I 3 - 51 134/3) "Richtlinien über die Eignungsprüfung, den Einbau, die Kalibrierung und die Wartung von Meßeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen..." aufgeführten Anforderungen sind die Beurteilungsgrundlage für die Typprüfung entsprechender Meßgeräte.

Im folgenden werden die in den o. g. Richtlinien aufgeführten Mindestanforderungen - soweit sich diese auf Meßgeräte für gasförmige Emissionen beziehen - in tabellarischer Form aufgeführt und mit den in diesem Bericht zusammengefaßten Untersuchungsergebnissen verglichen.

Dabei werden nur die Anforderungen zitiert, welche im Rahmen der vorliegenden Baumusterprüfung von Bedeutung sind.

Im einzelnen ergeben sich folgende Prüfergebnisse:

Mindestanforderungen gemäß v. g. Richtlinien

B 1. Mindestanforderungen an kontinuierliche Emissionsmeßeinrichtungen bei der Eignungsprüfung

1.1 Allgemeines

1.1.1 *Die Eignungsprüfung soll unter Beachtung der Begriffsbestimmung der VDI-Richtlinie 2449, Blatt 1, vom Febr. 1995, der Norm DIN ISO 6879 (Ausgabe Januar 1984) und der Norm DIN IEC 359 (Ausgabe Sept. 1993) durchgeführt werden.*

Untersuchungsergebnis

Die Begriffsbestimmungen der Richtlinie VDI 2449, Blatt 1, vom Februar 1995, wurden bei der Baumusterprüfung zugrundegelegt.

1.1.3 *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 (Analysefunktion). Jedem Meßgerät ist eine vom Hersteller ermittelte Geräte Kennlinie mitzuliefern. Die Geräte Kennlinie ist gemäß Richtlinie VDI 3950 Blatt 1 (Ausgabe Juli 1994) zu überprüfen.*

Untersuchungsergebnis

Es wurde ein Zusammenhang zwischen dem Massengehalt an CO im Abgas und der Geräteanzeige durch Aufgabe von Prüfgasen bekannter Konzentration (Ermittlung der Geräte Kennlinie) hergestellt.

Ein Konventionsmeßverfahren wurde im Rahmen der Baumusterprüfung nicht eingesetzt, da dies zur Beurteilung der Funktionstüchtigkeit der Meßeinrichtung nicht erforderlich war.

- 1.1.4 *Die Justierung der Meß- und Auswerteeinrichtungen soll im Betrieb gegen unbefugtes und unbeabsichtigtes Verstellen gesichert werden können.*

Untersuchungsergebnis

Die Gerätebedienung kann über Paßwort der Auswerteeinheit geschützt werden.

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

Untersuchungsergebnis

Die geprüfte Meßeinrichtung hat einen einstellbaren Nullpunkt bei 0, 2 oder 4 mA.

Der Referenzpunkt kann durch Einfügen einer Prüfküvette jederzeit manuell überprüft und ggf. nachjustiert werden.

- 1.1.6 *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 Sinne der TA Luft und 13. BImSchV das 2,5- bis 3,0-fache, für Anlagen der 17. BImSchV das 1,5-fache des geltenden Emissionsgrenzwertes nach § 5 Abs. 1 Nr. 2-Nr. 4 der 17. BImSchV betragen.*

Untersuchungsergebnis

Die Meßeinrichtung mißt intern immer im Grund-Meßbereich. Das Meßergebnis wird von dem Auswerteprozessor in den gewählten Konzentrations-Meßwert umgerechnet und dem gewählten Meßbereich entsprechend gespreizt. Die Meßeinrichtung wurde bei der Baumusterprüfung in einem Meßbereich von 0 - 600 mg/m³ CO geprüft.

- 1.1.7 *Die Meßeinrichtungen sollen einen Meßwertausgang besitzen, an den ein zusätzliches Anzeige- bzw. Registriergerät angeschlossen werden kann.*

Untersuchungsergebnis

An das Meßgerät kann ein zusätzliches Anzeige- oder Registriergerät angeschlossen werden (Meßwertausgang 0 - 20 mA).

- 1.1.8 *Die Meßeinrichtungen sollen in der Lage sein, einem nachgeschalteten Auswertesystem ihren jeweiligen Betriebszustand (Betriebsbereitschaft, Wartung, Störung) über Statussignale mitzuteilen.*

Untersuchungsergebnis

Die Meßeinrichtung GM 901 verfügt über 2 Relaisausgänge zur Ausgabe der geforderten Statusmeldungen für „Störung“ und „Grenzwertüberschreitung“.

- 1.1.12 *Die Eignungsprüfung umfaßt die vollständige Meßeinrichtung einschl. Probenahme, Probenaufbereitung und Datenaufzeichnung oder -ausgabe. Die Bedienungsanleitung des Herstellers, die in deutscher Sprache vorliegen muß, ist in die Eignungsprüfung einzubeziehen.*

Untersuchungsergebnis

Es wurde die vollständige Meßeinrichtung der Baumusterprüfung unterzogen. Die Bedienungsanleitung wurde inhaltlich geprüft und liegt dem Prüfinstitut vor.

- 1.1.13 *Die Mindestanforderungen sollten unter den nachstehend aufgeführten Nenngebrauchsbedingungen gemäß DIN IEC 539, Nenngebrauchsbereich II, eingehalten werden:*

- a) Netzspannung
- b) Relative Feuchtigkeit
- c) Gehalt der Luft an Flüssigwasser
- d) Schwingung

Für die Betriebslage sind die Toleranzgrenzen vom Hersteller festzulegen.

Untersuchungsergebnis

- Zu a) Im Bereich 260 V bis 190 V bzw. 140 V - 90 V der Netzspannung traten keine Meßfehler auf.
- Zu b) Das Meßgerät ist unempfindlich gegen Luftfeuchtigkeitsschwankungen.
- Zu c) Das Gerät besitzt ein vollständig geschlossenes Gehäuse und

- ist dadurch vor Tropfwasser geschützt (Schutzart IP 65).
- Zu d) Die Meßeinrichtung GM 901 ist auslegungsgemäß gegen die üblichen mechanischen Schwingungen des Abgaskanals aus Stahlblech unempfindlich. Ein Einfluß der dort möglicherweise auftretenden Schwingungen auf das Meßsignal wurde nicht untersucht.

Die Regelbetriebslage der Meßeinrichtung sollte der waagerechte Einbau sein. Andere Einbaulagen sind ohne Einschränkung zulässig.

- 1.1.14 *Bei Meßeinrichtungen mit automatischer Funktionsprüfung und Nachjustierung sind die dafür vorgesehenen Vorrichtungen 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.*

Untersuchungsergebnis

Die Verschmutzung der optischen Grenzflächen wird nicht gemessen und wirkt sich nicht signifikant auf das Meßsignal aus:

Bei Erreichen der Signalgrenze für die Verstärkung, verursacht durch Verschmutzung der optischen Grenzflächen oder durch hohe Staubgehalte im Abgas, erfolgt eine Alarmmeldung.

- 1.1.15 *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

Untersuchungsergebnis

Die Meßeinrichtung wurde im Temperaturbereich von - 20° bis + 55°C in einer Klimakammer geprüft.

- 1.3 *Gasförmige Emissionen*
- 1.3.1 *Allgemeine Anforderungen*
- 1.3.1.1 *Die Nachweisgrenze der Meßeinrichtungen hat im empfindlichsten Anzeigebereiche folgende Werte nicht zu überschreiten:*

1. Aufgabenstellungen gemäß 13. BImSchV und TA Luft:

- ± 5 % vom Anzeigebereich,
2. Aufgabenstellungen gemäß 17. BImSchV: ± 5 % vom Grenzwert des Tagesmittelwertes.

Untersuchungsergebnis

Die Nachweisgrenze wurde für den empfindlichsten Meßbereich von 0-100 mg/m³ ermittelt.

Die Nachweisgrenze beträgt: 1,6 mg/m³

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

Untersuchungsergebnis

Die Meßeinrichtung wurde im Temperaturbereich von - 20° bis + 55°C in einer Klimakammer geprüft. Die maximale Abweichung des Nullpunkt-signals aufgrund der Temperaturänderung wurde mit 1,3 % festgestellt. (Meßbereich 0-600 mg/m³).

- 1.3.1.3 *Der Störeinfluß durch die Querempfindlichkeit gegenüber im Meßgut enthaltenen Begleitstoffen in den üblicherweise in Abgasen auftretenden Massenkonzentrationen hat insgesamt nicht mehr als ± 4 % des Anzeigebereiches zu betragen. Kann diese Forderung nicht eingehalten werden, soll der Einfluß der jeweiligen Störkomponente auf das Meßsignal durch geeignete Maßnahmen berücksichtigt werden.*

Untersuchungsergebnis

Die Meßeinrichtung GM 901 weist verfahrensbedingt mit Ausnahme gegen H₂O_d keine wesentlichen Querempfindlichkeiten gegen Abgasbegleitstoffe auf.

Die Wasserdampfquerempfindlichkeit erfordert eine Kompensation, welche für das GM 901 über eine Parametrierung softwareseitig vorgesehen ist. Dazu ist jedoch die Kenntnis des Wasserdampfgehaltes der Abgase notwendig und es wird dessen Konstanz im Bereich von ± 15 % vorausgesetzt. (gilt für Meßbereich 0-600 mg/m³)

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

Untersuchungsergebnis

Die Einstellzeit (90%-Zeit) wurde mit 25 Sekunden ermittelt. Die Totzeit lag bei ≤ 2 s.

1.3.1.5 *Es gelten die Anforderungen nach 1.2.1.2 und 1.2.1.3*

(1.2.1.2) *Die zeitliche Änderung der Nullpunktanzeige hat im Wartungsintervall*
± 2 % (Meßbereich $\geq 20 \text{ mg/m}^3$) bzw.
± 3 % (Meßbereich $\leq 20 \text{ mg/m}^3$)
des Anzeigebereiches nicht zu überschreiten.

Die zeitliche Änderung der Referenzpunktanzeige hat im Wartungsintervall
± 2 % (Meßbereich $\geq 20 \text{ mg/m}^3$) bzw.
± 3 % (Meßbereich $\leq 20 \text{ mg/m}^3$)
des Sollwertes nicht zu überschreiten.

Untersuchungsergebnis

Die zeitliche Änderung des Nullpunktsignals wurde über die Zeit des Labortests ermittelt und erreichte Werte $< 0,5 \%$ vom Meßbereich.
Die zeitliche Änderung des Referenzpunktsignals erreichte über diesen Zeitraum Werte $< 0,5 \%$ vom Meßbereich.

(1.2.1.3) *Die Abweichung der Istwerte von den Sollwerten der Gerätekennlinie gemäß Ziffer 1.1.3 hat nicht mehr als $\pm 2 \%$ des Anzeigebereiches zu betragen.*

Untersuchungsergebnis

Die Abweichung der Gerätekennlinie von den Sollwerten lag bei allen Werten $\leq 2,1 \%$ vom Meßbereich.

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

Untersuchungsergebnis

Es handelt sich bei der Meßeinrichtung GM 901 um eine In-situ-Meßeinrichtung, die über kein Probenahmesystem verfügt. Diese Anforderung trifft somit nicht für das GM 901 zu.

Darüberhinaus sind bei optischen Meßverfahren die folgenden Anforderungen in Analogie zu den Staubgehaltsmeßeinrichtungen dieser Bauart einzuhalten:

1.2.1.4 *Beruhet das Meßprinzip auf optischen Verfahren, müssen die Meßeinrichtungen eine Vorrichtung besitzen, die eine Kontrolle der Verschmutzung während des Betriebes ermöglicht.*
Gegebenenfalls sind optische Grenzflächen durch staubfreie Spülluft gegen Verschmutzung zu schützen.

Untersuchungsergebnis

Es handelt sich bei der Meßeinrichtung GM 901 um eine In-situ-Meßeinrichtung, deren optische Grenzflächen durch Spülluft vor Verschmutzung geschützt werden. Der Einfluß der Verschmutzung der optischen Grenzflächen auf das Meßsignal wurde im Laboratorium durch gezielte Verschmutzung untersucht.

Die Meßeinrichtung kompensiert verfahrensbedingt Verschmutzungen bis an die Grenze des Schwächungsbereiches der Lichtquelle. Der Einfluß auf das CO-Meßsignal lag in diesem Bereich (bei einer Lichtschwächung von ca. 50 %) unter ± 4 % vom Meßbereich.

- 1.2.1.5 *Beruhet das Meßprinzip auf optischen Verfahren, ist der Störeinfluß bei Auswanderung des Meßstrahles anzugeben. Er soll nicht mehr als 2 % des Anzeigebereiches in einem Winkelbereich von $\pm 0,3^\circ$ betragen.*

Untersuchungsergebnis

Es handelt sich bei der Meßeinrichtung GM 901 um eine In-situ-Meßeinrichtung, bei der ein Sender und ein Empfänger gegenüberstehend am Abgaskanal ausgerichtet werden müssen.

Durch Verschwenkung der beiden Baugruppen in horizontaler und vertikaler Achse wurde der Einfluß einer Dejustierung untersucht.

Es ergaben sich folgende Abweichungen, bezogen auf den Anzeigebereich im Meßbereich 0 - 600 mg/m³:

Maximaler Einfluß bei Verschwenkung der Sendereinheit (horizontal / vertikal):

+ 0,3 bis - 0,3 %

Maximaler Einfluß bei Verschwenkung der Empfängereinheit (horizontal / vertikal):

+ 0,7 bis - 0,5 %

- 1.2.1.6 *Die Meßeinrichtungen sollen eine Vorrichtung besitzen, die eine automatische Aufzeichnung von Null- und Referenzpunkt in regelmäßigen Abständen ermöglicht. Bei Meßeinrichtungen mit automatischer Nullpunktkorrektur soll der Korrekturbetrag als Maß der Verschmutzung aufgezeichnet werden.*

Untersuchungsergebnis

Eine automatische Aufzeichnung von Null- und Referenzpunkt ist nicht vorhanden. Die Verschmutzung wird nicht erfaßt, da sie keinen kritischen Einfluß auf das Meßsignal hat. Bei Erreichen von 1,5 V Signalspannung wird ein Alarm ausgegeben, der einen Hinweis auf z.B. Verschmutzung der optischen Grenzflächen gibt.

6.2 Zusammenfassung der Prüfergebnisse

Bei der geprüften Meßeinrichtung GM 901 der Sick AG, Reute, handelt es sich um eine In-Situ-Meßeinrichtung für den Kohlenmonoxidgehalt in Abgasen.

Die Meßmethode basiert auf dem Verfahren der nichtdispersiven Gasfilterkorrelation und nutzt den Absorptionsbereich um 4,6 µm.

Die Meßeinrichtung wurde im Meßbereich von 0 - 600 mg/m³ geprüft und ist zur Überwachung von Kohlenmonoxidgehalten von ca. 100 mg/m³ bis über 20.000 mg/m³ ausgelegt. Dabei sollte bei niedrigen CO-Gehalten bzw. Grenzwerten eine Meßweglänge von ca. 1 m nicht unterschritten werden; mit zunehmender Meßweglänge nimmt die Meßempfindlichkeit der Meßeinrichtung zu, so daß auch Meßbereichsendwerte unter 200 mg/m³ erreicht werden können.

Die Ergebnisse dieser Baumusterprüfung wurden mit den aktuellen Mindestanforderungen verglichen:

"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 ..."

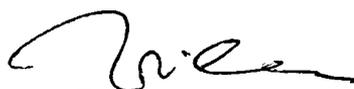
(RdSchr. des BMU vom 01. Sept. 1997: - IG I 3 - 51 134/3)

Bekanntgabe im GMBI. Nr. 33, 1997, Seite 528 u.f.

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse kann für die Kohlenmonoxidmeßeinrichtung GM 901 der Sick AG, Reute, festgestellt werden, daß der Einsatz zur fortlaufenden Messung von CO-Konzentrationen in Abgasen von Feuerungen befürwortet werden kann.

Die vom Hersteller genannten Geräteeigenschaften bezüglich der meßtechnischen Leistungen werden erfüllt.

Für den Inhalt:


Dipl.-Ing. Wilkes