

**TÜV RHEINLAND
ENERGIE UND UMWELT GMBH**



Bericht über die Ergänzungsprüfung der Mess-
einrichtung FMD 09 der Firma Dr. Födisch Um-
weltmesstechnik AG für die Komponente Abgas-
geschwindigkeit

TÜV-Bericht Nr.: 936/21212361/C
Köln, 20. März 2012

www.umwelt-tuv.de



luft@de.tuv.com

Die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
ist mit der Abteilung Immissionsschutz für die Arbeitsgebiete:

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

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Die Akkreditierung ist gültig bis 31-01-2013. DAkkS-Registriernummer: D-PL-11120-02-00.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
D - 51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-2756, Fax: 0221 806-1349

Leerseite

Kurzfassung

Im Auftrag der Firma Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG führte die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH die 2. Ergänzungsprüfung für die Messeinrichtung FMD 09 für die Komponente Abgasgeschwindigkeit entsprechend der Richtlinie DIN EN 15267-3 [1] durch.

Die Messeinrichtung wurde bereits für die genannte Komponente bekannt gegeben. Die 2. Ergänzungsprüfung hatte das Ziel, die obere Grenze des Messbereichs zu erweitern. Um dies zu erreichen wurden Linearitätsuntersuchungen mit den Messeinrichtungen im kompletten Messbereich durchgeführt. Im Rahmen dieser Prüfung wurde der TÜV Rheinland, Bericht-Nr.: 936/21212361/B vom 19. Oktober 2011 [7] diesbezüglich ergänzt. Insbesondere wurden im Kapitel 6 die folgenden Prüfpunkte aktualisiert bzw. es wurden neue Untersuchungsergebnisse dargestellt:

- 6b.12 [6.12 Lack-of-fit]
- 6b.12 [6.9 Einstellzeit]

Die unverändert übernommenen Tabellen und Abbildungen der Erstprüfung [7] sind grau unterlegt.

Die geprüften Messbereiche betragen:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Zusätzlicher Messbereich	Einheit
Abgasgeschwindigkeit	2 – 30	2 – 60	m/s

Sämtliche anderen Messergebnisse der Messeinrichtung blieben unverändert.

Bei der Ergänzungsprüfung wurden die Bedingungen der Mindestanforderungen der DIN EN 15267-3 erfüllt. Damit erfüllt das Messgerät auch die Anforderungen der DIN EN 14181 [2] (QAL1).

Seitens der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH wird daher eine Veröffentlichung als eignungsgeprüfte Messeinrichtung zur laufenden Aufzeichnung der Abgasgeschwindigkeit für genehmigungsbedürftige Anlagen und Anlagen der 27. BImSchV vorgeschlagen.

Leerseite



Bericht über die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung FMD 09 der
Firma Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG für die Komponente Ab-
gasgeschwindigkeit

Geprüftes Gerät:	FMD 09
Hersteller:	Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG Markranstädt
Prüfzeitraum:	März 2012
Berichtsdatum:	20. März 2012
Berichtsnummer:	936/21212361/C
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Carsten Röllig
Fachlich Verantwortlicher:	Dr. Peter Wilbring
Berichtsumfang:	Bericht: 116 Seiten Anhang ab Seite 117 Handbuch ab Seite 138 Handbuch mit 78 Seiten Gesamt 216 Seiten

Leerseite

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines	13
1.1	Bekanntgabevorschlag.....	13
1.2	Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse	14
2.	Aufgabenstellung	21
2.1	Art der Prüfung.....	21
2.2	Zielsetzung	21
2.3	Bestimmung der Gesamtunsicherheit	21
3.	Beschreibung der geprüften Messeinrichtung	22
3.1	Messprinzip.....	22
3.2	Umfang und Aufbau der Messeinrichtung	23
4.	Prüfprogramm	26
4.1	Laborprüfung	26
4.2	Feldtest.....	28
5.	Standardreferenzmessverfahren.....	30
5.1	Messverfahren (kontinuierliche Messverfahren).....	30
5.2	Messverfahren (diskontinuierliche Messverfahren)	30
5.3	Ermittlung der Abgasrandbedingungen	31
5.4	Prüfgase und Prüfstandards.....	31
6.	Prüfergebnisse.....	32
6a	Allgemeine Anforderungen.....	32
6a.1	[5.1 Anwendung der Mindestanforderung].....	32
6a.2	[5.2 Zu prüfende Bereiche].....	33
6a.3	[5.3 Herstellungsbeständigkeit und Änderung der Gerätekonfiguration]	36
6a.4	[5.4 Qualifikation der Prüflaboratorien]	37
6b	Laborprüfungen.....	38
6b.1	[6.1 Automatische Messeinrichtungen für die Prüfung].....	38
6b.2	[6.2 CE-Kennzeichnung]	40
6b.3	[6.3 Unbefugtes Verstellen]	42
6b.4	[6.4 Anzeigebereiche und Nullpunktlage]	43
6b.5	[6.5 zusätzliche Messwertausgänge].....	44
6b.6	[6.6 Anzeige von Statussignalen]	45
6b.7	[6.7 Vermeidung oder Kompensation der Verschmutzung optischer Grenzflächen] .	46
6b.8	[6.8 Schutzarten durch Gehäuse].....	47
6b.9	[6.9 Einstellzeit im Labortest]	48
6b.10	[6.10 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt].....	50
6b.11	[6.11 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt]	52
6b.12	[6.12 Lack-of-fit im Labortest].....	53
6b.13	[6.13 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift]	67
6b.14	[6.14 Einfluss der Umgebungstemperatur]	69
6b.15	[6.15 Einfluss des Probegasdrucks]	71
6b.16	[6.16 Einfluss des Probegasvolumenstroms für extraktive AMS]	72
6b.17	[6.17 Einfluss der Netzspannung].....	73
6b.18	[6.18 Einfluss von Schwingungen].....	76
6b.19	[6.19 Querempfindlichkeiten].....	84
6b.20	[6.20 Auswanderung des Messstrahls bei In-situ-AMS].....	85
6b.21	[6.21 Konverterwirkungsgrad für AMS zur Messung von NO _x]	86
6b.22	[6.22 Responsefaktoren]	87

6c	Feldprüfungen.....	88
6c.1	[7.1 Kalibrierfunktion]	88
6c.2	[7.2 Einstellzeit im Feldtest].....	98
6c.3	[7.3 Lack-of-fit im Feldtest].....	100
6c.4	[7.4 Wartungsintervall]	104
6c.5	[7.5 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift]	105
6c.6	[7.6 Verfügbarkeit].....	107
6c.7	[7.7 Vergleichspräzision]	109
6c.8	[7.8 Verschmutzungskontrolle bei In-situ-Geräten].....	112
6d	Messunsicherheit	113
6d.1	[14 Messunsicherheit]	113
7.	Wartungsarbeiten, Funktionsprüfung und Kalibrierung	115
7.1	Arbeiten im Wartungsintervall	115
7.2	Funktionsprüfung und Kalibrierung.....	115
8.	Literatur.....	116
9.	Anhang	117
10.	Bedienungsanleitung.....	138

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Geprüfte Komponenten und Zertifizierungsbereiche im Labortest	27
Tabelle 2:	Zusätzliche mit verkürztem Programm zu prüfender Messbereich	27
Tabelle 3:	Einstellzeiten im Labortest für die Messeinrichtung FMD 09	49
Tabelle 4:	Einstellzeiten im Labortest für die Messeinrichtung FMD 09 (zusätzlicher Messbereich)	49
Tabelle 5:	Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt.....	51
Tabelle 6:	Wiederholstandardabweichung bei niedriger Abgasgeschwindigkeit.....	51
Tabelle 7:	Ergebnisse der Windkanaluntersuchungen zur Prüfung des Lack-of-fit bei kleinen Gasgeschwindigkeiten	55
Tabelle 8:	Ergebnisse der Linearitätsprüfung für Abgasgeschwindigkeitsmessbereich 0 - 30 m/s mit dem Differenzdruckaufnehmer 0 - 500 Pa.....	56
Tabelle 9:	Ergebnisse der Linearitätsprüfung für den Drucktransmitter Messbereich 0 - 500 Pa.....	58
Tabelle 10:	Ergebnisse der Linearitätsprüfung für Abgasgeschwindigkeitsmessbereich 0 - 60 m/s mit dem Differenzdruckaufnehmer 0 - 500 Pa.....	59
Tabelle 11:	Ergebnisse der Windkanaluntersuchung für den Messbereich 5 - 30 m/s und einem Differenzdrucktransmitterbereich von 0 - 500 Pa	61
Tabelle 12:	Ergebnisse der Windkanaluntersuchung für den Messbereich 5 - 30 m/s und einem Differenzdrucktransmitterbereich von 0 - 1000 Pa.....	62
Tabelle 13:	Ergebnisse der Windkanaluntersuchung für den Messbereich 5 - 15 m/s und einem Differenzdrucktransmitterbereich von 0 - 500 Pa	63
Tabelle 14:	Ergebnisse der Windkanaluntersuchung für den Messbereich 5 - 15 m/s und einem Differenzdrucktransmitterbereich von 0 - 1000 Pa.....	65
Tabelle 15:	Daten Temperaturprüfung für das Gerät Födisch FMD 09.....	70
Tabelle 16:	Einfluss der Netzspannung	75
Tabelle 17:	Einfluss von Schwingungen	77
Tabelle 18:	Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 1.....	89
Tabelle 19:	Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 2.....	90
Tabelle 20:	Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 1.....	92
Tabelle 21:	Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 2.....	93
Tabelle 22:	Variabilitätsprüfung, Gerät 1.....	95
Tabelle 23:	Variabilitätsprüfung, Gerät 2.....	96
Tabelle 24:	Einstellzeiten zu Beginn des Feldtests	99
Tabelle 25:	Einstellzeiten am Ende des Feldtests.....	99
Tabelle 26:	Linearitätsprüfung (Werte zu Beginn des Feldtests).....	100
Tabelle 27:	Linearitätsprüfung (Werte am Ende des Feldtests).....	102
Tabelle 28:	Übersicht über die Driftuntersuchungen mit den Daten aus der Wartungsintervallverlängerung	106
Tabelle 29:	Verfügbarkeit während des Feldtestes	108
Tabelle 30:	Vergleichspräzision	110
Tabelle 31:	Relative erweiterte Gesamtunsicherheit aller Komponenten	114
Tabelle 32:	Daten der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt	119
Tabelle 33:	Daten der Wiederholstandardabweichung bei 5 m/s	120
Tabelle 34:	Daten der Linearitätsprüfung im Labortest Gerät 1 Windkanal 2011	121
Tabelle 35:	Daten der Linearitätsprüfung im Labortest Gerät 2 Windkanal 2011	122
Tabelle 36:	Daten der Linearitätsprüfung im Labortest Gerät 1 Druckbereich 0 - 500 Pa	123
Tabelle 37:	Daten der Linearitätsprüfung im Labortest Gerät 2 Druckbereich 0 - 500 Pa.....	124
Tabelle 38:	Daten der Linearitätsprüfung im Labortest Gerät 1 0 - 30 m/s	125
Tabelle 39:	Daten der Linearitätsprüfung im Labortest Gerät 2 0 - 30 m/s	126

Tabelle 40: Daten der Linearitätsprüfung im Labortest Gerät 1 0 – 60 m/s	127
Tabelle 41: Daten der Linearitätsprüfung im Labortest Gerät 2 0 – 60 m/s	128
Tabelle 42: Daten der ersten Linearitätsprüfung im Feldtest Gerät 1	129
Tabelle 43: Daten der ersten Linearitätsprüfung im Feldtest Gerät 2	130
Tabelle 44: Daten der zweiten Linearitätsprüfung im Feldtest Gerät 1	131
Tabelle 45: Daten der zweiten Linearitätsprüfung im Feldtest Gerät 2	132
Tabelle 46: Daten der Klimaprüfung	133
Tabelle 47: Daten der Netzspannungsprüfung	134
Tabelle 48: Daten der Kalibrierungen	135
Tabelle 49: Gesamtunsicherheitsberechnung	137

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Aufbau der Messeinrichtung Födisch FMD 09	23
Abbildung 2:	Sicht in das Wetterschutzgehäuse des Födisch FMD 09	24
Abbildung 3:	Innenansicht der Bedien- und Auswerteeinrichtung	25
Abbildung 4:	Einbausituation im Feldtest	29
Abbildung 5:	Herstellerzertifikat über EU Konformitätserklärung	41
Abbildung 6:	Schematische Darstellung der Prüfung der Einstellzeit	48
Abbildung 7:	Ergebnisse der Windkanaluntersuchungen zur Prüfung des Lack-of-fit bei kleinen Gasgeschwindigkeiten, Gerät 1	55
Abbildung 8:	Ergebnisse der Windkanaluntersuchungen zur Prüfung des Lack-of-fit bei kleinen Gasgeschwindigkeiten, Gerät 2	56
Abbildung 9:	Darstellung der Linearität für Gerät 1 Geschwindigkeitsbereich 0 – 30 m/s	57
Abbildung 10:	Darstellung der Linearität für Gerät 2 Geschwindigkeitsbereich 0 – 30 m/s	57
Abbildung 11:	Darstellung der Linearität für Gerät 1 Differenzdruckbereich 0 – 500 Pa	58
Abbildung 12:	Darstellung der Linearität für Gerät 2 Differenzdruckbereich 0 – 500 Pa	59
Abbildung 13:	Darstellung der Linearität für Gerät 1 Geschwindigkeitsbereich 2 – 60 m/s	60
Abbildung 14:	Darstellung der Linearität für Gerät 2 Geschwindigkeitsbereich 2 – 60 m/s	60
Abbildung 15:	Darstellung der Linearität für Gerät 1 Differenzdruckaufnehmer 0 – 500 Pa für den Messbereich 0 – 30 m/s	61
Abbildung 16:	Darstellung der Linearität für Gerät 2 Differenzdruckaufnehmer 0 – 500 Pa für den Messbereich 0 – 30 m/s	62
Abbildung 17:	Grafik der Ergebnisse der Windkanaluntersuchung für den Messbereich 5 – 30 m/s und einem Differenzdrucktransmitterbereich von 0 – 1000 Pa	63
Abbildung 18:	Grafik der Ergebnisse der Windkanaluntersuchung für den Messbereich 5 – 15 m/s und einem Differenzdrucktransmitterbereich von 0 – 500 Pa Gerät 1	64
Abbildung 19:	Grafik der Ergebnisse der Windkanaluntersuchung für den Messbereich 5 – 15 m/s und einem Differenzdrucktransmitterbereich von 0 – 500 Pa Gerät 2	64
Abbildung 20:	Graph der Ergebnisse der Windkanaluntersuchung für den Messbereich 5 – 15 m/s und einem Differenzdrucktransmitterbereich von 0 – 1000 Pa Gerät 1	65
Abbildung 21:	Graph der Ergebnisse der Windkanaluntersuchung für den Messbereich 5 – 15 m/s und einem Differenzdrucktransmitterbereich von 0 – 1000 Pa Gerät 2	66
Abbildung 22:	Regelkanal der Resonanzuntersuchung in x-Richtung mit Antworten der x-Richtung	78
Abbildung 23:	Antwort in y-Richtung bei der Resonanzuntersuchung in x-Richtung	78
Abbildung 24:	Antwort in z-Richtung bei der Resonanzuntersuchung in x-Richtung	79
Abbildung 25:	Aufbau in der X-Achse	79
Abbildung 26:	Regelkanal bei der Resonanzuntersuchung in y-Richtung mit Antworten der x-Richtung	80
Abbildung 27:	Antwort in y-Richtung bei der Resonanzuntersuchung in y-Richtung	80
Abbildung 28:	Antwort in z-Richtung bei der Resonanzuntersuchung in y-Richtung	81
Abbildung 29:	Aufbau in der y-Achse	81
Abbildung 30:	Regelkanal der Resonanzuntersuchung in z-Richtung mit Antworten der x-Richtung	82
Abbildung 31:	Antwort in y-Richtung bei der Resonanzuntersuchung in z-Richtung	82
Abbildung 32:	Antwort in z-Richtung bei der Resonanzuntersuchung in z-Richtung	83

Abbildung 33:	Aufbau in der z-Achse	83
Abbildung 34:	Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 1	91
Abbildung 35:	Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 2	91
Abbildung 36:	Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 1	94
Abbildung 37:	Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 2	94
Abbildung 38:	Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 1	97
Abbildung 39:	Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 2	97
Abbildung 40:	Darstellung der Ergebnisse des Lack-of-fit Gerät 1 zu Beginn des Feldtests	101
Abbildung 41:	Darstellung der Ergebnisse des Lack-of-fit Gerät 2 zu Beginn des Feldtests	101
Abbildung 42:	Darstellung der Ergebnisse des Lack-of-fit Gerät 1 am Ende des Feldtests	102
Abbildung 43:	Darstellung der Ergebnisse des Lack-of-fit Gerät 2 am Ende des Feldtests	103
Abbildung 44:	Graphische Darstellung der Vergleichspräzision	111
Abbildung 45:	Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005	117
Abbildung 46:	Anzeige der Softwareversion auf dem Gerätedisplay	136

1. Allgemeines

1.1 Bekanntgabevorschlag

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

Messeinrichtung:

FMD 09 für Abgasgeschwindigkeit

Hersteller:

Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG, Markranstädt

Eignung:

für genehmigungsbedürftige Anlagen und Anlagen der 27. BImSchV

Messbereiche in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Zusätzlicher Messbereich	Einheit
Abgasgeschwindigkeit	2 – 30	2 – 60	m/s

Softwareversionen:

Main Version: 2.0, I/O Version: 1.1

Einschränkungen:

Die untere Grenze des Geschwindigkeitsmessbereichs beträgt 2 m/s.

Hinweise:

1. Das Wartungsintervall beträgt drei Monate.
2. Nach einer Filterstörung mit hoher Staubbelastung ist die Sonde auf Verschmutzungen zu überprüfen und gegebenenfalls zu reinigen.
3. Als Drucktransmitter kann der SMAR LD301 in einem Bereich von 0 bis 500 Pa oder von 0 bis 1000 Pa eingesetzt werden.
4. Ergänzungsprüfung (zusätzlicher Messbereich) zur Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 23. Februar 2012 (BAnz. S. 920, Kapitel II Nummer 2.1).

Prüfbericht:

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Köln
Bericht-Nr.: 936/21212361/C vom 20. März 2012

1.2 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
Legende:	Mindestanforderung erfüllt Mindestanforderung nicht erfüllt Mindestanforderung nicht relevant	+ - X	32
Allgemeine Anforderungen			
5.1 Anwendung der Mindestanforderung Das Prüflaboratorium muss mindestens zwei identische Messeinrichtungen (AMS) prüfen. Alle geprüften AMS müssen die in diesem Dokument festgelegten Mindestanforderungen sowie die in den jeweiligen rechtlichen Regelungen festgelegten Anforderungen an die Messunsicherheit einhalten.	Während der Eignungsprüfung wurden zwei identische und vollständige Messeinrichtungen geprüft. Die Messeinrichtungen erfüllen die Mindestanforderungen zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen sowie die geforderte Messunsicherheit.	+	32
5.2 Zu prüfende Bereiche Der Zertifizierungsbereich, in dem die AMS zu prüfen ist, muss durch Angabe der unteren und der oberen Grenze des Bereiches festgelegt werden. Der Bereich muss für die vorgesehene Anwendung der AMS geeignet sein. Der/Die Zertifizierungsbereich(e) und die für jeden Bereich geprüften Mindestanforderungen müssen im Zertifikat angegeben werden. Das Prüflaboratorium sollte für den Feldtest eine industrielle Anlage mit erkennbar schwierigen Randbedingungen auswählen. Dies bedeutet, dass die automatische Messeinrichtung dann auch bei weniger schwierigen Messbedingungen eingesetzt werden kann.	Der Volumenstrom ist eine Bezugsmessgröße, daher gibt es hier keinen Emissionsgrenzwert für den Tagesmittelwert. Der geprüfte Messbereich liegt im Bereich üblicher Abgasgeschwindigkeiten und kann so eingestellt werden, dass der übliche maximale Volumenstrom bei 80 % des Messbereiches liegt. Es wurden zusätzliche Messbereiche definiert. Für diese Bereiche wurden einige zusätzliche Prüfungen durchgeführt. Die Ergebnisse zu diesen Zusatzprüfungen befinden sich in den jeweiligen Unterpunkten in den Kapiteln 6b und 6c. Aufgrund der Ergebnisse aus den Windkanaluntersuchungen wird die untere Grenze des Zertifizierungsbereiches mit 2 m/s festgelegt. Bei der geprüften Messeinrichtung handelt es sich nicht um eine In-situ-AMS mit variabler optischer Länge.	+	33
5.3 Herstellungsbeständigkeit und Änderung der Gerätekonfiguration Die Zertifizierung einer AMS gilt nur für das Prüfmuster, das die Eignungsprüfung durchlaufen hat. Nachfolgende Änderungen der Gerätekonfiguration, die Einfluss auf das Leistungsvermögen der AMS haben könnten, können dazu führen, dass die Zertifizierung ungültig wird.	Die durchgeführten Prüfungen wurden mit den in Kapitel 3 ausführlich beschriebenen Messeinrichtungen durchgeführt. Die Prüfergebnisse in diesem Prüfbericht und im zugehörigen Zertifikat beziehen sich nur auf Messeinrichtungen, die den geprüften Prüfmustern entsprechen. Der Hersteller wurde darauf hingewiesen, dass jegliche Änderung an der Messeinrichtung mit dem Prüfinstitut abgesprochen werden muss und zu Nach- oder Neuprüfungen der Messeinrichtung führen kann.	+	36
5.4 Qualifikation der Prüflaboratorien Prüflaboratorien müssen über eine Akkreditierung nach EN ISO/IEC 17025 verfügen. Weiterhin müssen sie für die Durchführung der in dieser Europäischen Norm festgelegten Prüfungen akkreditiert sein. Prüflaboratorien müssen die Unsicherheiten der einzelnen in der Eignungsprüfung verwendeten Prüfprozeduren kennen.	Das Prüfinstitut TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025 für Eignungsprüfungen (QAL1), Funktionsprüfungen (AST), Kalibrierungen (QAL2) und Emissionsmessungen bis zum 31-01-2013 akkreditiert.	+	37

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
Labortest:			
<p>6.1 Automatische Messeinrichtungen für die Prüfung</p> <p>Für die Prüfung müssen zwei vollständige baugleiche Messeinrichtungen vorhanden sein.</p>	Die eignungsgeprüfte Ausführung umfasst die vollständige Messeinrichtung einschließlich Sonden, Drucktransmitter, Datenausgabe und Bedienungsanleitung.	+	38
<p>6.2 CE-Kennzeichnung</p> <p>Der Hersteller muss einen nachvollziehbaren Nachweis erbringen dass die festgelegten Anforderungen eingehalten werden.</p>	Im Handbuch sind Details zur CE Kennzeichnung angegeben. Ein Herstellerzertifikat ist der Abbildung 5 dieses Berichtes zu entnehmen.	+	40
<p>6.3 Unbefugtes Verstellen</p> <p>Die Messeinrichtung muss über eine Sicherung gegen unbefugtes Verstellen der Justierung verfügen.</p>	Die Sicherung der Justierung ist durch einen Passwortschutz gewährleistet.	+	42
<p>6.4 Anzeigebereiche und Nullpunktlage</p> <p>Die Messeinrichtung muss über einen Messsignalausgang mit lebendem Nullpunkt verfügen, so dass negative und positive Messsignale angezeigt werden können.</p> <p>Die AMS muss über eine Geräteanzeige verfügen, die das Messsignal anzeigt.</p>	Der Anzeigebereich kann an der Messeinrichtung eingestellt werden. Der Nullpunkt liegt mit 4 mA bei 20 % des analogen Geräteausgangs. Die Messeinrichtung kann auch negative Messwerte ausgeben.	+	43
<p>6.5 zusätzliche Messwertausgänge</p> <p>Die automatische Messeinrichtung muss über einen zusätzlichen Messwertausgang verfügen, der den Anschluss eines zusätzlichen Anzeige- und Registriergerätes erlaubt.</p>	Zusätzliche Signalausgänge sind am Gerät vorhanden. Die Signalausgänge geben identische Messwerte aus.	+	44
<p>6.6 Anzeige von Statussignalen</p> <p>Die automatische Messeinrichtung muss den Betriebszustand anzeigen. Weiterhin muss die AMS in der Lage sein, den Betriebszustand an eine Datenerfassungseinrichtung zu übermitteln.</p>	Die Statusmeldungen wurden korrekt ausgegeben, es kann über die Bedieneinheit zusätzlich manuell ein Wartungssignal aktiviert werden.	+	45
<p>6.7 Verschmutzung optischer Grenzflächen</p> <p>Beruhet das Messprinzip auf optischen Verfahren, so muss die Messeinrichtung eine Vorrichtung besitzen, die eine Verschmutzung der optischen Grenzflächen vermeidet und / oder kompensiert.</p>	Das Messprinzip beruht nicht auf einem optischen Verfahren.	X	46
<p>6.8 Schutzarten durch Gehäuse</p> <p>Geräte, deren Einbau auf belüftete Räume und Messschränke beschränkt ist, wo die Geräte vor Niederschlägen geschützt sind, müssen mindestens der Schutzart IP 40 entsprechen.</p> <p>Geräte, deren Einbau auf Orte mit Schutz vor Niederschlägen beschränkt ist, jedoch Niederschlägen aufgrund von Wind ausgesetzt sein können, müssen mindestens der Schutzart IP54 nach EN 60529 entsprechen.</p> <p>Geräte, die zur Verwendung in Außenbereichen ohne jeglichen Wetterschutz vorgesehen sind, müssen mindestens der Schutzart IP65 nach EN 60529 entsprechen.</p>	Die Sonde entspricht der Schutzart IP66 und die Auswerteeinheit der IP65.	+	47

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
6.9 Einstellzeit im Labortest Die Messeinrichtung muss folgende Mindestanforderung einhalten: Gase: ≤ 200 s, O ₂ : ≤ 200 s, für NH ₃ , HCl und HF: ≤ 400 s, für Volumenstrommesseinrichtungen: ≤ 60 s	Es ergeben sich Einstellzeiten von maximal 10 s, bei einer Dämpfungszeit von 2 s.	+	48
6.10 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt Die Messeinrichtung muss folgende Mindestanforderung einhalten: Gase: $\leq 2,0$ %, O ₂ : $\leq 0,2$ Vol.-%, Volumenstrommesseinrichtungen $\leq 2,0$ %	Der Maximalwert der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt betrug 0,006 m/s. Dies entspricht einer Wiederholstandardabweichung von 0,0 % bezogen auf den Zertifizierungsbereich.	+	50
6.11 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt Die Messeinrichtung muss folgende Mindestanforderung einhalten: Gase: $\leq 2,0$ %, O ₂ : $\leq 0,2$ Vol.-%. Für Volumenstrommesseinrichtungen ist dieser Prüfpunkt nicht relevant.	Dieser Prüfpunkt ist für Volumenstrommesseinrichtungen nicht relevant.	X	52
6.12 Lack-of-fit im Labortest Die Messeinrichtung muss ein lineares Signal liefern und die folgende Mindestanforderung einhalten: Gase: $\leq 2,0$ %, O ₂ : $\leq 0,2$ Vol.-%, Volumenstrommesseinrichtungen $\leq 3,0$ %.	Die relativen Residuen liegen bei maximal -1,13 % des Zertifizierungsbereichs.	+	53
6.13 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift Der Hersteller muss eine Beschreibung der von der automatischen Messeinrichtung verwendeten Technik zur Ermittlung und Kompensation der zeitlichen Änderung des Null- und Referenzpunktes liefern. Das Prüflaboratorium muss überprüfen, dass das gewählte Referenzmaterial, in der Lage ist, alle relevanten Änderungen der AMS-Anzeigewerte, die nicht auf Änderungen der Messkomponente oder Abgasbedingungen zurückzuführen sind, festzustellen. Die AMS muss die Aufzeichnung der zeitlichen Änderung des Null- und Referenzpunktes erlauben. Falls die AMS in der Lage ist, Verschmutzungen automatisch zu kompensieren und eine Kalibrierung und Justierung der zeitlichen Änderungen des Null- und Referenzpunktes vorzunehmen, und diese Justierungen den normalen Betriebszustand der AMS nicht herstellen können, muss die AMS ein entsprechendes Statussignal ausgeben.	Eine Aufzeichnung der Null- und Referenzpunktdrift ist möglich und entspricht den Anforderungen der QAL3 nach EN 14181, da im Feld typischerweise neu der Differenzdruckaufnehmer geprüft wird.	+	67

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
<p>6.14 Einfluss der Umgebungstemperatur</p> <p>Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Null- und Referenzpunkt müssen die folgenden Mindestanforderungen einhalten: Gase: ≤ 5,0 %, O₂: ≤ 0,5 Vol.-%, Volumstrommesseinrichtungen ≤ 5,0 %.</p> <p>Dies gilt für die folgenden Prüfbereiche der Umgebungstemperatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • von -20 °C bis +50 °C für Einrichtungen mit Installation im Außenbereich; • von +5 °C bis +40 °C für Einrichtungen mit Installation in Innenräumen. <p>Der Gerätehersteller darf größere Bereiche für die Umgebungstemperatur als die oben angegebenen festlegen.</p>	Die maximale Abweichung der Anzeigewerte beträgt -1,4 %. Der Maximalwert des Empfindlichkeitskoeffizienten bt beträgt -0,016.	+	69
<p>6.15 Einfluss des Probegasdrucks</p> <p>Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Referenzpunkt müssen die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an den Einfluss des Probegasdrucks bei Änderung von 3 kPa über und unter dem Umgebungsluftdruck einhalten: Gase: ≤ 2,0 %, O₂: ≤ 0,2 Vol.-%.</p>	Dieser Prüfpunkt nicht relevant, da das Messprinzip auf der Methode der Differenzdruckmessung beruht. Somit ist der Probegasdruck eine direkte Messgröße.	+	71
<p>6.16 Einfluss des Probegasvolumenstroms für extraktive AMS</p> <p>Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt müssen die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an den Einfluss des Probegasvolumenstroms einhalten, wenn der Probegasvolumenstrom in Übereinstimmung mit den Festlegungen des Herstellers geändert wird: Gase: ≤ 2,0 %, O₂: ≤ 0,2 Vol.-%.</p> <p>Die Unterschreitung der unteren Grenze des Probegasvolumenstroms muss durch ein Stussignal angezeigt werden.</p>	Das Messgerät ist ein in-situ Messgerät, daher trifft dieser Testpunkt nicht zu.	X	72
<p>6.17 Einfluss der Netzspannung</p> <p>Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt müssen die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an den Einfluss der Netzspannung einhalten, wenn die Versorgungsspannung der AMS von -15 % vom Sollwert unterhalb bis +10 % vom Sollwert oberhalb des Sollwertes der Versorgungsspannung geändert wird: Gase: ≤ 2,0 %, O₂ : ≤ 0,2 Vol.-%, Volumstrommesseinrichtungen: ≤ 2,0 %.</p> <p>Die AMS muss den Betrieb bei einer Netzspannung, die den Anforderungen der EN 50160 entspricht, zulassen.</p>	Die größte Abweichung beträgt am Nullpunkt 0,4 % und am Referenzpunkt 0,2 %.	+	73
<p>6.18 Einfluss von Schwingungen</p> <p>Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt auf Grund von Schwingungen, die üblicherweise an industriellen Anlagen auftreten, müssen die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an den Einfluss von Schwingungen einhalten: Gase: ≤ 2,0 %, O₂: ≤ 0,2 Vol.-%.</p>	Die größte Abweichung beträgt für den Nullpunkt 0,3 % und für den Referenzpunkt -0,9 %.	+	76

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
6.19 Querempfindlichkeiten Der Hersteller muss jeden bekannten Störeinfluss beschreiben. Prüfungen für Störeinflüsse, die nicht auf gasförmige Störkomponenten zurückzuführen sind, oder Prüfungen für Gase, die nicht im Anhang B aufgeführt sind, müssen mit dem Prüflaboratorium vereinbart werden. Die automatische Messeinrichtung muss die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an die Querempfindlichkeit am Nullpunkt und am Referenzpunkt einhalten: Gase: $\leq 4,0\%$, O_2 : $\leq 0,4\text{ Vol.-%}$. Für Volumenstrommesseinrichtungen ist dieser Prüfpunkt nicht relevant.	Die Mindestanforderung ist für Messgeräte zur Abgasgeschwindigkeitsmessung nicht relevant.	X	84
6.20 Auswanderung des Messstrahls bei In-situ-AMS Bei Auswanderung des Messstrahls von optischen AMS müssen die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt die folgende festgelegte Mindestanforderungen für die maximal vom Hersteller erlaubte Winkelabweichung einhalten: Gase: $\leq 2,0\%$. Der Winkel muss mindestens $0,3^\circ$ betragen.	Dieser Testpunkt trifft für diese Messeinrichtung nicht zu.	X	85
6.21 Konverterwirkungsgrad für AMS zur Messung von NOx Hersteller, die die Zertifizierung einer NOx-Messeinrichtung anstreben, müssen angeben, ob die Zertifizierung für die Messung von Stickstoffmonoxid (NO) und/oder Stickstoffdioxid (NO ₂) gelten soll. Bei Verwendung eines Konverters muss dieser die folgende festgelegte Anforderungen an den Konverterwirkungsgrad einhalten: $\geq 95,0\%$.	Dieser Testpunkt trifft für diese Messeinrichtung nicht zu.	X	86
6.22 Responsefaktoren Für automatische Messeinrichtungen zur Messung von Gesamt-Kohlenstoff (TOC) müssen die Responsefaktoren im erlaubten Bereich (siehe Prüfpunkt) liegen.	Dieser Testpunkt trifft für diese Messeinrichtung nicht zu.	X	87

Feldtest			
7.1 Kalibrierfunktion Die Kalibrierfunktion ist durch Vergleichsmessungen mit einem Standardreferenzmessverfahren zu ermitteln. Der Korrelationskoeffizient R^2 der Kalibrierfunktion muss mindestens 0,90 betragen. Die nach EN 14181 ermittelte und zur Kalibrierfunktion gehörende Variabilität muss die in den entsprechenden rechtlichen Regelungen festgelegte maximal zulässige Messunsicherheit einhalten.	Die Korrelationskoeffizienten R^2 der Kalibrierfunktion liegen zwischen 0,9971 und 0,9935. Die Geräte haben die Variabilitätsprüfung bestanden.	+	88

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
<p>7.2 Einstellzeit im Feldtest</p> <p>Die automatische Messeinrichtung muss die für den Labortest festgelegte Mindestanforderung an die Einstellzeit einhalten.</p>	Die ermittelte Einstellzeit im Feld beträgt 10 s.	+	98
<p>7.3 Lack-of-fit im Feldtest</p> <p>Die AMS muss die für den Labortest festgelegte Mindestanforderung an den Lack-of-fit einhalten.</p>	Die relativen Residuen liegen bei maximal 0,6 % des Differenzdruckbereichs.	+	100
<p>7.4 Wartungsintervall</p> <p>Die automatische Messeinrichtung muss die folgende festgelegte Mindestanforderung an das kürzeste Wartungsintervall einhalten: min. 8 Tage.</p>	Das Wartungsintervall beträgt drei Monate.	+	104
<p>7.5 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift</p> <p>Die automatische Messeinrichtung muss die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an die zeitliche Änderung des Null- und Referenzpunktes einhalten:</p> <p>Gase: $\leq 3,0$ %, O₂: $\leq 0,2$ Vol.-%, Volumenstrommesseinrichtungen: $\leq 2,0$ % am Nullpunkt und $\leq 4,0$ % am Referenzpunkt.</p> <p>Prüfstandards zur Kontrolle des Referenzpunktes müssen so gewählt werden, dass ein Messsignal zwischen 70 % und 90 % des Zertifizierungsbereiches erzeugt wird.</p>	<p>Die Nullpunktdrift liegt über den gesamten Zeitraum bei höchstens 0 %.</p> <p>Die maximale Referenzpunktdrift lag bei 1 % des Messbereichs.</p>	+	105
<p>7.6 Verfügbarkeit</p> <p>Die automatische Messeinrichtung muss die Anforderungen der entsprechenden rechtlichen Regelungen an die Verfügbarkeit einhalten. In jedem Fall müssen die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an die Verfügbarkeit eingehalten werden: Gase: ≥ 95 %, O₂ ≥ 98 %, Volumenstrommesseinrichtungen: ≥ 95 %.</p>	Die Verfügbarkeit beträgt 99,5 %.	+	107
<p>7.7 Vergleichspräzision</p> <p>Die automatische Messeinrichtung muss die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an die Vergleichspräzision unter Feldbedingungen einhalten:</p> <p>Gase: $\leq 3,3$ %, O₂: $\leq 0,2$ Vol.-%, Volumenstrommesseinrichtungen: $\leq 3,3$ %.</p>	Die Vergleichspräzision liegt bei 0,8 %, das entspricht einem RD-Wert von 120 (nach VDI 4203).	+	109
<p>7.8 Verschmutzungskontrolle bei In-situ-Geräten</p> <p>Der Einfluss der Verschmutzung auf die automatische Messeinrichtung ist im Feldtest durch Sichtprüfungen und beispielsweise durch Ermittlung der Abweichungen der Messsignale von ihren Sollwerten zu bestimmen.</p> <p>Falls notwendig, ist die AMS mit empfohlenen Spülluftsystemen für die Dauer von drei Monaten als Teil des Feldtests auszustatten. Am Ende der Prüfung ist der Einfluss der Verschmutzung zu ermitteln. Die Ergebnisse für die gereinigten und die verschmutzten optischen Grenzflächen dürfen um maximal 2 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches voneinander abweichen.</p>	Hier nicht notwendig. Bei Stör- oder Ausfällen sollte die Sonde jedoch ausgebaut und auf Verschmutzungen geprüft werden. Bei Verschmutzungen sind diese nach Herstellerangaben zu entfernen.	X	112

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
Messunsicherheit			
14 Messunsicherheit Die im Labortest und im Feldtest ermittelten Messunsicherheiten sind zur Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit der AMS-Messwerte nach EN ISO 14956 zu verwenden.	Für alle Komponenten liegen die ermittelten erweiterten Gesamtmessunsicherheiten unterhalb der maximal zulässigen Werte und erfüllen somit die Anforderungen.	+	113

2. Aufgabenstellung

2.1 Art der Prüfung

Im Auftrag der Firma Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG wurde von der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH eine Ergänzungsprüfung entsprechend den Richtlinien für kontinuierliche Emissionsmessungen für die Messeinrichtung vorgenommen.

2.2 Zielsetzung

Der Antrag für die vom Hersteller ursprünglich angestrebte Zertifizierung bezog sich auf Messungen für genehmigungsbedürftige Anlagen und Anlagen der 27. BImSchV.

Ziel der vorliegenden Ergänzungsprüfung ist die Zulassung eines zusätzlichen, höheren Messbereichs.

Die Eignungsprüfung der Messeinrichtung erfolgte unter Anwendung der europäischen Richtlinien über die Mindestanforderungen zur Prüfung und Zulassung von Emissionsmess-einrichtungen. Hierzu gehören insbesondere:

- [1] Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen; Richtlinien über:
 - die Eignungsprüfung von Mess- und Auswerteeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen und die kontinuierliche Erfassung von Bezugs- bzw. Betriebsgrößen zur fortlaufenden Überwachung der Emissionen besonderer Stoffe, RdSchr. d. BMU vom 13.6.2005-IG I 2-45 053/5 und vom 4.8.2010 - IG I 2-51 134/0.
- [2] Richtlinie DIN EN 15267-01:2009
Luftbeschaffenheit -Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen -
Teil 1: Grundlagen
- [3] Richtlinie DIN EN 15267-02:2009
Luftbeschaffenheit -Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen -
Teil 2: Erstmalige Beurteilung des Qualitätsmanagementsystems des Herstellers und
Überwachung des Herstellungsprozesses nach der Zertifizierung
- [4] Richtlinie DIN EN 15267-03:2008
Luftbeschaffenheit -Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen -
Teil 3: Mindestanforderungen und Prüfprozeduren für automatische Messeinrichtungen
zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen
- [5] Richtlinie VDI 4203 Blatt 1, Oktober 2001,
Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen, Grundlagen
- [6] Richtlinie DIN EN 14181, September 2004,
Emissionen aus stationären Quellen -
Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen

2.3 Bestimmung der Gesamtunsicherheit

Nach Abschluss des Labor- und Feldtests wurde anhand der im Labor und Feld ermittelten Daten die erweiterte Gesamtunsicherheit bestimmt. Siehe Prüfpunkt [6d Messunsicherheit] auf Seite 113.

3. Beschreibung der geprüften Messeinrichtung

3.1 Messprinzip

Die Volumenstrommessung basiert auf der Bestimmung des Differenzdrucks im strömenden Abgas mit Hilfe einer Staudrucksonde und einer Druckdose. Bei der Messeinrichtung handelt es sich um ein in-situ Messverfahren. Die von der Druckdose aufgenommenen Messwerte werden als 4-20 mA Messsignal zu der in der Messeinrichtung befindlichen Auswerteelektronik übermittelt.

In der Auswerteelektronik erfolgt die Verrechnung des Differenzdrucksignals mit den Abgasrandbedingungen und dem Kanalquerschnitt. Die Abgastemperatur wird kontinuierlich durch ein in die Staudrucksonde integriertes Thermoelement gemessen und der Auswerteelektronik zur Verrechnung zugeführt. Die Berechnung der Abgasgeschwindigkeit erfolgt nach den unten stehenden Formeln:

$$v = A \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\text{Zeta} \cdot \rho}} + D$$

$$\text{Zeta} = B \cdot v^2 + C \cdot v + E$$

v	Geschwindigkeit des Abgases in [m/s]
A, D	Kalibrierkonstanten
Δp	Differenzdruck über die Staudrucksonde in [Pa]
Zeta	Sondenbeiwert
ρ	Dichte des Abgases in [kg/m ³]
B, C, E	Kalibrierkonstanten Sondenprofil

$$\dot{V} = v \cdot A_{\text{quer}}$$

\dot{V}	Volumenstrom des Abgases in [m ³ /h]
v	Geschwindigkeit des Abgases in [m/s]
A_{quer}	Querschnitt des Abgaskanals an der Messstelle in [m ²]

Die Ausgabe des Volumenstrom- bzw. des Geschwindigkeitssignals erfolgt durch mehrere frei belegbare 4 – 20 mA Analogausgänge, deren Messbereich variiert werden kann. Zudem kann beispielsweise die Abgastemperatur über die Analogausgänge ausgegeben werden. Auf dem Display der Messeinrichtung kann wahlweise der aktuelle Messwert oder ein Liniendiagramm angezeigt werden.

Die Bedien- und Anzeigeeinheit ist in einem Wetterschutzkasten integriert. Auf dem Display werden alle Messwerte, Statusanzeigen und Parameter angezeigt. Mit Hilfe der Tastatur lässt sich die Anzeige konfigurieren und gerätespezifische Parameter anpassen.

Optional besteht die Möglichkeit zum Anschluss eines Absolutdrucktransmitters, durch den der Absolutdruck an der Messstelle kontinuierlich ermittelt werden kann. Dieser war nicht in der für die Eignungsprüfung ausgelieferten Version verbaut. Das Signal des Absolutdrucktransmitters kann zur Verrechnung im Emissionsrechner verwendet werden. Eine Verrechnung durch die Auswerteelektronik des FMD 09 wurde nicht geprüft.

3.2 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung

Die Volumenstrom-Messeinrichtung FMD 09 besteht aus dem Sondenstab und einem Wetterschutzgehäuse. Der Sondenstab beinhaltet die Differenzdrucksonde und das Pt 100 zur Abgastemperaturbestimmung sowie dem Montageflansch. Im Wetterschutzgehäuse sind unter anderem der Drucktransmitter, die Auswerteelektronik mit Bedieneinheit und Display, eine Heizung zur Vermeidung von Eisbildung und Klemmdosen für den elektrischen Anschluss integriert.

Während der Eignungsprüfung war ein Smar Drucktransmitter vom Typ LD 301 zur Bestimmung des Differenzdrucks integriert. Es werden von der Firma Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG zwei Versionen des Smar LD 301 Drucktransmitters verwendet. Diese unterscheiden sich lediglich im zulässigen Differenzdruckbereich. Eine Version hat einen Differenzdruckbereich von 0 bis 500 Pa und die andere einen Bereich von 0 bis 1000 Pa. Während der Windkanaluntersuchungen wurden beide Versionen geprüft. Der weitere Labor- und Feldtest wurde mit der Version mit einem maximalen Differenzdruckbereich von 0 bis 500 Pa durchgeführt.

Die Geprüfte Softwareversion lautet: Main Version 2.0, I/O Version 1.1

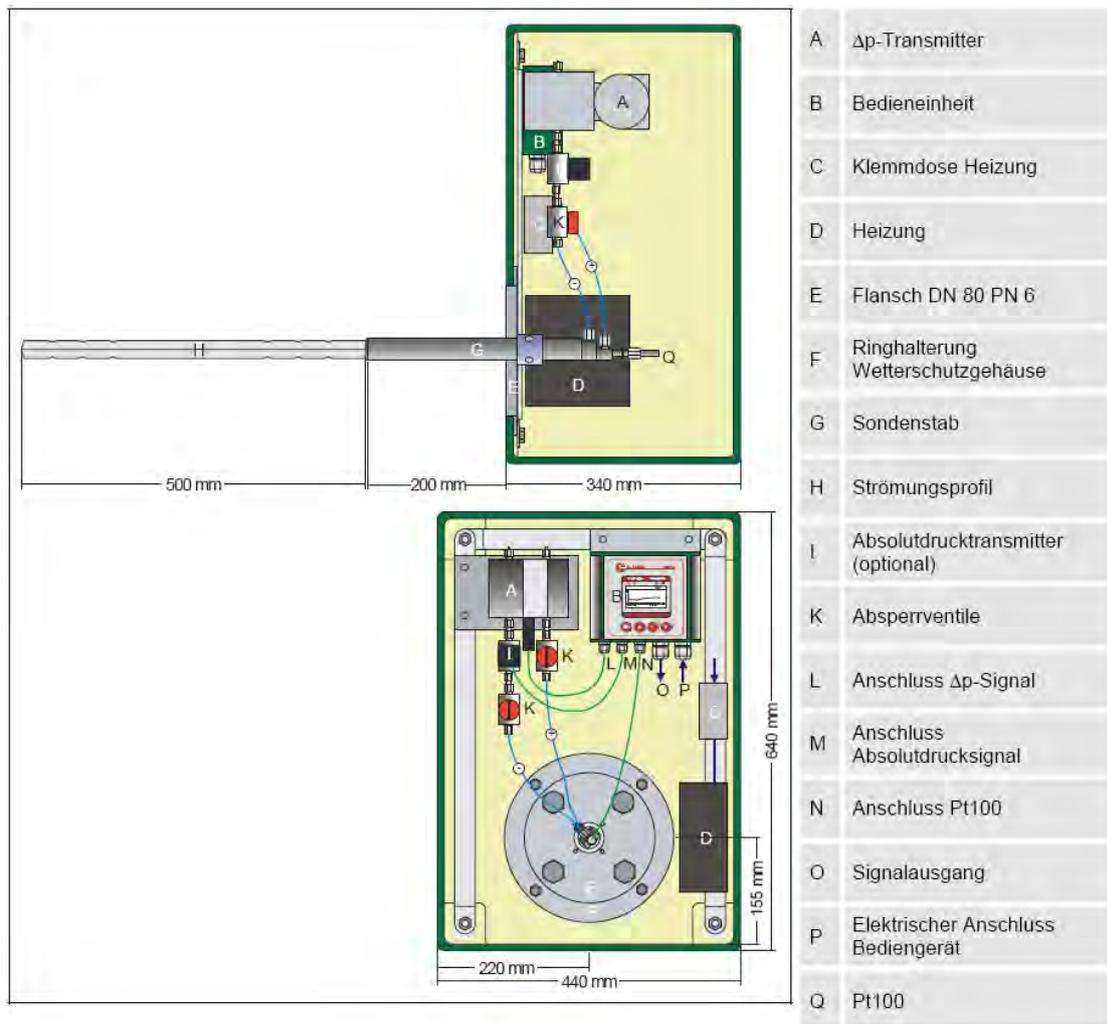


Abbildung 1: Aufbau der Messeinrichtung Födisch FMD 09



Abbildung 2: Sicht in das Wetterschutzgehäuse des Födisch FMD 09

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung FMD 09 der Firma Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG für die Komponente Abgasgeschwindigkeit, Bericht-Nr.: 936/21212361/C

Seite 25 von 216

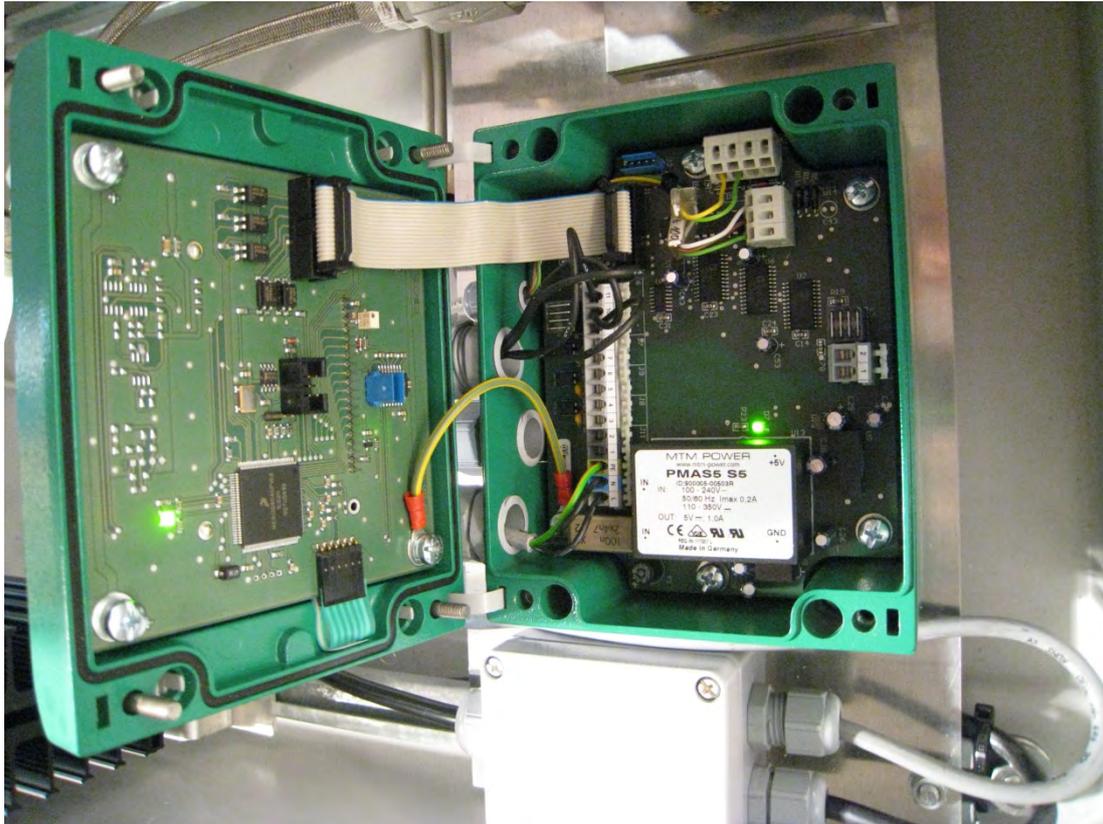


Abbildung 3: Innenansicht der Bedien- und Auswerteeinrichtung

4. Prüfprogramm

4.1 Laborprüfung

Im Rahmen der vorliegenden 2. Ergänzungsprüfung wurden lediglich Linearitätsuntersuchungen durchgeführt, indem mittels eines Druckgebers Differenzdrücke an der Drucksonde aufgegeben wurden, um die Leistungsfähigkeit der Messeinrichtung bei größeren Gasgeschwindigkeiten zu untersuchen. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind im Bericht in Kapitel 6b.12 [6.12 Lack-of-fit im Labortest] dargestellt. Es wurden die gleichen Messeinrichtungen eingesetzt mit denen auch die Erstprüfung durchgeführt wurde.

Die Laborprüfung im Rahmen der Eignungsprüfung wurde mit zwei vollständigen identischen Geräten des Typs FMD 09 mit den Gerätenummern

Gerät 1: 09130

Gerät 2: 09131

durchgeführt.

Gemäß Richtlinie wurde das folgende Testprogramm für den Labortest festgelegt:

- Überprüfung der vollständigen Messsysteme,
- Überprüfung der CE-Kennzeichnung,
- Überprüfung der Sicherung der Justierung,
- Überprüfung der Anzeigebereiche und Nullpunktlage,
- Überprüfung der zusätzlichen Messwertausgänge,
- Überprüfung der Anzeige von Statussignalen,
- Überprüfung der Schutzarten durch Gehäuse,
- Überprüfung der Einstellzeit,
- Überprüfung der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt,
- Überprüfung der Linearität (Lack-of-fit),
- Überprüfung der Null- und Referenzpunktdrift,
- Überprüfung des Einflusses der Umgebungstemperatur,
- Überprüfung des Einflusses der Netzspannung,
- Überprüfung des Einflusses von Schwingungen.

Die folgende Tabelle zeigt die Messkomponente und deren Zertifizierungsbereich, für die dieses Prüfprogramm durchgeführt wurde.

Tabelle 1: Geprüfte Komponenten und Zertifizierungsbereiche im Labortest

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
Abgasgeschwindigkeit	2 – 30 ¹⁾	m/s

- 1) Eine Messeinrichtung die nach dem Differenzdruckmessprinzip arbeitet hat eine untere Ansprechschwelle. Unter dieser Schwelle liefert die Messeinrichtung keine verwertbaren Daten. Diese untere Grenze wurde für die Messeinrichtung FMD 09 mit 2 m/s bestimmt. Deshalb wird dieser Wert auch als untere Grenze des Zertifizierungsbereichs dargestellt. Für alle Prüfungen ist aber der Messbereich der über den Analogausgang ausgegeben wird 0 bis 30 m/s, wobei die Werte < 5,07 mA (2 m/s) nicht die Genauigkeitsanforderungen erfüllen. Der Messbereich ist aber immer mit 0 bis 30 m/s eingestellt. Deswegen ist in den folgenden Tabellen auch immer der Messbereich 0 bis 30 m/s dargestellt.

Tabelle 2: Zusätzliche mit verkürztem Programm zu prüfender Messbereich

Komponente	Messbereich	Einheit
Abgasgeschwindigkeit	2 – 60 ²⁾	m/s

- 2) Eine Messeinrichtung die nach dem Differenzdruckmessprinzip arbeitet hat eine untere Ansprechschwelle. Unter dieser Schwelle liefert die Messeinrichtung keine verwertbaren Daten. Diese untere Grenze wurde für die Messeinrichtung FMD 09 mit 2 m/s bestimmt. Deshalb wird dieser Wert auch als untere Grenze des Zertifizierungsbereichs dargestellt. Für alle Prüfungen des zusätzlichen Messbereichs ist der Messbereich der über den Analogausgang ausgegeben wird 0 bis 60 m/s, wobei die Werte < 4,53 mA (2 m/s) nicht die Genauigkeitsanforderungen erfüllen.

4.2 Feldtest

Im Rahmen der vorliegenden Ergänzungsprüfung wurde kein Feldtest durchgeführt.

Der ursprüngliche Feldtest der Eignungsprüfung erfolgte im Abgas einer Müllverbrennungsanlage mit zwei vollständigen identischen Messsystemen des Typs FMD 09 mit den Geräte-nummern:

Gerät 1: 09130

Gerät 2: 09131.

Art der Anlage:	Kommunale Siedlungsabfallverbrennungsanlage
Abgasreinigungsanlage (vor Messstelle):	Installation hinter Elektrofilter
Einbausituation der Messgeräte:	Die Messeinrichtungen waren in einem vertikalen Abgaskanal installiert. Ein- und Auslaufstrecken sind > 3 d. Der Kanal hat einen rechteckigen Querschnitt mit einer Abmessung von 0,8 m x 5 m. Der hydraulische Durchmesser beträgt 1,4 m. Die Sonden waren auf der breiten Seite nebeneinander in einer Achse eingebaut.
Abgasrandbedingungen: Feuchte: Temperatur: Staubgehalt:	12 - 17 Vol.-% f _r 190 bis 220 °C < 15 mg/m ³

Die Anlage wurde ausgewählt, weil sie einem typischen Einsatzfeld entspricht. Der Feldtest startete am 16.04.2010 und endete am 19.08.2010. Im Anschluss hat sich die Firma Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG aufgrund der bis zu diesem Zeitpunkt positiven Driftergebnisse dazu entschlossen, eine Verlängerung des Feldtests zu beauftragen. Deshalb wurden die Geräte bis November 2010 im Feld weiter betrieben. Während des gesamten Feldtestzeitraums wurden die Driftuntersuchungen fortgeführt. Aufgrund der Ergebnisse der Null- und Referenzpunktkontrollen bis zum 9. November 2010 kann für die Messeinrichtung ein Wartungsintervall von drei Monaten ausgesprochen werden. Für den Feldtest wurde folgendes Testprogramm festgelegt:

- Funktionsprüfung der Geräte,
- Überprüfung der Linearität (Lack-of-fit),
- Überprüfung der Kalibrierfunktion,
- Überprüfung des Wartungsintervalls,
- Überprüfung der Null- und Referenzpunktdrift,
- Überprüfung der Verfügbarkeit,
- Überprüfung der Vergleichspräzision.

Während des Tests waren die Geräte wie in der folgenden Tabelle beschrieben eingestellt:

Tabelle 3: Eingestellte Zertifizierungsbereiche während des Feldtests

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
Abgasgeschwindigkeit	2 – 30 ¹⁾	m/s

- 1) Eine Messeinrichtung die nach dem Differenzdruckmessprinzip arbeitet hat eine untere Ansprechschwelle. Unter dieser Schwelle liefert die Messeinrichtung keine verwertbaren Daten. Diese untere Grenze wurde für die Messeinrichtung FMD 09 mit 2 m/s bestimmt. Deshalb wird dieser Wert auch als untere Grenze des Zertifizierungsbereichs dargestellt. Für alle Prüfungen ist aber der Messbereich der über den Analogausgang ausgegeben wird 0 bis 30 m/s, wobei die Werte < 5,07 mA (2 m/s) nicht die Genauigkeitsanforderungen erfüllen. Der Messbereich ist aber immer mit 0 bis 30 m/s eingestellt. Deswegen ist in den folgenden Tabellen auch immer der Messbereich 0 bis 30 m/s dargestellt.



Abbildung 4: Einbausituation im Feldtest

5. Standardreferenzmessverfahren

5.1 Messverfahren (kontinuierliche Messverfahren)

Messobjekt:	Sauerstoff (O ₂)
Messverfahren / VDI-Richtlinie:	Paramagnetismus / DIN EN 14789
Analysator:	TÜV-Messeinrichtung
Hersteller:	Horiba / PG 250
Eingestellter Messbereich:	0 - 25 Vol.-%
Gerätetyp eignungsgeprüft:	ja
Staubfilter:	ohne
Entnahmesonde:	beheizt auf 180 °C
Probengasleitung vor Gasaufbereitung:	beheizt auf 180 °C
Länge:	8 m
Probengasleitung nach Gasaufbereitung:	unbeheizt
Länge:	Länge 1 m
Werkstoff der Gas führenden Teile:	Quarzglas / PTFE
Messgasaufbereitung:	Permeationstrockner
Fabrikat / Typ:	Gröger & Obst / GOT 200
Temperatur geregelt auf:	3 °C ± 1 K
90%-Einstellzeit des gesamten Messaufbaus in s:	< 60 s (Prüfgasaufgabe über die Sonde)
Registrierung der Messwerte:	
mit einer Messwerterfassungsanlage (Rechner), Fabrikat / Typ:	Yokogawa DX 112

5.2 Messverfahren (diskontinuierliche Messverfahren)

Keine.

5.3 Ermittlung der Abgasrandbedingungen

Staudruck-Messung im Abgaskamin:	Prandtl'sches Staurohr mit Mikromanometer
Statischer Druck im Abgaskamin:	Prandtl'sches Staurohr mit Mikromanometer
Luftdruck in Höhe der Probenahme- stelle:	Lufft / Dosenbarometer / 913 - 1113 mbar
Letzte Überprüfung / Kalibrierung:	Januar 2009
Abgastemperatur:	
Temperaturmessgerät, Fabrikat, Typ:	NiCr-Ni-Thermoelement / MTB / Typ K
Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte):	Adsorption an Silikagel / Gravimetrie
Abgasdichte:	berechnet unter Berücksichtigung der Abgasbe- standteile an Sauerstoff (O ₂), Kohlendioxid (CO ₂), Kohlenmonoxid (CO, soweit relevant), Stickstoff (mit 0,933 % Argon), Abgasfeuchte (Wasser- dampfanteil im Abgas) sowie der Abgastemperatur und Druckverhältnisse im Kanal

5.4 Prüfgase und Prüfstandards

Hier nicht notwendig.

6. Prüfergebnisse

6a Allgemeine Anforderungen

6a.1 [5.1 Anwendung der Mindestanforderung]

Das Prüflaboratorium muss mindestens zwei identische automatische Messeinrichtungen (AMS) prüfen. Alle geprüften AMS müssen die in diesem Dokument festgelegten Mindestanforderungen sowie die in den jeweiligen rechtlichen Regelungen festgelegten Anforderungen an die Messunsicherheit einhalten.

Bewertung

Während der Eignungsprüfung wurden zwei identische und vollständige Messeinrichtungen geprüft. Die Messeinrichtungen erfüllen die Mindestanforderungen zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen sowie die geforderte Messunsicherheit.

Die Prüfungen und Ergebnisse sind in den entsprechenden Kapiteln 6a, 6b und 6c dargestellt. Die Darstellung der Ergebnisse zu der geforderten Messunsicherheit befindet sich im Kapitel 6d.

6a.2 [5.2 Zu prüfende Bereiche]

5.2.1 Zertifizierungsbereich

Der Zertifizierungsbereich, in dem die AMS zu prüfen ist, muss durch Angabe der unteren und der oberen Grenze des Bereiches festgelegt werden. Der Bereich muss für die vorgesehene Anwendung der AMS geeignet sein. Der Zertifizierungsbereich ist wie folgt festzulegen:

- a) *für Abfallverbrennungsanlagen als Bereich von null, falls die AMS Null messen kann, bis zum maximal 1,5-fachen des Emissionsgrenzwertes (ELV) für den Tagesmittelwert;*
- b) *für Großfeuerungsanlagen als Bereich von null, falls die AMS Null messen kann, bis zum maximal 2,5-fachen des Emissionsgrenzwertes (ELV) für den Tagesmittelwert;*
- c) *für andere Anlagen unter Berücksichtigung des jeweiligen Emissionsgrenzwertes oder jeder anderen Anforderung in Bezug auf die vorgesehene Anwendung.*

Zur Bildung von Halbstundenwerten muss die automatische Messeinrichtung Momentanwerte in einem Bereich messen können, der mindestens das Zweifache der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches beträgt. Wenn zur Erfüllung dieser Anforderung Bereichsumschaltungen der AMS notwendig sind, erfordern die zusätzlichen Bereiche weitere Prüfungen (siehe 5.2.2).

Der/Die Zertifizierungsbereich(e) und die für jeden Bereich geprüften Mindestanforderungen müssen im Zertifikat angegeben werden.

Das Prüflaboratorium sollte für den Feldtest eine industrielle Anlage mit erkennbar schwierigen Randbedingungen auswählen. Dies bedeutet, dass die automatische Messeinrichtung dann auch bei weniger schwierigen Messbedingungen eingesetzt werden kann.

Bewertung

Der Volumenstrom ist eine Bezugsmessgröße, daher gibt es hier keinen Emissionsgrenzwert für den Tagesmittelwert. Der geprüfte Messbereich liegt im Bereich üblicher Abgasgeschwindigkeiten und kann so eingestellt werden, dass der übliche maximale Volumenstrom bei 80 % des Messbereiches liegt.

Die Zertifizierungsbereiche und die für jeden Bereich geprüften Mindestanforderungen sind im Zertifikat angegeben.

Der ausgewählte Standort des Feldtests ist bereits in Kapitel 4.2 näher beschrieben.

5.2.2 Zusätzliche Bereiche

Falls ein Hersteller den Nachweis der Einhaltung der Anforderungen in einem zusätzlichen Bereich oder in mehreren zusätzlichen Bereichen wünscht, die größer als der Zertifizierungsbereich sind, dann sind einige ausgewählte, zusätzliche Prüfungen für alle zusätzlichen Bereiche notwendig. Diese zusätzlichen Prüfungen müssen mindestens die Untersuchung der Einstellzeit und des Lack-of-fit beinhalten. Die Querempfindlichkeit ist für Störkomponenten, die sich bei der Prüfung im Zertifizierungsbereich als relevant erwiesen haben, zu prüfen. Die Konzentration der relevanten Störkomponenten muss proportional größer als die festgelegten Werte sein, wobei der Proportionalitätsfaktor gleich dem Verhältnis des betrachteten zusätzlichen Bereiches zum Zertifizierungsbereich ist.

Zusätzliche Bereiche und die für diese Bereiche geprüften Mindestanforderungen sind im Zertifikat anzugeben.

Bewertung

Es wurden zusätzliche Messbereiche definiert. Für diese Bereiche wurden einige zusätzliche Prüfungen durchgeführt. Die Ergebnisse zu diesen Zusatzprüfungen befinden sich in den jeweiligen Unterpunkten in den Kapiteln 6b und 6c.

5.2.3 Untere Grenze der Bereiche

Die untere Grenze des Zertifizierungsbereiches ist üblicherweise Null.

Bewertung

Aufgrund der Ergebnisse aus den Windkanaluntersuchungen wird die untere Grenze des Zertifizierungsbereiches mit 2 m/s festgelegt.

5.2.4 Angabe von bereichsbezogenen Mindestanforderungen

Die festgelegten Mindestanforderungen werden für alle Messkomponenten mit Ausnahme von Sauerstoff als prozentualer Anteil der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches angegeben. Für Sauerstoff werden die Mindestanforderungen als Volumenkonzentration angegeben. Eine bereichsbezogene Mindestanforderung entspricht der größten Abweichung, die in einer Prüfung zulässig ist, wobei das Vorzeichen der in der Prüfung ermittelten Abweichung nicht von Belang ist.

Bewertung

Für alle Prüfungen werden die Abweichungen als prozentualer Anteil der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches angegeben.

5.2.5 Bereiche für optische In-situ-AMS mit variabler optischer Länge

*Der Zertifizierungsbereich für optische In-situ-AMS mit variabler optischer Länge muss in Einheiten festgelegt werden, die sich als Produkt aus der Konzentration der Messkomponente und der optischen Weglänge ergeben.
Die bei der Prüfung verwendete Weglänge ist im Zertifikat anzugeben.*

Bewertung

Bei der geprüften Messeinrichtung handelt es sich nicht um eine In-situ-AMS mit variabler optischer Länge.

6a.3 [5.3 Herstellungsbeständigkeit und Änderung der Gerätekonfiguration]

Die Zertifizierung einer AMS gilt nur für das Prüfmuster, das die Eignungsprüfung durchlaufen hat. Nachfolgende Änderungen der Gerätekonfiguration, die Einfluss auf das Leistungsvermögen der AMS haben könnten, können dazu führen, dass die Zertifizierung ungültig wird.

Die Herstellungsbeständigkeit und Änderungen der Gerätekonfiguration werden in der DIN EN 15267-2 behandelt.

Bewertung

Die durchgeführten Prüfungen wurden mit den in Kapitel 3 ausführlich beschriebenen Messeinrichtungen durchgeführt. Die Prüfergebnisse in diesem Prüfbericht und im zugehörigen Zertifikat beziehen sich nur auf Messeinrichtungen, die den geprüften Prüfmustern entsprechen. Der Hersteller wurde darauf hingewiesen, dass jegliche Änderung an der Messeinrichtung mit dem Prüfinstitut abgesprochen werden muss und zu Nach- oder Neuprüfungen der Messeinrichtung führen kann.

Bei Änderungen an der Gerätekonfiguration für Hard- und/oder Software ist der Fortbestand der Gültigkeit der Zertifizierung nicht garantiert.

6a.4 [5.4 Qualifikation der Prüflaboratorien]

Prüflaboratorien müssen über eine Akkreditierung nach EN ISO/IEC 17025 verfügen. Weiterhin müssen sie für die Durchführung der in dieser Europäischen Norm festgelegten Prüfungen akkreditiert sein. Prüflaboratorien müssen die Unsicherheiten der einzelnen in der Eignungsprüfung verwendeten Prüfprozeduren kennen. CEN/TS 15675 ergänzt die Norm EN ISO/IEC 17025 hinsichtlich der Durchführung von Emissionsmessungen. Diese Ergänzungen sollten bei der Verwendung der im Anhang A der DIN ENJ 15267-3 festgelegten Standardreferenzmessverfahren berücksichtigt werden.

Bewertung

Das Prüfinstitut TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025 für Eignungsprüfungen (QAL1), Funktionsprüfungen (AST), Kalibrierungen (QAL2) und Emissionsmessungen bis zum 31-01-2013 akkreditiert.

Im Anhang ist als Abbildung 45 die Akkreditierungs-Urkunde beigefügt.

6b Laborprüfungen

6b.1 [6.1 Automatische Messeinrichtungen für die Prüfung]

Alle für die Prüfung bereit gestellten automatischen Messeinrichtungen müssen vollständig sein. Die Anforderungen gelten nicht für Einzelkomponenten einer AMS. Der Prüfbericht muss für eine festgelegte AMS unter Angabe aller Einzelkomponenten angefertigt werden.

Automatische Messeinrichtungen mit extraktiver Probenahme müssen geeignete Vorrichtungen zur Filterung von Feststoffen, zur Vermeidung von chemischen Reaktionen in der Probenahmeinrichtung, zur Vermeidung von Mitnahmeeffekten und zur effektiven Kontrolle von Wasserkondensat besitzen.

Messeinrichtungen, die über unterschiedlich lange Probenahmeleitungen verfügen, müssen mit einer Probenahmeleitung geprüft werden, deren Länge zwischen dem Prüflaboratorium und dem Hersteller vereinbart wird. Die Länge der Probenahmeleitung ist im Prüfbericht anzugeben.

Das Prüflaboratorium muss den Typ der Probenahmeinrichtung im Prüfbericht beschreiben.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung wurde mit zwei vollständigen und baugleichen Messeinrichtungen vom Typ FMD 09 durchgeführt. Die AMS ist ein in-situ Messgerät. Im Messgerät ist die Software mit der Main-Versionsnummer 2.0 und der I/O Versionsnummer 1.1 implementiert.

Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtungen und das Handbuch wurden auf Vollständigkeit überprüft.

Fotos der beiden Messeinrichtungen wurden sowohl vor der Messung als auch während der einzelnen Testpunkte gemacht.

Auswertung

Die beiden Messeinrichtungen waren baugleich und bestehen aus Sonde und dem angebaute Wetterschutzgehäuse, welches die Auswerteeinheit, den Drucktransmitter und die Stromversorgung enthält.

Bewertung

Die eignungsgeprüfte Ausführung umfasst die vollständige Messeinrichtung einschließlich Sonden, Drucktransmitter, Datenausgabe und Bedienungsanleitung.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Das geprüfte Messsystem besteht aus folgenden Bestandteilen:

Sonde, Drucktransmitter, Auswerteeinheit und Handbuch.

Eine Kopie des Handbuches befindet sich im Anhang ab Seite 138.

6b.2 [6.2 CE-Kennzeichnung]

Die automatische Messeinrichtung muss die Anforderungen der anzuwendenden EG-Richtlinien an die CE-Kennzeichnung einhalten. Dazu gehören beispielsweise

- *die Richtlinie 89/336/EWG über die elektromagnetische Verträglichkeit und ihre Änderung durch die Richtlinien 92/31/EWG und 93/68/EWG*
- *und die Richtlinie 72/23/EWG über elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen und ihre Änderung durch die Richtlinie 93/68/EWG.*

Hersteller oder Anbieter von automatischen Messeinrichtungen müssen einen überprüf- und nachvollziehbaren Nachweis erbringen, dass die in den für die Geräte geltenden EG-Richtlinien festgelegten Anforderungen eingehalten werden.

Gerätetechnische Ausstattung

Nicht notwendig für diesen Prüfpunkt.

Durchführung der Prüfung

Der Hersteller beschreibt im Kapitel 1.9 des Handbuchs Details zur CE Kennzeichnung.

Auswertung

Es lagen dem Prüfinstitut folgende Unterlagen vor:

Handbuch des Herstellers.

Bewertung

[Im Handbuch sind Details zur CE Kennzeichnung angegeben. Ein Herstellerzertifikat ist der Abbildung 5 dieses Berichtes zu entnehmen.](#)

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse.



Dr. Födisch

Umweltmesstechnik AG
Zwenkauer Straße 159
D-04420 Markranstädt

EG - Konformitätserklärung EC - Declaration of conformity

Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG,
Zwenkauer Str. 159, 04420 Markranstädt

Hiermit erklären wir, dass das nachfolgend genannte Produkt
Herewith, we declare that the following product

Typ **Volumenstrom-Messgerät FMD 09**
type **Flow measuring device FMD 09**

den grundlegenden Anforderungen der
and is corresponding to the basic requirements of the

EG- Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG und der
EG low voltage directive 2006/95/EG and the

EG- Richtlinie über die elektromagnetische Verträglichkeit 89/336 EWG, zul. geändert
mit 2004/108/EG
EC directive about electromagnetic compatibility 89/336 EEC, l.c. with 2004/108/EC

Folgende harmonisierte Normen wurden angewandt:
The following harmonized standards have been used:

DIN EN 55022:2006
DIN EN 61000-4-1:2007
DIN EN 61000-6-1:2005
DIN EN 61000-6-3:2007

Markranstädt, den 10.01.2010

Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG


Dr.- Ing. H. Födisch
Vorstand

Diese Erklärung bescheinigt die Übereinstimmung mit den genannten Richtlinien, beinhaltet jedoch keine Zusicherung von
Eigenschaften im rechtlichen Sinne.
*This declaration certifies conformance with the above mentioned directives. Affirmation of attributes in a legal sense is not
included.*

Die Sicherheitshinweise und Installationsanweisungen der mitgelieferten Produktdokumentationen sind zu beachten.
Safety declarations and installation instructions given in the product documentations have to be considered.

Abbildung 5: Herstellerzertifikat über EU Konformitätserklärung

6b.3 [6.3 Unbefugtes Verstellen]

Die automatische Messeinrichtung muss über eine Sicherung gegen unbefugtes Verstellen der Justierung verfügen.

Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht notwendig.

Durchführung der Prüfung

Die automatische Messeinrichtung wurde gemäß der Bedienungsanleitung in Betrieb genommen. Danach wurde die vom Messgerätehersteller vorgesehene Schutzvorrichtung gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen der Justierung aktiviert. Anschließend wurde geprüft, ob die Sicherung zuverlässig arbeitet.

Auswertung

Die Messeinrichtung weist einen Passwortschutz an der Auswerteeinheit auf, welche ein unbefugtes Verstellen der messtechnisch relevanten Parameter verhindert. Ohne das Passwort können nur Geräteparameter angesehen aber nicht verändert werden. Die Beschreibung dieser Funktion ist dem Gerätehandbuch unter Kapitel „6.4.1.6 Einstellungen / Passwort“ zu entnehmen.

Bewertung

Die Sicherung der Justierung ist durch einen Passwortschutz gewährleistet.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6b.4 [6.4 Anzeigebereiche und Nullpunktlage]

Die automatische Messeinrichtung muss über einen Messsignalausgang mit lebendem Nullpunkt (z. B. 4 mA) verfügen, so dass negative und positive Messsignale angezeigt werden können.

Die AMS muss über eine Geräteanzeige verfügen, die das Messsignal anzeigt. Die Geräteanzeige darf sich außerhalb der AMS befinden.

Das Prüflaboratorium hat zu überprüfen, ob die Anzeigebereiche der automatischen Messeinrichtung eingestellt werden können und ob diese Anzeigebereiche für die jeweilige Messaufgabe geeignet sind.

Die mit der AMS zu überwachenden Grenzwerte sollten dokumentiert werden. Weiterhin sollte die Eignung der Anzeigebereiche der AMS für geltende EG-Richtlinien und andere vorgesehene Anwendungen beschrieben werden.

Das Prüflaboratorium muss mit Hilfe von Referenzmaterialien überprüfen, ob der Anzeigebereich mindestens doppelt so groß wie der Zertifizierungsbereich ist.

Gerätetechnische Ausstattung

Zur Aufnahme des Analogsignals der Messeinrichtung wurde ein Multimeter eingesetzt.

Durchführung der Prüfung

Es wurde überprüft, ob die gewünschten Messbereiche unter Berücksichtigung der Messaufgabe an der Messeinrichtung eingestellt werden können.

Die Signalausgabe wurde daraufhin überprüft, ob die Anforderungen, wie lebender Nullpunkt und Messbereich, eingehalten werden.

Auswertung

Die Lage des Nullpunktes kann auf 4 mA eingestellt werden. Der Anzeigebereich kann den geltenden Richtlinien angepasst werden.

Bewertung

Der Anzeigebereich kann an der Messeinrichtung eingestellt werden. Der Nullpunkt liegt mit 4 mA bei 20 % des analogen Geräteausgangs. Die Messeinrichtung kann auch negative Messwerte ausgeben. 4 mA entsprechen 0 m/s bei der Messeinrichtung.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6b.5 [6.5 zusätzliche Messwertausgänge]

Die automatische Messeinrichtung muss über einen zusätzlichen Messwertausgang verfügen, der den Anschluss eines zusätzlichen Anzeige- und Registriergerätes erlaubt, also einen Ausgang für das Datenerfassungssystem und einen zusätzlichen Ausgang für die Durchführung der QAL2, QAL3 und AST nach EN 14181.

Das Prüflaboratorium muss anschließend überprüfen, ob die Messsignale an dem zusätzlichen Messwertausgang mit denen der AMS übereinstimmen. Das Prüflaboratorium muss die Funktionsweise des zusätzlichen Messwertausganges im Prüfbericht beurteilen und beschreiben.

Gerätetechnische Ausstattung

Zu prüfende Messeinrichtung, Null- und Prüfgase und Multimeter.

Durchführung der Prüfung

Zur Prüfung wurde ein Multimeter an die Analogausgänge der Messeinrichtung angeschlossen. Die Prüfung erfolgte durch Vergleich des aufgenommenen Messsignals mit dem der AMS und mit dem Sollwert.

Auswertung

Die Messeinrichtung hat drei Analogausgänge. Es kann ausgewählt werden, welche Messgröße über diese Ausgänge ausgegeben werden soll. Die Messwerte der verschiedenen Ausgänge der Messeinrichtung sind gleich. Zudem gibt es Statussignale zur Meldung von Gerätestörungen und Grenzwertüberschreitungen.

Der Anschluss eines zusätzlichen Datenerfassungssystems ist möglich.

Bewertung

Zusätzliche Signalausgänge sind am Gerät vorhanden. Die Signalausgänge geben identische Messwerte aus.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6b.6 [6.6 Anzeige von Statussignalen]

*Die automatische Messeinrichtung muss den Betriebszustand anzeigen.
Weiterhin muss die AMS in der Lage sein, den Betriebszustand an eine Datenerfas-
sungseinrichtung zu übermitteln.*

Gerätetechnische Ausstattung

Die vorhandenen Statussignale wurden mit Hilfe eines Multimeters geprüft.

Durchführung der Prüfung

Durch Eingriff in die Messeinrichtung wurden Störungen simuliert. Zudem ist es möglich, wie im Handbuch Kapitel „6.4.4 man. Wartung“ beschrieben, über einen entsprechenden Menüpunkt ein Wartungssignal zu aktivieren.

Auswertung

Es wurde geprüft, ob die jeweiligen Statusmeldungen vom Gerät korrekt gemeldet wurden.

Bewertung

Die Statusmeldungen wurden korrekt ausgegeben, es kann über die Bedieneinheit zusätzlich manuell ein Wartungssignal aktiviert werden.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6b.7 [6.7 Vermeidung oder Kompensation der Verschmutzung optischer Grenzflächen]

Beruhet das Messprinzip auf optischen Verfahren, so muss die Messeinrichtung eine Vorrichtung besitzen, die eine Verschmutzung der optischen Grenzflächen vermeidet und/oder kompensiert.

Für Geräte mit einer eingebauten Verschmutzungskompensation darf die Absorption durch das optische Filter vom Gerätehersteller festgelegt werden und mehr als 10 % betragen, um so eine umfassendere Prüfung der Kompensation zu ermöglichen. Der Einfluss einer Verschmutzung der optischen Grenzflächen auf das Messsignal ist unter Berücksichtigung der physikalischen Zusammenhänge zu ermitteln und nach Möglichkeit durch Messungen zu quantifizieren.

Das geräteinterne Verfahren zur Verschmutzungskontrolle muss vom Gerätehersteller nachvollziehbar beschrieben sein. Diese Funktion muss bei eingebauter Messeinrichtung im laufenden Betrieb verfügbar sein. Die AMS muss den Betrieb der Funktion anzeigen.

Gerätetechnische Ausstattung

Das Messprinzip beruht nicht auf einem optischen Verfahren.

Durchführung der Prüfung

Das Messprinzip beruht nicht auf einem optischen Verfahren.

Auswertung

Das Messprinzip beruht nicht auf einem optischen Verfahren.

Bewertung

Das Messprinzip beruht nicht auf einem optischen Verfahren.

Die Mindestanforderung ist nicht relevant.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

6b.8 [6.8 Schutzarten durch Gehäuse]

Geräte, deren Einbau auf belüftete Räume und Messschränke beschränkt ist, wo die Geräte vor Niederschlägen geschützt sind, müssen mindestens der Schutzart IP40 nach EN 60529 entsprechen.

Geräte, deren Einbau auf Orte mit Schutz vor Niederschlägen beschränkt ist, beispielsweise Orte mit Vordächern, wo die Geräte jedoch Niederschlägen auf Grund von beispielsweise Wind ausgesetzt sein können, müssen mindestens der Schutzart IP54 nach EN 60529 entsprechen.

Geräte, die zur Verwendung in Außenbereichen ohne jeglichen Wetterschutz vorgesehen sind, müssen mindestens der Schutzart IP65 nach EN 60529 entsprechen.

Gerätetechnische Ausstattung

Bericht über die Schutzartprüfung bereitgestellt durch den Hersteller.

Durchführung der Prüfung

Der Hersteller der AMS legte dem Prüflaboratorium den Bericht über die Prüfung des Gehäuses nach EN 60529 vor. Die Einhaltung der angegebenen Schutzart wurde überprüft.

Auswertung

Der Hersteller gibt für die Messeinrichtung die Schutzart IP65 an. Somit ist eine Verwendung in Außenbereichen möglich.

Bewertung

Die Sonde entspricht der Schutzart IP66 und die Auswerteeinheit der IP65.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

6b.9 [6.9 Einstellzeit im Labortest]

Die automatische Messeinrichtung muss die folgenden Mindestanforderungen an die Einstellzeit einhalten.

Die Einstellzeit der Messeinrichtung darf nicht mehr als 60 s betragen.

Gerätetechnische Ausstattung

Zu prüfende Messeinrichtung und ein Druckgeber.

Durchführung der Prüfung

Die Einstellzeit wird im Labor mittels eines Druckgebers überprüft. Die Einstellzeit wird für den Anstieg auf 90 % und den Abfall auf 10 % des Referenzpunktes ermittelt.

Durch Simulation eines definierten Differenzdrucks auf die Sonde / auf den Drucktransmitter wird der sprunghafte Wechsel der Abgasgeschwindigkeiten simuliert. Nachdem ein stabiler Wert erreicht ist, wird der anstehende Druck entspannt, sodass an beiden Eingängen des Drucktransmitters ein Druckgleichgewicht entsteht. Dies markiert den Startpunkt für die Einstellzeit im Abfallmodus, das Erreichen von 10 % der vorher eingestellten Geschwindigkeit erreicht sind markiert den Endpunkt der Einstellzeit im Abfallmodus.

Da die AMS die Mindestanforderung bereits bei der ersten Prüfung mit einem Faktor zwei oder mehr erfüllte, wurde auf weitere Prüfungen verzichtet.

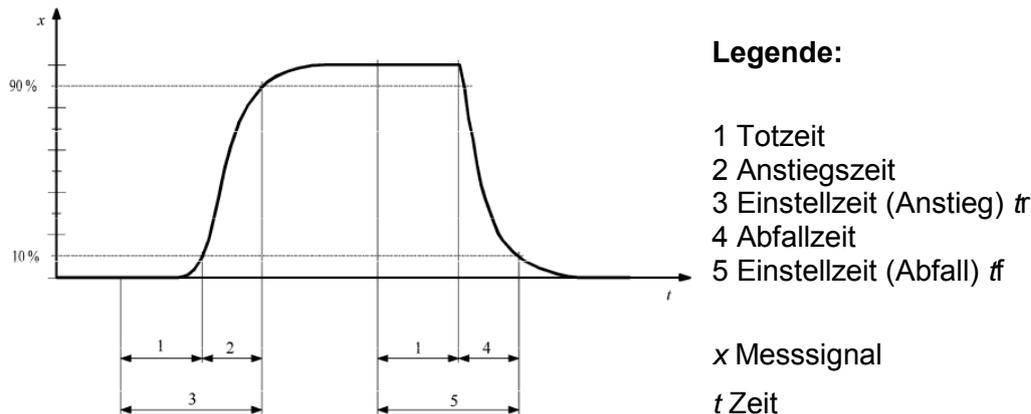


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Prüfung der Einstellzeit

Auswertung

Bei dieser Art von Messgerät ist die Einstellung abhängig von der eingestellten Dämpfung, die Dämpfung ist hier auf 2 s eingestellt.

Es wurde die Zeitspanne zwischen Druckaufgabe und Druckentspannung und Erreichen von 90 % der Gasgeschwindigkeit für den Anstiegsmodus und 10 % der Gasgeschwindigkeit für den Abfallmodus, bestimmt.

Der Mittelwert der Einstellzeiten im Anstiegsmodus und der Mittelwert der Einstellzeiten im Abfallmodus werden berechnet. Der größere der beiden Mittelwerte der Einstellzeiten im Anstiegsmodus und im Abfallmodus wird als Einstellzeit der AMS verwendet. Zu bemerken ist, dass die angegebenen Einstellzeiten insbesondere durch die Dauer des manuellen Druckaufbaus mittels Druckgeber beeinflusst werden.

Die relative Differenz der Einstellzeiten wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$t_d = \left| \frac{t_r - t_f}{t_r} \right|$$

Dabei ist

- t_d die relative Differenz zwischen den Einstellzeiten des Anstiegs- und Abfallmodus;
- t_r die im Anstiegsmodus ermittelte Einstellzeit;
- t_f die im Abfallmodus ermittelte Einstellzeit.

Bewertung

Es ergeben sich Einstellzeiten von maximal 10 s, bei einer Dämpfungszeit von 2 s.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Tabelle 3: Einstellzeiten im Labortest für die Messeinrichtung FMD 09

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Komponente: Abgasgeschwindigkeit 0 bis 30 m/s

Volumenstrom, trocken	Gerät 1	Gerät 2
t_{90} für den Anstieg	$t_r = 10 \text{ sec}$	$t_r = 10 \text{ sec}$
t_{90} für den Abfall	$t_f = 10 \text{ sec}$	$t_f = 10 \text{ sec}$
rel. Differenz der t_{90}	$t_d = 0,0 \text{ %}$	$t_d = 0,0 \text{ %}$
Einstellzeit	$t_{90} = 10 \text{ sec}$	$t_{90} = 10 \text{ sec}$

Tabelle 4: Einstellzeiten im Labortest für die Messeinrichtung FMD 09 (zusätzlicher Messbereich)

Messgerät: FMD 09 im Labortest (zusätzlicher MB)
Komponente: Abgasgeschwindigkeit 0 bis 60 m/s

Volumenstrom, trocken	Gerät 1	Gerät 2
t_{90} für den Anstieg	$t_r = 10 \text{ sec}$	$t_r = 10 \text{ sec}$
t_{90} für den Abfall	$t_f = 10 \text{ sec}$	$t_f = 10 \text{ sec}$
rel. Differenz der t_{90}	$t_d = 0,0 \text{ %}$	$t_d = 0,0 \text{ %}$
Einstellzeit	$t_{90} = 10 \text{ sec}$	$t_{90} = 10 \text{ sec}$

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

6b.10 [6.10 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt]

Die automatische Messeinrichtung muss folgende Mindestanforderungen an die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt einhalten.

Die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt darf 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten.

*Die Nachweisgrenze ist gleich der doppelten Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt.
Die Bestimmungsgrenze ist gleich der vierfachen Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt.*

Gerätetechnische Ausstattung

Zu prüfende Messeinrichtung.

Durchführung der Prüfung

Die Messsignale der AMS am Nullpunkt wurden nach einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, durch 20 aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand von jeweils der einfachen Einstellzeit der Geräteanzeige ermittelt. Der Wert ist jeweils über die Einstellzeit zu mitteln.

Auswertung

Anhand der ermittelten Messsignale wurde die Wiederholstandardabweichung mit folgender Gleichung berechnet.

$$s_r = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

mit:

s_r die Wiederholstandardabweichung;
 x_i das i -te Messsignal;
 \bar{x} der Mittelwert der Messsignale x_i ;
 n die Anzahl der Messungen, $n = 20$.

Bewertung

Der Maximalwert der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt betrug 0,006 m/s. Dies entspricht einer Wiederholstandardabweichung von 0,0 % bezogen auf den Zertifizierungsbereich.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Tabelle 5: Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Abgasgeschwindigkeit
Komponente: (Zertifizierungsbereich = 0 - 30 m/s)

Nullpunkt		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl Punkte		20	20
Mittelwert	m/s	0,002	0,000
Standardabweichung s_r	m/s	0,006	0,000
Mindestanforderung $s_r \leq$	m/s	0,600	
Standardabweichung s_r	% ZB	0,0	0,0
Mindestanforderung $s_r \leq$	% ZB	2,0	
Nachweisgrenze	m/s	0,012	0,000
Bestimmungsgrenze	m/s	0,023	0,000

Zusätzlich wurde die Wiederholbarkeit am Nullpunkt bei einer kleinen Geschwindigkeit aufgenommen, da die untere Grenze des Zertifizierungsbereichs von Null verschieden ist. Es wurde hier auf die Werte bei einer Anzeige von ca. 5 m/s zurückgegriffen. Die sich ergebende Standardabweichung ist höher als die bei 0 m/s. Dies ist insbesondere darauf zurück zu führen, dass bei der Untersuchung bei 0 m/s lediglich beide Impulsleitungen gegen Umgebungsdruck geöffnet werden und bei der Untersuchung bei 5 m/s ein definierter Druck aufgegeben wird. Aufgrund des geringen Druckniveaus war es bei der ca. zwanzigminütigen Prüfung notwendig, den Druck aufgrund minimaler Undichtigkeiten nachzuregulieren. Somit sind die Unterschiede in den beiden Versuchsreihen eher auf die Besonderheiten bei der Prüfung zurückzuführen.

Tabelle 6: Wiederholstandardabweichung bei niedriger Abgasgeschwindigkeit

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Abgasgeschwindigkeit
Komponente: (Zertifizierungsbereich = 0 - 30 m/s)

Referenzpunkt		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl Punkte		20	20
Mittelwert	m/s	5,014	4,937
Standardabweichung s_r	m/s	0,080	0,017
Mindestanforderung $s_r \leq$	m/s	0,600	
Standardabweichung s_r	% ZB	0,3	0,1
Mindestanforderung $s_r \leq$	% ZB	2,0	

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse zur Bestimmung der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt sind im Anhang in Tabelle 32 dargestellt.

6b.11 [6.11 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt]

*Die automatische Messeinrichtung muss folgende Mindestanforderungen an die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt einhalten.
Die Wiederholstandardabweichung wird für Volumenstrommesseinrichtungen nicht bestimmt.*

Gerätetechnische Ausstattung

Dieser Prüfpunkt ist für Volumenstrommesseinrichtungen nicht relevant.

Durchführung der Prüfung

Dieser Prüfpunkt ist für Volumenstrommesseinrichtungen nicht relevant.

Auswertung

Dieser Prüfpunkt ist für Volumenstrommesseinrichtungen nicht relevant.

Bewertung

Dieser Prüfpunkt ist für Volumenstrommesseinrichtungen nicht relevant.

Die Mindestanforderung ist nicht relevant.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Dieser Prüfpunkt ist für Volumenstrommesseinrichtungen nicht relevant.

6b.12 [6.12 Lack-of-fit im Labortest]

Die automatische Messeinrichtung muss ein lineares Messsignal liefern und folgende Mindestanforderungen an den Lack-of-fit einhalten.

Die Abweichung darf nicht größer als 3,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert sein.

Die Linearität der Geräteanzeige ist mit mindestens sieben verschiedenen Referenzmaterialien, zu denen auch die Konzentration Null gehört, zu überprüfen.

Gerätetechnische Ausstattung

Zu prüfende AMS, Druckgeber.

Durchführung der Prüfung

Die Linearitätsprüfung wurde durch Simulation von Differenzdrücken mittels eines Druckgebers überprüft.

Dazu wurde die folgende Reihenfolge genutzt (die Angaben beziehen sich auf den Messbereichsendwert):

0 % → 70 % → 40 % → 0 % → 60 % → 10 % → 30 % → 90 % → 0 %.

Durch Verwendung dieser Reihenfolge wurden Hystereseeffekte vermieden.

Nach jedem Wechsel der Konzentration wurden die Messsignale der AMS nach einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, durch drei aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand von jeweils der einfachen Einstellzeit ermittelt. Die Werte wurden jeweils über eine Einstellzeit gemittelt.

Es besteht die Möglichkeit die Messeinrichtung mit zwei Differenzdrucktransmittern des Herstellers Smar vom Typ LD 301 auszurüsten. Die Druckaufnehmer unterscheiden sich im zulässigen Differenzdruckbereich. Die eine Ausführung weist einen Differenzdruckbereich von 0 bis 500 Pa und die andere einen von 0 bis 1000 Pa auf. Während der durchgeführten Windkanaluntersuchungen wurden beide Ausführungen getestet. Im späteren Labor und Feldtest wurde die Variante mit einem Druckbereich von 500 Pa verwendet.

In dem zusätzlichen Labortest im August 2011, wurden weitere Linearitätsuntersuchungen an der Messeinrichtung durchgeführt um die untere Grenze des Zertifizierungsbereichs der Messeinrichtung zu bestimmen. Dazu wurden Linearitätsuntersuchungen an einem Windkanal durchgeführt, bei denen eine größere Anzahl Punkte im Bereich zwischen 0 und 5 m/s angefahren wurde. Es wurden auch höhere Geschwindigkeiten angefahren, so dass diese Untersuchungen den kompletten Messbereich umfassten. Bei diesen Versuchen wurde der Drucktransmitter mit dem Messbereich 0 bis 500 Pa eingesetzt.

In dem 2. zusätzlichen Labortest im März 2012, der im vorliegenden Bericht dargestellt ist, wurden weitere Linearitätsuntersuchungen durchgeführt, um den Messbereich auf 2 bis 60 m/s zu erweitern. Dazu wurde die Linearität des Differenzdruckaufnehmers im Messbereich 0 bis 60 m/s mittels Druckaufgabe überprüft. Bis zu einer Gasgeschwindigkeit von 100 m/s braucht hierbei keine Kompressibilität des Gases berücksichtigt werden (vgl. Fiedler, Otto, Strömungs- und Durchflussmeßtechnik, Oldenburg 1992, S. 59). [10]

Auswertung

Die Bestimmung des Zusammenhangs zwischen den Werten der AMS und den Werten der Referenzmaterialien wurde entsprechend Anhang C der DIN EN 15267-3 durchgeführt. Hierzu wurde mit den Werten der AMS (x-Werte) und den Werten des Referenzmaterials (c-Werte) eine Regressionsrechnung durchgeführt. Anschließend wurden die Mittelwerte der Geräteanzeigen der AMS für jede Konzentrationsstufe und der Abstand (Residuum) dieser Mittelwerte zur Regressionsgerade berechnet.

Bei der Volumenstrombestimmung mittels Differenzdruckmethode besteht die Besonderheit, dass der Zusammenhang zwischen Differenzdrucksignal und Abgasgeschwindigkeit abhängig von der jeweiligen Gasdichte im Abgaskanal ist. Diese Gasdichte wird insbesondere durch die Gaszusammensetzung, der Kanaltemperatur und Druck beeinflusst. Um einen Unsicherheitsbeitrag für die Unsicherheitsbetrachtung zu erlangen ist es notwendig, das Differenzdrucksignal auf den zu prüfenden Geschwindigkeitsbereich von 0 bis 30 m/s zu beziehen. Bei dem verwendeten Differenzdruckbereich von 0 bis 500 Pa wäre dies bei einer Gasdichte von 1,11 kg/m³ der Fall, denn:

$$V_{Gas} = \sqrt{2} * \frac{\sqrt{DP_{Kanal}}}{\sqrt{\rho_{Gas}}}$$
$$\rho_{Gas} = \frac{2 * DP_{Kanal}}{V_{Gas}^2}$$

Wobei:

V_{Gas}	Abgasgeschwindigkeit in m/s
DP_{Kanal}	Differenzdruck im Abgaskanal in Pa
ρ_{Gas}	Dichte des gemessenen Gases in kg/m ³

Anhand des gegebenen Differenzdruck- und Geschwindigkeitsbereichs ergibt sich folgende theoretische Gasdichte:

$$\rho_{Gas} = \frac{2 * 500 Pa}{30 m / s^2} = 1,11 \frac{kg}{m^3}$$

Bei der geprüften Messeinrichtung ist es möglich, einen Festwert für die Gasdichte in der Auswertelektronik zu hinterlegen. Diese Dichte wurde in diesem Falle mit 1,11 kg/m³ eingegeben. Mittels eines Druckgebers wurden definierte Differenzdrücke simuliert, die der jeweiligen Abgasgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der oben hergeleiteten Abgasdichte entsprechen. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind folgend dargestellt:

Bewertung

Die relativen Residuen liegen bei maximal -1,13 % des Zertifizierungsbereichs.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von -0,196 m/s verwendet.

Es ist hier zu beachten, dass die eingesetzten Differenzdruckmesseinrichtungen über den gesamten Messbereich einwandfrei arbeiten. Die gesamte Messeinrichtung hat jedoch eine Ansprechempfindlichkeit, die bei ca. 2 m/s liegt. Insoweit ist der Einsatzbereich der Messeinrichtung eingeschränkt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse der neuen Untersuchungen sind in Tabelle 10 und in Abbildung 13 und Abbildung 14 dargestellt, die Ergebnisse der Linearitätsuntersuchungen aus der Eignungsprüfung sowie der 1. Nachprüfung in 7 bis Tabelle 9 sowie in Tabelle 11 bis Tabelle 14 sowie in Abbildung 11 und Abbildung 12 sowie in Abbildung 15 bis Abbildung 21 dargestellt.

Tabelle 7: Ergebnisse der Windkanaluntersuchungen zur Prüfung des Lack-of-fit bei kleinen Gasgeschwindigkeiten

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Komponente: Geschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 30 m/s)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert m/s	Messwert m/s	Regression m/s	d _{c,rel} %	Sollwert m/s	Messwert m/s	Regression m/s	d _{c,rel} %
4,00	4,07	4,02	0,17	4,00	4,15	3,99	0,53
20,3	20,1	20,1	0,00	20,3	20,0	20,0	0,00
11,4	11,2	11,2	0,00	11,4	11,1	11,2	-0,33
2,80	2,50	2,84	-1,13	2,80	2,92	2,82	0,33
18,1	17,7	17,9	-0,67	18,1	17,7	17,8	-0,33
3,43	3,41	3,45	-0,13	3,43	3,57	3,43	0,47
9,02	9,06	8,95	0,37	9,02	9,03	8,91	0,40
23,7	23,5	23,4	0,33	23,7	23,4	23,3	0,33
1,70	2,07	1,75	1,07	1,70	1,41	1,74	-1,10
maximaler Wert			d_{c,rel}				-1,10

maximale Unsicherheit u = -0,196 m/s = max (d_{c,rel}) * ZB / √3 (D.6)

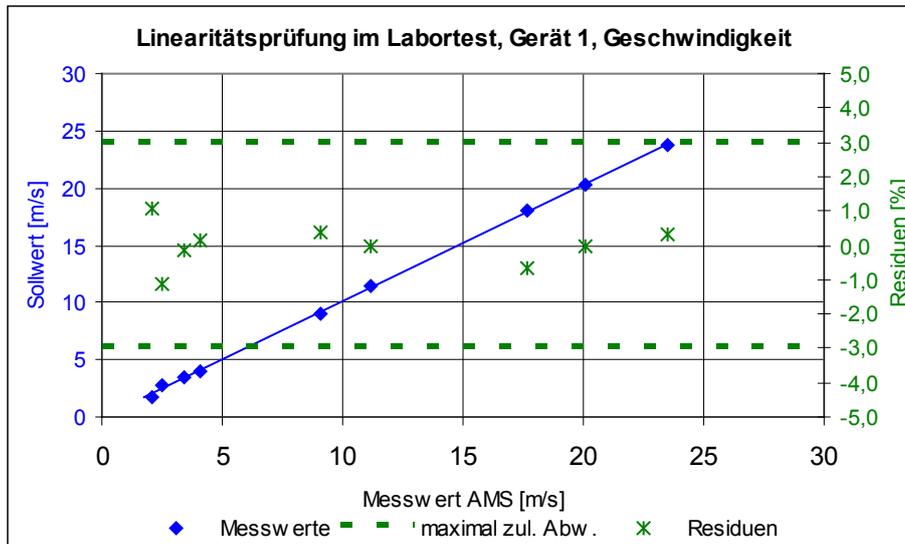


Abbildung 7: Ergebnisse der Windkanaluntersuchungen zur Prüfung des Lack-of-fit bei kleinen Gasgeschwindigkeiten, Gerät 1

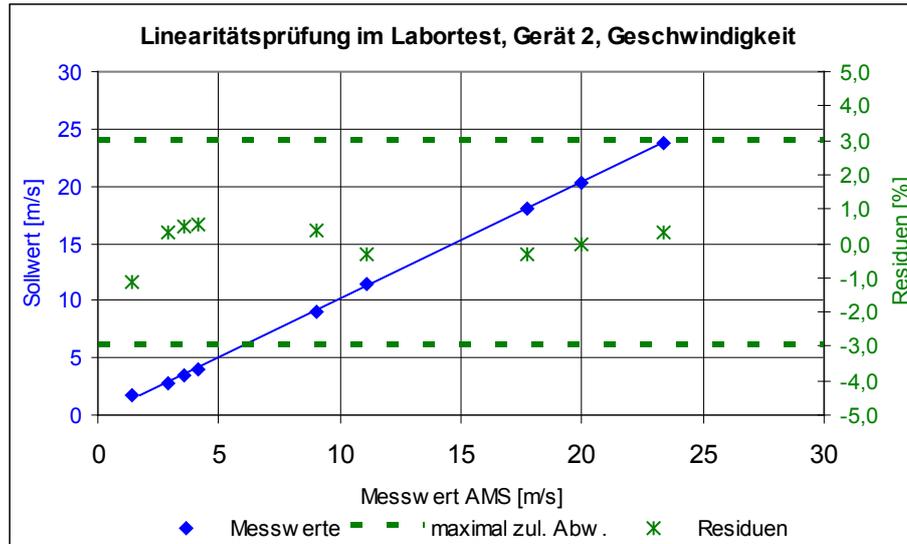


Abbildung 8: Ergebnisse der Windkanaluntersuchungen zur Prüfung des Lack-of-fit bei kleinen Gasgeschwindigkeiten, Gerät 2

Tabelle 8: Ergebnisse der Linearitätsprüfung für Abgasgeschwindigkeitsmessbereich 0 - 30 m/s mit dem Differenzdruckaufnehmer 0 - 500 Pa

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Komponente: Geschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 30 m/s)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert m/s	Messwert m/s	Regression m/s	d _{c,rel} %	Sollwert m/s	Messwert m/s	Regression m/s	d _{c,rel} %
0,00	0,05	0,13	-0,27	0,00	0,16	0,21	-0,17
21,0	21,1	21,0	0,33	21,0	21,1	21,1	0,00
12,0	12,1	12,1	0,00	12,0	12,1	12,2	-0,33
0,00	0,07	0,13	-0,20	0,00	0,14	0,21	-0,23
18,0	18,1	18,0	0,33	18,0	18,1	18,1	0,00
3,00	3,33	3,12	0,70	3,00	3,34	3,20	0,47
9,00	9,09	9,09	0,00	9,00	9,27	9,18	0,30
27,0	26,9	27,0	-0,33	27,0	27,1	27,1	0,00
0,00	0,08	0,13	-0,17	0,00	0,19	0,21	-0,07
maximaler Wert		d_{c,rel}	0,70				0,47

maximale Unsicherheit u = 0,121 m/s = max (d_{c,rel}) * ZB / √3 (D.6)

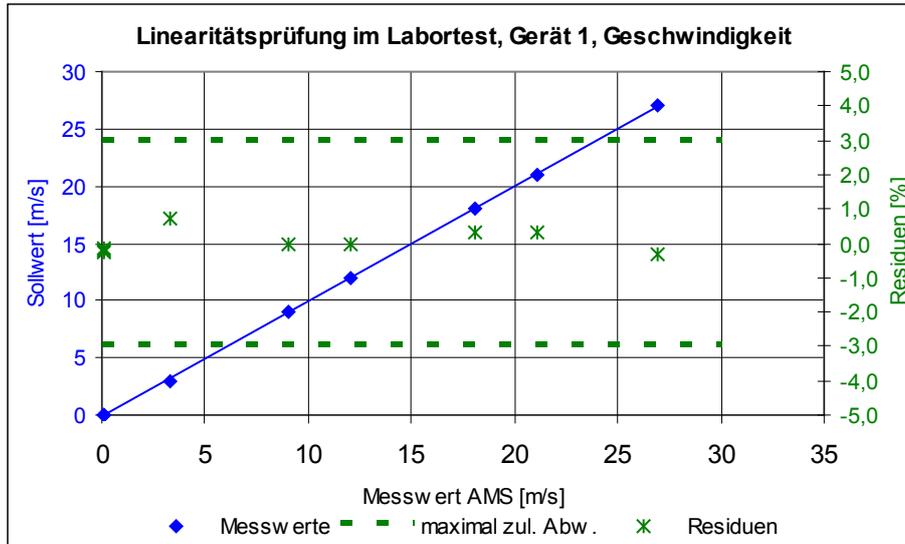


Abbildung 9: Darstellung der Linearität für Gerät 1 Geschwindigkeitsbereich 0 – 30 m/s

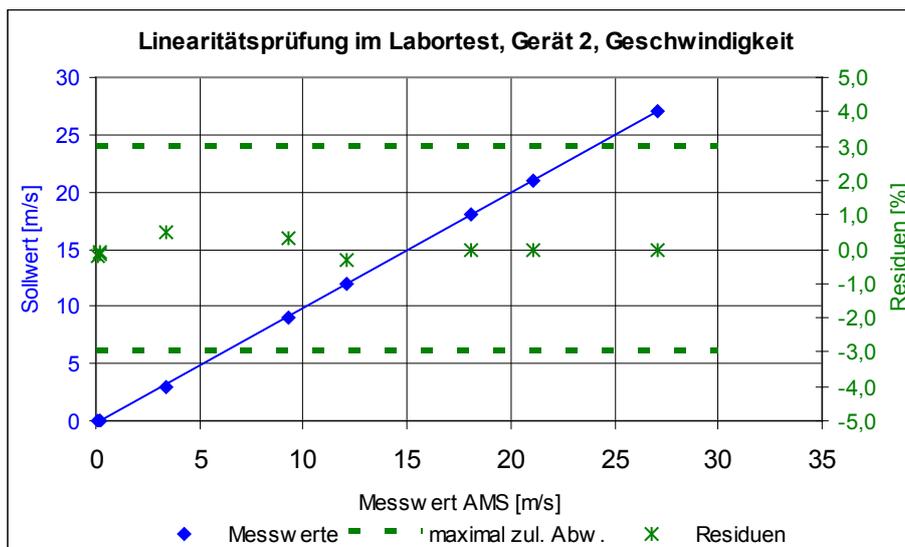


Abbildung 10: Darstellung der Linearität für Gerät 2 Geschwindigkeitsbereich 0 – 30 m/s

Ergänzend zu der oben beschriebenen Vorgehensweise wurde die Linearität des Differenzdruckaufnehmers im Messbereich 0 bis 500 Pa in 10 % Schritten überprüft:

Tabelle 9: Ergebnisse der Linearitätsprüfung für den Drucktransmitter
Messbereich 0 – 500 Pa

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Komponente: Differenzdruck (Zertifizierungsbereich = 0 - 500 Pa)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert Pa	Messwert Pa	Regression Pa	d _{c,rel} %	Sollwert Pa	Messwert Pa	Regression Pa	d _{c,rel} %
0,00	0,31	3,42	-0,62	0,00	0,00	0,63	-0,13
350	352	351	0,20	350	350	349	0,20
200	204	202	0,40	200	201	200	0,20
100	104	103	0,20	100	100	100	0,00
300	301	301	0,00	300	299	300	-0,20
50,0	55,1	53,0	0,42	50,0	50,7	50,4	0,06
400	400	400	0,00	400	399	399	0,00
150	153	152	0,20	150	149	150	-0,20
450	448	450	-0,40	450	448	449	-0,20
250	254	251	0,60	250	251	250	0,20
500	498	499	-0,20	500	498	499	-0,20
0,00	0,10	3,42	-0,66	0,00	0,00	0,63	-0,13
maximaler Wert		d_{c,rel}	-0,66				0,20

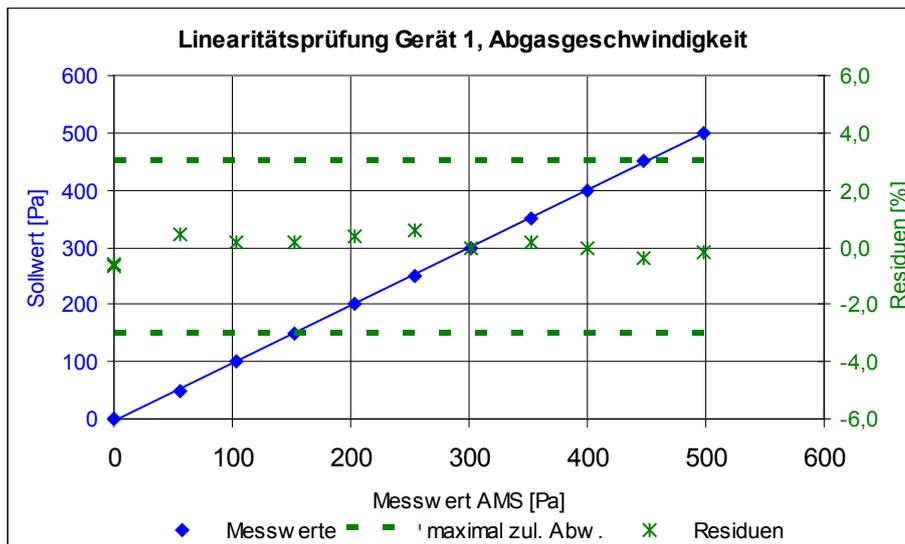


Abbildung 11: Darstellung der Linearität für Gerät 1 Differenzdruckbereich 0 – 500 Pa

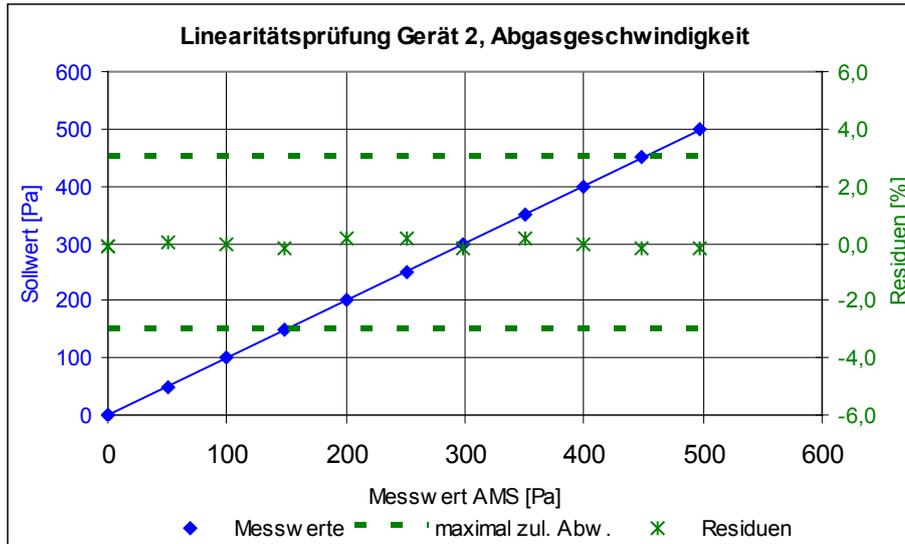


Abbildung 12: Darstellung der Linearität für Gerät 2 Differenzdruckbereich 0 – 500 Pa

Tabelle 10: Ergebnisse der Linearitätsprüfung für Abgasgeschwindigkeitsmessbereich 0 - 60 m/s mit dem Differenzdruckaufnehmer 0 - 500 Pa

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Komponente: Geschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 60 m/s)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert m/s	Messwert m/s	Regression m/s	d _{c,rel} %	Sollwert m/s	Messwert m/s	Regression m/s	d _{c,rel} %
0,00	-0,04	0,14	-0,30	0,00	-0,04	0,12	-0,27
42,0	43,5	43,5	0,00	42,0	41,4	41,4	0,00
24,0	25,1	24,9	0,33	24,0	23,9	23,7	0,33
0,00	-0,04	0,14	-0,30	0,00	-0,04	0,12	-0,27
36,0	37,3	37,3	0,00	36,0	35,4	35,5	-0,17
6,00	6,92	6,34	0,97	6,00	6,58	6,02	0,93
18,0	18,7	18,7	0,00	18,0	17,7	17,8	-0,17
54,0	55,9	55,9	0,00	54,0	53,2	53,2	0,00
0,00	-0,04	0,14	-0,30	0,00	-0,04	0,12	-0,27
maximaler Wert			d_{c,rel}				0,93

maximale Unsicherheit $u = 0,336 \text{ m/s}$ = $\max(d_{c,rel}) * ZB / \sqrt{3}$ (D.6)

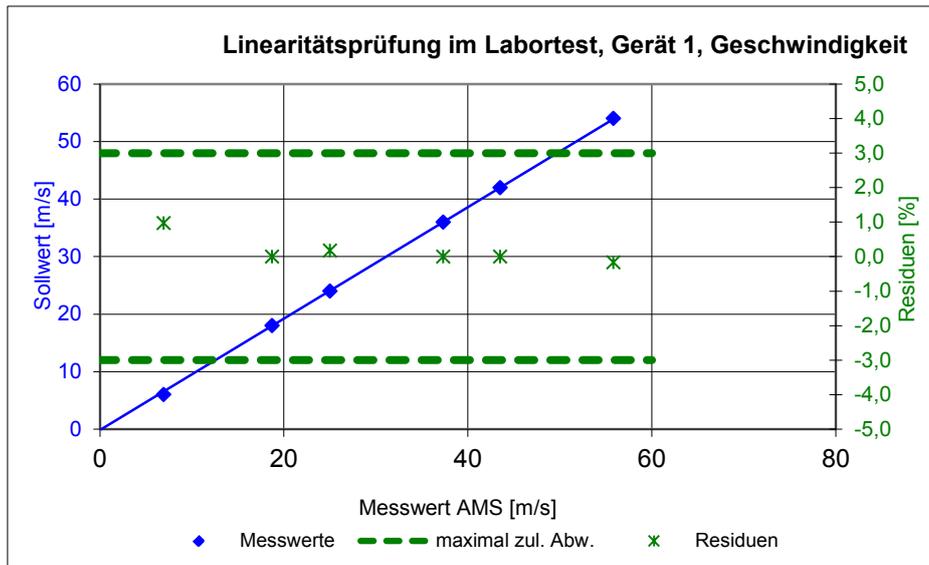


Abbildung 13: Darstellung der Linearität für Gerät 1 Geschwindigkeitsbereich 2 – 60 m/s

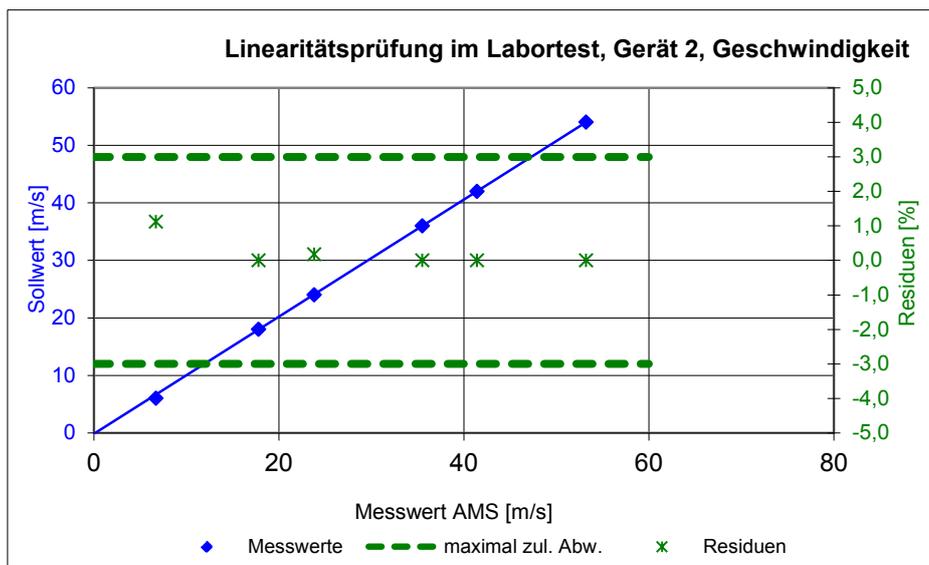


Abbildung 14: Darstellung der Linearität für Gerät 2 Geschwindigkeitsbereich 2 – 60 m/s

Zusätzlich wurde bereits in der ursprünglichen Eignungsprüfung für die Messeinrichtung die Linearität mit Hilfe eines Windkanals überprüft. In den folgenden Tabellen und Grafiken sind die Ergebnisse dieser Untersuchungen dargestellt. Es wurden verschiedene Versuchsreihen durchgeführt, wobei ein Differenzdruckaufnehmer mit einem Druckbereich von 0 bis 500 Pa als auch ein Druckaufnehmer mit einem Bereich von 0 – 1000 Pa getestet wurden. Beide Druckaufnehmer wurden für einen Messbereich von 0 – 30 m/s als auch von 0 – 15 m/s geprüft.

Tabelle 11: Ergebnisse der Windkanaluntersuchung für den Messbereich 5 – 30 m/s und einem Differenzdrucktransmitterbereich von 0 – 500 Pa

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Komponente: Geschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 30 m/s)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert m/s	Messwert m/s	Regression m/s	d _{c,rel} %	Sollwert m/s	Messwert m/s	Regression m/s	d _{c,rel} %
0,00	0,09	-0,05	0,47	0,00	-0,06	-0,08	0,07
21,0	21,8	21,4	1,33	21,0	20,8	20,5	1,00
12,0	12,0	12,2	-0,67	12,0	11,5	11,7	-0,67
0,00	0,00	-0,05	0,17	0,00	-0,04	-0,08	0,13
18,0	18,3	18,4	-0,33	18,0	17,5	17,6	-0,33
9,00	8,93	9,15	-0,73	9,00	8,75	8,76	-0,03
0,00	0,00	-0,05	0,17	0,00	-0,06	-0,08	0,07
maximaler Wert			d_{c,rel}				1,00

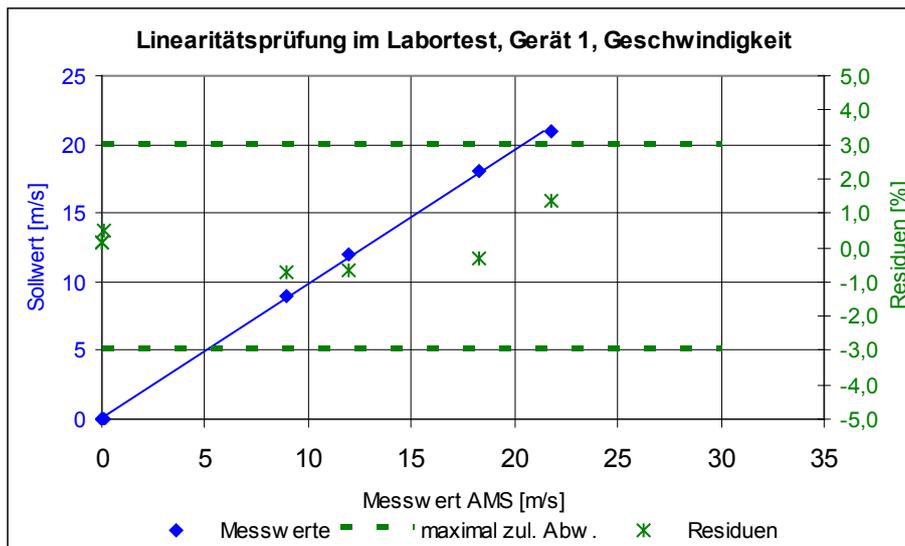


Abbildung 15: Darstellung der Linearität für Gerät 1 Differenzdruckaufnehmer 0 – 500 Pa für den Messbereich 0 – 30 m/s

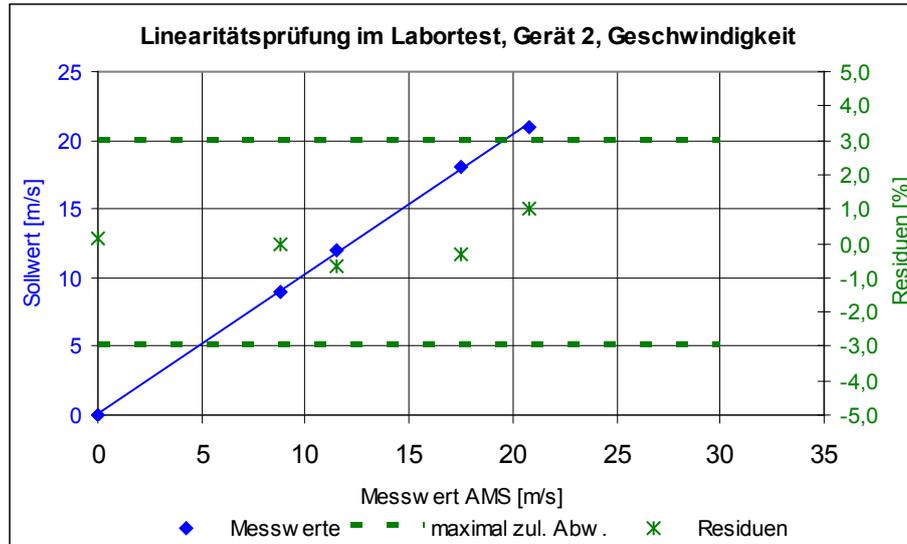


Abbildung 16: Darstellung der Linearität für Gerät 2 Differenzdruckaufnehmer 0 – 500 Pa für den Messbereich 0 – 30 m/s

Tabelle 12: Ergebnisse der Windkanaluntersuchung für den Messbereich 5 – 30 m/s und einem Differenzdrucktransmitterbereich von 0 – 1000 Pa

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Komponente: Geschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 30 m/s)

Gerät 1			
Sollwert m/s	Messwert m/s	Regression m/s	d _{c,rel} %
0,00	0,00	-0,05	0,17
21,0	21,8	21,5	1,00
12,0	12,0	12,3	-1,00
0,00	0,00	-0,05	0,17
18,0	18,3	18,4	-0,33
0,00	0,00	-0,05	0,17
maximaler Wert			d_{c,rel} 1,00

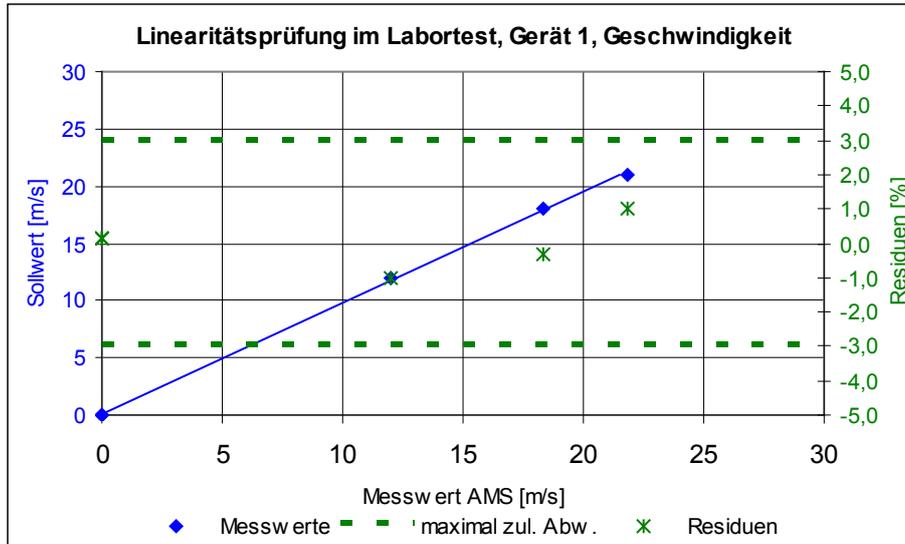


Abbildung 17: Grafik der Ergebnisse der Windkanaluntersuchung für den Messbereich 5 – 30 m/s und einem Differenzdrucktransmitterbereich von 0 – 1000 Pa

Tabelle 13: Ergebnisse der Windkanaluntersuchung für den Messbereich 5 – 15 m/s und einem Differenzdrucktransmitterbereich von 0 – 500 Pa

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Komponente: Geschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 15 m/s)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert m/s	Messwert m/s	Regression m/s	d _{c,rel} %	Sollwert m/s	Messwert m/s	Regression m/s	d _{c,rel} %
0,00	0,00	-0,07	0,47	0,00	-0,03	0,01	-0,27
10,5	10,6	10,5	0,67	10,5	10,3	10,3	0,00
6,00	5,56	5,95	-2,60	6,00	6,05	5,88	1,13
0,00	0,00	-0,07	0,47	0,00	-0,03	0,01	-0,27
9,00	8,92	8,96	-0,27	9,00	8,87	8,82	0,33
13,5	13,6	13,5	0,67	13,5	13,1	13,2	-0,67
0,00	0,00	-0,07	0,47	0,00	-0,02	0,01	-0,20
maximaler Wert		d_{c,rel}	-2,60				1,13

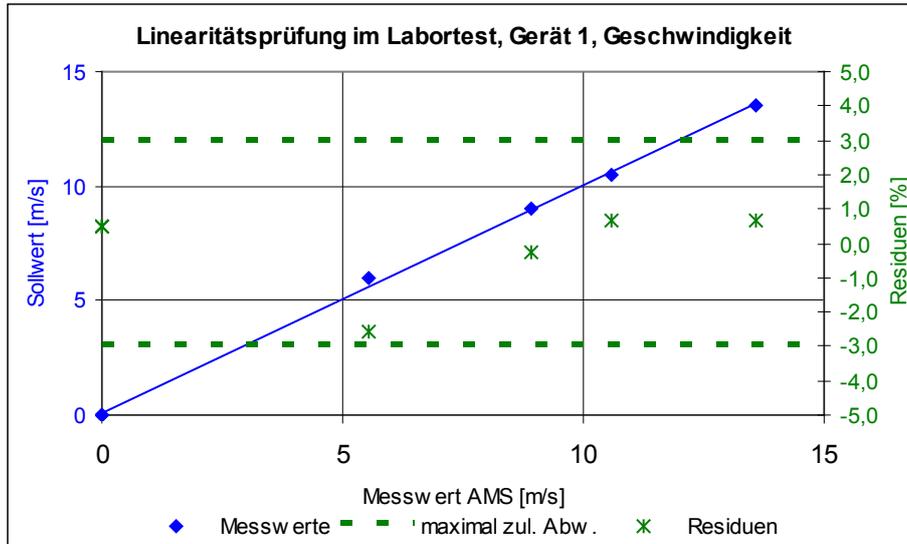


Abbildung 18: Grafik der Ergebnisse der Windkanaluntersuchung für den Messbereich 5 – 15 m/s und einem Differenzdrucktransmitterbereich von 0 – 500 Pa Gerät 1

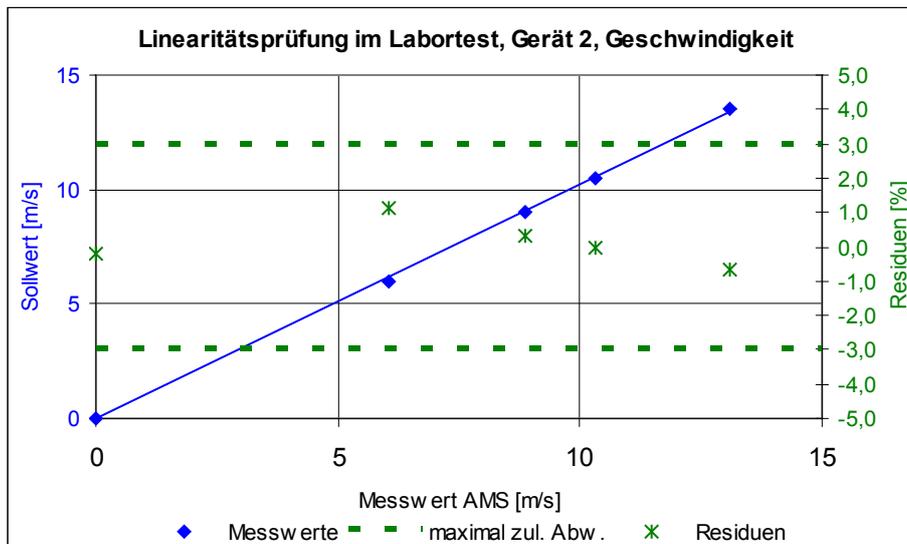


Abbildung 19: Grafik der Ergebnisse der Windkanaluntersuchung für den Messbereich 5 – 15 m/s und einem Differenzdrucktransmitterbereich von 0 – 500 Pa Gerät 2

Tabelle 14: Ergebnisse der Windkanaluntersuchung für den Messbereich 5 – 15 m/s und einem Differenzdrucktransmitterbereich von 0 – 1000 Pa

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Komponente: Geschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 15 m/s)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert m/s	Messwert m/s	Regression m/s	d _{c,rel} %	Sollwert m/s	Messwert m/s	Regression m/s	d _{c,rel} %
0,00	0,00	-0,05	0,33	0,00	-0,03	0,00	-0,20
10,5	10,5	10,5	0,00	10,5	10,2	10,2	0,00
6,00	5,72	5,97	-1,67	6,00	5,95	5,82	0,87
0,00	0,00	-0,05	0,33	0,00	-0,03	0,00	-0,20
9,00	8,97	8,98	-0,07	9,00	8,77	8,72	0,33
13,5	13,6	13,5	0,67	13,5	13,0	13,1	-0,67
0,00	0,00	-0,05	0,33	0,00	-0,03	0,00	-0,20
maximaler Wert			d_{c,rel}				0,87

Die Ergebnisse zur Prüfung des Lack of fit sind im Anhang in Tabelle 36 und Tabelle 37 dargestellt.

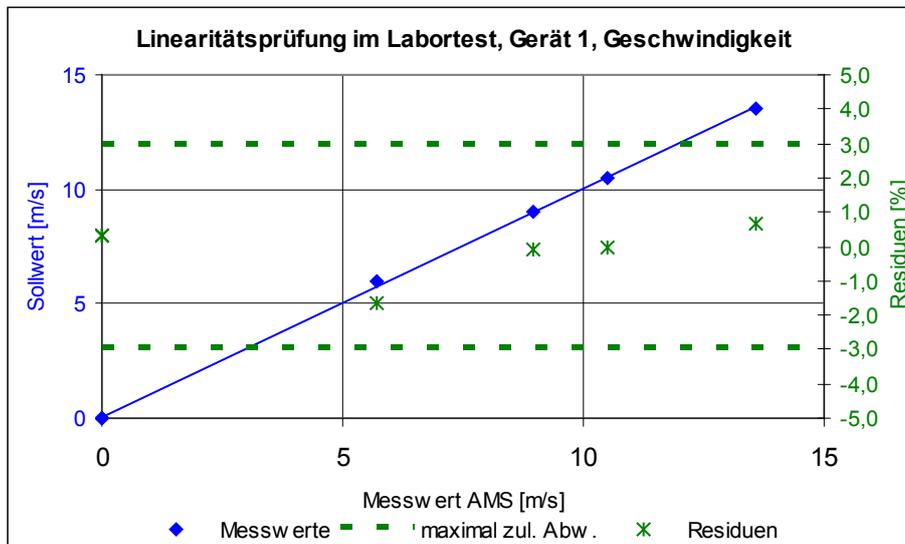


Abbildung 20: Graph der Ergebnisse der Windkanaluntersuchung für den Messbereich 5 – 15 m/s und einem Differenzdrucktransmitterbereich von 0 – 1000 Pa Gerät 1

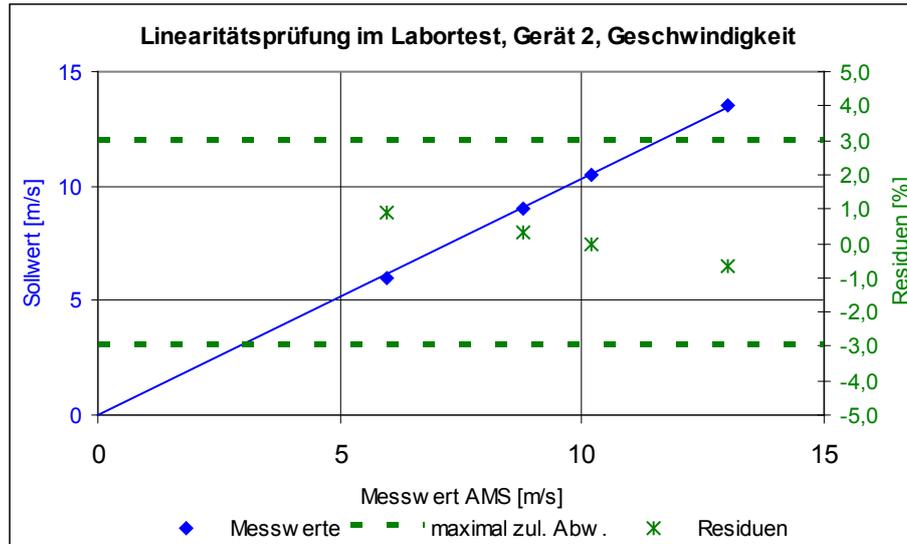


Abbildung 21: Graph der Ergebnisse der Windkanaluntersuchung für den Messbereich 5 – 15 m/s und einem Differenzdrucktransmitterbereich von 0 – 1000 Pa Gerät 2

6b.13 [6.13 Nullpunkt- und Referenzpunkt drift]

Der Hersteller muss eine Beschreibung der von der automatischen Messeinrichtung verwendeten Technik zur Ermittlung und Kompensation der zeitlichen Änderung des Null- und Referenzpunktes liefern. Die Beschreibung darf für Messeinrichtungen, deren Messprinzip auf optischen Verfahren beruht, nicht auf eine Erklärung der Kompensation des Einflusses der Verschmutzung der optischen Grenzflächen beschränkt sein.

Das Prüflaboratorium muss überprüfen, dass das gewählte Referenzmaterial, das der AMS zur unabhängigen Überprüfung ihrer Funktion angeboten wird, in der Lage ist, alle relevanten Änderungen der AMS-Anzeigewerte, die nicht auf Änderungen der Messkomponente oder Abgasbedingungen zurückzuführen sind, festzustellen.

Die AMS muss die Aufzeichnung der zeitlichen Änderung des Null- und Referenzpunktes erlauben. Der Hersteller muss die Ermittlung der Null- und Referenzpunktwerte beschreiben. Die verwendete Technik sollte die Kompensation der zeitlichen Änderungen für möglichst alle aktiven Komponenten der Messeinrichtung berücksichtigen.

Falls die AMS in der Lage ist, Verschmutzungen automatisch zu kompensieren und eine Kalibrierung und Justierung der zeitlichen Änderungen des Null- und Referenzpunktes vorzunehmen, und diese Justierungen den normalen Betriebszustand der AMS nicht herstellen können, dann muss die AMS ein entsprechendes Statussignal ausgeben.

Falls die AMS nicht in der Lage ist, den Wert Null zu messen, ist die zeitliche Änderung an der unteren Grenze des Zertifizierungsbereiches zu ermitteln.

Gerätetechnische Ausstattung

Zu prüfende Messeinrichtung, Druckgeber bzw. Druckmesseinrichtung.

Durchführung der Prüfung

Die geprüften Analysatoren können keine automatische Null- und Referenzpunktprüfung durchführen. Die Lage des Null- und Referenzpunktes kann jedoch problemlos mittels eines geeigneten Druckkalibrators oder alternativ mit einer Druckpumpe und einem Druckmessgerät durchgeführt werden.

Nullpunktprüfung:

Hierzu können die beiden Impulsleitungen zwischen Messsonde und Druckaufnehmer getrennt werden. Dadurch wird ein Druckgleichgewicht (Umgebungsdruck) an beiden Druckeingängen des Differenzdruckaufnehmers hergestellt und der Nullpunkt kann aufgenommen werden.

Referenzdruck:

Es wird an einem Druckeingang des Differenzdruckaufnehmers ein definierter Über- oder Unterdruck mittels eines Druckkalibrators erzeugt. Der eingestellte Druck sollte etwa 70 % bis 80 % des Druckbereiches des Druckaufnehmers sein.

Auswertung

Hier nicht notwendig.

Bewertung

Eine Aufzeichnung der Null- und Referenzpunktdrift ist möglich und entspricht den Anforderungen der QAL3 nach EN 14181, da im Feld typischerweise neu der Differenzdruckaufnehmer geprüft wird.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

6b.14 [6.14 Einfluss der Umgebungstemperatur]

Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt müssen die folgenden Mindestanforderungen einhalten.

Der Einfluss der Umgebungstemperatur am Null- und Referenzpunkt darf 5 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten. Dies gilt für folgende Prüfbereiche der Umgebungstemperatur:

- von -20 °C bis $+50\text{ °C}$ für Einrichtungen mit Installation im Außenbereich;
- von $+5\text{ °C}$ bis $+40\text{ °C}$ für Einrichtungen mit Installation in Innenräumen, wo die Temperaturen nicht unter $+5\text{ °C}$ fallen oder über $+40\text{ °C}$ steigen.

Der Gerätehersteller darf größere Bereiche für die Umgebungstemperatur als die oben angegebenen festlegen.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung erfolgte mit der AMS und einer Klimakammer mit regelbarem Temperaturbereich von -40 °C bis $+80\text{ °C}$ und regelbarem Feuchtegehalt. Der Feuchtegehalt in der Klimakammer wurde auf 50 % rel. eingestellt.

Durchführung der Prüfung

Die Messgeräte wurden in der Klimakammer den folgenden Temperaturstufen ausgesetzt:

$20\text{ °C} \rightarrow 0\text{ °C} \rightarrow -20\text{ °C} \rightarrow 20\text{ °C} \rightarrow 50\text{ °C} \rightarrow 20\text{ °C}$.

Bei jedem Temperaturschritt wurde mittels eines Druckkalibrators eine Überprüfung der Null- und Referenzpunktlage durchgeführt. Nach einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, werden die Messsignale durch drei aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand von jeweils der einfachen Einstellzeit ermittelt. Die Werte wurden jeweils über eine Einstellzeit gemittelt.

Zwischen den einzelnen Temperaturschritten lag eine Äquilibrierzeit von mindestens 6 h.

Die Abweichungen wurden durch Vergleich der Messsignale der einzelnen Temperaturstufen mit dem Mittelwert der Messsignale bei 20 °C ermittelt.

Die Messeinrichtung war über die gesamte Versuchsdauer eingeschaltet.

Da die AMS die Mindestanforderung bereits bei der ersten Prüfung mit einem Faktor zwei oder mehr erfüllte, wurde auf weitere Prüfungen verzichtet.

Auswertung

Die Abweichungen der Messsignale der einzelnen Temperaturstufen wurden ermittelt. Der Maximalwert des Empfindlichkeitskoeffizienten wurde anhand folgender Gleichung ermittelt.

$$b_i = \frac{(x_i - x_{i-1})}{(T_i - T_{i-1})}$$

mit:

b	der Empfindlichkeitsfaktor der Umgebungstemperatur;
x_i	der Mittelwert der Messsignale bei der Temperatur T_i ;
x_{i-1}	der Mittelwert der Messsignale bei der Temperatur T_{i-1} ;
T_i	die momentane Temperatur in dem Prüfzyklus;
T_{i-1}	die vorherige Temperatur in dem Prüfzyklus.

Bewertung

Die Ergebnisse der Temperaturprüfung sind in Tabelle 15 dargestellt. Es sind hier die Mittelwerte an den verschiedenen Temperaturpunkten bei den einzelnen Messreihen des Prüfprogramms dargestellt.

Die maximale Abweichung der Anzeigewerte beträgt $-1,4\%$. Der Maximalwert des Empfindlichkeitskoeffizienten b_t beträgt $-0,016$.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von 0,058 m/s verwendet.

Tabelle 15: Daten Temperaturprüfung für das Gerät Födisch FMD 09

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Komponente: Abgasgeschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 30 m/s)

Temperatur °C	Gerät 1					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert m/s	Abweichung % (Ø 20°)	b_t	Messwert m/s	Abweichung % (Ø 20°)	b_t
Ø 20°	0,57	-		21,0	-	
20	0,51	-0,2	-	21,0	0,0	-
0	0,72	0,5	-0,011	21,0	0,0	0,000
-20	0,64	0,2	0,004	20,9	-0,3	0,005
20	0,58	0,0	-0,002	21,0	0,0	0,003
50	0,14	-1,4	-0,015	21,0	0,0	0,000
20	0,62	0,2	-0,016	21,0	0,0	0,000
maximaler Wert		-1,4	-0,016		-0,3	0,005
$X_{i,adj}$				21,0		
X_{imax}				21,0		
X_{imin}				20,9		
u				0,058		
Temperatur °C	Gerät 2					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert m/s	Abweichung % (Ø 20°)	b_t	Messwert m/s	Abweichung % (Ø 20°)	b_t
Ø 20°	0,08	-		21,0	-	
20	0,00	-0,3	-	21,0	0,0	-
0	0,14	0,2	-0,007	21,0	0,0	0,000
-20	0,37	1,0	-0,012	21,0	0,0	0,000
20	0,06	-0,1	-0,008	21,0	0,0	0,000
50	0,01	-0,2	-0,002	21,0	0,0	0,000
20	0,17	0,3	-0,005	21,0	0,0	0,000
maximaler Wert		1,0	-0,012		0,0	0,000
$X_{i,adj}$				21,0		
X_{imax}				21,0		
X_{imin}				21,0		
u				0,000		

maximale Unsicherheit am Referenzpunkt u = 0,058 m/s

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Einzelwerte der Temperaturprüfung sind im Anhang in Tabelle 46 dargestellt.

6b.15 [6.15 Einfluss des Probegasdrucks]

Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Referenzpunkt müssen die folgenden Mindestanforderungen an den Einfluss des Probegasdrucks bei Änderung von 3 kPa über und unter den Umgebungsluftdruck einhalten.

Der Einfluss des Probegasdrucks am Referenzpunkt darf höchstens 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert betragen, bei O₂ höchstens 0,2 Vol.-%.

Diese Anforderung gilt typischerweise für In-situ-AMS, aber nicht für extraktive AMS, da dort das Probegas aufbereitet und üblicherweise nicht durch signifikante Änderungen der Temperatur und des Drucks beeinflusst wird, sobald es den Analysator erreicht hat.

Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht notwendig.

Durchführung der Prüfung

Hier nicht notwendig.

Auswertung

Die Messeinrichtung arbeitet nach dem Prinzip der Differenzdruckmessung. Dies bedeutet, dass der Probegasdruck die eigentliche Messgröße ist, auf welche das Messprinzip beruht.

Bewertung

Dieser Prüfpunkt nicht relevant, da das Messprinzip auf der Methode der Differenzdruckmessung beruht. Somit ist der Probegasdruck eine direkte Messgröße.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

6b.16 [6.16 Einfluss des Probegasvolumenstroms für extraktive AMS]

Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt müssen folgende Mindestanforderung an den Einfluss des Probegasvolumenstroms einhalten, wenn der Probegasvolumenstrom sich ändert.

*Der Einfluss des Probegasvolumenstroms darf 2,0 % vom Zertifizierungsbereichs-
endwert nicht überschreiten. Für O₂ darf er 0,2 Vol.-% nicht überschreiten.*

*Falls der Hersteller nur geringere Abweichungen erlaubt, sind diese verbindlich und
dürfen nicht überschritten werden.*

*Die Unterschreitung der unteren Grenze des Probegasvolumenstroms muss durch
ein Statussignal angezeigt werden.*

Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht notwendig.

Durchführung der Prüfung

Das Messgerät ist ein in-situ Messgerät, daher trifft dieser Testpunkt nicht zu.

Auswertung

Das Messgerät ist ein in-situ Messgerät, daher trifft dieser Testpunkt nicht zu.

Bewertung

Das Messgerät ist ein in-situ Messgerät, daher trifft dieser Testpunkt nicht zu.

Die Mindestanforderung ist nicht relevant.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Das Messgerät ist ein in-situ Messgerät, daher trifft dieser Testpunkt nicht zu.

6b.17 [6.17 Einfluss der Netzspannung]

Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt müssen folgende Mindestanforderung an den Einfluss der Netzspannung einhalten, wenn die Versorgungsspannung der AMS von –15 % vom Sollwert unterhalb bis +10 % vom Sollwert oberhalb des Sollwertes der Versorgungsspannung geändert wird.

Der Einfluss der Netzspannung darf 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten.

Die AMS muss den Betrieb bei einer Netzspannung, die den Anforderungen der EN 50160 entspricht, zulassen.

Gerätetechnische Ausstattung

Zu prüfende AMS und Datenlogger.

Durchführung der Prüfung

Die AMS wurden über einen Trenntransformator an die Versorgungsspannung angeschlossen.

Für jede Spannungsstufe wurden der interne Null- und Referenzzyklus durchgeführt. Die Messsignale der AMS am Nullpunkt und am Referenzpunkt nach einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, durch drei aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand von jeweils der einfachen Einstellzeit ermittelt. Die Werte wurden jeweils über eine Einstellzeit gemittelt. Die Abweichungen zwischen den Mittelwerten der Geräteanzeigen bei den einzelnen Spannungsstufen und dem Mittelwert der Geräteanzeigen beim Sollwert der Versorgungsspannung wurde ermittelt.

Die AMS hat die Mindestanforderung bereits bei der ersten Prüfung mit einem Faktor zwei oder mehr erfüllt, daher wurde auf weitere Prüfungen verzichtet.

Auswertung

Die Abweichungen der Messsignale der einzelnen Spannungsstufen zum Messwert am Beginn der Prüfung wurden ermittelt.

Des Weiteren wurde der Empfindlichkeitskoeffizient der Versorgungsspannung nach folgender Gleichung ermittelt:

$$b_{sv} = \frac{(x_2 - x_1)}{(U_2 - U_1)}$$

mit:

b_{sv}	der Empfindlichkeitsfaktor der Versorgungsspannung.
x_1	der Mittelwert der Messsignale bei der Spannung U_1 ,
x_2	der Mittelwert der Messsignale bei der Spannung U_2 ,
U_1	die niedrigere Versorgungsspannung,
U_2	die höhere Versorgungsspannung.

Bewertung

Die größte Abweichung beträgt am Nullpunkt 0,4 % und am Referenzpunkt 0,2 %. Der größte Wert des Empfindlichkeitskoeffizienten b_v beträgt am Nullpunkt -0,014 und am Referenzpunkt 0,005.

Damit wurde die Mindestanforderung eingehalten.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von 0,059 m/s verwendet.

Tabelle 16: Einfluss der Netzspannung

Messgerät: FMD 09 im Labortest

Komponente: Abgasgeschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 30 m/s)

Spannung Volt	Gerät 1					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert m/s	Abweichung %	b_V	Messwert m/s	Abweichung %	b_V
230	0,98	-		21,03	-	
242	1,03	0,2	0,004	21,05	0,1	0,002
253	0,95	-0,1	-0,007	21,03	0,0	-0,002
219	0,89	-0,3	0,008	21,06	0,1	-0,003
207	1,06	0,3	-0,014	21,05	0,1	0,001
196	1,09	0,4	-0,003	21,04	0,0	0,001
maximaler Wert		0,4	-0,014	-	0,1	-0,003
b_V (253/196 Volt)			-0,002			0,000
$X_{i,adj}$	0,98			21,03		
X_{imax}	1,09			21,06		
X_{imin}	0,89			21,03		
u	0,059			0,017		

Spannung Volt	Gerät 2					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert m/s	Abweichung %	b_V	Messwert m/s	Abweichung %	b_V
230	0,78	-		21,01	-	
242	0,74	-0,1	-0,003	21,03	0,1	0,002
253	0,81	0,1	0,006	21,01	0,0	-0,002
219	0,86	0,3	-0,007	21,06	0,2	-0,005
207	0,74	-0,1	0,010	21,04	0,1	0,002
196	0,74	-0,1	0,000	21,04	0,1	0,000
maximaler Wert		0,3	0,010	-	0,2	-0,005
b_V (253/196 Volt)			0,001			-0,001
$X_{i,adj}$	0,78			21,01		
X_{imax}	0,86			21,06		
X_{imin}	0,74			21,01		
u	0,040			0,029		

maximale Unsicherheit $u = 0,059$ m/s

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Abweichungen der Messsignale der einzelnen Spannungsstufen sind in Tabelle 47 dargestellt.

6b.18 [6.18 Einfluss von Schwingungen]

Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt auf Grund von Schwingungen, die üblicherweise an industriellen Anlagen auftreten, müssen folgende Mindestanforderungen an den Einfluss von Schwingungen einhalten.

Die Abweichungen dürfen 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert und für O₂ 0,2 Vol.-% nicht überschreiten.

Falls die vom Hersteller spezifizierten Anwendungsbedingungen einen Schwingungstest erfordern, ist die AMS im Labor und im Feld dahingehend zu untersuchen, ob übliche Schwingungen das Leistungsvermögen der Messeinrichtung beeinflussen.

Diese Prüfung ist nur für Messeinrichtungen erforderlich die direkt am Abgaskanal arbeiten.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung erfolgte an einem Vibrationsteststand.

Durchführung der Prüfung

Eine AMS wurde zur Überprüfung des Einflusses von Schwingungen auf dem Teststand installiert. Bevor das Gerät den Schwingungen ausgesetzt wurde, wurde eine Funktionskontrolle und eine Null- und Referenzpunktkontrolle durchgeführt. In jeder Achslage wurde das Gerät bei einer Amplitude von 0,5 g, in einem Frequenzbereich von 10 Hz bis 160 Hz. Die Sweepgeschwindigkeit betrug 1 Okt/min. Wurden Resonanzen beobachtet, wurde bei diesen Frequenzen das Gerät im Anschluss noch einmal jeweils über eine Dauer von 2 Minuten auf dem Teststand überprüft. Die Beschleunigung von 0,5 g wurde beibehalten. Nach Beenden des Testdurchlaufs wurde die Funktionstüchtigkeit des Geräts überprüft und erneut ein Prüfzyklus durchlaufen. Die Messsignale wurden mit denen zu Beginn des Tests gemessenen verglichen.

Da sich zum Zeitpunkt des Tests die beiden Prüflinge zwecks Wartungsintervallverlängerung noch im Feldtest befanden, wurde die Prüfung mit einem dritten Analysator mit der Seriennummer 10166 durchgeführt.

Für alle drei zu prüfenden Achsen wurde das gleiche Testprogramm durchlaufen.

Auswertung

Die Abweichungen der Messsignale nach Überprüfen der einzelnen Achsen wurden ermittelt.

Während der Resonanzuntersuchungen wurden auf den verschiedenen Achsen folgende Resonanzen vorgefunden. Bei diesen Resonanzen wurde die Messeinrichtung für jeweils 2 Minuten geschwungen.

Rtg	Frequenz 1	Frequenz 2	Frequenz 3	Frequenz 4	Frequenz 5
X-Rtg	f = 31,24 Hz a = 1,63 g	f = 107,67 Hz a = 2,15 g	f = 116,17 Hz a = 2,38 g	f = 132,32 Hz a = 3,13 g	f = 17,96 Hz a = 6,2 g
Y-Rtg	f = 18,96 Hz a = 2,0 g	f = 108,8 Hz a = 2,3 g	f = 101,98 Hz a = 3,2 g	f = 10,9 Hz a = 4,2 g	f = 22,2 Hz a = 6,7 g
Z-Rtg	f = 157,1 Hz a = 1,68 g	f = 17,48 Hz a = 2,75 g	f = 18,1 Hz a = 6,1 g		

Bewertung

Die größte Abweichung beträgt für den Nullpunkt 0,3 % und für den Referenzpunkt -0,9 %.
Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Tabelle 17: Einfluss von Schwingungen

Messgerät: FMD 09 im Labortest

Komponente: Abgasgeschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 30 m/s)

Gerät 10166 Nullpunkt	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	Mittel		Abw. %
					mA	m/s	
vor Test	8:03	4,20	4,20	4,20	4,20	0,38	-
nach z- Achse	9:00	4,21	4,21	4,22	4,21	0,40	0,1
nach y- Achse	11:05	4,20	4,20	4,21	4,20	0,38	0,0
nach x- Achse	11:44	4,23	4,25	4,25	4,24	0,46	0,3
Referenzpunkt							
vor Test	7:57	17,11	17,10	17,10	17,10	24,57	-
nach z- Achse	9:04	17,18	17,19	17,18	17,18	24,72	0,5
nach y- Achse	11:09	16,95	16,95	16,97	16,96	24,29	-0,9
nach x- Achse	11:48	17,24	17,23	17,25	17,24	24,83	0,9
maximale Abweichung					-0,9	%	

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

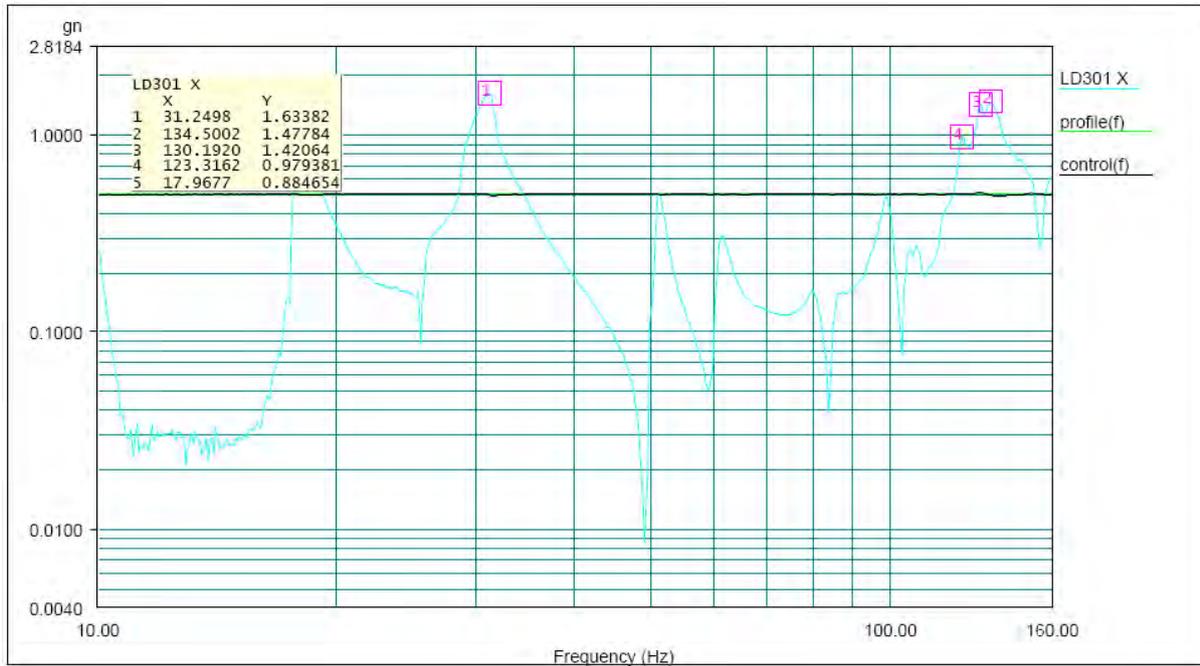


Abbildung 22: Regelkanal der Resonanzuntersuchung in x-Richtung mit Antworten der x-Richtung

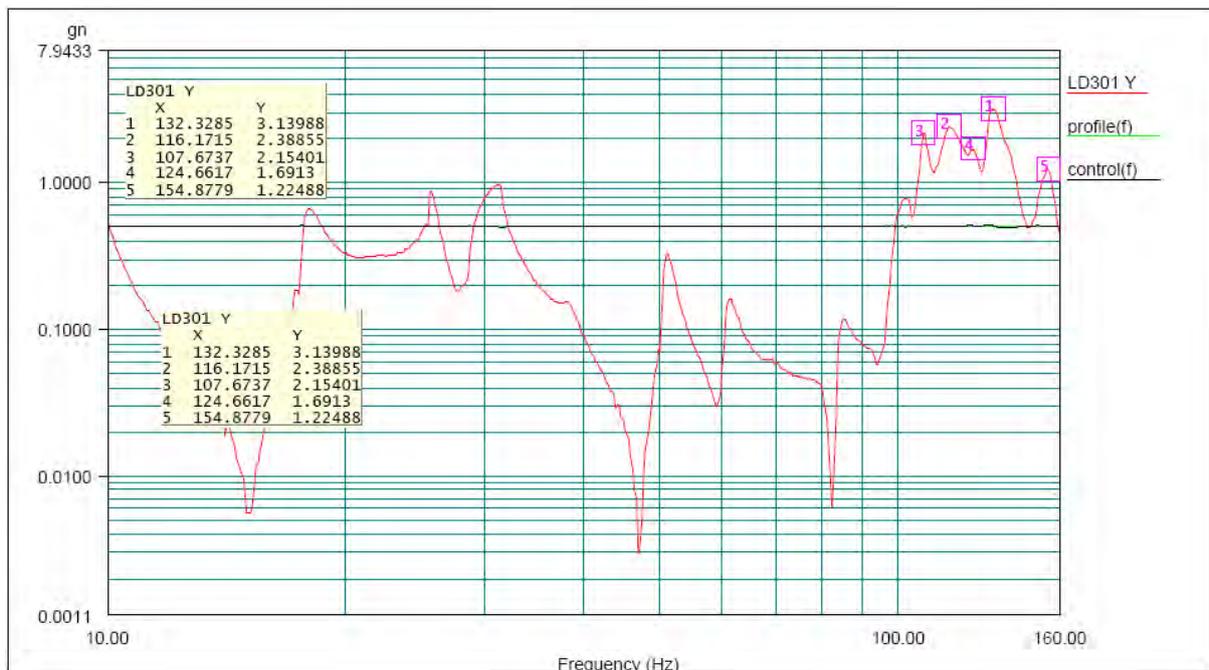


Abbildung 23: Antwort in y-Richtung bei der Resonanzuntersuchung in x-Richtung

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung FMD 09 der Firma Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG für die Komponente Abgasgeschwindigkeit, Bericht-Nr.: 936/21212361/C

Seite 79 von 216

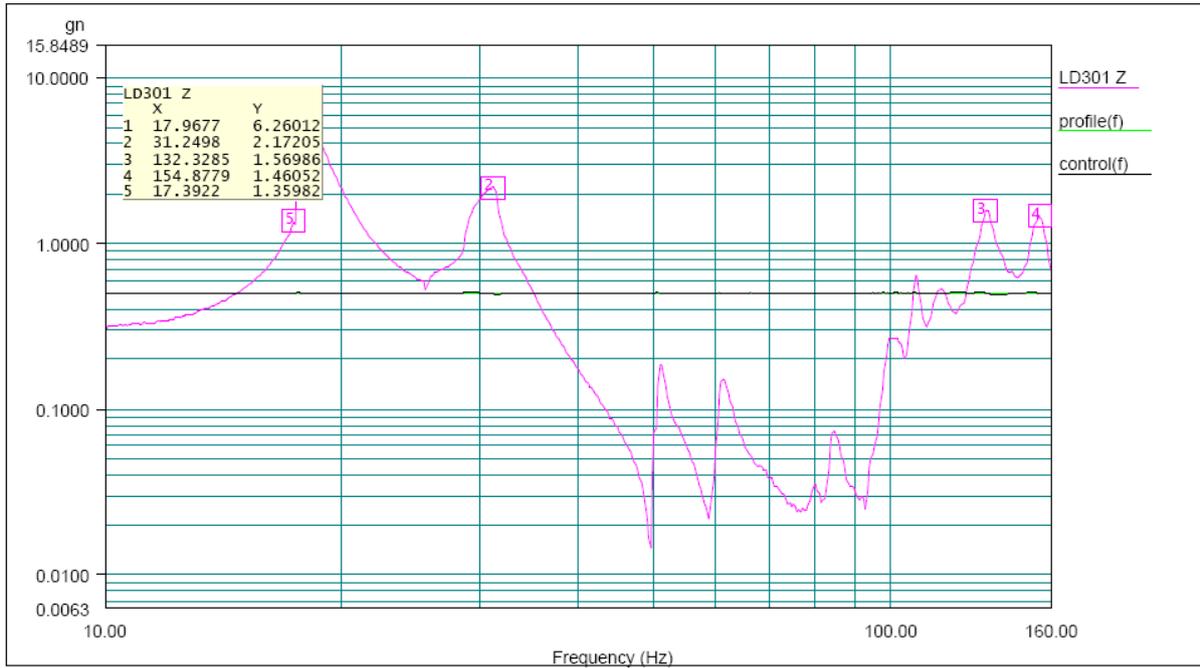


Abbildung 24: Antwort in z-Richtung bei der Resonanzuntersuchung in x-Richtung



Abbildung 25: Aufbau in der X-Achse

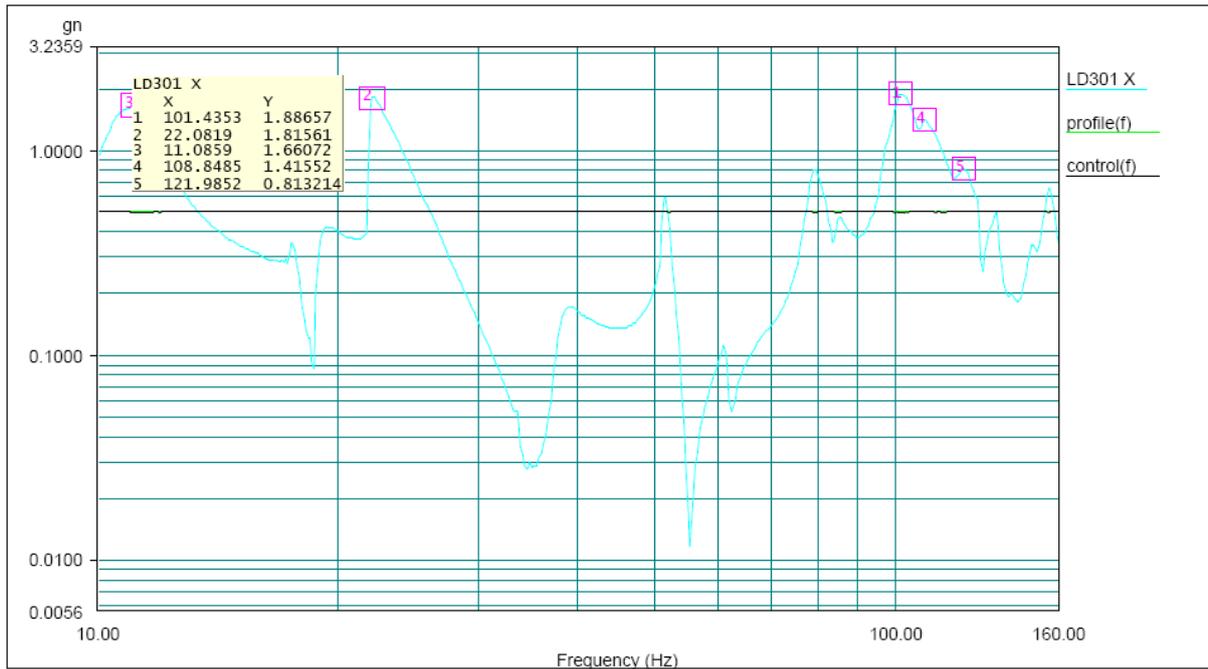


Abbildung 26: Regelkanal bei der Resonanzuntersuchung in y-Richtung mit Antworten der x-Richtung

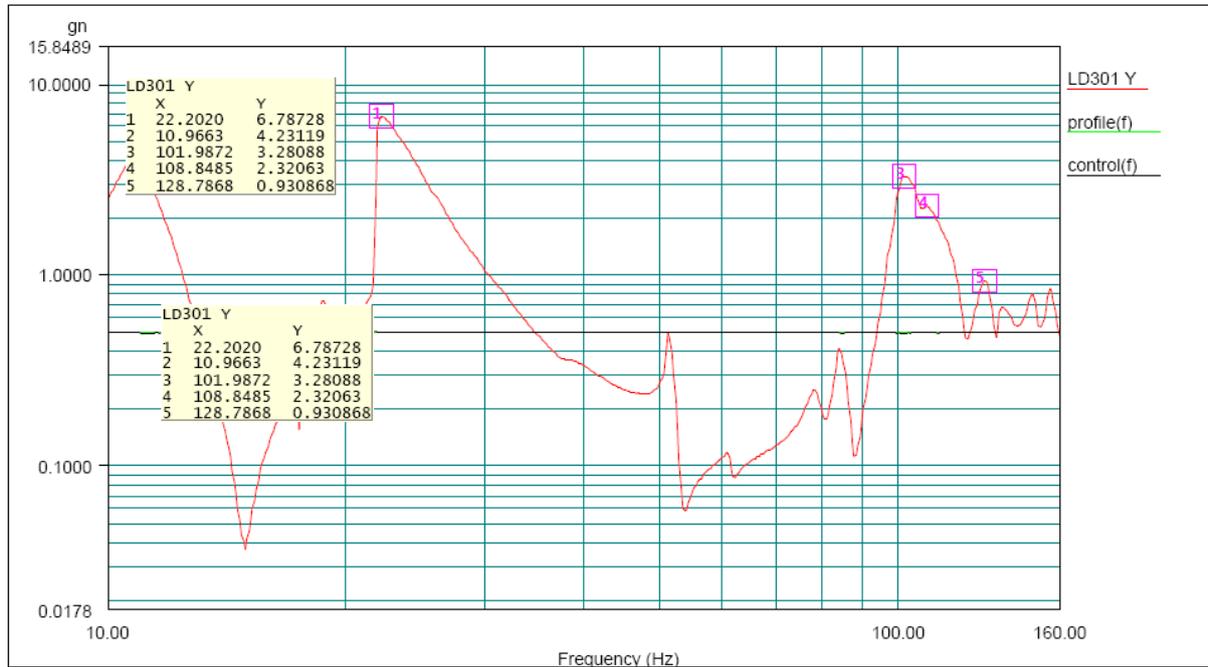


Abbildung 27: Antwort in y-Richtung bei der Resonanzuntersuchung in y-Richtung

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung FMD 09 der Firma Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG für die Komponente Abgasgeschwindigkeit, Bericht-Nr.: 936/21212361/C

Seite 81 von 216

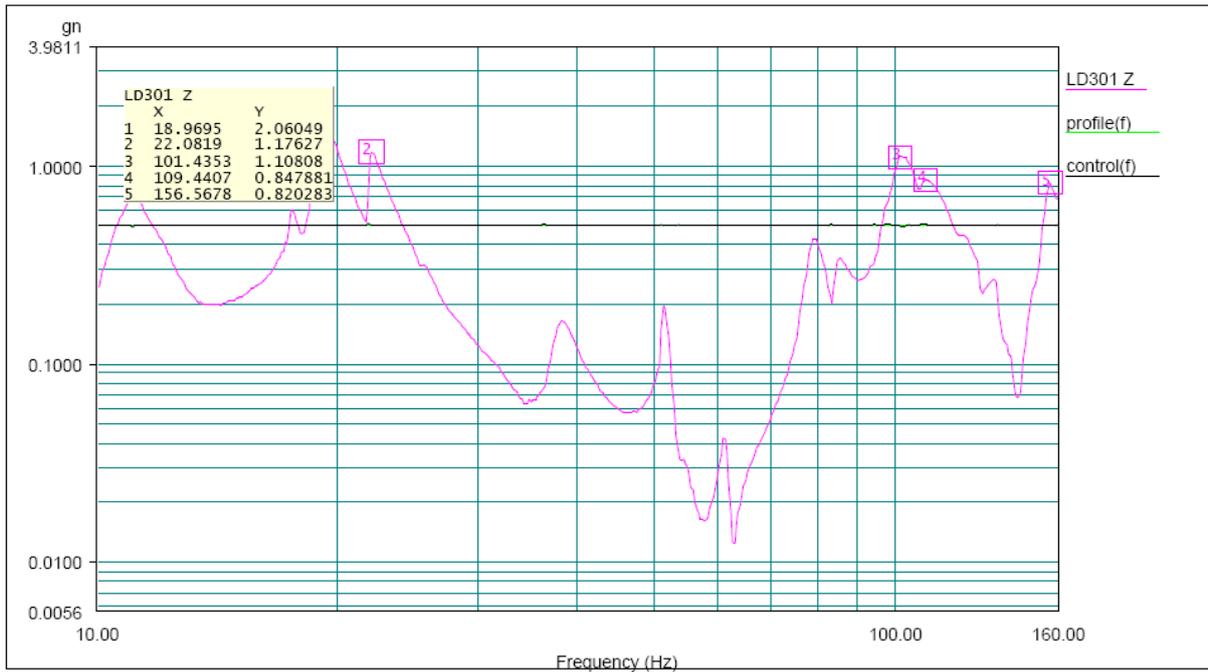


Abbildung 28: Antwort in z-Richtung bei der Resonanzuntersuchung in y-Richtung



Abbildung 29: Aufbau in der y-Achse

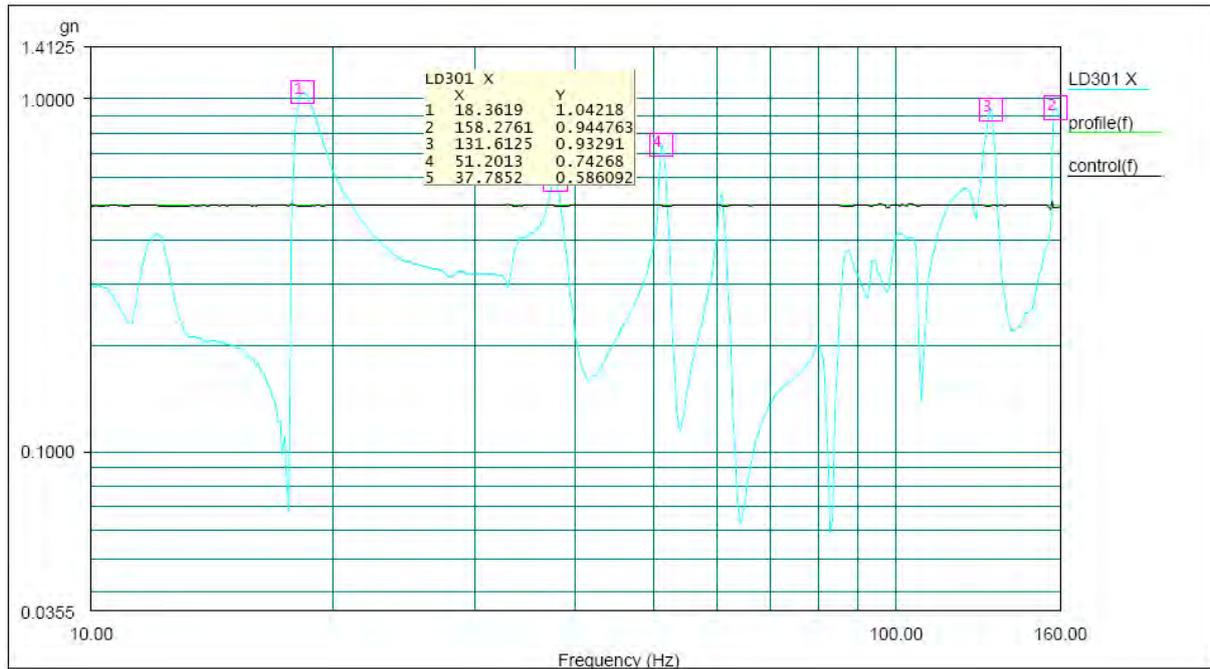


Abbildung 30: Regelkanal der Resonanzuntersuchung in z-Richtung mit Antworten der x-Richtung

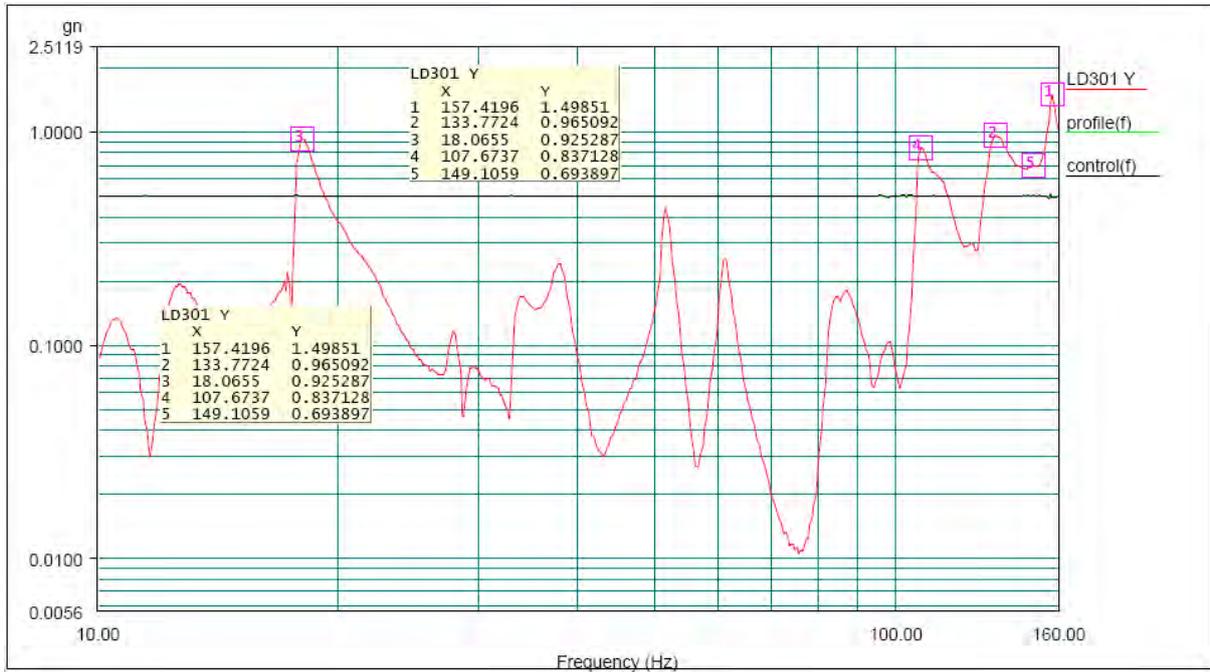


Abbildung 31: Antwort in y-Richtung bei der Resonanzuntersuchung in z-Richtung

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung FMD 09 der Firma Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG für die Komponente Abgasgeschwindigkeit, Bericht-Nr.: 936/21212361/C

Seite 83 von 216

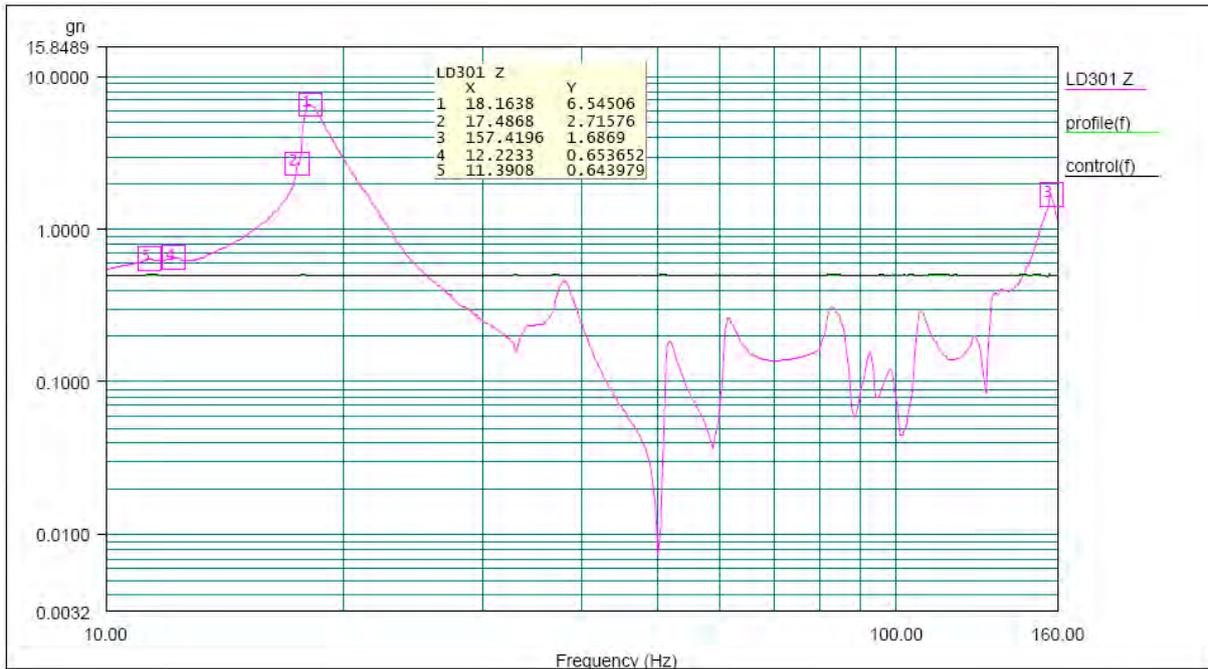


Abbildung 32: Antwort in z-Richtung bei der Resonanzuntersuchung in z-Richtung



Abbildung 33: Aufbau in der z-Achse

6b.19 [6.19 Querempfindlichkeiten]

Der Hersteller muss jeden bekannten Störeinfluss beschreiben. Prüfungen für Störeinflüsse, die nicht auf gasförmige Störkomponenten zurückzuführen sind, oder Prüfungen für Gase, die nicht im Anhang B der DIN EN 15267-3 aufgeführt sind, müssen mit dem Prüflaboratorium vereinbart werden.

Diese Mindestanforderung ist für Volumenstrommesseinrichtungen nicht relevant.

Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht notwendig.

Durchführung der Prüfung

Hier nicht notwendig.

Auswertung

Hier nicht notwendig.

Bewertung

Die Mindestanforderung ist für Messgeräte zur Abgasgeschwindigkeitsmessung nicht relevant.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

6b.20 [6.20 Auswanderung des Messstrahls bei In-situ-AMS]

Bei Auswanderung des Messstrahls von optischen AMS müssen die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt folgende Mindestanforderung für die maximal vom Hersteller erlaubte Winkelabweichung einhalten. Dieser Winkel muss mindestens $0,3^\circ$ betragen.

Die Abweichungen der Messsignale bei Auswanderung des Messstrahls darf 2,0 % des Zertifizierungsbereichsendwerts nicht überschreiten.

Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht notwendig.

Durchführung der Prüfung

Dieser Testpunkt trifft für diese Messeinrichtung nicht zu.

Auswertung

Dieser Testpunkt trifft für diese Messeinrichtung nicht zu.

Bewertung

Dieser Testpunkt trifft für diese Messeinrichtung nicht zu.

Die Mindestanforderung ist nicht relevant.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Dieser Testpunkt trifft für diese Messeinrichtung nicht zu.

6b.21 [6.21 Konverterwirkungsgrad für AMS zur Messung von NO_x]

Hersteller, die die Zertifizierung einer NO_x-Messeinrichtung anstreben, müssen angeben, ob die Zertifizierung für die Messung von Stickstoffmonoxid (NO) und/oder Stickstoffdioxid (NO₂) gelten soll.

Das Prüflaboratorium hat den Wirkungsgrad von NO_x-Konvertern vor und nach dem Feldtest zu ermitteln. Der Konverterwirkungsgrad muss mindestens 95 % betragen.

Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht notwendig.

Durchführung der Prüfung

Dieser Testpunkt trifft für diese Messeinrichtung nicht zu.

Auswertung

Dieser Testpunkt trifft für diese Messeinrichtung nicht zu.

Bewertung

Dieser Testpunkt trifft für diese Messeinrichtung nicht zu.

Die Mindestanforderung ist nicht relevant.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Dieser Testpunkt trifft für diese Messeinrichtung nicht zu.

6b.22 [6.22 Responsefaktoren]

Automatische Messeinrichtungen zur Messung von Gesamt-Kohlenstoff (TOC) müssen die folgenden Mindestanforderungen einhalten.

Der O₂-Einfluss darf 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten.

Die Responsefaktoren müssen in folgendem Bereich liegen:

<i>Methan</i>	<i>0,90 bis 1,20</i>
<i>Aliphatische Kohlenwasserstoffe</i>	<i>0,90 bis 1,10</i>
<i>Aromatische Kohlenwasserstoffe</i>	<i>0,80 bis 1,10</i>
<i>Dichlormethan</i>	<i>0,75 bis 1,15</i>
<i>Aliphatische Alkohole</i>	<i>0,70 bis 1,00</i>
<i>Ester und Ketone</i>	<i>0,70 bis 1,00</i>
<i>Organische Säuren</i>	<i>0,50 bis 1,00</i>

Es sind die Komponenten: Methan, Ethan, Benzol, Toluol, Dichlormethan und die Prüfgasmischung nach DIN EN 12619 zu prüfen.

Für AMS zur Ermittlung des Gesamtkohlenstoffgehalts in den Emissionen von Müllverbrennungsanlagen sind zusätzlich folgenden organischen Verbindungen zu prüfen:

Propan, Ethin, Ethylbenzol, p-Xylol, Chlorbenzol, Tetrachlorethylen, n-Butan n-Hexan, n-Octan, iso-Octan, Propen, Methanol, Butanol, Essigsäure, Essigsäuremethylester, Trichlormethan, Trichlorethylen.

Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht notwendig.

Durchführung der Prüfung

Dieser Testpunkt trifft für diese Messeinrichtung nicht zu.

Auswertung

Dieser Testpunkt trifft für diese Messeinrichtung nicht zu.

Bewertung

Dieser Testpunkt trifft für diese Messeinrichtung nicht zu.

Die Mindestanforderung ist nicht relevant.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Dieser Testpunkt trifft für diese Messeinrichtung nicht zu.

6c Feldprüfungen

6c.1 [7.1 Kalibrierfunktion]

Die Kalibrierfunktion ist durch Vergleichsmessungen mit einem Standardreferenzmessverfahren zu ermitteln.

Der Korrelationskoeffizient R^2 der Kalibrierfunktion muss mindestens 0,90 betragen. Die nach DIN EN 14181 ermittelte und zur Kalibrierfunktion gehörende Variabilität muss die in den entsprechenden rechtlichen Regelungen festgelegte maximal zulässige Messunsicherheit einhalten.

Die Kalibrierfunktion muss nach DIN EN 14181 auf der Basis von mindestens 15 Messungen ermittelt werden. Die Kalibrierfunktion ist zweimal zu ermitteln, einmal zu Beginn und einmal am Ende des Feldtests.

Falls die Konzentration im Feldtest konstant ist, kann die Kalibrierfunktion in Übereinstimmung mit der DIN EN 14181 durch zusätzliche Verwendung von Nullpunkt- und Referenzpunktwerten, die im Feldtest ermittelt wurden, aufgestellt werden.

Gerätetechnische Ausstattung

Standardreferenzmessverfahren für die jeweiligen Messkomponenten siehe Kapitel 5.

Durchführung der Prüfung

Die Kalibrierfunktion wurde einmal zu Beginn und einmal am Ende des Feldversuches bestimmt. Für die Berechnung der Kalibrierfunktion wurden für die AMS und das Standardreferenzmessverfahren die gleichen Abgasrandparameter verwendet. Wie in DIN EN 14181 beschrieben wurden jeweils 15 Messungen über drei Tage verteilt durchgeführt. Der Feldtest startete am 16.04.2010 und endete am 19.08.2010. Im Anschluss hat sich die Firma Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG aufgrund der bis zu diesem Zeitpunkt positiven Driftergebnisse dazu entschlossen, eine Verlängerung des Feldtests zu beauftragen. Deshalb wurden die Geräte bis November 2010 im Feld weiter betrieben.

Die Messpunkte wurden nach DIN EN 15259 ausgewählt.

Auswertung

Die Kalibrierfunktionen wurden nach DIN EN 14181 anhand von jeweils 15 Messungen ermittelt.

Bewertung

Die Korrelationskoeffizienten R^2 der Kalibrierfunktion liegen zwischen 0,9971 und 0,9935. Die Geräte haben die Variabilitätsprüfung bestanden.

Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen dem Referenzmessverfahren und der Geräteanzeige konnte nachgewiesen werden.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 18 bis Tabelle 23 und in Abbildung 34 bis Abbildung 39 dargestellt.

Tabelle 18: Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 1

FMD 09 im Feldtest: Parameter Gerät 1, 1. Kalibrierung

Komponente	Abgasgeschwindigkeit
Gaszustand Messgerät	tpf
Messbereich	0 - 29,4 m/s
Zertifizierungsbereich	0 - 30 m/s
Rechenmethode *)	Punktehaufen mit 0-Punkt
Steigung b	1,837 m/s / mA
Achsenabschnitt a	-7,349 m/s
Standardabweichung s_D	0,36 m/s
Korrelationskoeffizient R^2	0,9967
Messbereich (E)	30 m/s
Konfidenzintervall	10 % des Messbereichs
Konfidenzintervall	3 m/s
15 % des Messbereichs	4,5 m/s
Differenz $y_{smax} - y_{smin}$	3,7 m/s

*) Differenz $y_{smax} - y_{smin}$ ist kleiner 15 % des Messbereichs

Variabilitätsprüfung Gerät 1

Nr	Vergleichs- Verfahren m/s (ntr)	Messwerte AMS m/s (ntr)	Differenz D_i m/s	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ m/s	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ m/s
1	23,97	24,51	-0,54	-0,53	0,29
2	25,42	25,61	-0,19	-0,18	0,03
3	26,82	26,77	0,05	0,06	0,00
4	24,44	24,28	0,16	0,17	0,03
5	25,28	24,96	0,32	0,33	0,11
6	24,37	23,84	0,53	0,54	0,29
7	23,15	23,24	-0,09	-0,08	0,01
8	24,60	24,46	0,14	0,15	0,02
9	23,67	23,94	-0,27	-0,26	0,07
10	25,08	25,52	-0,44	-0,43	0,19
11	24,17	24,11	0,06	0,07	0,00
12	23,54	24,06	-0,52	-0,51	0,26
13	24,14	24,38	-0,24	-0,23	0,05
14	23,65	23,33	0,32	0,33	0,11
15	23,54	22,92	0,62	0,63	0,39
Mittelwert			-0,01		
Summe					1,85
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung		$s_D =$	0,36 m/s
geforderte Messunsicherheit σ_0	$= 10\% \times E / 1,96 =$		1,5 m/s
k_V			0,9761
Prüfung	$s_D \leq \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	1,5
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.			

Tabelle 19: Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 2
FMD 09 im Feldtest: Parameter Gerät 2, 1. Kalibrierung

Komponente	Abgasgeschwindigkeit
Gaszustand Messgerät	tpf
Messbereich	0 - 29,4 m/s
Zertifizierungsbereich	0 - 30 m/s
Rechenmethode *)	Punktehaufen mit 0-Punkt
Steigung b	1,839 m/s / mA
Achsenabschnitt a	-7,355 m/s
Standardabweichung s_D	0,34 m/s
Korrelationskoeffizient R^2	0,9971
Messbereich (E)	30 m/s
Konfidenzintervall	10 % des Messbereichs
Konfidenzintervall	3 m/s
15 % des Messbereichs	4,5 m/s
Differenz $y_{smax} - y_{smin}$	3,7 m/s

 *) Differenz $y_{smax} - y_{smin}$ ist kleiner 15 % des Messbereichs

Variabilitätsprüfung Gerät 2

Nr	Vergleichs- Verfahren m/s (ntr)	Messwerte AMS m/s (ntr)	Differenz D_i m/s	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ m/s	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ m/s
1	23,97	24,44	-0,47	-0,47	0,22
2	25,42	25,54	-0,12	-0,12	0,01
3	26,82	26,70	0,12	0,12	0,02
4	24,44	24,25	0,19	0,19	0,04
5	25,28	24,98	0,30	0,30	0,09
6	24,37	23,86	0,51	0,51	0,26
7	23,15	23,25	-0,10	-0,10	0,01
8	24,60	24,44	0,16	0,16	0,03
9	23,67	23,95	-0,28	-0,28	0,08
10	25,08	25,50	-0,42	-0,42	0,17
11	24,17	24,08	0,09	0,09	0,01
12	23,54	24,08	-0,54	-0,54	0,29
13	24,14	24,40	-0,26	-0,26	0,07
14	23,65	23,39	0,26	0,26	0,07
15	23,54	23,02	0,52	0,52	0,27
Mittelwert			0,00		
Summe					1,63
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung		$s_D =$	0,34 m/s
geforderte Messunsicherheit σ_0	$= 10\% \times E / 1,96 =$		1,5 m/s
k_V			0,9761
Prüfung	$s_D \leq \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	1,5

Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.

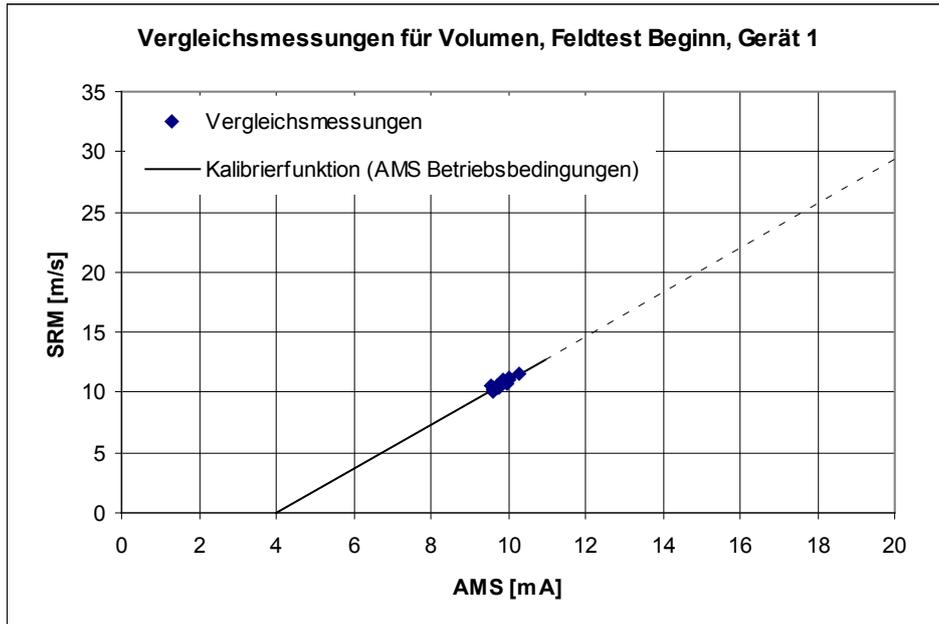


Abbildung 34: Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 1

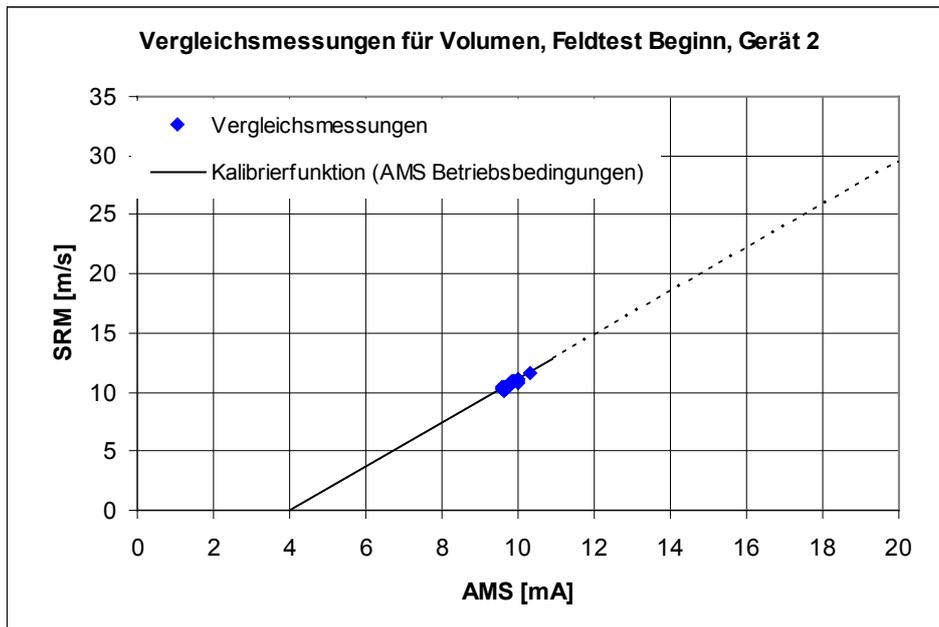


Abbildung 35: Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 2

Tabelle 20: Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 1

FMD 09 im Feldtest: Parameter Gerät 1, 2. Kalibrierung

Komponente	Abgasgeschwindigkeit
Gaszustand Messgerät	tpf
Messbereich	0 - 28,7 m/s
Zertifizierungsbereich	0 - 30 m/s
Rechenmethode *)	Punktehaufen mit 0-Punkt
Steigung b	1,791 m/s / mA
Achsenabschnitt a	-7,164 m/s
Standardabweichung s_D	0,50 m/s
Korrelationskoeffizient R^2	0,9939
Messbereich (E)	30 m/s
Konfidenzintervall	10 % des Messbereichs
Konfidenzintervall	3 m/s
15 % des Messbereichs	4,5 m/s
Differenz $y_{smax} - y_{smin}$	3,2 m/s

 *) Differenz $y_{smax} - y_{smin}$ ist kleiner 15 % des Messbereichs

Variabilitätsprüfung Gerät 1

Nr	Vergleichs- Verfahren m/s (ntr)	Messwerte AMS m/s (ntr)	Differenz D_i m/s	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ m/s	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ m/s
1	24,80	24,30	0,50	0,51	0,260
2	24,40	24,18	0,22	0,23	0,053
3	24,50	24,13	0,37	0,38	0,144
4	24,70	25,13	-0,43	-0,42	0,176
5	24,60	24,45	0,15	0,16	0,026
6	24,70	24,98	-0,28	-0,27	0,073
7	24,40	23,50	0,90	0,91	0,828
8	24,50	24,00	0,50	0,51	0,260
9	23,80	23,45	0,35	0,36	0,130
10	23,80	24,18	-0,38	-0,37	0,137
11	23,60	23,88	-0,28	-0,27	0,073
12	24,20	24,91	-0,71	-0,70	0,490
13	25,40	25,50	-0,10	-0,09	0,008
14	24,10	24,12	-0,02	-0,01	0,000
15	26,80	27,74	-0,94	-0,93	0,865
Mittelwert			-0,01		
Summe					3,523
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung		$s_D =$	0,50 m/s
geforderte Messunsicherheit σ_0	$= 10\% \times E / 1,96 =$		1,5 m/s
k_V			0,9761
Prüfung	$s_D \leq \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	1,5
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.			

Tabelle 21: Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 2

FMD 09 im Feldtest: Parameter Gerät 2, 2. Kalibrierung

Komponente	Abgasgeschwindigkeit
Gaszustand Messgerät	tpf
Messbereich	0 - 28,8 m/s
Zertifizierungsbereich	0 - 30 m/s
Rechenmethode *)	Punktehaufen mit 0-Punkt
Steigung b	1,800 m/s / mA
Achsenabschnitt a	-7,201 m/s
Standardabweichung s_D	0,52 m/s
Korrelationskoeffizient R^2	0,9935
Messbereich (E)	30 m/s
Konfidenzintervall	10 % des Messbereichs
Konfidenzintervall	3 m/s
15 % des Messbereichs	4,5 m/s
Differenz $y_{smax} - y_{smin}$	3,2 m/s

*) Differenz $y_{smax} - y_{smin}$ ist kleiner 15 % des Messbereichs

Variabilitätsprüfung Gerät 2

Nr	Vergleichs- Verfahren m/s (ntr)	Messwerte AMS m/s (ntr)	Differenz D_i m/s	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ m/s	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ m/s
1	24,80	24,30	0,50	0,51	0,259
2	24,40	24,14	0,26	0,27	0,073
3	24,50	24,09	0,41	0,42	0,176
4	24,70	25,09	-0,39	-0,38	0,145
5	24,60	24,45	0,15	0,16	0,025
6	24,70	24,98	-0,28	-0,27	0,073
7	24,40	23,45	0,95	0,96	0,920
8	24,50	24,00	0,50	0,51	0,259
9	23,80	23,40	0,40	0,41	0,168
10	23,80	24,13	-0,33	-0,32	0,103
11	23,60	23,96	-0,36	-0,35	0,123
12	24,20	24,86	-0,66	-0,65	0,423
13	25,40	25,59	-0,19	-0,18	0,033
14	24,10	24,20	-0,10	-0,09	0,008
15	26,80	27,80	-1,00	-0,99	0,981
Mittelwert			-0,01		
Summe					3,770
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	$s_D =$	0,52 m/s
geforderte Messunsicherheit σ_0	$= 10\% \times E / 1,96 =$	1,5 m/s
k_V		0,9761
Prüfung $s_D \leq \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	1,5
Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

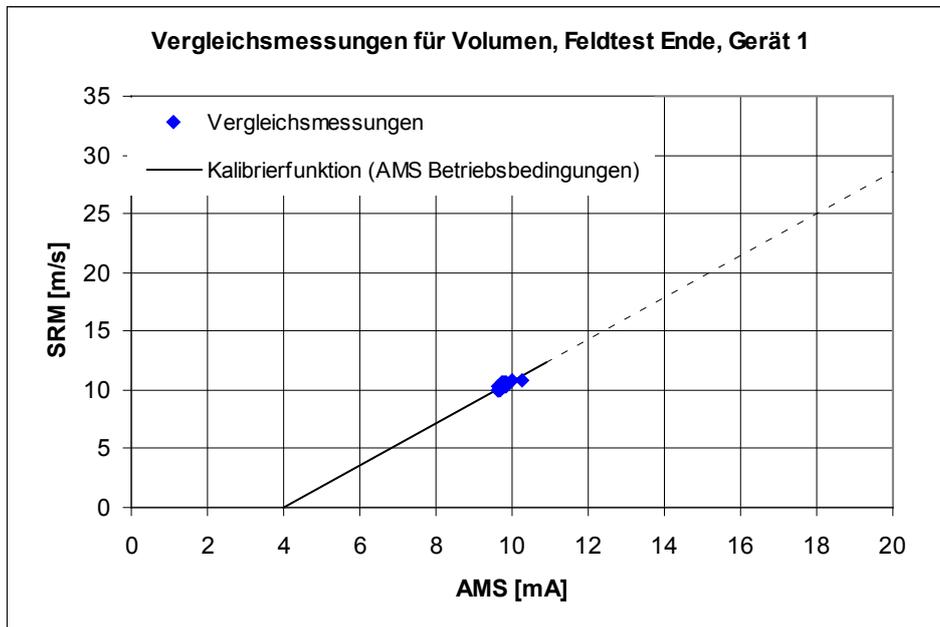


Abbildung 36: Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 1

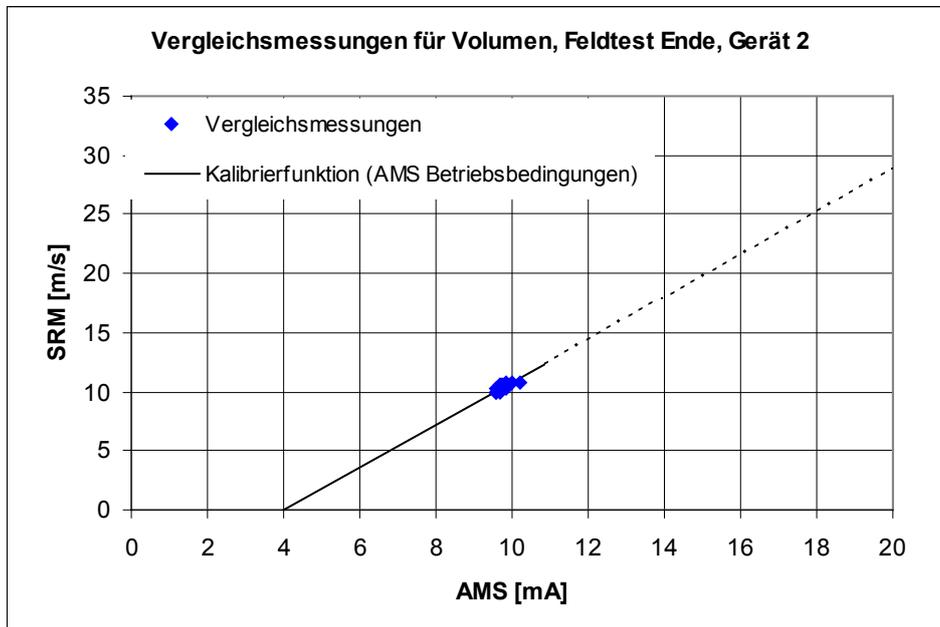


Abbildung 37: Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 2

Tabelle 22: Variabilitätsprüfung, Gerät 1

**Variabilitätsprüfung Gerät 1 für Abgasgeschwindigkeit:
2. Kalibrierung als Funktionsprüfung**

Nr	Vergleichs- Verfahren m/s (ntr)	Gerät 1 m/s (ntr)	Differenz D_i m/s (ntr)	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ m/s (ntr)	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ m/s (ntr)
1	24,80	24,93	-0,13	0,52	0,267
2	24,40	24,81	-0,41	0,24	0,056
3	24,50	24,76	-0,26	0,39	0,150
4	24,70	25,78	-1,08	-0,43	0,188
5	24,60	25,09	-0,49	0,16	0,025
6	24,70	25,63	-0,93	-0,28	0,080
7	24,40	24,11	0,29	0,94	0,877
8	24,50	24,62	-0,12	0,53	0,277
9	23,80	24,05	-0,25	0,40	0,157
10	23,80	24,80	-1,00	-0,35	0,125
11	23,60	24,50	-0,90	-0,25	0,064
12	24,20	25,55	-1,35	-0,70	0,495
13	25,40	26,16	-0,76	-0,11	0,013
14	24,10	24,75	-0,65	0,00	0,000
15	26,80	28,46	-1,66	-1,01	1,027
Mittelwert			-0,65		
Summe					3,801
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	$s_D =$	0,5 m/s
geforderte Messunsicherheit σ_0	$= 10\% \times E / 1,96 =$	1,5 m/s
k_V		0,9761
Prüfung	$s_D \leq 1,5 \times \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq 2,2$
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		
$t_{0,95 (N-1)}$		2,1448
Differenzenmittelwert	$ D =$	0,6 m/s
Prüfung	$ D \leq$	1,8
Die Kalibrierfunktion ist gültig.		

Tabelle 23: Variabilitätsprüfung, Gerät 2
**Variabilitätsprüfung Gerät 2 für Abgasgeschwindigkeit:
 2. Kalibrierung als Funktionsprüfung**

Nr	Vergleichs- Verfahren m/s (ntr)	Gerät 2 m/s (ntr)	Differenz D_i m/s (ntr)	Differenz $D_i - D_{\text{Mittel}}$ m/s (ntr)	Differenz $(D_i - D_{\text{Mittel}})^2$ m/s (ntr)
1	24,80	24,82	-0,02	0,52	0,266
2	24,40	24,66	-0,26	0,28	0,076
3	24,50	24,61	-0,11	0,43	0,181
4	24,70	25,62	-0,92	-0,38	0,147
5	24,60	24,98	-0,38	0,16	0,024
6	24,70	25,51	-0,81	-0,27	0,075
7	24,40	23,96	0,44	0,98	0,953
8	24,50	24,52	-0,02	0,52	0,266
9	23,80	23,90	-0,10	0,44	0,190
10	23,80	24,65	-0,85	-0,31	0,099
11	23,60	24,47	-0,87	-0,33	0,112
12	24,20	25,39	-1,19	-0,65	0,428
13	25,40	26,14	-0,74	-0,20	0,042
14	24,10	24,72	-0,62	-0,08	0,007
15	26,80	28,39	-1,59	-1,05	1,111
Mittelwert			-0,54		
Summe					3,977
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	$s_D =$	0,5 m/s
geforderte Messunsicherheit σ_0	$= 10\% \times E / 1,96 =$	1,5 m/s
k_V		0,9761
Prüfung	$s_D \leq 1,5 \times \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq 2,2$
Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		
$t_{0,95 (N-1)}$		2,1448
Differenzenmittelwert	$ D =$	0,5 m/s
Prüfung	$ D \leq$	1,8
Die Kalibrierfunktion ist gültig.		

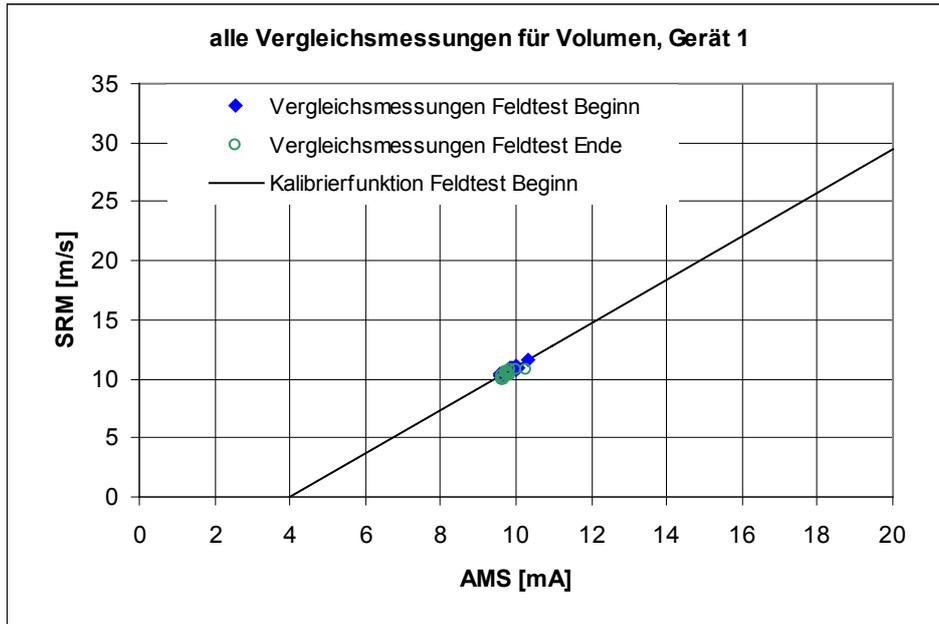


Abbildung 38: Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 1

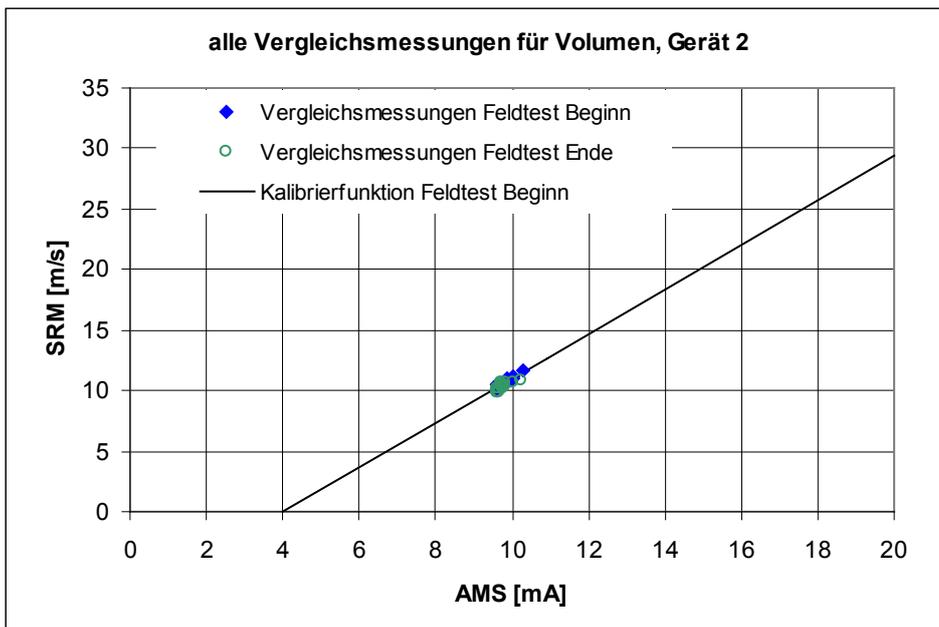


Abbildung 39: Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 2

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Einzeldaten der Kalibrierungen sind im Anhang in Tabelle 48 dargestellt.

6c.2 [7.2 Einstellzeit im Feldtest]

Die automatische Messeinrichtung muss die für den Labortest festgelegte Mindestanforderung an die Einstellzeit einhalten.

Die Prüfung ist mindestens einmal zu Beginn und einmal am Ende des Feldtests durchzuführen.

Gerätetechnische Ausstattung

Zu prüfende Messeinrichtung, Druckgeber.

Durchführung der Prüfung

Die Einstellzeit wird im Feld mittels eines Druckgebers überprüft. Die Einstellzeit wird für den Anstieg auf 90 % und den Abfall auf 10 % des Referenzpunktes ermittelt.

Durch Simulation eines definierten Differenzdrucks auf die Sonde / auf den Drucktransmitter wird der sprunghafte Wechsel der Abgasgeschwindigkeiten simuliert. Nachdem ein stabiler Wert erreicht ist, wird der anstehende Druck entspannt, sodass an beiden Eingängen des Drucktransmitters ein Druckgleichgewicht entsteht. Dies markiert den Startpunkt für die Einstellzeit im Abfallmodus, das Erreichen von 10 % der vorher eingestellten Geschwindigkeit erreicht sind markiert den Endpunkt der Einstellzeit im Abfallmodus.

Da die AMS die Mindestanforderung bereits bei der ersten Prüfung mit einem Faktor zwei oder mehr erfüllte, wurde auf weitere Prüfungen verzichtet.

Auswertung

Es wurde die Zeitspanne zwischen Druckaufgabe und Druckentspannung und Erreichen von 90 % der Gasgeschwindigkeit für den Anstiegsmodus und 10 % der Gasgeschwindigkeit für den Abfallmodus bestimmt.

Der Mittelwert der Einstellzeiten im Anstiegsmodus und der Mittelwert der Einstellzeiten im Abfallmodus werden berechnet. Der größere der beiden Mittelwerte der Einstellzeiten im Anstiegsmodus und im Abfallmodus wird als Einstellzeit der AMS verwendet. Zu bemerken ist, dass die angegebenen Einstellzeiten insbesondere durch die Dauer des manuellen Druckaufbaus mittels Druckgeber beeinflusst werden.

Die relative Differenz der Einstellzeiten wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$t_d = \left| \frac{t_r - t_f}{t_r} \right|$$

Dabei ist

- t_d die relative Differenz zwischen den Einstellzeiten des Anstieg- und Abfallmodus;
- t_r die im Anstiegmodus ermittelte Einstellzeit;
- t_f die im Abfallmodus ermittelte Einstellzeit.

Tabelle 24: Einstellzeiten zu Beginn des Feldtests

Messgerät: FMD 09 im Feldtest 1
Komponente: Abgasgeschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 30 m/s)

Abgasgeschwindigkeit, trocken	Gerät 1	Gerät 2
t_{90} für den Anstieg	$t_r = 10 \text{ sec}$	$t_r = 10 \text{ sec}$
t_{90} für den Abfall	$t_f = 10 \text{ sec}$	$t_f = 10 \text{ sec}$
rel. Differenz der t_{90}	$t_d = 0,0 \text{ %}$	$t_d = 0,0 \text{ %}$
Einstellzeit	$t_{90} = 10 \text{ sec}$	$t_{90\%} = 10 \text{ sec}$

Tabelle 25: Einstellzeiten am Ende des Feldtests

Messgerät: FMD 09 im Feldtest 2
Komponente: Abgasgeschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 30 m/s)

Abgasgeschwindigkeit, trocken	Gerät 1	Gerät 2
t_{90} für den Anstieg	$t_r = 10 \text{ sec}$	$t_r = 10 \text{ sec}$
t_{90} für den Abfall	$t_f = 10 \text{ sec}$	$t_f = 10 \text{ sec}$
rel. Differenz der t_{90}	$t_d = 0,0 \text{ %}$	$t_d = 0,0 \text{ %}$
Einstellzeit	$t_{90} = 10 \text{ sec}$	$t_{90\%} = 10 \text{ sec}$

Bewertung

Die ermittelte Einstellzeit im Feld beträgt 10 s.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

6c.3 [7.3 Lack-of-fit im Feldtest]

Die AMS muss die für den Labortest festgelegte Mindestanforderung an den Lack-of-fit einhalten.

Der Lack-of-fit ist mindestens zweimal während des Feldtests zu ermitteln.

Gerätetechnische Ausstattung

Zu prüfende Messeinrichtung, Multimeter, Druckkalibrator.

Durchführung der Prüfung

Zur Überprüfung der Linearität wurden definierte Differenzdrücke mittels eines Druckkalibrators simuliert.

Auswertung

Die simulierten Differenzdrücke und das Signal des Drucktransmitters werden in Tabelle 26 und Tabelle 27 dargestellt. Die Mittelwerte der Geräteanzeigen der AMS für jede Konzentrationsstufe und der Abstand (Residuum) dieser Mittelwerte zur Regressionsgerade wurden berechnet.

Bewertung

Die relativen Residuen liegen bei maximal 0,6 % des Differenzdruckbereichs.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Tabelle 26: Linearitätsprüfung (Werte zu Beginn des Feldtests)

Messgerät: FMD 09 im Feldtest 1
Komponente: Volumen (Zertifizierungsbereich = 0 - 500 Pa)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert Pa	Messwert Pa	Regression Pa	d _{c,rel} %	Sollwert Pa	Messwert Pa	Regression Pa	d _{c,rel} %
0,00	-0,21	0,22	-0,09	0,00	0,00	-2,22	0,44
350	352	351	0,20	350	351	351	0,00
200	201	201	0,00	200	198	200	-0,40
100	100	100	0,00	100	97,6	98,7	-0,22
300	301	301	0,00	300	300	300	0,00
50,0	50,3	50,3	0,00	50,0	45,8	48,2	-0,48
400	401	401	0,00	400	402	401	0,20
150	151	151	0,00	150	148	149	-0,20
450	451	451	0,00	450	452	452	0,00
250	251	251	0,00	250	250	250	0,00
500	501	502	-0,20	500	503	502	0,20
0,00	-0,10	0,22	-0,06	0,00	0,00	-2,22	0,44
maximaler Wert		d_{c,rel}	0,20				-0,48

$$\text{maximale Unsicherheit } u = -1,386 \text{ Pa} = \max(d_{c,rel}) * ZB / \sqrt{3} \text{ (D.6)}$$

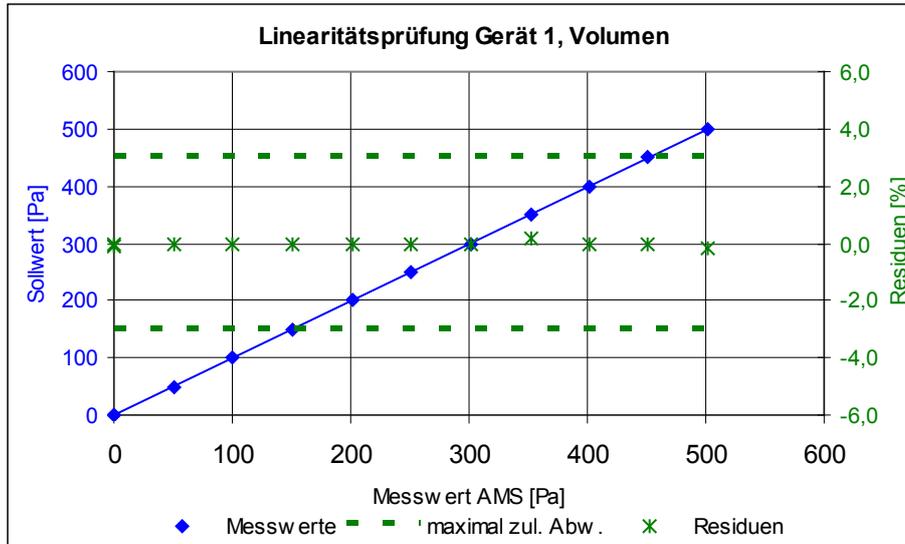


Abbildung 40: Darstellung der Ergebnisse des Lack-of-fit Gerät 1 zu Beginn des Feldtests

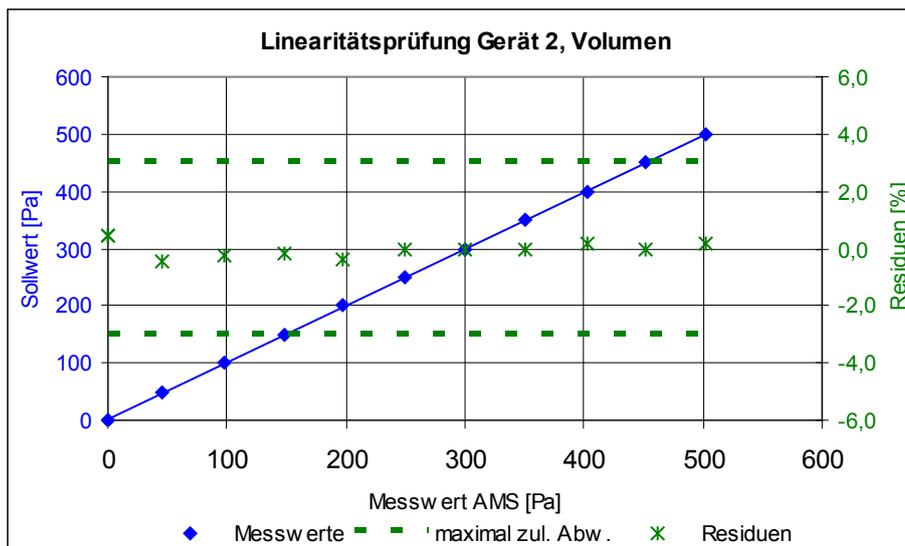


Abbildung 41: Darstellung der Ergebnisse des Lack-of-fit Gerät 2 zu Beginn des Feldtests

Tabelle 27: Linearitätsprüfung (Werte am Ende des Feldtests)

Messgerät: FMD 09 im Feldtest 2
Komponente: Volumen (Zertifizierungsbereich = 0 - 500 Pa)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert Pa	Messwert Pa	Regression Pa	d _{c,rel} %	Sollwert Pa	Messwert Pa	Regression Pa	d _{c,rel} %
0,00	0,10	-2,55	0,53	0,00	-0,21	-2,86	0,53
350	345	347	-0,40	350	349	350	-0,20
200	197	197	0,00	200	197	199	-0,40
100	95,8	97,3	-0,30	100	96,3	97,9	-0,32
300	297	297	0,00	300	299	299	0,00
50,0	47,1	47,4	-0,06	50,0	45,9	47,5	-0,32
400	400	397	0,60	400	400	400	0,00
150	144	147	-0,60	150	146	148	-0,40
450	446	447	-0,20	450	451	450	0,20
250	244	247	-0,60	250	249	249	0,00
500	499	497	0,40	500	503	501	0,40
0,00	-0,21	-2,55	0,47	0,00	0,00	-2,86	0,57
maximaler Wert		d_{c,rel}	0,60				0,57

maximale Unsicherheit u = 1,732 Pa = max (d_{c,rel}) * ZB / √3 (D.6)

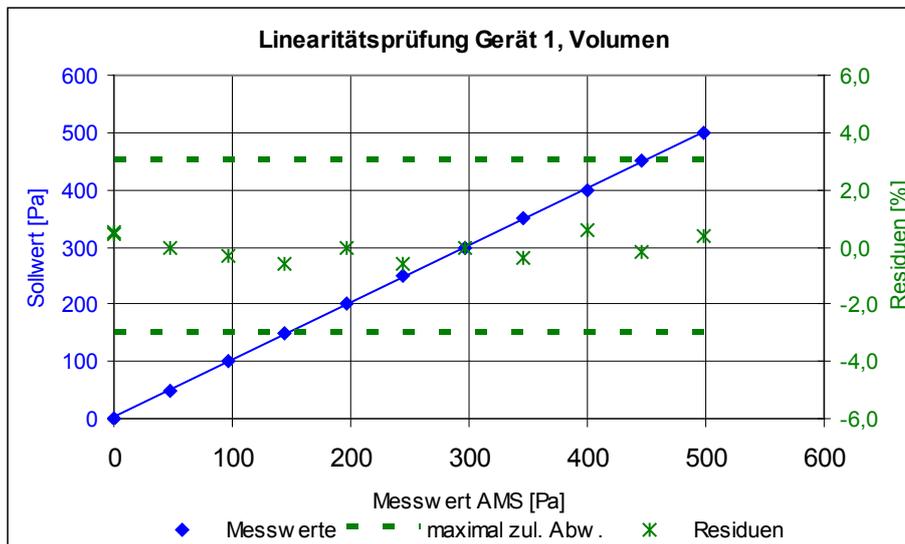


Abbildung 42: Darstellung der Ergebnisse des Lack-of-fit Gerät 1 am Ende des Feldtests

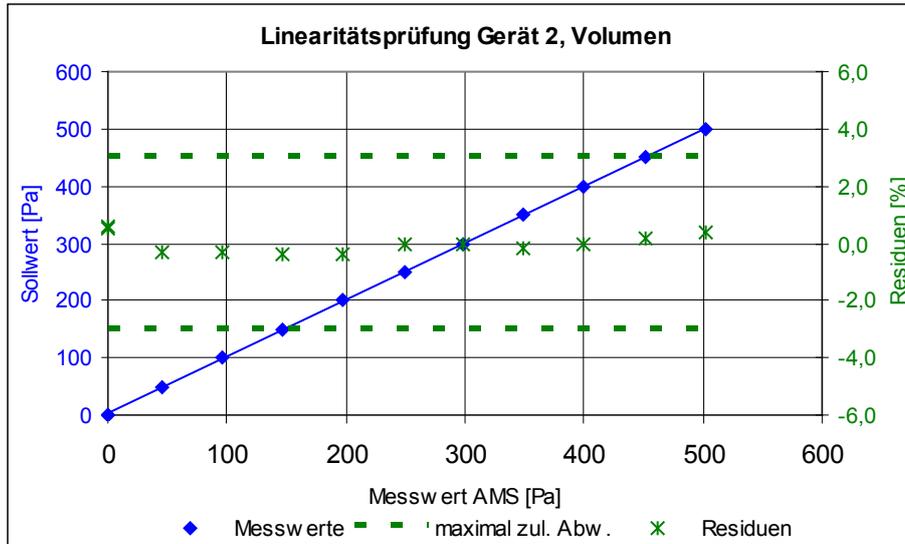


Abbildung 43: Darstellung der Ergebnisse des Lack-of-fit Gerät 2 am Ende des Feldtests

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse zur Prüfung des Lack-of-fit sind in Tabelle 26 bis Tabelle 27 dargestellt.

6c.4 [7.4 Wartungsintervall]

Das Prüflaboratorium muss feststellen, welche Wartungsarbeiten für die einwandfreie Funktion der Messeinrichtung erforderlich sind und in welchen Zeitabständen diese Arbeiten durchzuführen sind. Die Empfehlungen des Geräteherstellers sollten dabei berücksichtigt werden.

Das Wartungsintervall muss mindestens 8 Tage betragen.

Gerätetechnische Ausstattung

Während des Feldtests wurden alle Messwerte der Messeinrichtung mit einem Datenerfassungssystem Typ Yokogawa aufgezeichnet. Zusätzliche Geräte wurden hier nicht benötigt.

Durchführung der Prüfung

Das Wartungsintervall wurde anhand des Driftverhaltens bestimmt. Zu Beginn des Feldtests wurden die Geräte eingestellt. Während des Feldtests wurden Null- und Referenzpunkt regelmäßig überprüft.

Bei der Bestimmung des Wartungsverhaltens wurden neben der Auswertung der regelmäßigen manuellen Driftkontrollen auch das Betriebsverhalten der Messeinrichtung und die Wartungsvorschriften des Herstellers berücksichtigt.

Auswertung

Zur Bestimmung des Wartungsintervalls wurden die Daten der regelmäßigen Driftkontrollen mit den Einstellungen zu Beginn des Feldtests verglichen und die Abweichungen bestimmt. Des Weiteren wurden das Betriebsverhalten der Messeinrichtung sowie die Wartungsvorschriften ausgewertet. Die Messeinrichtung FMD 09 wurde zunächst drei Monate unter Realbedingungen im Abgas einer Müllverbrennungsanlage hinter Elektrofilter geprüft. Aufgrund der guten Driftergebnisse hat sich der Hersteller dazu entschieden, den Feldtest auf insgesamt ein halbes Jahr zu verlängern. Während der insgesamt sechs Monate Feldtestbetrieb sind bei den regelmäßigen Null- und Referenzpunktuntersuchungen keine signifikanten Abweichungen festgestellt worden. Somit kann für die Messeinrichtung ein Wartungsintervall von drei Monaten festgelegt werden.

Bewertung

Das Wartungsintervall beträgt drei Monate.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Die im Folgenden beschriebenen Arbeiten müssen in den angegebenen Abständen durchgeführt werden.

Dreimonatliche Wartungsarbeiten: Null- und Referenzpunktkontrolle.

Regelmäßige Kontrollen: elektrische Verbindungen und Kabel prüfen, Verbindungsleitungen zwischen Sonde und Drucktransmitter auf Dichtigkeit überprüfen.

Bei Neuinstallationen ist abhängig von der gegebenen Staubbiladung im Abgas darauf zu achten, dass sich die Bohrungen in der sich im Kanal befindlichen Staudrucksonde nicht verstopfen. Falls notwendig, ist ein kürzeres Abreinigungsintervall zu berücksichtigen. Während der sechsmonatigen Feldprüfung waren keine Reinigungsarbeiten erforderlich.

Des Weiteren sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten (vgl. Herstellerhandbuch Kapitel 10 Wartung).

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Im nachfolgenden Kapitel sind die Ergebnisse der regelmäßigen Driftprüfungen während des Feldtests dargestellt.

6c.5 [7.5 Nullpunkt- und Referenzpunkt drift]

Die automatische Messeinrichtung muss die festgelegten Mindestanforderungen an die zeitliche Änderung des Null- und Referenzpunktes einhalten.

Prüfstandards (beispielsweise Prüfgase) zur Kontrolle des Referenzpunktes müssen so gewählt werden, dass durch die Prüfstandards ein Messsignal zwischen 70 % und 90 % des Zertifizierungsbereiches erzeugt wird.

Die Drift im Wartungsintervall für den Nullpunkt darf 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert und für den Referenzpunkt 4,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten.

Gerätetechnische Ausstattung

Während des Feldtests wurden alle Messwerte der Messeinrichtung mit einem Datenerfassungssystem Typ Yokogawa aufgezeichnet.

Durchführung der Prüfung

Die Überprüfung wurde mit den zwei baugleichen Messeinrichtungen im Rahmen des Feldtests im kleinsten geprüften Messbereich durchgeführt.

Die Lage von Null- und Referenzpunkt wurde während des Feldtests insgesamt 15-mal überprüft. Diese 15 Prüfungen schließen auch die Tests während der Wartungsintervallverlängerung ein. Während des im Kapitel 7.7 „Vergleichspräzision“ beschriebenen Anlagenstillstand wurden die Driftkontrollen weitergeführt. Insgesamt wurden die Kontrollen über eine Dauer von mehr als 6 Monaten durchgeführt. Die Kontrolle der Gerätedrift erfolgte mit Hilfe eines Druckkalibrators, bzw. einer Druckpumpe und einem Druckmessgerät. Die Geräte mussten während des Feldtests nicht nachjustiert werden.

Auswertung

Über die gesamte Zeitdauer des Feldtests haben die Geräte die zulässigen Driften eingehalten.

Bewertung

Die Nullpunkt drift liegt über den gesamten Zeitraum bei höchstens 0 %.

Die maximale Referenzpunkt drift lag bei 1 % des Messbereichs.

Damit ist die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von 0,0 m/s für die Nullpunkt drift und von 0,173 m/s für die Referenzpunkt drift eingesetzt.

Tabelle 28: Übersicht über die Driftuntersuchungen mit den Daten aus der Wartungsintervallverlängerung

Messgerät: FMD 09
Komponente: Abgasvolumenstrom
Messdatum: vom 16.04.2010 bis zum 09.11.2010

Nr.	Datum	Gerät 1				Gerät 2			
		Nullpunkt		Referenzpunkt		Nullpunkt		Referenzpunkt	
		Wert m/s	Abw. %	Wert m/s	Abw. %	Wert m/s	Abw. %	Wert m/s	Abw. %
1	16.04.2010	0,00	-	21,10	-	0,00	-	20,90	-
2	26.04.2010	0,00	0,0	21,00	-0,3	0,00	0,0	20,80	-0,3
3	28.04.2010	0,00	0,0	21,00	-0,3	0,00	0,0	21,20	1,0
4	05.05.2010	0,00	0,0	21,10	0,0	0,00	0,0	21,10	0,7
5	10.05.2010	0,00	0,0	21,00	-0,3	0,00	0,0	21,00	0,3
6	31.05.2010	0,00	0,0	21,10	0,0	0,00	0,0	21,10	0,7
7	07.06.2010	0,00	0,0	21,20	0,3	0,00	0,0	21,10	0,7
8	08.06.2010	0,00	0,0	21,10	0,0	0,00	0,0	21,00	0,3
9	16.06.2010	0,00	0,0	20,80	-1,0	0,00	0,0	21,10	0,7
10	30.06.2010	0,00	0,0	21,20	0,3	0,00	0,0	21,10	0,7
11	07.07.2010	0,00	0,0	21,10	0,0	0,00	0,0	20,90	0,0
12	03.08.2010	0,00	0,0	21,10	0,0	0,00	0,0	21,10	0,7
13	15.09.2010	0,00	0,0	21,20	0,3	0,00	0,0	21,00	0,3
14	28.10.2010	0,00	0,0	21,00	-0,3	0,00	0,0	21,10	0,7
15	09.11.2010	0,00	0,0	21,20	0,3	0,00	0,0	21,00	0,3

maximaler Wert am Nullpunkt 0,0 % u = 0,000 m/s
maximaler Wert am Referenzpunkt 1,0 % u = 0,173 m/s

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

6c.6 [7.6 Verfügbarkeit]

Die automatische Messeinrichtung muss die Anforderungen der entsprechenden rechtlichen Regelungen an die Verfügbarkeit einhalten. In jedem Fall muss die Verfügbarkeit mindestens 95 % und für O₂ mindestens 98 % betragen.

Die AMS kann auf Grund von Störungen, Wartung und Nullpunkt- und Referenzpunktkontrollen und deren Korrekturen nicht verfügbar sein. Zeitspannen, in denen der zu überwachende Prozess nicht im Betrieb ist, werden nicht betrachtet.

Gerätetechnische Ausstattung

Während des Feldtests wurden alle Messwerte der Messeinrichtung mit einem Datenerfassungssystem Typ Yokogawa aufgezeichnet. Zusätzliche Geräte wurden hier nicht benötigt.

Durchführung der Prüfung

Der erste Teil des Feldtests Feldtest erfolgte vom 16.04.2010 bis zum 19.08.2010. Dies entspricht einer Gesamtzeit von 2760 Stunden.

Während dieses Zeitraums erfolgte eine Stilllegung der Anlage zwischen dem 13.05.2010 bis 01.06.2010. Die Analytoren waren während dieser Zeit ständig im Messbetrieb und die Driftuntersuchungen wurden fortgeführt. Die Geräteanzeige lag in diesem Zeitraum stabil bei 0 m/s. Die Werte wurden allerdings bei der Auswertung nicht berücksichtigt, da sie außerhalb des Zertifizierungsbereiches lagen.

Die Ausfallzeiten setzen sich im Wesentlichen aus der Durchführung des Linearitätstest und die Prüfung der Einstellzeit im Feldtest sowie den Driftuntersuchungen zusammen. Ein Driftcheck mit externer Druckaufgabe nimmt für den Null- und Referenzpunkt nicht mehr als eine halbe Stunde in Anspruch.

Auswertung

Die Verfügbarkeit V in Prozent ist nach folgender Gleichung zu ermitteln:

$$V = \frac{t_{\text{tot}} - t_{\text{out}}}{t_{\text{tot}}} \times 100\%$$

Mit:	
V	Verfügbarkeit in %
t_{tot}	Gesamtbetriebszeit
t_{out}	Ausfallzeiten

Neben der prozentualen Verfügbarkeit wird in der 13. und 17. BImSchV auch noch eine Verfügbarkeit für den laufenden Tag bestimmt.

Gemäß 13. BImSchV wird der Tagesmittelwert für ungültig erklärt, wenn mehr als 6 Halbstundenmittelwerte wegen Störung oder Wartung des kontinuierlichen Messsystems ungültig sind.

Gemäß Richtlinie 2000/76/EG (maßgeblich für Anlagen der 17. BImSchV) wird der Tagesmittelwert für ungültig erklärt, wenn mehr als 5 Halbstundenmittelwerte wegen Störung oder Wartung des kontinuierlichen Messsystems ungültig sind.

Fallen mehr als 10 ungültige Tage an, so sind geeignete Maßnahmen einzuleiten, um die Zuverlässigkeit des kontinuierlichen Überwachungssystems zu verbessern.

Bewertung

Die Verfügbarkeit beträgt 99,5 %.

Damit ist die Mindestanforderung erfüllt.

Tabelle 29: Verfügbarkeit während des Feldtestes

Messgerät: FMD 09 im Feldtest
Komponente: Abgasgeschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 30 m/s)

		Gerät 1	Gerät 2
Gesamtbetriebszeit t_{tot}	h	2760	2760
Ausfallzeit t_0			
- Geräteinterne Einstellzeiten	h	0	0
- Gerätestörungen und Reparaturen	h	0	0
- Wartung und Justierung	h	15	15
Verfügbarkeit V	%	99,5	99,5

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

6c.7 [7.7 Vergleichspräzision]

Die automatische Messeinrichtung muss eine Vergleichspräzision R_{field} von kleiner gleich 3,3 % des Zertifizierungsbereichesendwertes und für O_2 von kleiner gleich 0,2 Vol.-% unter Feldbedingungen einhalten.

Die Vergleichspräzision ist während des dreimonatigen Feldtests aus zeitgleichen, fortlaufenden Messungen mit zwei baugleichen Messeinrichtungen am selben Messpunkt (Doppelbestimmungen) zu bestimmen.

Gerätetechnische Ausstattung

Während des Feldtests wurden alle Messwerte der Messeinrichtung mit einem Datenerfassungssystem Typ Yokogawa aufgezeichnet. Zusätzliche Geräte wurden hier nicht benötigt.

Durchführung der Prüfung

Die Vergleichspräzision wurde während des Feldtests ermittelt. Die Prüfung wurde im kleinsten zu prüfenden Messbereich durchgeführt.

Die ermittelten Minutenmittelwerte der AMS wurden zu Halbstundenmittelwerten zusammengefasst, berücksichtigt wurden hierbei Statussignale wie Messung, Störung und Wartung. Jeder Halbstundenmittelwert war durch mindestens 20 Einzelwerte abgedeckt. Werte, die während Störungen, Wartungsarbeiten oder Nullpunkt- und Referenzpunktkontrollen gewonnen wurden, wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Auswertung

Die Vergleichspräzision wurde auf Basis aller gültigen Messwertpaare nach folgenden Gleichungen für eine statistische Sicherheit von 95 % für eine zweiseitige t-Verteilung berechnet. Zusätzlich wurde die Vergleichspräzision für den Bereich der Messwerte oberhalb von 30 % des Grenzwertes für den Tagesmittelwert berechnet.

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{1,i} - x_{2,i})^2}{2n}}$$
$$R_{\text{field}} = t_{n-1; 0,95} \times s_D$$

mit

$x_{1,i}$	das i-te Messergebnis der ersten Messeinrichtung,
$x_{2,i}$	das i-te Messergebnis der zweiten Messeinrichtung,
n	die Anzahl der Doppelbestimmungen.
s_D	die Standardabweichung der aus Doppelbestimmungen ermittelten Differenzen,
$t_{n-1, 0,95}$	der Student-Faktor (zweiseitige Abgrenzung, Vertrauensniveau von 95 %, Anzahl der Freiheitsgrade von n-1),
R_{field}	Die Vergleichspräzision unter Feldbedingungen,

Bewertung

Die Vergleichspräzision liegt bei 0,8 %, das entspricht einem R_D -Wert von 120 (nach VDI 4203).

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert 0,127 m/s (s_D) verwendet.

Die Ergebnisse der Vergleichspräzision sind Tabelle 30 und Abbildung 44 dargestellt.

Tabelle 30: Vergleichspräzision

Komponente:	Abgasgeschwindigkeit			
Messgerät:	FMD 09			
Messdatum:	26.04.2010 bis 19.08.2010			
Zertifizierungsbereich	ZB	=	0 - 30	m/s
Konzentrationsbereich	Gerät 1	=	2 - 16,8	m/s
Konzentrationsbereich	Gerät 2	=	1,1 - 16,9	m/s
Mittelwert	Gerät 1	=	10,43	m/s
Mittelwert	Gerät 2	=	10,43	m/s
$y = b \cdot x + c$ Steigung	b	=	0,9865	
Ordinatenabstand	c	=	0,2420	m/s
Korrelationskoeffizient	r	=	0,9753	
Stichprobenumfang	n	=	5063	
t-Wert	$t_{0,95,n}$	=	1,9604	
Std-Abw. aus Doppelbestimmungen	s_D	=	0,127	m/s
Vergleichspräzision (alle Punkte)	R_f	=	0,249	m/s
bezogen auf den ZB	$R_{f\%}$	=	0,8	%
Limit		=	3,3	%
maximale Unsicherheit	$u = s_D$	=	0,127	m/s
RD alle Punkte nach VDI 4203	R_D	=	120	

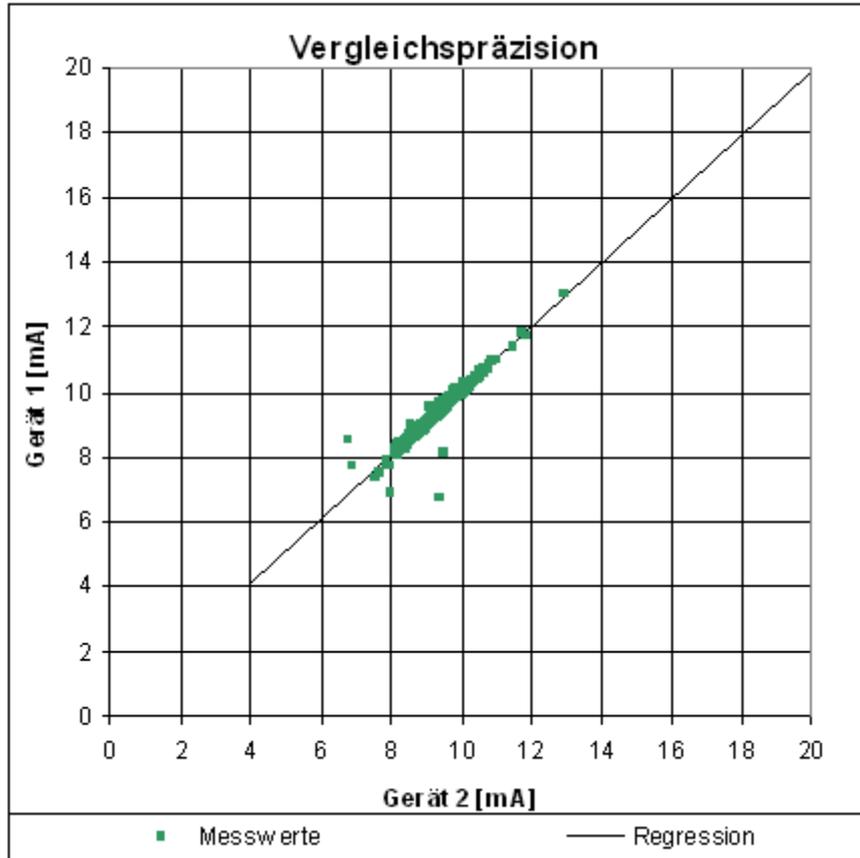


Abbildung 44: Graphische Darstellung der Vergleichspräzision

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

6c.8 [7.8 Verschmutzungskontrolle bei In-situ-Geräten]

Der Einfluss der Verschmutzung auf die automatische Messeinrichtung ist im Feldtest durch Sichtprüfungen und beispielsweise durch Ermittlung der Abweichungen der Messsignale von ihren Sollwerten zu bestimmen. Falls notwendig, ist die AMS mit empfohlenen Spülluftsystemen für die Dauer von drei Monaten als Teil des Feldtests auszustatten. Am Ende der Prüfung ist der Einfluss der Verschmutzung zu ermitteln. Die Ergebnisse für die gereinigten und die verschmutzten optischen Grenzflächen dürfen um maximal 2 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches voneinander abweichen.

Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht notwendig.

Durchführung der Prüfung

Das Gerät hat keine optischen Grenzflächen.

Auswertung

Das Gerät hat keine optischen Grenzflächen. Bei Stör- oder Ausfällen der Anlage sollte die Sonde ausgebaut und auf Verschmutzungen geprüft werden. Bei Verschmutzungen sind diese nach Herstelleranweisung zu entfernen.

Bewertung

Hier nicht notwendig. Bei Stör- oder Ausfällen sollte die Sonde jedoch ausgebaut und auf Verschmutzungen geprüft werden. Bei Verschmutzungen sind diese nach Herstellerangaben zu entfernen.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

6d Messunsicherheit

6d.1 [14 Messunsicherheit]

Die im Labortest und im Feldtest ermittelten Unsicherheiten sind zur Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit der AMS-Messwerte nach EN ISO 14956 zu verwenden. Bei der Berechnung der Standardunsicherheit ist entweder die Wiederholpräzision im Labor oder die Vergleichspräzision im Feld zu verwenden. Der größere Wert dieser beiden Kenngrößen ist anzuwenden.

Die Gesamtunsicherheit der AMS, die sich aus den Prüfungen nach dieser Norm ergibt, sollte um mindestens 25 % unter der maximal zulässigen Unsicherheit, die beispielsweise in den entsprechenden rechtlichen Regelungen festgelegt ist, liegen. Es wird ein ausreichender Spielraum für die Unsicherheitsbeiträge durch die jeweilige Installation der AMS benötigt, um die QAL2 und QAL3 nach EN 14181 erfolgreich zu bestehen.

Das Prüflaboratorium hat die Gesamtunsicherheit im Verhältnis zur maximal zulässigen Unsicherheit, die beispielsweise in den entsprechenden rechtlichen Regelungen für die vorgesehene Anwendung festgelegt ist, im Prüfbericht anzugeben.

Zur Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit müssen die im Folgenden genannten Unsicherheitsbeiträge berücksichtigt werden.

Nummer <i>i</i>	Verfahrenskenngröße	Unsicherheit
1	Lack-of-fit	U_{lof}
2	Nullpunktdrift aus dem Feldtest	$U_{d,z}$
3	Referenzpunktdrift aus dem Feldtest	$U_{d,s}$
4	Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	u_t
5	Einfluss des Probegasdrucks ^b	u_p
6	Einfluss des Probegasvolumenstroms ^b	u_f
7	Einfluss der Netzspannung	u_v
8	Querempfindlichkeit ^b	u_i
9	Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt ^a	$u_r = s_r$
10	Standardabweichung aus Doppelbestimmungen unter Feldbedingungen ^a	$u_D = s_D$
11	Unsicherheit des zur Prüfung benutzten Referenzmaterials ^b	u_{rm}
12	Auswanderung des Messstrahls ^b	u_{mb}
13	Konverterwirkungsgrad für AMS zur Messung von NOx ^b	u_{ce}
14	Änderung der Responsefaktoren (TOC) ^b	u_{rf}

^a Es wird entweder die Wiederholpräzision am Referenzpunkt oder die Standardabweichung aus Doppelbestimmungen unter Feldbedingungen verwendet, je nachdem, welcher Wert größer ist.

^b Dieser Unsicherheitsbeitrag gilt nur für bestimmte AMS.

Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht notwendig.

Durchführung der Prüfung

Die erweiterte Messunsicherheit gemäß Richtlinie DIN EN 15267-03:2008 und DIN EN ISO 14956 wurde für die Messkomponenten Abgasgeschwindigkeit ermittelt. Hierzu wurden die Prüfergebnisse für die im Rahmen der Eignungsprüfung ermittelten Werte der Verfahrenskenngrößen auf Standardunsicherheiten umgerechnet und die erweiterte Messunsicherheit daraus abgeschätzt.

Für die Bezugsgröße Volumenstrom wird der Wert von 10 % als der schärfste Wert zugrunde gelegt. Wenn kein Tagesgrenzwert festgelegt ist, wird die Rechnung auf den Zertifizierbereich bezogen.

Die Gesamtunsicherheit wurde mit den neuen Linearitätsdaten aus der vorliegenden Ergänzungsprüfung neu berechnet.

Auswertung

Im Rahmen der Eignungsprüfung wurde die abgeschätzte erweiterte Messunsicherheit mit der um 25 % reduzierten „geforderten Qualität der Messung“ verglichen.

Die Auswertung erfolgte in tabellarischer Form (siehe Tabelle 49) auf Basis der in der Richtlinie definierten Berechnungsformeln.

In der Berechnung wird entweder die Wiederholpräzision am Nullpunktpunkt oder die Standardabweichung aus Doppelbestimmungen unter Feldbedingungen verwendet, je nachdem, welcher Wert größer ist.

Die relative erweiterte Gesamtunsicherheit ist in **Tabelle 31** dargestellt.

Tabelle 31: Relative erweiterte Gesamtunsicherheit aller Komponenten

Komponente	Zertifizierbereich	Anforderung	Anforderung in der EP*	Relative erweiterte Gesamtunsicherheit
Abgasgeschwindigkeit	2 - 30 m/s	10 %	7,5 %	2,0 %

* In der Eignungsprüfung wird die Messunsicherheit mit der um 25 % reduzierten Anforderung verglichen.

Bewertung

Für alle Komponenten liegen die ermittelten erweiterten Gesamtmessunsicherheiten unterhalb der maximal zulässigen Werte und erfüllen somit die Anforderungen.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Berechnung der relativen erweiterten Gesamtmessunsicherheit ist in Tabelle 49 dargestellt.

7. Wartungsarbeiten, Funktionsprüfung und Kalibrierung

7.1 Arbeiten im Wartungsintervall

- Regelmäßige Sichtkontrolle,
- Alle drei Monate Durchführung einer Null- und Referenzpunktkontrolle durch externe Druckaufgabe,
- Im Übrigen sind die Anweisungen des Herstellers wie im Handbuch Kapitel 10 beschrieben zu beachten,
- Bei Stör- oder Anlagenausfällen insbesondere an den Entstaubungseinrichtungen der betreffenden Anlage ist die Sonde auf Verschmutzungen zu prüfen und gegebenenfalls sind diese zu entfernen.

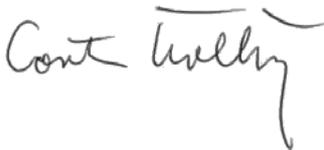
7.2 Funktionsprüfung und Kalibrierung

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

- Sichtprüfung des Gerätes,
- Überprüfen der Nullpunkt- und Referenzpunktlage sowie der Linearität des Drucktransmitters durch Simulation von Differenzdrücken mittels einem geeigneten Druckkalibrators,
- Überprüfung der Differenzdruckverrechnung und der Radizierung,
- Überprüfung der Verrechnung für die Kanaltemperatur falls diese aktiviert ist,
- Überprüfen der Datenübertragung (Analog- und Statussignale) zum Auswertungssystem,
- Auswertung der Vergleichsmessungen als Lack-of-fit.

Weitere Einzelheiten zur Funktionsprüfung und Kalibrierung sind der Richtlinie DIN EN 14181 zu entnehmen; außerdem sind die Hinweise aus dem Handbuch des Herstellers zu beachten.

Köln, 20. März 2012



Dipl.-Ing. Carsten Röllig



Dipl.-Ing. Karsten Pletscher

8. Literatur

- [1] Richtlinie DIN EN 15267-03, März 2008,
Luftbeschaffenheit -Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen -
Teil 3: Mindestanforderungen und Prüfprozeduren für automatische Messeinrichtungen
zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen
- [2] Richtlinie DIN EN 14181, September 2004,
Emissionen aus stationären Quellen - Qualitätssicherung für automatische Messein-
richtungen
- [3] Richtlinie DIN EN 15267-01, Juli 2009,
Luftbeschaffenheit -Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen -
Teil 1: Grundlagen
- [4] Richtlinie DIN EN 15267-02, Juli 2009,
Luftbeschaffenheit -Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen -
Teil 2: Erstmalige Beurteilung des Qualitätsmanagementsystems des Herstellers und
Überwachung des Herstellungsprozesses nach der Zertifizierung
- [5] Richtlinie DIN EN ISO 14956, Januar 2003,
Luftbeschaffenheit - Beurteilung der Eignung eines Messverfahrens durch Vergleich
mit einer geforderten Messunsicherheit
- [6] Richtlinie EN 15259, Januar 2008
Luftbeschaffenheit – Messung von Emissionen aus stationären Quellen - Anforderun-
gen an Messstrecken und Messplätze und an die Messaufgabe, den Messplan und
den Messbericht
- [7] Bericht über die Eignungsprüfung der Messeinrichtung FMD 09 der Firma Dr. Födisch
Umweltmesstechnik AG für die Komponente Abgasgeschwindigkeit, TÜV Rheinland
Energie und Umwelt GmbH, TÜV-Bericht Nr.: 936/21212361/A, Köln, 23. März 2011
- [8] Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen; Richtlinien über:
- die Eignungsprüfung von Mess- und Auswerteeinrichtungen für kontinuierliche
Emissionsmessungen und die kontinuierliche Erfassung von Bezugs- bzw.
Betriebsgrößen zur fortlaufenden Überwachung der Emissionen besonderer Stoffe,
RdSchr. d. BMU vom 13.6.2005-IG I 2-45 053/5 und vom 4.8.2010 - IG I 2-51 134/0.
- [9] Bericht über die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung FMD 09 der Firma Dr. Fö-
disch Umweltmesstechnik AG für die Komponente Abgasgeschwindigkeit, TÜV Rhein-
land Energie und Umwelt GmbH, TÜV-Bericht Nr.: 936/21212361/B, Köln, 19. Oktober
2011
- [10] *Fiedler, Otto*, Strömungs- und Durchflussmeßtechnik, Oldenburg 1992, S. 59

9. Anhang



Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Beliehene gemäß § 8 Absatz 1 AkkStelleG i.V.m. § 1 Absatz 1 AkkStelleGBV
Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen
von EA, ILAC und IAF zur gegenseitigen Anerkennung

Akkreditierung



Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass die

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH

mit ihrer

Messstelle für Immissionsschutz (Environmental Protection)
Am Grauen Stein, 51105 Köln

und ihrer unselbständigen Messstelle

Robert-Koch-Straße 27, 55129 Mainz

die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 besitzt, Prüfungen in folgenden Bereichen durchzuführen:

Bestimmung (Probenahme und Analytik) von anorganischen und organischen gas- oder partikel-förmigen Luftinhaltsstoffen im Rahmen von Emissions- und Immissionsmessungen; Probenahme von luftgetragenen polyhalogenierten Dibenzo-p-Dioxinen und Dibenzofuranen bei Emissionen und Immissionen; Probenahme von faserförmigen Partikeln bei Emissionen und Immissionen; Ermittlung von gas- oder partikelförmigen Luftinhaltsstoffen mit kontinuierlich arbeitenden Messgeräten; Bestimmung von Geruchsstoffen in Luft; Kalibrierungen und Funktionsprüfungen kontinuierlich arbeiten-der Messgeräte für Luftinhaltsstoffe einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung; Eignungsprüfungen von automatisch arbeitenden Emissions- und Immissionsmesseinrichtungen einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung; Feuerraummessungen; Ermittlung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen; Ermittlung von Geräuschen und Vibrationen am Arbeitsplatz; Modul Immissionsschutz

Die Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 13.05.2011 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-11120-02 und ist gültig bis 31.01.2013. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 32 Seiten.

Registrierungsnummer der Urkunde: **D-PL-11120-02-00**

Berlin, 13.05.2011



Andrea Valbuena
Abteilungsleiterin

Siehe Hinweise auf der Rückseite

Abbildung 45: Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Standort Berlin
Spittelmarkt 10
10117 Berlin

Standort Frankfurt am Main
Gartenstraße 6
60594 Frankfurt am Main

Standort Braunschweig
Bundesallee 100
38116 Braunschweig

Die auszugsweise Veröffentlichung der Akkreditierungsurkunde bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH. Ausgenommen davon ist die separate Weiterverbreitung des Deckblattes durch die umseitig genannte Konformitätsbewertungsstelle in unveränderter Form.

Es darf nicht der Anschein erweckt werden, dass sich die Akkreditierung auch auf Bereiche erstreckt, die über den durch die DAkkS bestätigten Akkreditierungsbereich hinausgehen.

Die Akkreditierung erfolgte gemäß des Gesetzes über die Akkreditierungsstelle (AkkStelleG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2625) sowie der Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten (Abl. L 218 vom 9. Juli 2008, S. 30). Die DAkkS ist Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen zur gegenseitigen Anerkennung der European co-operation for Accreditation (EA), des International Accreditation Forum (IAF) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Die Unterzeichner dieser Abkommen erkennen ihre Akkreditierungen gegenseitig an.

Der aktuelle Stand der Mitgliedschaft kann folgenden Webseiten entnommen werden:

EA: www.european-accrreditation.org

ILAC: www.ilac.org

IAF: www.iaf.nu

Abbildung 45: Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 - Seite 2

Tabelle 32: Daten der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Volumenstrom (Zertifizierungsbereich = 0 - 30
Komponente: m/s)
Messdatum: 22.03.2010

	Nullpunkt		
	Uhrzeit hh:mm:ss	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
Start	14:10:00	-	-
1	14:14:00	4,00	4,00
2	14:15:00	4,00	4,00
3	14:16:00	4,00	4,00
4	14:17:00	4,00	4,00
5	14:18:00	4,00	4,00
6	14:19:00	4,00	4,00
7	14:20:00	4,00	4,00
8	14:21:00	4,00	4,00
9	14:22:00	4,00	4,00
10	14:23:00	4,00	4,00
11	14:24:00	4,00	4,00
12	14:25:00	4,00	4,00
13	14:26:00	4,00	4,00
14	14:27:00	4,01	4,00
15	14:28:00	4,01	4,00
16	14:29:00	4,00	4,00
17	14:30:00	4,00	4,00
18	14:31:00	4,00	4,00
19	14:32:00	4,00	4,00
20	14:33:00	4,00	4,00

Tabelle 33: Daten der Wiederholstandardabweichung bei 5 m/s

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Volumenstrom (Zertifizierungsbereich = 0 - 30
Komponente: m/s)
Messdatum: 22.03.2010

	Referenzpunkt		
	Uhrzeit hh:mm:ss	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
Start	15:02:00	-	-
1	15:06:00	6,61	6,65
2	15:07:00	6,61	6,64
3	15:08:00	6,61	6,63
4	15:09:00	6,64	6,64
5	15:10:00	6,63	6,63
6	15:11:00	6,65	6,63
7	15:12:00	6,64	6,62
8	15:13:00	6,65	6,63
9	15:14:00	6,66	6,61
10	15:15:00	6,66	6,64
11	15:16:00	6,69	6,63
12	15:17:00	6,72	6,63
13	15:18:00	6,69	6,64
14	15:19:00	6,69	6,63
15	15:20:00	6,72	6,63
16	15:21:00	6,72	6,63
17	15:22:00	6,72	6,63
18	15:23:00	6,72	6,63
19	15:24:00	6,72	6,64
20	15:25:00	6,73	6,65

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung FMD 09 der Firma Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG für die Komponente Abgasgeschwindigkeit, Bericht-Nr.: 936/21212361/C

Seite 121 von 216

Tabelle 34: Daten der Linearitätsprüfung im Labortest Gerät 1
Windkanal 2011

Messgerät: Dr. Födisch Umweltmesstechnik im Labortest
Komponente: Geschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 30 m/s)
Messdatum: 24.08.2011 bis 24.08.2011 mit einem Durchgang

Gerät 1		1. Durchgang					
Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ m/s
10:15	Start						
10:35	20	6,13	6,17	6,17	6,17	6,17	4,07
11:05	30	14,85	14,73	14,72	14,70	14,71	20,1
11:35	30	10,06	9,96	9,95	9,95	9,95	11,2
12:05	30	5,49	5,32	5,32	5,37	5,33	2,50
12:35	30	13,65	13,46	13,46	13,44	13,45	17,7
13:05	30	5,83	5,83	5,82	5,80	5,82	3,41
13:35	30	8,81	8,85	8,81	8,84	8,83	9,06
14:05	30	16,65	16,53	16,52	16,53	16,53	23,5
14:35	30	4,91	5,10	5,11	5,11	5,11	2,07

Tabelle 35: Daten der Linearitätsprüfung im Labortest Gerät 2
Windkanal 2011

Messgerät: Dr. Födisch Umweltmesstechnik im Labortest
Komponente: Geschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 30 m/s)
Messdatum: 24.08.2011 bis 24.08.2011 mit einem Durchgang

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ m/s
10:15	Start						
10:35	20	6,13	6,21	6,21	6,21	6,21	4,15
11:05	30	14,85	14,70	14,68	14,66	14,68	20,0
11:35	30	10,06	9,93	9,89	9,89	9,90	11,1
12:05	30	5,49	5,54	5,57	5,56	5,56	2,92
12:35	30	13,65	13,41	13,46	13,39	13,42	17,7
13:05	30	5,83	5,92	5,90	5,89	5,90	3,57
13:35	30	8,81	8,84	8,78	8,83	8,81	9,03
14:05	30	16,65	16,46	16,49	16,48	16,48	23,4
14:35	30	4,91	4,76	4,75	4,76	4,75	1,41

Tabelle 36: Daten der Linearitätsprüfung im Labortest Gerät 1 Druckbereich 0 - 500 Pa

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Abgasgeschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 500 Pa)
Komponente: Pa)
Messdatum: 22.03.2010 mit einem Durchgang

Gerät 1		1. Durchgang					
Uhrzeit hh:mm	delta sec	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Pa
13:09	Start						
13:13	240	4,00	4,01	4,01	4,01	4,01	0,31
13:17	240	15,20	15,25	15,26	15,26	15,26	352
13:20	180	10,40	10,55	10,57	10,47	10,53	204
13:23	180	7,20	7,33	7,32	7,35	7,33	104
13:26	180	13,60	13,67	13,63	13,64	13,65	301
13:30	240	5,60	5,76	5,76	5,77	5,76	55,1
13:34	240	16,80	16,79	16,80	16,80	16,80	400
13:37	180	8,80	8,91	8,91	8,89	8,90	153
13:41	240	18,40	18,29	18,33	18,38	18,33	448
13:44	180	12,00	12,15	12,10	12,09	12,11	254
13:48	240	20,00	19,88	19,95	19,95	19,93	498
13:52	240	4,00	4,00	4,00	4,01	4,00	0,10

Tabelle 37: Daten der Linearitätsprüfung im Labortest Gerät 2 Druckbereich 0 – 500 Pa

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Abgasgeschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 500 Pa)
Komponente: Pa)
Messdatum: 22.03.2010 mit einem Durchgang

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta sec	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Pa
13:09	Start						
13:13	240	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
13:17	240	15,20	15,20	15,21	15,21	15,21	350
13:20	180	10,40	10,44	10,46	10,37	10,42	201
13:23	180	7,20	7,21	7,19	7,22	7,21	100
13:26	180	13,60	13,60	13,56	13,57	13,58	299
13:30	240	5,60	5,62	5,62	5,63	5,62	50,7
13:34	240	16,80	16,77	16,78	16,77	16,77	399
13:37	180	8,80	8,79	8,79	8,77	8,78	149
13:41	240	18,40	18,28	18,33	18,38	18,33	448
13:44	180	12,00	12,05	12,09	12,00	12,05	251
13:48	240	20,00	19,89	19,97	19,97	19,94	498
13:52	240	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00

Tabelle 38: Daten der Linearitätsprüfung im Labortest Gerät 1 0 – 30 m/s

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Komponente: Geschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 30 m/s)
Messdatum: 16.03.2010 bis 16.03.2010 mit einem Durchgang

Gerät 1		1. Durchgang					
Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ m/s
10:21	Start						
10:21	1	4,00	4,02	4,03	4,03	4,03	0,05
10:22	1	15,20	15,27	15,23	15,25	15,25	21,1
10:23	1	10,40	10,44	10,42	10,44	10,43	12,1
10:24	1	4,00	4,04	4,05	4,02	4,04	0,07
10:25	1	13,60	13,64	13,61	13,65	13,63	18,1
10:26	1	5,60	5,79	5,78	5,75	5,77	3,33
10:27	1	8,80	8,86	8,84	8,85	8,85	9,09
10:28	1	18,40	18,33	18,39	18,35	18,36	26,9
10:29	1	4,00	4,05	4,04	4,03	4,04	0,08

Tabelle 39: Daten der Linearitätsprüfung im Labortest Gerät 2 0 – 30 m/s

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Komponente: Geschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 30 m/s)
Messdatum: 16.03.2010 bis 16.03.2010 mit einem Durchgang

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ m/s
10:21	Start						
10:21	1	4,00	4,12	4,08	4,05	4,08	0,16
10:22	1	15,20	15,26	15,26	15,28	15,27	21,1
10:23	1	10,40	10,45	10,43	10,46	10,45	12,1
10:24	1	4,00	4,06	4,10	4,07	4,08	0,14
10:25	1	13,60	13,70	13,66	13,64	13,67	18,1
10:26	1	5,60	5,80	5,77	5,78	5,78	3,34
10:27	1	8,80	8,92	8,95	8,96	8,94	9,27
10:28	1	18,40	18,46	18,47	18,44	18,46	27,1
10:29	1	4,00	4,12	4,10	4,08	4,10	0,19

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung FMD 09 der Firma Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG für die Komponente Abgasgeschwindigkeit, Bericht-Nr.: 936/21212361/C

Seite 127 von 216

Tabelle 40: Daten der Linearitätsprüfung im Labortest Gerät 1 0 – 60 m/s

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Komponente: Geschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 60 m/s)
Messdatum: 14.03.2012 bis 14.03.2012 mit einem Durchgang

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ m/s
12:50	Start						
12:58	8	4,00	3,99	3,99	3,99	3,99	-0,04
13:03	5	15,20	15,59	15,59	15,59	15,59	43,5
13:06	3	10,40	10,66	10,69	10,68	10,68	25,0
13:10	4	4,00	3,99	3,99	3,99	3,99	-0,04
13:15	5	13,60	13,94	13,93	13,94	13,94	37,3
13:18	3	5,60	5,85	5,83	5,85	5,84	6,91
13:21	3	8,80	9,00	8,98	8,97	8,98	18,7
13:24	3	18,40	18,89	18,89	18,89	18,89	55,8
13:26	2	4,00	3,99	3,99	3,99	3,99	-0,04

Tabelle 41 Daten der Linearitätsprüfung im Labortest Gerät 2 0 – 60 m/s

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Komponente: Geschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 60 m/s)
Messdatum: 14.03.2012 bis 14.03.2012 mit einem Durchgang

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ m/s
12:50	Start						
12:58	8	4,00	3,99	3,99	3,99	3,99	-0,04
13:03	5	15,20	15,05	15,04	15,04	15,04	41,4
13:06	3	10,40	10,33	10,35	10,35	10,34	23,8
13:10	4	4,00	3,99	3,99	3,99	3,99	-0,04
13:15	5	13,60	13,46	13,45	13,45	13,45	35,5
13:18	3	5,60	5,75	5,84	5,78	5,79	6,71
13:21	3	8,80	8,74	8,75	8,72	8,74	17,8
13:24	3	18,40	18,19	18,19	18,19	18,19	53,2
13:26	2	4,00	3,99	3,99	3,99	3,99	-0,04

Tabelle 42: Daten der ersten Linearitätsprüfung im Feldtest Gerät 1

Messgerät: FMD 09 im Feldtest 1
Komponente: Volumen (Zertifizierungsbereich = 0 - 500 Pa)
Messdatum: 05.05.2010 mit einem Durchgang

Gerät 1		1. Durchgang					
Uhrzeit hh:mm	delta sec	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	Ø mA	Ø Pa
13:52	Start						
13:54	120	4,00	4,00	3,99	3,99	3,99	-0,21
13:56	120	15,20	15,24	15,26	15,26	15,25	352
13:58	120	10,40	10,44	10,45	10,44	10,44	201
14:00	120	7,20	7,20	7,21	7,22	7,21	100
14:02	120	13,60	13,65	13,64	13,65	13,65	301
14:04	120	5,60	5,60	5,61	5,62	5,61	50,3
14:06	120	16,80	16,83	16,84	16,83	16,83	401
14:08	120	8,80	8,84	8,83	8,83	8,83	151
14:10	120	18,40	18,44	18,45	18,43	18,44	451
14:12	120	12,00	12,03	12,02	12,02	12,02	251
14:14	120	20,00	20,04	20,02	20,02	20,03	501
14:16	120	4,00	4,00	4,00	3,99	4,00	-0,10

Tabelle 43: Daten der ersten Linearitätsprüfung im Feldtest Gerät 2

Messgerät: FMD 09 im Feldtest 1
Komponente: Volumen (Zertifizierungsbereich = 0 - 500 Pa)
Messdatum: 05.05.2010 mit einem Durchgang

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta sec	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Pa
14:20	Start						
14:22	120	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
14:24	120	15,20	15,22	15,24	15,24	15,23	351
14:26	120	10,40	10,34	10,35	10,35	10,35	198
14:28	120	7,20	7,13	7,12	7,12	7,12	97,6
14:30	120	13,60	13,59	13,60	13,59	13,59	300
14:32	120	5,60	5,47	5,46	5,47	5,47	45,8
14:34	120	16,80	16,87	16,87	16,86	16,87	402
14:36	120	8,80	8,73	8,77	8,73	8,74	148
14:38	120	18,40	18,47	18,47	18,48	18,47	452
14:40	120	12,00	11,99	11,99	12,00	11,99	250
14:42	120	20,00	20,08	20,09	20,09	20,09	503
14:44	120	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00

Tabelle 44: Daten der zweiten Linearitätsprüfung im Feldtest Gerät 1

Messgerät: FMD 09 im Feldtest 2
Komponente: Volumen (Zertifizierungsbereich = 0 - 500 Pa)
Messdatum: 08.06.2010 mit einem Durchgang

Gerät 1		1. Durchgang					
Uhrzeit hh:mm	delta sec	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Pa
11:23	Start						
11:24	60	4,00	4,00	4,00	4,01	4,00	0,10
11:26	120	15,20	15,05	15,06	15,05	15,05	345
11:28	120	10,40	10,31	10,31	10,29	10,30	197
11:30	120	7,20	7,07	7,06	7,07	7,07	95,8
11:32	120	13,60	13,51	13,52	13,50	13,51	297
11:34	120	5,60	5,50	5,50	5,52	5,51	47,1
11:36	120	16,80	16,79	16,80	16,80	16,80	400
11:38	120	8,80	8,60	8,62	8,62	8,61	144
11:40	120	18,40	18,26	18,28	18,27	18,27	446
11:42	120	12,00	11,83	11,81	11,81	11,82	244
11:44	120	20,00	19,97	19,95	19,97	19,96	499
11:46	120	4,00	3,99	4,00	3,99	3,99	-0,21

Tabelle 45: Daten der zweiten Linearitätsprüfung im Feldtest Gerät 2

Messgerät: FMD 09 im Feldtest 2
Komponente: Volumen (Zertifizierungsbereich = 0 - 500 Pa)
Messdatum: 08.06.2010 mit einem Durchgang

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta sec	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Pa
12:50	Start						
12:51	60	4,00	3,99	3,99	4,00	3,99	-0,21
12:53	120	15,20	15,17	15,19	15,17	15,18	349
12:55	120	10,40	10,29	10,28	10,30	10,29	197
12:57	120	7,20	7,08	7,08	7,08	7,08	96,3
12:59	120	13,60	13,58	13,59	13,58	13,58	299
13:01	120	5,60	5,46	5,48	5,47	5,47	45,9
13:03	120	16,80	16,80	16,80	16,79	16,80	400
13:05	120	8,80	8,68	8,70	8,68	8,69	146
13:07	120	18,40	18,43	18,41	18,43	18,42	451
13:09	120	12,00	11,95	11,95	11,96	11,95	249
13:11	120	20,00	20,09	20,10	20,10	20,10	503
13:13	120	4,00	4,01	3,99	4,00	4,00	0,00

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung FMD 09 der Firma Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG für die Komponente Abgasgeschwindigkeit, Bericht-Nr.: 936/21212361/C

Tabelle 46: Daten der Klimaprüfung

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Komponente: Abgasgeschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 30 m/s)
Messdatum: 17.03.2010 bis 20.03.2010 mit einem Durchgang

Gerät 1		Nullpunkt				Soll m/s	Referenzpunkt			
1. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	14:19	4,24	4,29	4,28	4,27	21	15,17	15,18	15,18	15,18
0	13:31	4,40	4,38	4,37	4,38	21	15,20	15,21	15,19	15,20
-20	08:30	4,36	4,32	4,34	4,34	21	15,17	15,17	15,17	15,17
20	13:27	4,31	4,31	4,31	4,31	21	15,18	15,17	15,19	15,18
50	08:07	4,06	4,09	4,08	4,08	21	15,19	15,18	15,18	15,18
20	14:15	4,36	4,34	4,30	4,33	21	15,19	15,21	15,19	15,20

Gerät 2		Nullpunkt				Soll m/s	Referenzpunkt			
1. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	14:19	3,96	4,02	4,02	4,00	21	15,17	15,18	15,19	15,18
0	13:31	4,09	4,07	4,06	4,07	21	15,19	15,20	15,19	15,19
-20	08:30	4,22	4,17	4,20	4,20	21	15,22	15,21	15,21	15,21
20	13:27	4,04	4,03	4,03	4,03	21	15,18	15,17	15,19	15,18
50	08:07	3,99	4,02	4,01	4,01	21	15,22	15,21	15,21	15,21
20	14:15	4,10	4,10	4,08	4,09	21	15,20	15,20	15,19	15,20

Tabelle 47: Daten der Netzspannungsprüfung

Messgerät: FMD 09 im Labortest
Komponente: Abgasgeschwindigkeit (Zertifizierungsbereich = 0 - 30 m/s)
Messdatum: 22.03.2010 mit einem Durchgang

Nullpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang	Uhrzeit	1.	2.	3.	∅	∅	1.	2.	3.	∅	∅
Volt	hh:mm	mA	mA	mA	mA	m/s	mA	mA	mA	mA	m/s
230	08:39	4,52	4,53	4,52	4,52	0,98	4,42	4,43	4,39	4,41	0,78
242	08:43	4,55	4,55	4,54	4,55	1,03	4,39	4,40	4,40	4,40	0,74
253	08:47	4,52	4,50	4,50	4,51	0,95	4,45	4,43	4,42	4,43	0,81
219	08:51	4,46	4,47	4,49	4,47	0,89	4,42	4,48	4,48	4,46	0,86
207	08:57	4,56	4,57	4,56	4,56	1,06	4,39	4,39	4,40	4,39	0,74
196	09:00	4,57	4,59	4,59	4,58	1,09	4,38	4,40	4,40	4,39	0,74

Referenzpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang	Uhrzeit	1.	2.	3.	∅	∅	1.	2.	3.	∅	∅
Volt	hh:mm	mA	mA	mA	mA	m/s	mA	mA	mA	mA	m/s
230	09:08	15,21	15,22	15,22	15,22	21,03	15,20	15,21	15,21	15,21	21,01
242	09:11	15,21	15,22	15,25	15,23	21,05	15,20	15,22	15,22	15,21	21,03
253	09:15	15,21	15,21	15,22	15,21	21,03	15,20	15,20	15,21	15,20	21,01
219	09:18	15,23	15,24	15,23	15,23	21,06	15,23	15,23	15,23	15,23	21,06
207	09:22	15,23	15,23	15,22	15,23	21,05	15,23	15,23	15,21	15,22	21,04
196	09:26	15,21	15,23	15,22	15,22	21,04	15,21	15,23	15,22	15,22	21,04

Tabelle 48: Daten der Kalibrierungen

Messgerät: FMD 09 im Feldtest
Komponente: Abgasgeschwindigkeit (Zertifizierungsbe-
reich = 0 - 30 m/s)

1. Kalibrierung

Nr.	Datum	Uhrzeit Beginn hh:mm	Dauer min	Luft- druck hPa	Temp. °C	SRM tpf m/s	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA	Kanal- Messungen		
									F Vol.-%	T °C	p hPa
1	05.05.10	15:30	30	1010	20	10,3	9,76	9,74	21,0	223	1006
2	05.05.10	16:30	30	1010	20	11,0	10,04	10,02	20,4	225	1006
3	05.05.10	17:30	30	1010	20	11,6	10,31	10,29	19,8	229	1006
4	05.05.10	18:30	30	1010	20	10,7	9,81	9,80	18,9	227	1006
5	05.05.10	19:30	30	1010	20	11,2	10,00	10,00	19,2	223	1006
6	06.05.10	09:30	30	1007	20	11,0	9,86	9,86	17,8	219	1003
7	06.05.10	10:30	30	1007	20	10,3	9,60	9,60	19,4	219	1003
8	06.05.10	11:30	30	1007	20	10,9	9,89	9,88	19,3	220	1003
9	06.05.10	12:30	30	1007	20	10,3	9,69	9,69	20,5	219	1003
10	06.05.10	14:30	30	1007	20	10,8	9,99	9,98	21,2	221	1003
11	10.05.10	16:30	30	1012	20	10,6	9,73	9,72	20,1	224	1008
12	10.05.10	17:30	30	1012	20	10,1	9,62	9,62	21,8	222	1008
13	10.05.10	18:30	30	1012	20	10,4	9,73	9,73	21,3	222	1008
14	10.05.10	19:30	30	1012	20	10,4	9,61	9,62	19,5	222	1008
15	10.05.10	20:30	30	1012	20	10,5	9,57	9,59	18,8	221	1008

2. Kalibrierung

Nr.	Datum	Uhrzeit Beginn hh:mm	Dauer min	Luft- druck hPa	Temp. °C	SRM tpf m/s	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA	Kanal- Messungen		
									F Vol.-%	T °C	p hPa
1	08.06.10	13:57	30	967	20	10,7	9,85	9,82	18,1	220	963
2	08.06.10	15:00	30	967	20	10,4	9,76	9,72	18,8	221	963
3	08.06.10	16:00	30	967	20	10,5	9,77	9,73	18,5	221	963
4	08.06.10	17:00	30	967	20	10,3	9,86	9,82	20,5	221	963
5	08.06.10	18:00	30	967	20	10,4	9,77	9,74	19,4	222	963
6	09.06.10	09:50	30	969	20	10,2	9,78	9,75	21,6	219	965
7	09.06.10	10:50	30	969	20	10,7	9,74	9,70	17,4	218	965
8	09.06.10	11:50	30	969	20	10,6	9,79	9,76	18,1	220	965
9	09.06.10	12:50	30	969	20	10,3	9,64	9,60	18,5	219	965
10	10.06.10	13:50	30	969	20	9,9	9,63	9,59	21,1	219	965
11	10.06.10	09:45	30	969	20	9,9	9,61	9,60	20,4	219	965
12	10.06.10	10:45	30	969	20	9,9	9,70	9,66	21,2	227	965
13	10.06.10	11:45	30	969	20	10,7	10,02	10,01	18,4	229	965
14	10.06.10	13:19	30	969	20	10,1	9,67	9,66	18,9	228	965
15	10.06.10	14:19	30	969	20	10,8	10,25	10,23	21,5	233	965

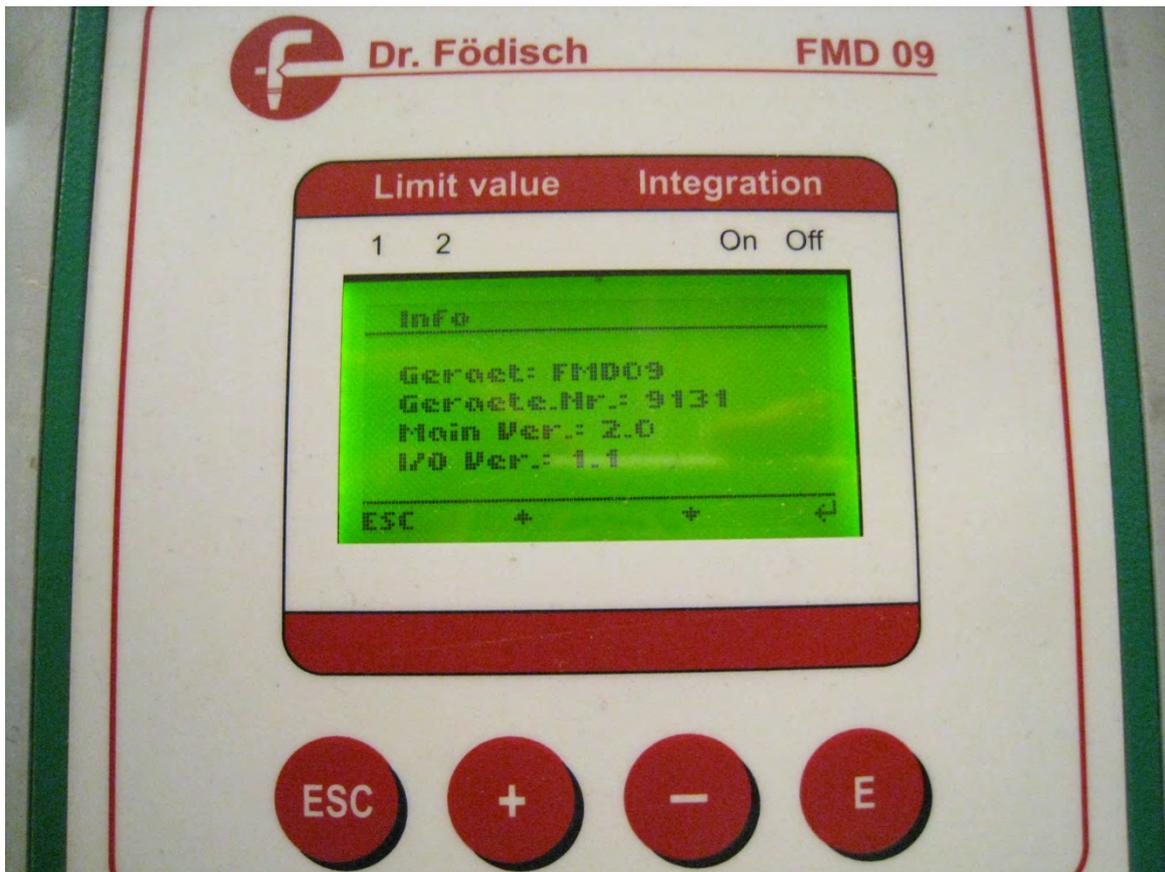


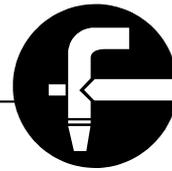
Abbildung 46: Anzeige der Softwareversion auf dem Gerätedisplay

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung FMD 09 der Firma Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG für die Komponente Abgasgeschwindigkeit, Bericht-Nr.: 936/21212361/C

Tabelle 49: Gesamtunsicherheitsberechnung

Berechnung der Gesamtunsicherheit nach DIN EN 14181 und DIN EN 15267-3			
Messeinrichtung			
Hersteller	Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG		
Bezeichnung der Messeinrichtung	FMD 09		
Seriennummer der Prüflinge	09130 / 09131		
Messprinzip	Differenzdruckmessung		
Prüfbericht			
Prüfinstitut	936/21212361/A / 936/21212361/B / 936/21212361/C		
Berichtsdatum	TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH		
	23.03.2011 / 19.10.2011 / 20.03.2012		
Messkomponente			
Zertifizierungsbereich ZB	Abgasgeschwindigkeit		
	2 - 30 m/s		
Berechnung der erweiterten Messunsicherheit			
Prüfgröße	u		u²
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen *	u _D 0,127 m/s		0,016 (m/s) ²
Linearität / Lack-of-fit	u _{lof} -0,196 m/s		0,038 (m/s) ²
Nullpunktdrift aus Feldtest	u _{d,z} 0,000 m/s		0,000 (m/s) ²
Referenzpunktdrift aus Feldtest	u _{d,s} 0,173 m/s		0,030 (m/s) ²
Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	u _t 0,058 m/s		0,003 (m/s) ²
Einfluss der Netzspannung	u _v 0,059 m/s		0,003 (m/s) ²
* Der größere der Werte wird verwendet: "Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt" oder "Standardabweichung aus Doppelbestimmungen"			
Kombinierte Standardunsicherheit (u _c)	$u_c = \sqrt{\sum (u_{\max j})^2}$		0,30 m/s
Erweiterte Unsicherheit	U = u _c * k = u _c * 1,96		0,59 m/s
Relative erweiterte Messunsicherheit			
	U in % vom Grenzwert 30 m/s		2,0
Anforderung nach 2000/76/EG und 2001/80/EG	U in % vom Grenzwert 30 m/s		10,0
Anforderung nach DIN EN 15267-3	U in % vom Grenzwert 30 m/s		7,5
** Für diese Komponente sind keine Anforderungen in den EG-Richtlinien 2001/80/EG und 2000/76/EG enthalten. Der angesetzte Wert wurde von der Zertifizierstelle vorgeschlagen.			

10. Bedienungsanleitung



Dr. Födisch
Umweltmesstechnik
AG

Volumenstrommessgerät FMD 09



Betriebsanleitung

Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG
Zwenkauer Strasse 159
D - 04420 Markranstädt

Telefon: +49-34205-755-0
Fax: +49-34205-755-40
E-Mail: info@foedisch.de
Internet: www.foedisch.de



Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG
Zwenkauer Strasse 159
D - 04420 Markranstädt

Telefon: +49-34205-755-0
Fax: +49-34205-755-40
E-Mail: info@foedisch.de
Internet: www.foedisch.de

Stand der
Betriebsanleitung: 16.03.2011
Dateipfad: N:\FMD\FMD09\Betriebsanleitung\de\de.Betriebsanleitung FMD09 1.0e.doc

© Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG 2009 - 2011

Diese Betriebsanleitung unterliegt nicht dem Änderungsdienst. Weitergabe sowie Vervielfältigung der Betriebsanleitung und aller zugehörigen Dokumente, Verwertung und Mitteilung ihres Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich schriftlich durch die Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG gestattet.
Zu widerhandlungen verpflichten zum Schadensersatz.

Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.



Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	6
1.1	Allgemeine Hinweise	6
1.2	Hinweise zur Handhabung des Handbuches	6
1.3	Warnhinweise	6
1.4	Bestimmungsgemäßer Gebrauch	7
1.5	Qualifiziertes Personal.....	8
1.6	Hinweise zur Gewährleistung.....	8
1.7	Hinweise zur Lieferung	8
1.7.1	Lieferumfang.....	9
1.8	Normen und Vorschriften.....	9
1.9	Konformitätserklärung	9
2	Sicherheitshinweise	11
2.1	Allgemeines	11
3	Aufbau und Funktion	12
3.1	Aufbau	12
3.1.1	Sonde	12
3.2	Funktion	13
3.2.1	Messprinzip.....	14
4	Montage	15
4.1	Auswahl der Messstelle.....	15
4.2	Montage des Einschweißflansches	15
4.3	Montage der Sonde	16
4.4	Elektrischer Anschluss	18
4.4.1	Betriebsspannung (24 VDC).....	18
4.4.2	Betriebsspannung (230 / 110 VAC).....	20
4.4.3	Statussignale	21
4.4.4	Analogausgänge.....	21
4.4.5	Analogeingänge.....	22
5	Inbetriebnahme	23
6	Bedienung und Handhabung	24
6.1	Anzeige	24
6.1.1	Grafikmodus	24
6.1.2	Textmodus	25
6.2	Bedienung.....	25
6.2.1	Tasten	25
6.2.2	Zahleneingabe	26
6.3	Parametereingabe	26
6.4	Hauptmenü	27
6.4.1	Einstellungen	27
6.4.1.1	Einstellungen Integration	28
6.4.1.2	Einstellungen Ausgabemodus	28
6.4.1.3	Einstellungen Ausgabebereiche	29
6.4.1.4	Einstellungen Grenzwerte	31



6.4.1.5	Einstellungen Sprache	32
6.4.1.6	Einstellungen Passwort.....	32
6.4.2	Analogeingaenge	33
6.4.2.1	Analogeingaenge Messbereich Δp -Transmitter.....	33
6.4.2.2	Analogeingaenge Rauchgas-Dichte	33
6.4.2.3	Analogeingaenge Rauchgas-Druck.....	34
6.4.2.4	Analogeingaenge Kanalquerschnitt	35
6.4.2.5	Analogeingaenge Abgastemperatur	35
6.4.3	Abgleich	36
6.4.3.1	Abgleich Ausgänge prüfen.....	36
6.4.4	man. Wartung	38
6.4.4.1	man. Wartung	38
6.4.5	Kalibrierparameter	39
6.4.6	Fehler	40
6.4.6.1	Fehler Fehlerliste ansehen	40
6.4.6.2	Fehler Fehlerliste löschen.....	40
6.4.7	Info	41
7	Außerbetriebnahme	42
7.1	Demontage	42
7.2	Entsorgung.....	43
8	Gerätekalibrierung	44
8.1	Allgemeines	44
8.2	Differenzdrucktransmitter prüfen	44
9	Geschwindigkeits- und Volumenstromkalibrierung	45
9.1	Allgemeines	45
9.2	Mathematischer Zusammenhang	45
9.3	Durchführung der Kalibrierung.....	46
10	Wartung	47
10.1	Wartung.....	47
10.1.1	Wartungsarbeiten.....	47
10.2	Reinigung.....	47
11	Fehlermeldungen und Fehlerbehebung	48
11.1	Wartung.....	48
11.2	Störung.....	48
12	Technische Daten	50
13	Menüführung	51
14	Ersatz- und Verschleißteile	52
15	Index	53



Abbildungen

Bild 3.1:	Ansicht FMD 09	12
Bild 3.2:	Bedien- und Anzeigeeinheit FMD 09.....	13
Bild 4.1:	Ein- und Auslaufstrecke.....	15
Bild 4.2:	Einschweißflansch	16
Bild 4.3:	Einbauvorschrift Schritt 1 Wetterschutzkasten anschrauben.....	16
Bild 4.4:	Einbauvorschrift Schritt 2 Sonde einsetzen.....	17
Bild 4.5:	Sondenkopf.....	18
Bild 4.6:	Elektrischer Anschluss 24 VDC.....	18
Bild 4.7:	Klemmleiste: Einspeisung 24 VDC, Statussignale und Analogausgänge.....	19
Bild 4.8:	Elektrischer Anschluss 230/110 VAC	20
Bild 4.9:	Klemmleiste: Einspeisung 230/110 VAC, Statussignale und Analogausgänge..	20
Bild 4.10:	Klemmleiste Analogeingänge	22
Bild 6.1:	Display im Grafikmodus.....	24
Bild 6.2:	Display im Textmodus	25
Bild 6.3:	Passworteingabe	26
Bild 6.4:	Hauptmenü	27
Bild 7.1:	Demontage	42
Bild 13.1:	Menüführung FMD 09.....	51

Tabellen

Tabelle 4.1:	Statussignale	21
Tabelle 10.1:	Wartungsarbeiten.....	47
Tabelle 11.1:	Fehlermeldungen	49
Tabelle 12.1:	Technische Daten	50

1 Allgemeines

1.1 Allgemeine Hinweise

Das in diesem Handbuch beschriebene Produkt hat das Werk in einem sicherheitstechnisch einwandfreien und geprüften Zustand verlassen. Um diesen Zustand zu erhalten und um einen ordnungsgemäßen und sicheren Betrieb dieses Produktes zu erreichen, darf es nur in der vom Hersteller beschriebenen Weise eingesetzt werden. Darüber hinaus setzt der einwandfreie und sichere Betrieb dieses Produktes einen sachgemäßen Transport, fachgerechte Lagerung und Aufstellung sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Dieses Handbuch enthält die erforderlichen Informationen für den bestimmungsgemäßen Gebrauch des darin beschriebenen Produktes. Es wendet sich an technisch qualifiziertes Personal, welches speziell ausgebildet ist oder einschlägiges Wissen auf dem Gebiet der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik, im weiteren Automatisierungstechnik genannt, besitzt.

Die Kenntnis und das technisch einwandfreie Umsetzen der in diesem Handbuch enthaltenen Sicherheitshinweise und Warnungen sind Voraussetzung für die gefahrlose Montage und Inbetriebnahme sowie für Sicherheit bei Betrieb und Instandhaltung des beschriebenen Produktes. Nur qualifiziertes Personal verfügt über das erforderliche Fachwissen, um die in dieser Unterlage in allgemeingültiger Weise gegebenen Sicherheitshinweise und Warnungen im konkreten Einzelfall richtig zu interpretieren und in die Tat umzusetzen.

Dieses Handbuch ist fester Bestandteil des Lieferumfangs, auch wenn aus logistischen Gründen die Möglichkeit einer getrennten Bestellung bzw. Lieferung vorgesehen wurde. Es enthält aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht sämtliche Details zu allen Ausführungen des beschriebenen Produktes und kann auch nicht jeden erdenklichen Fall der Aufstellung, des Betriebes, der Instandhaltung und des Einsatzes in Systemen berücksichtigen. Sollten Sie weitere Informationen benötigen oder sollten Probleme auftreten, die in dieser Unterlage nicht ausführlich genug behandelt werden, dann fordern Sie bitte die benötigte Auskunft von Ihrer zuständigen Vertretung der Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG an.

1.2 Hinweise zur Handhabung des Handbuches

In diesem Handbuch wird beschrieben, wie Sie die Messeinrichtung montieren, in Betrieb setzen, bedienen und instandhalten können. Besonders beachten müssen Sie dabei **Warn- und Hinweistexte**.

1.3 Warnhinweise

Sicherheitshinweise und Warnungen dienen der Abwendung von Gefahren für Leben und Gesundheit von Benutzern oder Instandhaltungspersonal bzw. der Vermeidung von Sachschäden. Sie werden in diesem Handbuch durch die hier definierten Signalbegriffe hervorgehoben. Sie sind darüber hinaus an der Stelle ihres Erscheinens durch Symbole gekennzeichnet. Die verwendeten Signalbegriffe haben im Sinne dieses Handbuchs und der Hinweise auf dem Produkt selbst folgende Bedeutung:



WARNUNG

bedeutet, dass Tod, schwere Körperverletzung und/oder erheblicher Sachschaden eintreten **können**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



WARNUNG

Gefahr durch elektrischen Strom



WARNUNG

Gefahr durch heiße Oberfläche



ACHTUNG

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ereignis oder ein unerwünschter Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.



HINWEIS

ist eine wichtige Information über das Produkt selbst, die Handhabung des Produkts oder denjenigen Teil des Handbuchs, auf den besonders aufmerksam gemacht werden soll.



UMWELTSCHUTZHINWEIS

enthält eine wichtige Information für den Umweltschutz

1.4 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Das in diesem Handbuch beschriebene Produkt ist unter Beachtung der einschlägigen Sicherheitsnormen entwickelt, gefertigt, geprüft und dokumentiert worden. Bei Beachtung der für Projektierung, Montage, bestimmungsgemäßen Betrieb und Instandhaltung beschriebenen Handlungsvorschriften und sicherheitstechnischen Hinweise gehen deshalb im Normalfall keine Gefahren vom Gerät in Bezug auf Sachschäden oder für die Gesundheit von Personen aus. Dieses Gerät wurde so gefertigt, dass eine sichere Trennung zwischen Primär- und Sekundärstromkreisen gewährleistet ist. Kleinspannungen, die angeschlossen werden, müssen ebenfalls durch sichere Trennung erzeugt sein. Der einwandfreie und sichere Betrieb dieses Gerätes setzt außerdem sachgemäßen Transport, fachgerechte Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.



WARNUNG

Dieses Gerät wird mit Elektrizität betrieben. Nach Entfernen des Gehäuses bzw. Berührungsschutzes werden bestimmte Teile des Gerätes zugänglich, die unter gefährlicher Spannung stehen können. Deshalb darf nur

entsprechend qualifiziertes Personal Eingriffe an diesem Gerät vornehmen. Dieses Personal muss gründlich mit allen Gefahrenquellen und Instandsetzungsmaßnahmen gemäß dieser Betriebsanleitung vertraut sein.

1.5 Qualifiziertes Personal

Bei unqualifizierten Eingriffen in das Gerät oder Nichtbeachtung der in diesem Handbuch gegebenen oder an dem Gerät angebrachten Warnhinweise können Körperverletzungen und/oder Sachschäden eintreten. Nur entsprechend qualifiziertes Personal darf deshalb Eingriffe an diesem Gerät vornehmen. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitsbezogenen Hinweise in diesem Handbuch oder auf dem Produkt selbst sind Personen, die

- ⇒ entweder als Projektierungspersonal mit den Sicherheitskonzepten der Automatisierungstechnik vertraut sind
- ⇒ oder als Bedienungspersonal im Umgang mit Einrichtungen der Automatisierungstechnik unterwiesen sind und den auf die Bedienung bezogenen Inhalt dieses Handbuchs kennen
- ⇒ oder als Inbetriebsetzungs- und/oder Servicepersonal eine zur Reparatur derartiger Einrichtungen der Automatisierungstechnik befähigende Ausbildung besitzen bzw. die Berechtigung haben, Stromkreise und Geräte/Systeme gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

1.6 Hinweise zur Gewährleistung

Wir weisen darauf hin, dass der Inhalt dieses Gerätehandbuchs nicht Teil einer früheren oder bestehenden Vereinbarung, Zusage oder eines Rechtsverhältnisses ist oder diese abändern soll. Sämtliche Verpflichtungen ergeben sich aus dem jeweiligen Kaufvertrag, der auch die vollständige und allein gültige Gewährleistungsregelung enthält. Diese vertraglichen Gewährleistungsbestimmungen werden durch die Ausführungen in dieser Unterlage weder erweitert noch beschränkt.

1.7 Hinweise zur Lieferung

Der jeweilige Lieferumfang ist entsprechend dem gültigen Kaufvertrag auf den der Lieferung beigefügten Versandpapieren aufgeführt. Prüfen Sie die Lieferung auf Vollständigkeit und Unversehrtheit. Bewahren Sie das Verpackungsmaterial für eine eventuelle Rücklieferung auf.



1.7.1 Lieferumfang

Das Volumenstrommessgerät FMD 09 besteht serienmäßig aus folgenden Komponenten:

- ⇒ 1 Sonde im Wetterschutzgehäuse
- ⇒ 1 Einschweißflansch
- ⇒ 1 Benutzerhandbuch

Optionales Zubehör

- ⇒ Absolutdrucktransmitter



HINWEIS

Je nach Bestellkonfiguration sind Abweichungen in der technischen Ausführung möglich.

1.8 Normen und Vorschriften

Soweit möglich, wurden für Spezifikation und Produktion dieses Gerätes die harmonisierten europäischen Normen zugrunde gelegt. Sofern keine harmonisierten europäischen Normen angewandt wurden, gelten die Normen und Vorschriften für die Bundesrepublik Deutschland.

1.9 Konformitätserklärung

CE-Kennzeichnung

Das Volumenstrommessgerät FMD 09 erfüllt die Anforderungen der nachfolgend aufgeführten EG-Richtlinien.

EMV-Richtlinie

Das Volumenstrommessgerät FMD 09 erfüllt die Anforderungen der EG-Richtlinie 89/336/EWG "Elektromagnetische Verträglichkeit", zuletzt geändert mit 2004/108/EG. Das Volumenstrommessgerät FMD 09 ist ausgelegt für den Einsatz im Industriebereich.

Anforderung an		
Störaussendung	Störfestigkeit	
EN 50022:2006	EN 61000	
Störaussendung	Funkstöreigenschaften	EN 55022 (CISPR 22)
EMV	Prüf- und Messverfahren	EN 61000-4-1
Störfestigkeit	Wohnbereich	EN 61000-6-1
Störaussendung	Wohnbereich	EN 61000-6-3
Störfestigkeit	Industriebereich	EN 61000-6-2

Konformitätserklärung

Die EU-Konformitätserklärungen werden gemäß der obengenannten EG-Richtlinien für die zuständigen Behörden zur Verfügung gehalten bei:

Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG

Zwenkauer Straße 159

D-04420 Markranstädt

Fax. +49-34205-755-40

e-Mail: vertrieb@foedisch.de

2 Sicherheitshinweise

2.1 Allgemeines



WARNUNG

Betreiben Sie das Messgerät FMD 09 nur in einwandfreiem Zustand und unter strenger Beachtung der Sicherheitshinweise!

- ⇒ Das Volumenstrommessgerät FMD 09 darf nur an die auf dem Typenschild ausgewiesene Versorgungsspannung angeschlossen werden.
- ⇒ Das FMD 09 darf nur an einer Stromversorgung mit Schutzkontakt betrieben werden. Die Schutzwirkung darf nicht durch eine Verlängerung ohne Schutzleiter aufgehoben werden. Jegliche Unterbrechung des Schutzleiters innerhalb oder außerhalb des Gerätes ist gefährlich und nicht zulässig.
- ⇒ Das FMD 09 muss eingangsseitig mit 2 A abgesichert werden.
- ⇒ Vor dem Öffnen jeglicher Gerätebestandteile ist der Volumenstrommessgerät FMD 09 durch Betätigen der Vorsicherung spannungsfrei zu schalten.
- ⇒ Die Verwendung des FMD 09 in explosionsgefährdeten Räumen und das Messen in explosiven Gasgemischen sind nicht zulässig.
- ⇒ Kabel sollten so verlegt werden, dass eine Unfallgefahr durch Stolpern oder Hängen bleiben an den Leitungen ausgeschlossen wird.
- ⇒ Teile der Sonde können mit heißem Messgas in Berührung kommen und weisen deshalb evtl. hohe Temperaturen auf. Berühren Sie diese Teile niemals ohne temperaturbeständige Handschuhe bzw. unter Spannung.
- ⇒ Das FMD 09 als Ganzes sowie die einzelnen Komponenten dürfen nur in der Originalausführung betrieben werden. Wenn Elemente ausgetauscht werden, sind Originalteile des Herstellers zu verwenden.
- ⇒ Änderungen an der Konfiguration des FMD 09, d.h. das Verstellen von Parametern, die dem Anwender normalerweise nicht zur Verfügung stehen, können die Sicherheit und die Funktion des Volumenstrommessgerätes gefährden und geschehen auf eigene Gefahr! Lassen Sie deshalb Konfigurationsänderungen von einem autorisierten Servicetechniker oder vom Werkspersonal des HERSTELLERS vornehmen.
- ⇒ Abdeckungen des FMD 09 dürfen nur im spannungslosen Zustand entfernt werden.
- ⇒ Baugruppen sind gerätespezifisch konfiguriert und daher nicht zwischen verschiedenen FMDs austauschbar.



WARNUNG

Installation, Betrieb, Wartungstätigkeiten und jegliche Reparaturen dürfen ausschließlich von Fachpersonal unter Berücksichtigung der einschlägigen Vorschriften vorgenommen werden (Zentralverband der Elektrotechnik- und Elektroindustrie e.V.).

3 Aufbau und Funktion

3.1 Aufbau

Der Volumenstrommessgerät FMD 09 besteht aus:

- ⇒ 1 in-Situ-Sonde
- ⇒ 1 Einschweißflansch

3.1.1 Sonde

Die Sonde des FMD 09 besteht aus einem Sondenstab und einem Sondenkopf. Der Sondenstab besteht aus einer Staudrucksonde.

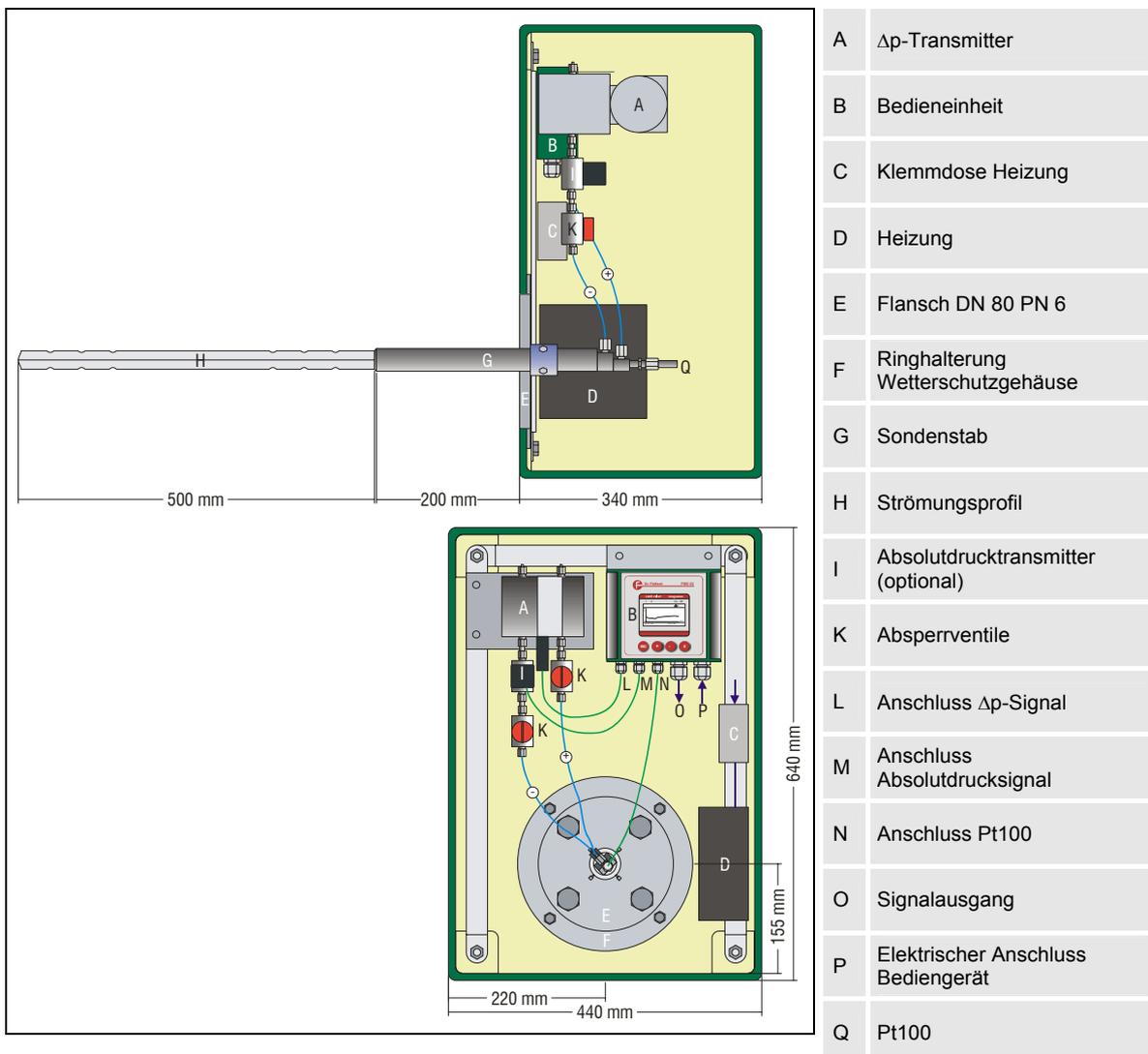
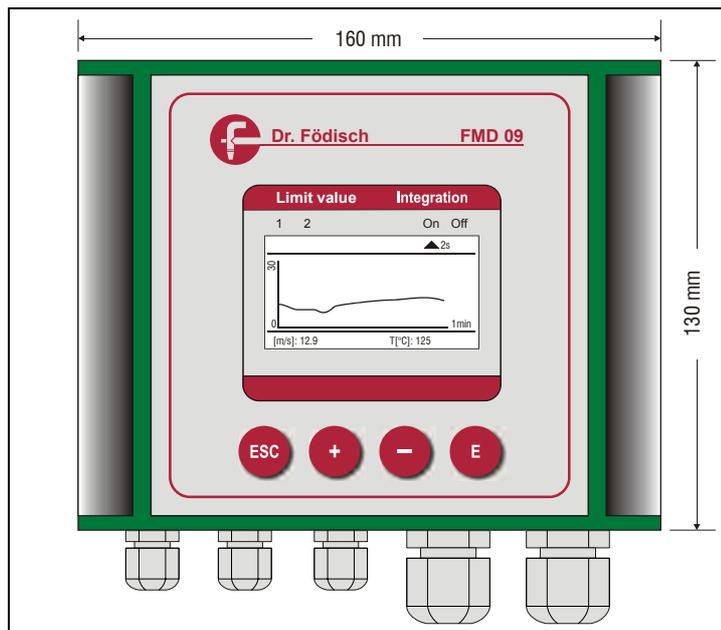


Bild 3.1: Ansicht FMD 09



Die Bedien- und Anzeigeeinheit ist im Wetterschutzkasten integriert. Auf dem hochwertigen Display werden alle Messwerte, Statusanzeigen und Parameter angezeigt. Mit Hilfe der Tastatur lassen sich die Anzeige konfigurieren und gerätespezifische Parameter anpassen.

Bild 3.2: Bedien- und Anzeigeeinheit FMD 09

3.2 Funktion

Der Volumenstrommessgerät FMD 09 ist ein hochempfindliches System zur kontinuierlichen, in-Situ Volumenstrommessung.

Das Messgas wird mit der Staudrucksonde des FMD 09 im Abgasstrom vermessen (*siehe 3.2.1 Messprinzip Seite 14*). Dabei wird der Differenzdruck über die Staudrucksonde kontinuierlich erfasst.

Das Signal, dass sich aus dem Differenzdruck ergibt, ist ein Maß für die Geschwindigkeit bzw. den Volumenstrom des Abgases.

Der im Bediengerät integrierte Mikrocontroller erzeugt ein geschwindigkeits- bzw. volumenstromproportionales Signal. Dieses wird als 4 ... 20 mA – Signal ausgegeben. Außerdem wird im Display des Bediengerätes der aktuelle Messwert und ein Liniendiagramm angezeigt. Mit Hilfe der Tastatur lassen sich verschiedene Parameter (z.B. bezüglich der Anzeige) eingeben und anpassen.

Mit dem optionalen Absolutdrucktransmitter kann der Absolutdruck an der Messstelle kontinuierlich erfasst werden.

3.2.1 Messprinzip

Der Differenzdruck über eine Staudrucksonde ist ein Maß für die Geschwindigkeit des Abgases. Bezogen auf den Querschnitt des Abgaskanals an der Messstelle lässt sich daraus der Volumenstrom des Abgases ermitteln.

$$v = A \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\text{Zeta} \cdot \rho} + D}$$

$$\text{Zeta} = B \cdot v^2 + C \cdot v + E$$

v	Geschwindigkeit des Abgases in [m/s]
A, D	Kalibrierkonstanten
Δp	Differenzdruck über die Staudrucksonde in [Pa]
Zeta	Sondenbeiwert
ρ	Dichte des Abgases in [kg/m ³]
B, C, E	Kalibrierkonstanten Sondenprofil

$$\dot{V} = v \cdot A_{\text{quer}}$$

\dot{V}	Volumenstrom des Abgases in [m ³ /h]
v	Geschwindigkeit des Abgases in [m/s]
A_{quer}	Querschnitt des Abgaskanals an der Messstelle in [m ²]

4 Montage

4.1 Auswahl der Messstelle

Der Einbauort der Sonde sollte den Anforderungen der vor Ort gültigen Richtlinien genügen (in Deutschland VDI 2066 Blatt 1). Im Zweifelsfalle empfiehlt es sich, die Festlegung des Einbauortes von einem zuständigen Messinstitut (Messstelle nach §§ 26/28 BImSchG) vornehmen zu lassen. Wir empfehlen, als Ein- und Auslaufstrecke mindestens $5 \times D$ zu realisieren.

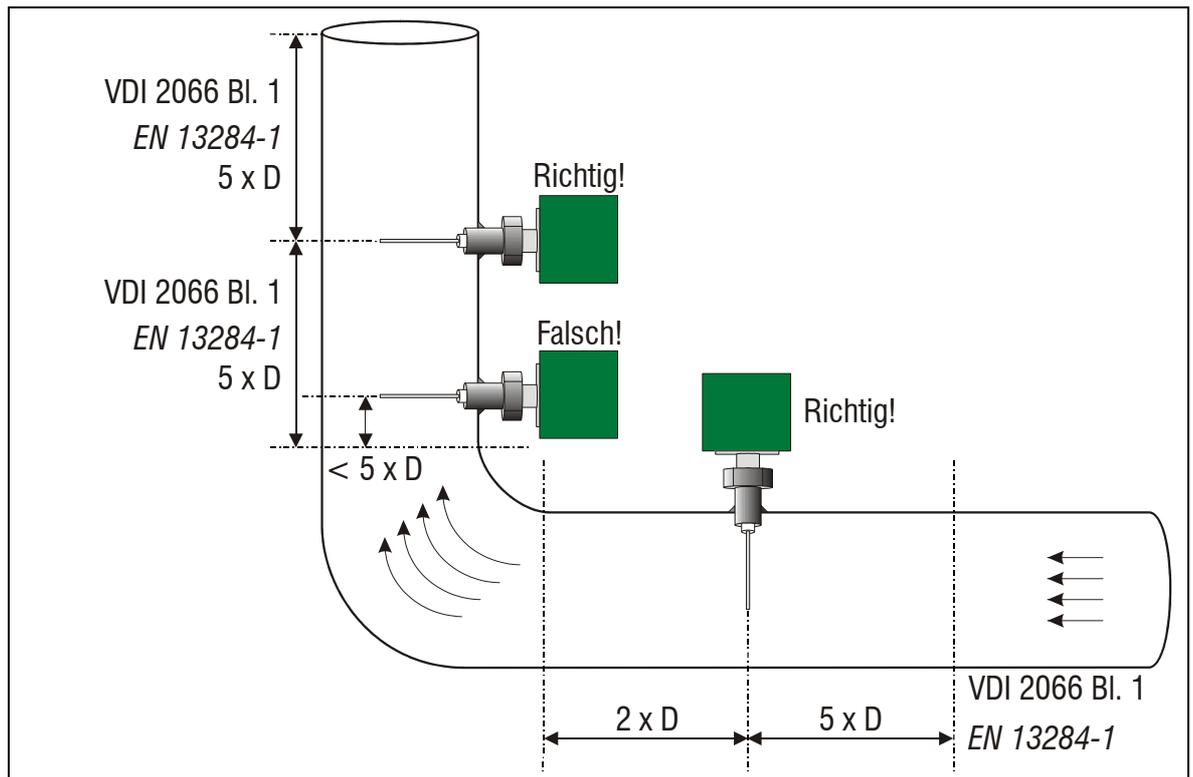


Bild 4.1: Ein- und Auslaufstrecke

Grundsätzlich ist dabei zu beachten, dass an der Messstelle eine möglichst homogene Rauchgasverteilung vorherrschen muss, um eine repräsentative Erfassung der Messgrößen über den Kanalquerschnitt zu erhalten.

4.2 Montage des Einschweißflansches

Der Einschweißflansch des FMD 09 wird gemäß *Bild 4.2: Einschweißflansch* installiert. Die Einbaulage der Sonde ist horizontal oder vertikal von oben.

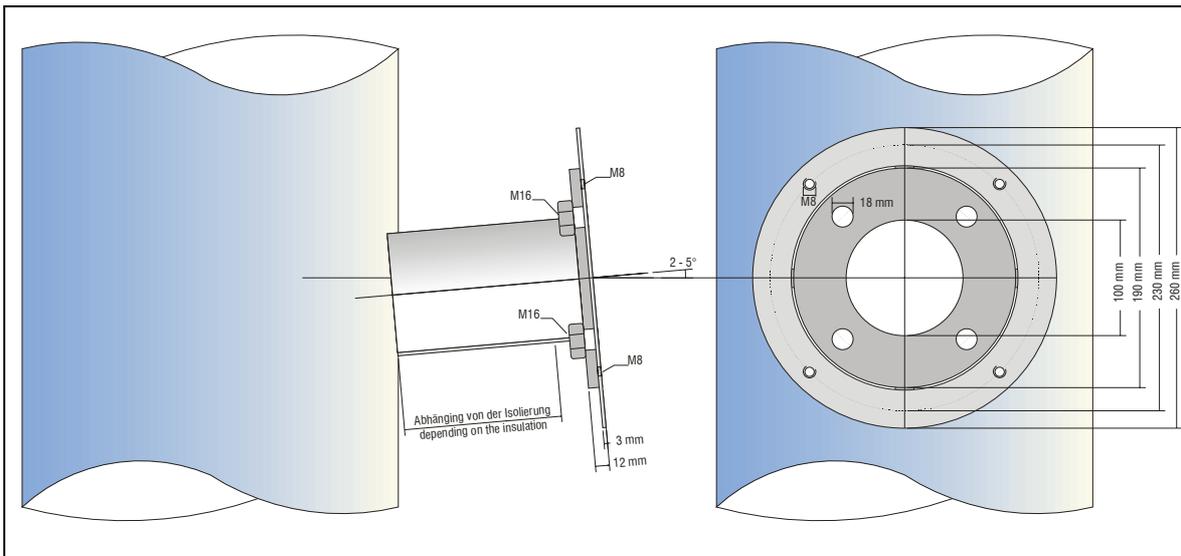


Bild 4.2: Einschweißflansch

4.3 Montage der Sonde

Die Sonde wird gemäß den Bildern *Bild 4.3* und *Bild 4.4* in den Einschweißstutzen eingebracht und mit den mitgelieferten Schrauben und Muttern befestigt. Dabei ist auf richtige Anströmung des Messgases zu achten: Die mit + markierte Seite muss vom Rauchgas angeströmt werden!

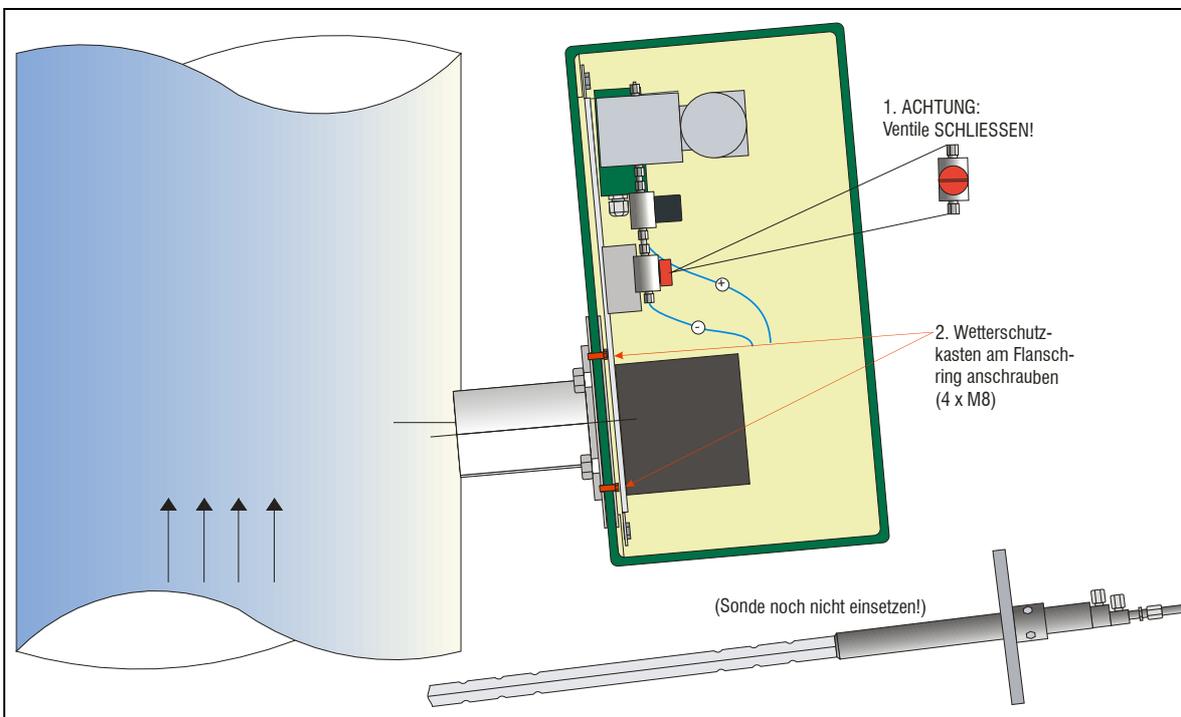


Bild 4.3: Einbauvorschrift Schritt 1 Wetterschutzkasten anschrauben

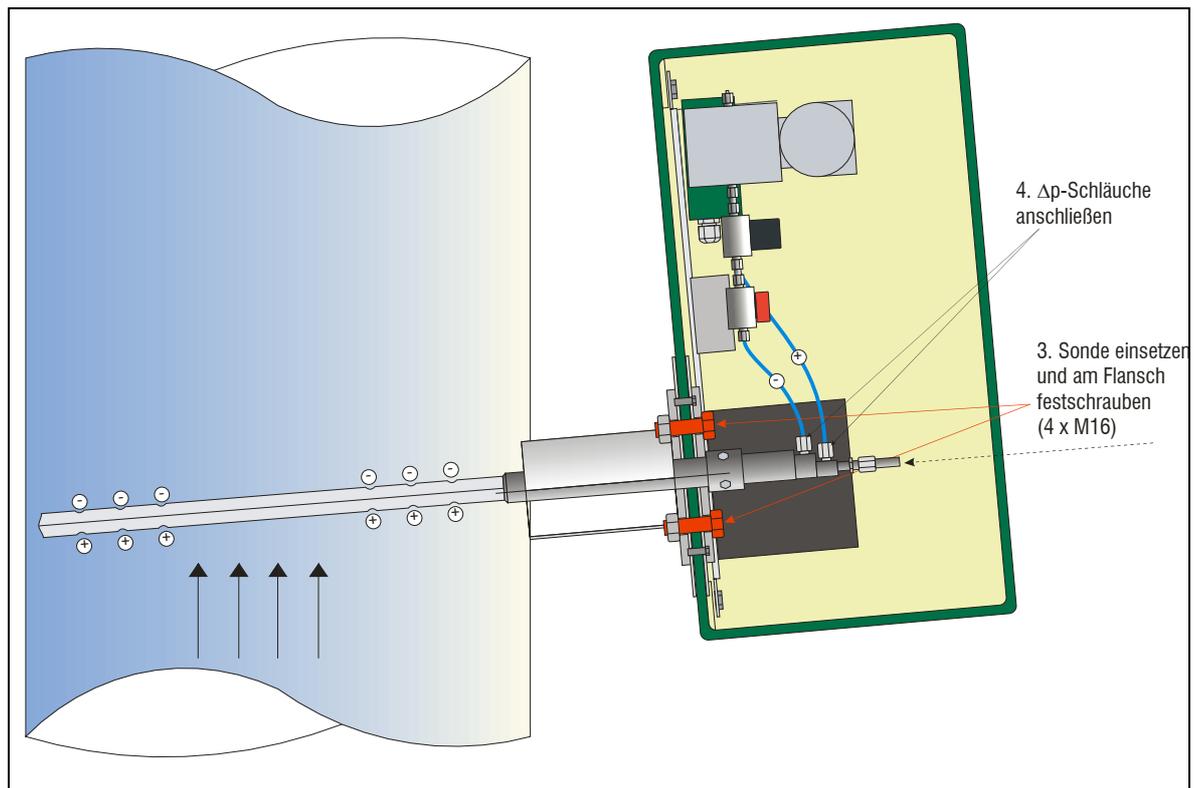


Bild 4.4: Einbauvorschrift Schritt 2 Sonde einsetzen

4.4 Elektrischer Anschluss

Die elektrischen Anschlüsse des FMD 09 befinden sich im Wetterschutzgehäuse. Hier wird die Heizung (D) über die Klemmdose (C) (siehe Bild 3.1: Ansicht FMD 09 Seite 12) mit Spannung versorgt. Das Messgerät wird in der Bedieneinheit (B) angeschlossen. Die Klemmen sind in drei Klemmleisten angeordnet. Diese erreicht man nach Abnehmen des Deckels der Bedieneinheit. Dazu sind zuerst die beiden Zierblenden links und rechts der Tastatur zu entfernen (abheben). Danach müssen die 4 Schrauben gelöst werden (der Deckel ist gegen evtl. Herunterfallen gesichert).

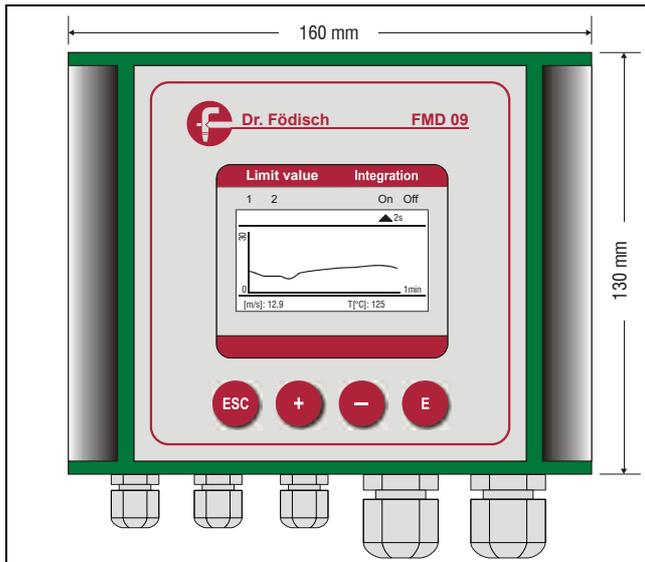


Bild 4.5: Sondenkopf

4.4.1 Betriebsspannung (24 VDC)

Die Klemmen sind als Steckklemmen ausgeführt. Zum Anschließen der Kabel wird kein Spezialwerkzeug benötigt.

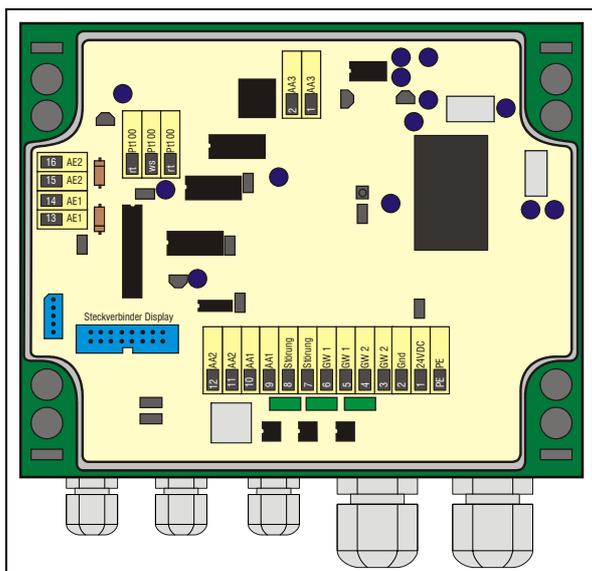
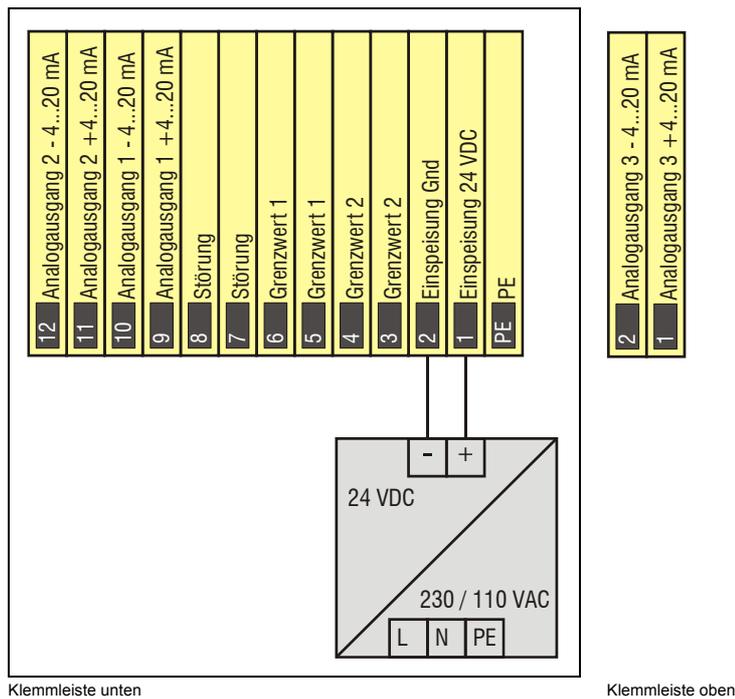


Bild 4.6: Elektrischer Anschluss 24 VDC



Klemmleiste unten

Klemmleiste oben

Bild 4.7: Klemmleiste: Einspeisung 24 VDC, Statussignale und Analogausgänge

Die Betriebsspannung 24 VDC wird an die Klemmen 1 und 2 angeschlossen. Zusätzlich ist es möglich, an die Klemme PE den Kabelschirm bzw. einen Potentialausgleich anzuschließen.



HINWEIS

Zum Anschluss einer anderen Betriebsspannung 110 VAC bzw. 230 VAC ist das optionale Netzteil zu verwenden.



ACHTUNG

Gefahr der Zerstörung der Analogausgänge!

Alle Analogausgänge sind Vierdrahtausgänge und liefern somit **aktiv** Strom.

4.4.2 Betriebsspannung (230 / 110 VAC)

Die Klemmen sind als Steckklemmen ausgeführt. Zum Anschließen der Kabel wird kein Spezialwerkzeug benötigt.

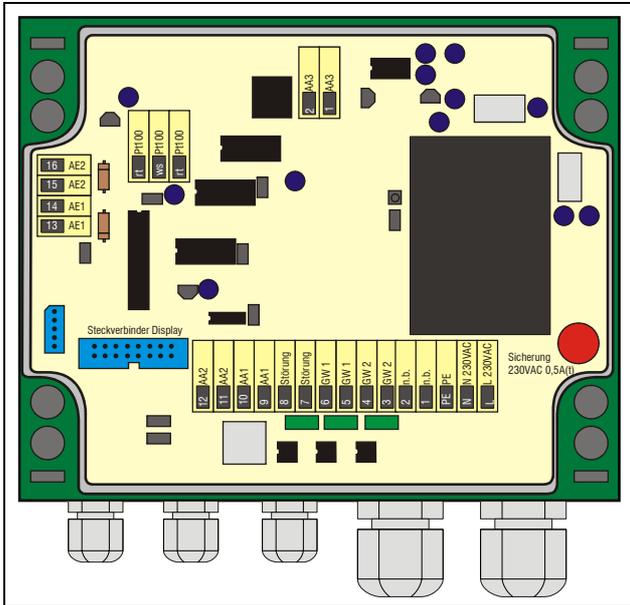


Bild 4.8: Elektrischer Anschluss 230/110 VAC

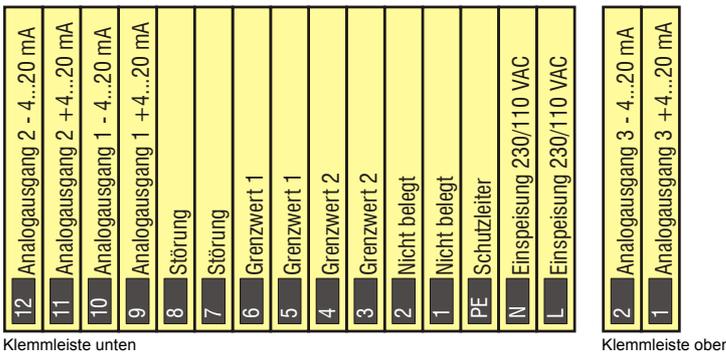


Bild 4.9: Klemmleiste: Einspeisung 230/110 VAC, Statussignale und Analogausgänge

Die Betriebsspannung 230/110 VAC wird an die Klemmen L, N und PE angeschlossen.



HINWEIS

Die Klemmen 1 und 2 (24 VDC Einspeisung) sind bei 230/110 VAC Ausführung nicht belegt.



ACHTUNG

Gefahr der Zerstörung der Analogausgänge!
Alle Analogausgänge sind Vierdrahtausgänge und liefern somit **aktiv** Strom.

4.4.3 Statussignale

Die Statussignale sind als potentialfreie Kontakte ausgeführt. Folgende Statussignale werden am FMD 09 ausgegeben:

Signale	Kontaktstellung
⇒ Störung <i>siehe 11 Fehlermeldungen und Fehlerbehebung Seite 48</i>	Normal geschlossen, bei Störung geöffnet
⇒ Grenzwert 1	Kontaktstellung einstellbar (Öffner oder Schließer)
⇒ Grenzwert 2 / Wartung	Kontaktstellung einstellbar (Öffner oder Schließer)

Tabelle 4.1: Statussignale



HINWEIS

Anzeige Status Wartung:

In der Kopfzeile des Displays wird das Symbol # angezeigt.



HINWEIS

Anzeige Status Störung:

In der Kopfzeile des Displays wird das Symbol ! angezeigt.

4.4.4 Analogausgänge

Die 3 Analogausgänge des FMD 09 sind als 4 ... 20 mA Ausgang ausgeführt. Folgende Signale können mit dem FMD 09 ausgegeben werden:

- ⇒ **Analogausgang 1 ->**
Geschwindigkeit in [m/s] oder
Volumenstrom im Betriebszustand in [m³/h] oder
Volumenstrom im Normzustand trocken in [m³/h] oder
Differenzdruck in [mbar] oder
Temperatur in [°C] oder
Absolutdruck
- ⇒ **Analogausgang 2 ->**
Geschwindigkeit in [m/s] oder
Volumenstrom im Betriebszustand in [m³/h] oder
Volumenstrom im Normzustand trocken in [m³/h] oder
Differenzdruck in [mbar] oder
Temperatur in [°C] oder
Absolutdruck
- ⇒ **Analogausgang 3 ->**
Geschwindigkeit in [m/s] oder
Volumenstrom im Betriebszustand in [m³/h] oder
Volumenstrom im Normzustand trocken in [m³/h] oder

Differenzdruck in [mbar] oder
 Temperatur in [°C] oder
 Absolutdruck

4.4.5 Analogeingänge

Die Analogeingänge des FMD 09 sind wie folgt belegt:

	benutzt als:	4 ... 20 mA	Transmitter
16	Analogeingang 2	+	Signaleingang
15	Analogeingang 2	-	+12 VDC
14	Analogeingang 1	+	Signaleingang
13	Analogeingang 1	-	+12 VDC

Bild 4.10: Klemmleiste Analogeingänge

- ⇒ Der Analogeingang 1 ist dem Differenzdrucktransmitter vorbehalten.
- ⇒ Der Analogeingang 2 ist dem Absolutdrucktransmitter vorbehalten.

Es werden Transmitter in 2-Draht Schaltung verwendet. Die Transmitterspeisung erfolgt mit 24V DC.



5 Inbetriebnahme

1. Versicherung zuschalten
2. Absperrventile öffnen
3. Angezeigte Messwerte auf Plausibilität prüfen
4. Evtl. Messbereiche anpassen

6 Bedienung und Handhabung

6.1 Anzeige

Das FMD 09 zeigt in einem Grafik-Display (128 x 64 Pixel) an der Bedieneinheit (B) alle zum Betrieb des Messgerätes nötigen Informationen an:

- ⇒ Aktueller Messwert (Text- und Grafikmodus)
- ⇒ Liniendiagramm (Verlaufsanzeige nur im Grafikmodus)
- ⇒ Grenzwertüberschreitungen
- ⇒ Messwertintegration
- ⇒ Gerätestatus (Wartung = # und Störung = !)

Die Anzeige wird in den Text- und Grafikmodus unterschieden. Die Umschaltung zwischen Text- und Grafikmodus erfolgt durch Drücken der Taste .

6.1.1 Grafikmodus

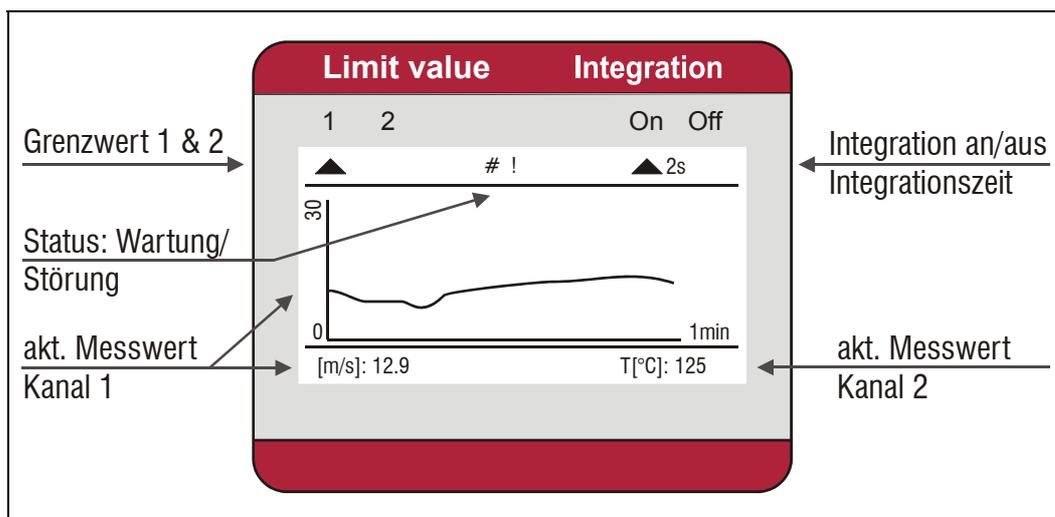


Bild 6.1: Display im Grafikmodus

Im Grafikmodus werden Messwerte der Kanäle 1 (als Diagramm und Text) und Kanal 2 (nur Text) am Display ausgegeben (Geschwindigkeit, Volumenstrom und/oder Differenzdruck über die Staudrucksonde). Im Diagramm sind die Messwerte der letzten 60 Sekunden sichtbar.

Die Messwerte können je nach ausgewähltem Ausgabemodus in m/s, in Tm³/h (= 1.000 m³/h) oder in mbar angezeigt werden.

Optional wird der Absolutdruck an der Messstelle in mbar ausgegeben.

6.1.2 Textmodus

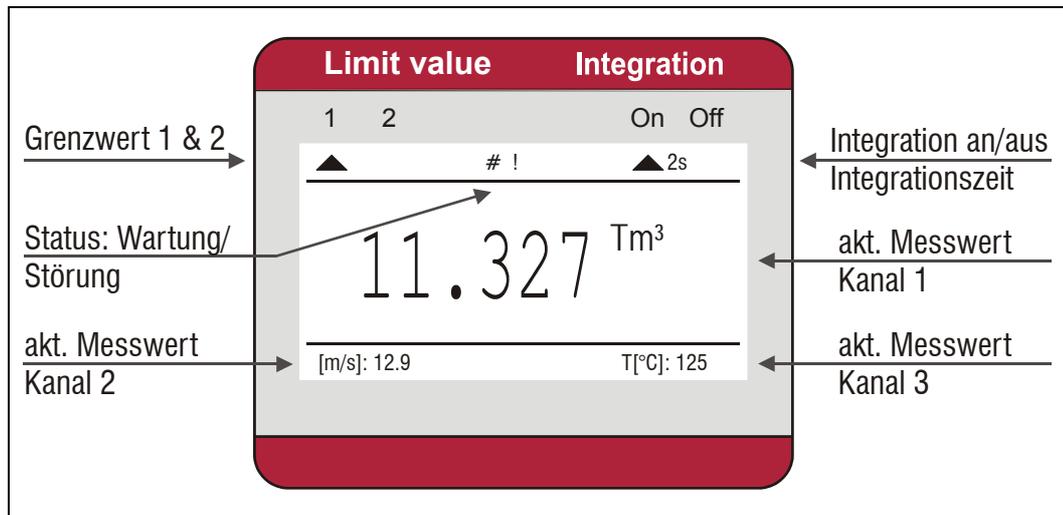


Bild 6.2: Display im Textmodus

Im Textmodus werden alle 3 Messwerte dargestellt (Momentanwert der Geschwindigkeit / Volumenstromes oder der Differenzdruck über die Staudrucksonde, Temperatur im Abgas und Absolutdruck).

Die Messwerte können je nach ausgewähltem Ausgabemodus in m/s, in Tm^3/h (= 1.000 m^3/h) oder in mbar angezeigt werden.

Optional wird der Absolutdruck an der Messstelle in mbar ausgegeben.

6.2 Bedienung

6.2.1 Tasten

Die Bedienung des FMD 09 erfolgt über die Tastatur. Die Tasten haben folgende Bedeutung:

	Escape -> Menü verlassen, Eingabe beenden
	Plus -> Wert erhöhen, Cursor nach links verrücken, Moduswechsel usw.
	Minus -> Wert verringern, Cursor nach rechts verrücken, usw.
	Enter -> Menü auswählen, Wert übernehmen, Wert abspeichern, usw.

6.2.2 Zahleneingabe

Passwort eingeben			
Neues Passwort			
0 0 0 0 0 ←			
ESC	<	>	↵

Zahleneingabe am Beispiel Passwort:

- ⇒ Mit  bzw.  den Cursor auf die entsprechende Ziffer setzen
- ⇒ Mit  Ziffer anwählen und mit  und  den gewünschten Wert einstellen
- ⇒ Mit  Ziffer speichern
- ⇒ Mit den weiteren Ziffern gleich verfahren
- ⇒ Mit  bzw.  den Cursor auf  setzen und mit  abspeichern.

6.3 Parametereingabe

Das FMD 09 besitzt zur Eingabe der spezifischen Parameter und zum Kalibrieren des Gerätes eine Bedien- bzw. Parametrierebene. Dorthin gelangt man durch Eingabe des gültigen Gerätepasswortes:

-  drücken
- gültiges Passwort eingeben -> Standard: 00000
-  erneut drücken
- Parametermenü wird dargestellt

Passwort			
Passwort eingeben			
0 0 0 0 0 ←			
ESC	<	>	↵

Bild 6.3: Passworteingabe

6.4 Hauptmenü

Das **Hauptmenü** ermöglicht die Auswahl und Änderung der Geräteparameter. Die Parameter sind in 6 Untermenüs eingeteilt:

- ⇒ Einstellungen
- ⇒ Analogeingänge
- ⇒ Abgleich
- ⇒ man. Wartung
- ⇒ Kalibrierparameter
- ⇒ Fehler
- ⇒ Info

Die Auswahl des gewünschten Untermenüs erfolgt mit den Tasten und .

Mit gelangt man in das ausgewählte Untermenü.

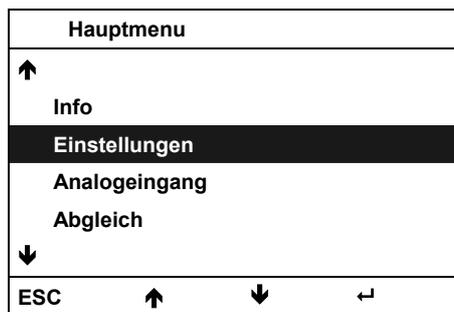


Bild 6.4: Hauptmenü

Die Auswahl der Unterpunkte erfolgt äquivalent zum Hauptmenü.

6.4.1 Einstellungen

Im Menüpunkt **Einstellungen** können gerätespezifische Parameter konfiguriert werden:

- ⇒ Integration an/aus & Integrationszeit
- ⇒ Ausgabemodus
- ⇒ Ausgabebereiche
- ⇒ Grenzwerte
- ⇒ Sprache
- ⇒ Passwort

6.4.1.1 Einstellungen | Integration

Integration
Integration an/aus
Integrationszeit
ESC ↑ ↓ ↵

Mit dem Punkt **Integration an/aus** ist eine Glättung der Messwerte an- und ausschaltbar.

Mit dem Punkt **Integrationszeit** ist die Zeitspanne für die Integration wählbar. Dabei werden fortlaufend Mittelwerte über die gemessenen Werte berechnet und als Messwert ausgegeben.

Integration an/aus
An
Aus
ESC ↑ ↓ ↵

Ist der Modus **Integration an**, so wird über die eingestellte Integrationszeit eine Integration der Messwerte ausgeführt.

Der Status der **Integration** wird oben im Display (Text- und Grafikmodus) angezeigt.

Integrationszeit
↑
30 sek
0,5 sek
1 sek
2 sek
↓
ESC ↑ ↓ ↵

Die Zeitspanne der **Integrationszeit** ist aus 6 vordefinierten Werten wählbar:

0,5 – 1 – 2 – 5 – 10 – 30 Sekunden

Der gewählte Wert der **Integrationszeit** wird oben im Display (Text- und Grafikmodus) angezeigt.

6.4.1.2 Einstellungen | Ausgabemodus

Ausgabemodus
mA-Ausgang 1
mA-Ausgang 2
mA-Ausgang 3
ESC ↑ ↓ ↵

Der **Ausgabemodus** legt fest, wie die Anzeige und die Analogausgabe der Messwerte erfolgen soll. Dabei wird zwischen

- ⇒ Analogausgang 1 und
 - ⇒ Analogausgang 2 und
 - ⇒ Analogausgang 3
- unterschieden



mA-Ausgang 1			
Abs.Druck [mbar]			
Geschwindigkeit [m/s]			
Vol.strom [Tm³/h] i.B.			
Vol.strom [Tm³/h] i.N.			
Differenzdruck [mbar]			
ESC	↑	↓	↵

- Für alle 3 **Analogausgänge** stehen folgende Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung:
- ⇒ Geschwindigkeit: in [m/s]
 - ⇒ Volumenstrom im Betriebszustand: in [m³/h]
 - ⇒ Volumenstrom im Normzustand: in [m³/h]
 - ⇒ Differenzdruck: in [mbar]
 - ⇒ Temperatur in [°C]
 - ⇒ Absolutdruck in [mbar]



HINWEIS

Der eingestellte Ausgabemodus für Analogausgang 1 gilt für das Diagramm in der Anzeige und den Analogausgang 1!

6.4.1.3 Einstellungen | Ausgabebereiche

Ausgabebereiche			
Diagramm			
mA-Ausgang 1			
mA-Ausgang 2			
mA-Ausgang 3			
ESC	↑	↓	↵

- Die **Ausgabebereiche** legen die Anzeige- bzw. Ausgabebereiche von dem
- ⇒ Display-Diagramm und dem
 - ⇒ Analogausgang fest

Die **Bereiche** werden dabei je nach Auswahl des **Ausgabemodus** in **m/s** bzw. in **m³/h** oder in **mbar** eingestellt.

Bereich Geschwindigkeit			
Endwert			
(10 – 100 m/s)			
0 0 0 3 0 ↵			
ESC	<	>	↵

- Beispiel Eingabe **Geschwindigkeit** in [m/s]:
Der Endwert des Messbereiches ist im Bereich von 10 m/s ... 100 m/s frei wählbar.
- ⇒ Standard: 30 m/s

Bereich Vol.Strom i.B.			
Endwert			
(10 – 3200 Tm³/h)			
0 0 1 0 0 ↵			
ESC	<	>	↵

- Beispiel Eingabe **Volumenstrom** im Betriebszustand in [m³/h]:
Der Endwert des Messbereiches ist im Bereich von 10 ... 3.200 Tm³/h (= 3.200.00 m³/h) frei wählbar.
- ⇒ Standard: 100 Tm³/h = 100.000 m³/h

**HINWEIS**

1 Tm³/h = 1.000 m³/h, 1.000 Tm³/h = 1.000.000 m³/h

Bereich Vol.Strom i.N.			
Endwert (10 – 3200 Tm ³ /h)			
0 0 1 0 0 ↵			
ESC	<	>	↵

Beispiel Eingabe **Volumenstrom** im Normzustand trocken in [m³/h]:

Der Endwert des Messbereiches ist im Bereich von 10 ... 3.200 Tm³/h (= 3.200.00 m³/h) frei wählbar.

⇒ Standard: 100 Tm³/h = 100.000 m³/h

Bereich Differenzdruck			
Endwert (1 – 100 mbar)			
0 0 0 0 5 ↵			
ESC	<	>	↵

Beispiel Eingabe **Differenzdruck** in [mbar]:

Der Endwert des Messbereiches ist im Bereich von 1 ... 100 mbar frei wählbar.

⇒ Standard: 5 mbar

Fester Messbereich Fuer Absolutdruck			
ESC	<	>	↵

Beispiel Eingabe **Absolutdruck** in [mbar]:

Der Messbereiches für die Komponente Absolutdruck ist fest eingestellt

⇒ Standard: 800 ... 1.200 mbar

**HINWEIS**

Für den Analogausgang, der den Absolutdruck ausgibt, ist kein Bereich einstellbar. Der Messbereich ist fest auf 800 bis 1.200 mbar eingestellt!

Es wird ein Hinweistext angezeigt.



6.4.1.4 Einstellungen | Grenzwerte

Grenzwerte
Grenzwert 1
Grenzwert 2
Kontakttyp
ESC ↑ ↓ ↵

Die **Grenzwerte** legen fest, ab welchem Messwert eine **Unterschreitung** (-> Grenzwert 1) bzw. **Überschreitung** (-> Grenzwert 2) des Grenzwertes eintreten soll. Das **Über- bzw. Unterschreiten** eines Grenzwertes wird auf dem Display (Text- und Grafikmodus) links oben angezeigt sowie der entsprechende Statuskontakt geöffnet.

Die **Grenzwerte** werden je nach Auswahl des **Ausgabemodus** in m/s, m³/h bzw. in mbar angegeben.

Kontakttyp legt die Schaltrichtung der digitalen Ausgänge für beide Grenzwerte fest. Zur Auswahl stehen:

- ⇒ Normal geschlossen
- ⇒ Normal geöffnet



HINWEIS

Die Grenzwerte werden immer auf Analogausgang 1 bezogen!

Grenzwert 1
Grenzwert 1
00010 ↵
ESC < > ↵

Beispiel Eingabe **Grenzwert 1**:

Kontakttyp
Grenzwert 1
Grenzwert 2
Normal geschlossen
Normal geöffnet
ESC ↑ ↓ ↵

Beispiel **Kontakttyp**

Grenzwert 1
Normal geschlossen
Normal geöffnet
ESC ↑ ↓ ↵

Beispiel **Kontakttyp Grenzwert 1**

6.4.1.5 Einstellungen | Sprache

Sprache			
Englisch			
Deutsch			
ESC	↑	↓	↵

In dem Punkt **Sprache** erfolgt die Auswahl der Menü- und Displaysprache. Folgende Sprachen sind auswählbar:

- ⇒ englisch
- ⇒ deutsch

6.4.1.6 Einstellungen | Passwort

Passwort eingeben			
Neues Passwort			
00000 ↵			
ESC	<	>	↵

Mit dem Punkt **Passwort** ist es möglich, das voreingestellte **Passwort** zu ändern, um die Parameter vor unzulässigen Änderungen zu schützen.

- ⇒ Standard: 00000



6.4.2 Analogeingaenge

Im Menüpunkt **Analogeingänge** wird die Auswertung des gemessenen Differenzdruckes und der Temperatur konfiguriert:

- ⇒ Messbereich Δp -Transmitter
- ⇒ Gasdichte
- ⇒ Gasdruck
- ⇒ Kanalquerschnitt
- ⇒ Temperatur

6.4.2.1 Analogeingaenge | Messbereich Δp -Transmitter

Messbereich dp
Endwert [mbar]
± 5,0000 E+00 ↵
ESC < > ↵

In diesem Punkt wird der **Messbereich** des Differenzdrucktransmitters eingetragen.

- ⇒ Standard: 5 mbar

6.4.2.2 Analogeingaenge | Rauchgas-Dichte

Rauchgas-Dichte
nach Gaskomponenten
Dichte als Wert
ESC ↑ ↓ ↵

Die **Rauchgasdichte** (in Betriebsbedingung) wird zur geräteinternen Berechnung der Geschwindigkeit des Messmediums benötigt.

Die **Rauchgasdichte** kann je nach Verfügbarkeit über den Volumenanteil der Gaskomponenten in [Vol%] bzw. als Wert in [kg/m³] angegeben werden.

nach Gaskomponenten
Vol% O2
Vol% CO2
Vol% H2O
ESC ↑ ↓ ↵

In diesem Punkt werden die Volumenanteile des Rauchgases von Sauerstoff, Kohlendioxid und Wasserdampf eingetragen. Daraus wird geräteintern die **Dichte** des Abgases im Betriebszustand feucht und im Normzustand trocken berechnet.

- ⇒ Vol% O2 = 21 Vol%
- ⇒ Vol% CO2 = 0 Vol%
- ⇒ Vol% H2O = 0 Vol%

Vol% O2			
Wert eingeben [%]			
± 2,1000 E + 01 ↵			
ESC	<	>	↵

Beispiel Eingabe Vol% O2

(Hinweis: Es erfolgt keine Normierung der Messwerte auf den Sauerstoffgehalt des Messmediums!)

Vol% CO2			
Wert eingeben [%]			
± 0,0000 E + 00 ↵			
ESC	<	>	↵

Beispiel Eingabe Vol% CO2

Vol% H2O			
Wert eingeben [%]			
± 0,0000 E + 00 ↵			
ESC	<	>	↵

Beispiel Eingabe Vol% H2O

Der Wert **Vol% H2O** wird auch zur Normierung des Volumenstromsignals in den Normzustand trocken (0 °C, 1013 mbar, trocken) verwendet.

Ist dieser Wert > 0 Vol%, wird F_{iN} als $F_{iN \text{ trocken}}$ ausgegeben.

Dichte als Wert			
Wert eingeben [kg/m³]			
± 1,1870 E + 00 ↵			
ESC	<	>	↵

Beispiel Eingabe Dichte als Wert angegeben im Normzustand trocken

⇒ Standard: 1,187 kg/m³

6.4.2.3 Analogeingaenge | Rauchgas-Druck

Rauchgas-Druck			
Abs. Drucktransm. vorh.			
Abs. Druck als Wert			
ESC	<	>	↵

In diesem Punkt wird ausgewählt, ob ein Absolutdrucktransmitter verwendet wird.

⇒ Standard: Drucktransmitter vorhanden

Der dunkle Auswahlbalken zeigt an, welche Option ausgewählt ist.



Abs. Druck als Wert			
Wert eingeben [Pa]			
± 1,0132E+05 ↵			
ESC	<	>	↵

Falls keine Messung des Absolutdruckes integriert ist, kann in diesem Punkt der **Gasdruck** an der Messstelle eingegeben werden.

⇒ Standard: 101.325 Pa

6.4.2.4 Analogeingaenge | Kanalquerschnitt

Kanalquerschnitt			
Wert eingeben [m2]			
± 1,0000E+00 ↵			
ESC	<	>	↵

In diesem Punkt wird der **Kanalquerschnitt** des Abgaskanals an der Messstelle angegeben.

⇒ Standard: 1,0 m²

Mit dem Kanalquerschnitt wird der Volumenstrom des Abgases berechnet.

$$\dot{V} = v \cdot A_{\text{quer}}$$

\dot{V}	Volumenstrom in [m ³ /h]
v	Geschwindigkeit des Messgases in [m/s]
A _{quer}	Kanalquerschnitt in [m ²]

6.4.2.5 Analogeingaenge | Abgastemperatur

Abgastemperatur			
Pt100 benutzt			
Temperatur als Wert			
ESC	<	>	↵

In diesem Punkt wird eingestellt, ob eine **Temperaturmessung** mit Pt100 verwendet wird. eingegeben.

⇒ Standard: Pt100 verwendet

Der mögliche Anzeigebereich der Pt100 Messung beträgt -30°C bis 600°C (je nach Sondenausführung).

Temperatur als Wert			
Wert eingeben [°C]			
± 1,0000E+02 ↵			
ESC	<	>	↵

In diesem Punkt wird die **Abgastemperatur** eingegeben. Dieser Temperaturwert wird verwendet, wenn keine Pt100 Temperaturmessung verwendet wird, bzw. bei Ausfall der Temperaturmessung. Der Ersatzwert sollte der mittleren Betriebstemperatur des Abgasstromes entsprechen.

⇒ Standard: 100 °C

6.4.3 Abgleich

Im Menüpunkt **Abgleich** können die **Analog-** und **Digitalausgänge** geprüft werden:

⇒ Ausgänge prüfen

6.4.3.1 Abgleich | Ausgänge prüfen

Abgleich
Ausgaenge pruefen
ESC ↑ ↓ ↵

Hier können Digital- und Analogausgänge auf Funktion geprüft werden.

Ausgaenge pruefen
Digitalausgaenge
Analogausgang 1
Analogausgang 2
Analogausgang 3
ESC ↑ ↓ ↵

Auswahl der Art des Ausgangs

Digitalausgang
Stoerung
Grenzwert 1
Grenzwert 2
ESC ↑ ↓ ↵

Die **Schaltkontakte** der **Digitalausgänge** können einzeln geöffnet bzw. geschlossen werden.

Störung
OFFEN
GESCHLOSSEN
ESC ↑ ↓ ↵

Beispiel: **Digitalausgang Störung**



Analogausgang			
Setze 0 - 20 mA			
± 4,0000 E + 00 ←			
ESC	<	>	↵

Mit diesem Punkt kann der **Analogausgang** geprüft werden. Der eingestellte Stromwert in mA wird am Analogausgang ausgegeben (*siehe 4.4 Elektrischer Anschluss Seite 18*).

Zum Ausgeben des eingestellten Stromwertes den Cursor auf ← stellen und  drücken.

6.4.4 man. Wartung

Im Menüpunkt **man. Wartung** kann der Status **Wartung** manuell eingestellt werden:

⇒ Ausgänge prüfen

6.4.4.1 man. Wartung

Man. Wartung
An
Aus
ESC ↑ ↓ ↵

Anzeige **man. Wartung** An- bzw. Ausschalten



HINWEIS

Anzeige Status Wartung:

In der Kopfzeile des Displays wird das Symbol # angezeigt.



6.4.5 Kalibrierparameter

Im Menüpunkt **Kalibrierparameter** ist es möglich, Parameter, die sich aus einer Vergleichsmessung ergeben, manuell einzugeben:

⇒ Kalibrierparameter A und D eingeben

Kal. Parameter
Parameter A
Parameter D
ESC < > ↵

Auswahl des einzustellenden Parameters

Parameter A
Setze Parameter A
± 1,0000 E+00 ↵
ESC < > ↵

Beispiel: Eingabe **Parameter A** (siehe 9.2 Mathematischer Zusammenhang Seite 45)

⇒ Standard: A = 1

Parameter D
Setze Parameter D
± 0,0000 E+00 ↵
ESC < > ↵

Beispiel: Eingabe **Parameter D** (siehe 9.2 Mathematischer Zusammenhang Seite 45)

⇒ Standard: D = 0

6.4.6 Fehler

Im Menüpunkt **Fehler** können die letzten 15 Fehler betrachtet und gelöscht werden:

- ⇒ Fehlerliste ansehen
- ⇒ Fehlerliste löschen

6.4.6.1 Fehler | Fehlerliste ansehen

Fehlerliste			
↑	1 : 54 - akt. Zeit		
↓			
ESC	↑	↓	↵

Alle registrierten Fehler des FMD 09 werden in der **Fehlerliste** abgespeichert. Die Meldungen werden mit einem Zeitstempel beginnend mit dem letzten Einschalten, versehen (Stunde:Minute). Die letzten 15 registrierten Fehler seit der letzten Inbetriebnahme werden in der Liste ausgegeben.

- ⇒ 1 : 54 – act. Time: Aufruf der Fehlerliste 1h54min nach dem Einschalten

6.4.6.2 Fehler | Fehlerliste löschen

Fehlerliste löschen	
Fertig.	

Löscht die Fehlerliste

Beim Drücken der Taste  wird die Fehlerliste komplett gelöscht.



6.4.7 Info

Im Menüpunkt **Info** können alle Geräte- und Softwareversionen eingesehen werden:

⇒ Seriennummer FMD 09

⇒ Softwareversionen

Info	
↑	
	Geraet: FMD09
	Geraete.Nr.: 09007
	Main.Ver. : 2.0
	I/O Ver. : 1.1
↓	
ESC	↑ ↓ ↵

7 Außerbetriebnahme

- ⇒ Absperrventile schließen
- ⇒ Vorsicherung ausschalten



WARNUNG

Verbrennungsgefahr!

Teile der Sonde können durch das Messgas stark aufgeheizt sein!
 Schutzhandschuhe tragen!

7.1 Demontage

Die Sonde wird gemäß *Bild 7.1: Demontage* ausgebaut. Dabei sind zuerst die Absperrventile zu schließen und die Stromzufuhr zu unterbrechen. Anschließend werden die Schrauben gelöst und die Sonde kann entnommen werden.

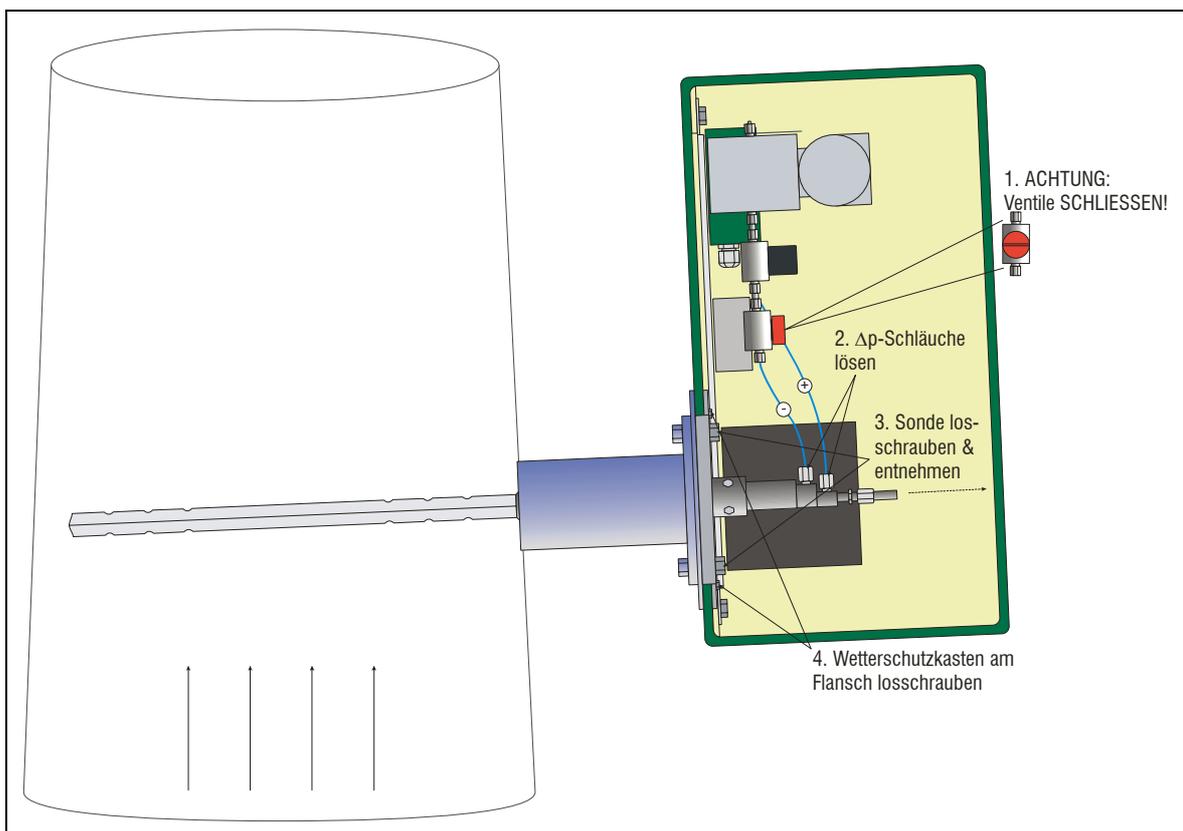


Bild 7.1: Demontage



7.2 Entsorgung



HINWEIS

Die Entsorgung des FMD 09 muss gemäß den landesspezifisch geltenden Umweltschutzbestimmungen erfolgen.

Im Entsorgungsfall ist das FMD 09 als Sondermüll zu behandeln.

8 Gerätekalibrierung

8.1 Allgemeines

Das FMD 09 unterliegt als hochempfindliches Messgerät den feinen Schwankungen der verwendeten Bauelemente und der Stoffe. Aus diesem Grund muss das FMD 09 vor der ersten Inbetriebnahme und nach Reinigungs- und Umbauarbeiten an der Sonde am Nullpunkt kalibriert werden.



HINWEIS

Diese Kalibrierung betrifft ausschließlich die Elektronik und den Drucktransmitter des FMD 09.



HINWEIS

Bei Auslieferung ist das FMD 09 bereits vorkalibriert.

8.2 Differenzdrucktransmitter prüfen

- ⇒ Öffnen der zwei Verschraubungen am Drucktransmitter
- ⇒ Schliessen der Absperrventile zur Sonde
- ⇒ Der Differenzdrucktransmitter ist drucklos
- ⇒ Anzeige des FMD 09 auf Differenzdruck schalten – vorherige Einstellung merken! (*siehe 6.4.1.2 Einstellungen | Ausgabemodus Seite 28*)
- ⇒ Beruhigung des Nullpunktes an der Anzeige abwarten (**Nullpunkt = 4 mA = 0 mbar**)
- ⇒ Bei Abweichung den Nullpunkt anpassen (Nullpunkt am Drucktransmitter mittels Magnetschraubendreher setzen)
- ⇒ Anzeige des FMD 09 auf Ausgangsanzeige zurückschalten (*siehe 6.4.1.2 Einstellungen | Ausgabemodus Seite 28*)
- ⇒ Absperrventile öffnen
- ⇒ Verschraubungen am Drucktransmitter schliessen



9 Geschwindigkeits- und Volumenstromkalibrierung

9.1 Allgemeines

Die Erfassung der Messwerte ist bedingt durch die unterschiedlichen technologischen Gegebenheiten an den betreffenden Messstellen verschiedensten Beeinflussungen unterworfen. Veränderliche Einflussfaktoren sind u.a. Art des Kanalquerschnitt, Gasgeschwindigkeit, Temperatur und Sondenlänge. Damit ergibt sich für jeden Einsatzfall eines FMD 09 eine andere Kennlinie des Ausgangssignals in Bezug zur Abgasgeschwindigkeit.

Deshalb ist es erforderlich, dass das Messsignal mit einer Vergleichsmessung an die tatsächliche Geschwindigkeit bzw. den Volumenstrom des Abgases an der Messstelle angepasst wird (in Deutschland nach VDI 2066. Die Ergebnisse der Kalibrierung, d.h. die Parameter, können direkt im FMD 09 eingegeben werden.

9.2 Mathematischer Zusammenhang

Die Berechnung der Geschwindigkeit bzw. dem Volumenstrom wird nach folgenden mathematischen Zusammenhängen durchgeführt:

$$v = A \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\text{Zeta} \cdot \rho}} + D$$

$$\text{Zeta} = B \cdot v^2 + C \cdot v + E$$

$$\dot{V} = v \cdot A$$

v	Geschwindigkeit des Abgases in [m/s]
A, D	Kalibrierkonstanten
Δp	Differenzdruck über die Staudrucksonde in [mbar]
Zeta	Sondenbeiwert
ρ	Dichte des Abgases in [kg/m ³]
B, C, E	Kalibrierkonstanten Sondenprofil

\dot{V}	Volumenstrom des Abgases in [m ³ /h]
v	Geschwindigkeit des Abgases in [m/s]
A	Querschnitt des Abgaskanals an der Messstelle in [m ²]

9.3 Durchführung der Kalibrierung

Zum Durchführen der Vergleichsmessung sind folgende Schritte empfohlen:

- ⇒ Überprüfen des Nullpunktes Δp -Transmitter (*siehe 8 Gerätekalibrierung Seite 44*).
- ⇒ Vergleichsmessung durchführen (wird in Deutschland im Falle einer behördlichen Messung von einer zugelassenen Messstelle ausgeführt).
- ⇒ Analogsignal Geschwindigkeit erfassen und über den Zeitraum der Vergleichsmessung Mittelwerte bilden. Die Kalibrierparameter A und D müssen zur Kalibrierung folgende Standardwerte sein:

⇒ $A = 1$

⇒ $D = 0$

- ⇒ Parameter A und D aus der Korrelation bestimmen.
- ⇒ Parameter A und D eingeben (*siehe 6.4.5 Kalibrierparameter Seite 39*).

10 Wartung

10.1 Wartung



HINWEIS

Die Erbringung von Garantieleistungen setzt eine vorschriftsmäßige Ausführung der Wartungsarbeiten voraus.

Die Wartungsarbeiten haben das Ziel:

- ⇒ Erhaltung der Messgenauigkeit des FMD 09,
- ⇒ Gewährleistung der Betriebssicherheit,
- ⇒ Erhöhung der Lebensdauer des Messgerätes.

Darüber hinaus bilden die Wartungsarbeiten eine Grundlage für Garantieleistungen.

10.1.1 Wartungsarbeiten

Mindestzeitraum	Tätigkeit
6 Monate	<ul style="list-style-type: none">⇒ Reinigung der Sonde⇒ Nullpunkt Δp-Transmitter prüfen (<i>siehe 8.2 Differenzdrucktransmitter prüfen Seite 44</i>)

Tabelle 10.1: Wartungsarbeiten

10.2 Reinigung

Das Volumenstrommessgerät FMD 09 ist in Abständen von mindestens 6 Monaten zu reinigen. Die Häufigkeit der durchzuführenden Reinigungsarbeiten richtet sich nach der gewählten Messstelle bzw. dem Messmedium (insbesondere dem Staubgehalt) und den Umwelt- und Klimaverhältnissen.

Für alle Reinigungsarbeiten am FMD 09 gilt:



WARNUNG

Verbrennungsgefahr!

Das Strömungsprofil kann durch das Messgas stark aufgeheizt sein. Vor dem Ausbauen und Reinigen muss das FMD 09 ausgeschaltet werden und das Strömungsprofil muss abgekühlt sein.



WARNUNG

Gefahr der Zerstörung des Δp -Transmitters!

Vor Beginn der Arbeiten sind die **Absperrventile (K)** (*siehe Bild 3.1: Ansicht FMD 09*) unbedingt zu schließen!

Das Strömungsprofil der Sonde kann je nach Verschmutzungsgrad abgewischt, abgebürstet oder ausgeblasen werden.

11 Fehlermeldungen und Fehlerbehebung



HINWEIS

Treten Fehler oder Störungen auf, die mit den hier beschriebenen Maßnahmen nicht beseitigt werden können, wenden Sie sich bitte an die Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG (siehe Umschlaginnenseite).

Zur Überwachung, Signalisierung von Fehlerzuständen und zur Fehlersuche gibt das FMD 09 Statussignale aus. Diese werden auf dem Display und an den Statuskontakten als potentialfreier Kontakt zur Verfügung gestellt. Alle Fehler werden chronologisch in die Fehlerliste eingetragen (siehe 6.4.6 Fehler Seite 40).

11.1 Wartung

Der Betriebszustand **Wartung** tritt unter folgenden Punkten ein:

Im Menü des FMD 09 wurde die manuelle Wartung angeschaltet (siehe: 6.4.4.1 man. Wartung Seite 38).



HINWEIS

Anzeige Status Wartung:
 In der Kopfzeile des Displays wird das Symbol # angezeigt.

11.2 Störung

Der Betriebszustand **Störung** tritt unter folgenden Punkten ein:

Fehlermeldung	Bedeutung	Maßnahmen
⇒ 0 : 0 – akt. Zeit	⇒ ist die aktuelle Zeit des FMD 09 (wird beim Einschalten auf 0 : 0 zurückgesetzt) – kein Fehler, nur Meldung	⇒ keine
⇒ Neustart	⇒ Einschaltzeit des FMD 09 kein Fehler, nur Meldung	⇒ keine
⇒ Komm. TO	⇒ TimeOut bei Kommunikation im Gerät – Serviceeingriff notwendig	⇒ Kabel im Gerät auf festen Sitz prüfen ⇒ Service verständigen
⇒ Komm. R	⇒ Sendefehler bei Kommunikation im Gerät – Serviceeingriff notwendig	⇒ Kabel im Gerät auf festen Sitz prüfen ⇒ Service verständigen



Fehlermeldung	Bedeutung	Maßnahmen
⇒ Komm. W	⇒ Empfangsfehler bei Kommunikation im Gerät – Serviceeingriff notwendig	⇒ Kabel im Gerät auf festen Sitz prüfen ⇒ Service verständigen
⇒ mA-Eing1	⇒ Fehler am Analogeingang 1, Stromsignal < 4 mA oder Stromsignal > 20 mA	⇒ Verkabelung prüfen ⇒ Stromsignal prüfen
⇒ mA-Eing2	⇒ Fehler am Analogeingang 2, Stromsignal < 4 mA oder Stromsignal > 20 mA	⇒ Verkabelung prüfen ⇒ Stromsignal prüfen
⇒ v_min	⇒ Geschwindigkeit des Messgases < 3 m/s	⇒ Erhöhung der Geschwindigkeit abwarten
⇒ PT100schl	⇒ Kurzschluss am Pt100	⇒ Pt100 prüfen ⇒ Service verständigen
⇒ PT100br	⇒ Kabelbruch am Pt100	⇒ Pt100 prüfen ⇒ Service verständigen
⇒ dp-uebl.	⇒ Messbereich Differenzdrucktransmitter überschritten	⇒ Anlage prüfen ⇒ Sonde auf Verschmutzung prüfen ggf. reinigen ⇒ Service verständigen

Tabelle 11.1: Fehlermeldungen



HINWEIS

Anzeige Status Störung:

In der Kopfzeile des Displays wird das Symbol ! angezeigt.

12 Technische Daten

Einspeisung	230 / 110 VAC, 50 - 60 Hz, 24 VDC
Schutzklasse	1
Betriebsbereitschaft	Nach 5 bis 15 Minuten
Sonde	
Abmessungen (B x H x T)	ca. 440 x 640 x 1.200 mm
Eintauchtiefe	500 mm (Standard -> siehe Bestelldaten!)
Flansch	DN 80 PN 6
Gewicht	ca. 9,5 kg
Schutzart	IP 65
Umgebungstemperatur	- 20 °C ... + 50 °C
Luftfeuchtigkeit	k. A. (keine besondere Empfindlichkeit)
Messbereiche	
Geschwindigkeit	(0) 3 ... 100 m/s
Volumenstrom (i.B. / i.N.tr.)	0 ... 3.200.000 m ³ /h
Differenzdruck	0 ... 100 mbar
Temperatur	0 ... 300/600 °C
Absolutdruck (optional)	800 ... 1.200 mbar
Elektrische Anschlüsse	
Analogsignale (Ausgang)	4 ... 20 mA
Bürde	Max. 500 Ω
Statussignale	Max. 24 VDC bei 0,1 A
⇒ Störung	Kontakt normal geschlossen (bei Störung offen)
⇒ Grenzwert 1 / 2	Öffner oder Schließer auswählbar

Tabelle 12.1: Technische Daten



13 Menüführung

Einstellungen	Analogeingänge	Abgleich	Digitalausgänge	man. Wartung	Kalibrierparameter	Fehler	Info
Integration	Messbereich dp	Ausgänge prüfen	• Digitalausgänge	man. Wartung	Parameter A	Fehlerliste ansehen	Info
Integration an/aus	Messbereich dp		• Störung	• An	Parameter A	Fehlerliste ansehen	Software Version
aus	Rauchgas-Dichte		Analogausgang 1	Aus	Parameter A	Fehlerliste ansehen	
Integrationzeit	nach Gaskomponenten		Analogausgang 2		Parameter D	Fehlerliste löschen	
1 sec	Dichte als Wert		Analogausgang 1	• Grenzwert 1			
2 sec			Analogausgang 2	geschlossenen			
5 sec			Analogausgang 3	• Grenzwert 2			
10 sec			Analogausgang 3	geschlossenen			
30 sec				geschlossenen			
Ausgabemodus	Rauchgas-Druck						
mA-Ausgang 1	Rauchgas-Druck						
	Kanalquerschnitt						
	Kanalquerschnitt						
	Abgastemperatur						
	PT100 benutzt						
	Temperatur als Wert						
	Temperatur als Wert						
	Temperatur [°C]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Temperatur [°C]						
	Temperatur [°C]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Temperatur [°C]						
	Temperatur [°C]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Temperatur [°C]						
	Temperatur [°C]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Temperatur [°C]						
	Temperatur [°C]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Temperatur [°C]						
	Temperatur [°C]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Temperatur [°C]						
	Temperatur [°C]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Temperatur [°C]						
	Temperatur [°C]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Temperatur [°C]						
	Temperatur [°C]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Temperatur [°C]						
	Temperatur [°C]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Temperatur [°C]						
	Temperatur [°C]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Temperatur [°C]						
	Temperatur [°C]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Temperatur [°C]						
	Temperatur [°C]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Temperatur [°C]						
	Temperatur [°C]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Temperatur [°C]						
	Temperatur [°C]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Temperatur [°C]						
	Temperatur [°C]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Temperatur [°C]						
	Temperatur [°C]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Temperatur [°C]						
	Temperatur [°C]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Temperatur [°C]						
	Temperatur [°C]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Temperatur [°C]						
	Temperatur [°C]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Absolutdruck [mbar]						
	Temperatur [°C]						
	Temperatur [°C]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Differenzdruck [mbar]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						
	Volumenstrom i.B. [m³/h]						
	Volumenstrom i.N. [m³/h]						

14 Ersatz- und Verschleißteile

Für die Bestellung von Ersatz- und Verschleißteilen wenden Sie sich bitte an die Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG (siehe Umschlaginnenseite).



15 Index

A

A 39
ACHTUNG 7
act. Time 40
Analogausgang 37
Ausgabemodus 28
Auswahl der Messstelle 15

D

D 39
deutsch 32

E

Einbau 16
Einbauplatz 16
Einschweißstutzen 15
Elektrischer Anschluss 18; Sicherung 20
englisch 32
Ersatzwert Temperatur 35

F

Faktor: A 46; D 46
Fehler: Fehlerliste 48; Fehlermeldung 48
Fehlerliste 40
Fehlermeldung 48
Funktion 13

G

Gasdichte 33
Gasdruck 35
Gewährleistung 8
Grafikmodus 24
Grenzwert 31

H

Hauptmenü 27
HINWEIS 7

I

Inbetriebnahme 23
Info 41
Integration 28; an/aus 28; Integrationszeit 28

Integrationszeit 28

K

Kalibrierung 44
Kalibrierung 39
Kanalquerschnitt 35
Korrelation 46

M

Messbereich 29, 33; Analogausgang 29; Display 29
Messstelle 15
Montage 15, 16; Einbau 16

P

Parameter: A 39; D 39
Passwort 26, 32

R

Reinigung 47

S

Seriennummer 41
Sicherung 20
Software: Version 41
Sprache 32
Störung 48

T

Technische Daten 50
Textmodus 25
Tm³/h 30
Typenschild 11

U

UMWELTSCHUTZHINWEIS 7
Untermenü 27

W

WARNUNG 7
Wartung 47