

TÜV RHEINLAND IMMISSIONSSCHUTZ UND ENERGIESYSTEME GMBH

Akkreditiertes Prüfinstitut



DAP-PL-3856.99

Bericht über die Eignungsprüfung der Messeinrichtung ZRE und ZRE/ZFK7 der Firma Fuji Electric Systems Co., Ltd. für die Komponenten NO, SO₂, CO und O₂

TÜV-Bericht Nr.: 936/21210059/A
Köln, 21. Oktober 2009

www.umwelt-tuv.de



luft@de.tuv.com

Die TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme 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. DAR-Registriernummer: DAP-PL-3856.99.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

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

Kurzfassung

Im Auftrag der Firma Fuji Electric Systems Co., Ltd. führte die TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH die Eignungsprüfung der Emissionsmesseinrichtung ZRE und ZRE/ZFK7 für die Komponenten NO, SO₂, CO, O₂ entsprechend der Richtlinie DIN EN 15267-3 [1] durch.

Das Gerät wurde für den Einsatz an Anlagen gemäß 13. BImSchV sowie TA Luft entwickelt.

Bei der Messeinrichtung handelt es sich um einen nichtdispersiven Infrarot Gasanalysator (NDIR-Analysator), zusätzlich kann wahlweise ein paramagnetischer Sauerstoffsensor (ZRE) oder ein Zirkondioxid Sauerstoffsensor (ZRE/ZFK7) eingebaut werden.

Die geprüften Messbereiche betragen:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
CO	125	mg/m ³
NO	268	mg/m ³
SO ₂	571	mg/m ³
O ₂ (Zi.)*	25	Vol.-%
O ₂ (Pa.)**	25	Vol.-%

Komponente	Zusätzliche Messbereiche	Einheit
CO	1250	mg/m ³
NO	2680	mg/m ³
SO ₂	5710	mg/m ³
O ₂ (Zi.)*	10	Vol.-%
O ₂ (Pa.)**	10	Vol.-%

*Zi. = Zirkondioxid, **Pa. = paramagnetisch

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

Seitens der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH wird daher eine Veröffentlichung als eignungsgeprüfte Messeinrichtung zur laufenden Aufzeichnung der Emissionen für Anlagen der 13. BImSchV und TA Luft vorgeschlagen.

Bericht über die Eignungsprüfung der Messeinrichtung ZRE und ZRE/ZFK7 der Firma Fuji Electric Systems Co., Ltd. für die Komponenten NO, SO₂, CO und O₂, Bericht-Nr.: 936/21210059/A

Seite 5 von 380



Bericht über die Eignungsprüfung der Messeinrichtung ZRE und ZRE/ZFK7 der Firma Fuji Electric Systems Co., Ltd. für die Komponenten NO, SO₂, CO und O₂

Geprüftes Gerät:	ZRE und ZRE/ZFK7
Hersteller:	Fuji Electric Systems Co., Ltd. No. 1, Fuji-machi, Hino-city, Tokyo 191-8502, Japan
Prüfzeitraum:	09.2008 bis 10.2009
Berichtsdatum:	21. Oktober 2009
Berichtsnummer:	936/21210059/A
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Ruth Steinhagen
Fachlich Verantwortlicher:	Dr. Peter Wilbring
Berichtsumfang:	Bericht: 217 Seiten Anhang ab Seite 218 Handbuch ab Seite 285 Handbuch mit 92 Seiten Gesamt: 380 Seiten

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines	17
1.1	Bekanntgabevorschlag	17
1.1.1	Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse.....	19
2.	Aufgabenstellung	26
2.1	Art der Prüfung	26
2.2	Zielsetzung	26
2.3	Bestimmung der Gesamtunsicherheit.....	26
3.	Beschreibung der geprüften Messeinrichtung	27
3.1	Messprinzip.....	27
3.2	Umfang und Aufbau der Messeinrichtung	30
4.	Prüfprogramm.....	35
4.1	Laborprüfung	35
4.2	Feldtest	37
5.	Standardreferenzmessverfahren	39
5.1	Messverfahren (kontinuierliche Messverfahren).....	39
5.2	Messverfahren (diskontinuierliche Messverfahren)	42
6.	Prüfergebnisse.....	49
6a	Allgemeine Anforderungen	49
6a.1	[5.1 Anwendung der Mindestanforderung].....	49
6a.2	[5.2 Zu prüfende Bereiche]	50
6a.3	[5.3 Herstellungsbeständigkeit und Änderung der Gerätekonfiguration]	53
6a.4	[5.4 Qualifikation der Prüflaboratorien]	54
6b	Laborprüfungen	55
6b.1	[6.1 Automatische Messeinrichtungen für die Prüfung]	55
6b.2	[6.2 CE-Kennzeichnung].....	57
6b.3	[6.3 Unbefugtes Verstellen]	58
6b.4	[6.4 Anzeigebereiche und Nullpunktlage]	59
6b.5	[6.5 zusätzliche Messwertausgänge].....	61
6b.6	[6.6 Anzeige von Statussignalen]	62
6b.7	[6.7 Vermeidung oder Kompensation der Verschmutzung optischer Grenzflächen] ..	63
6b.8	[6.8 Schutzarten durch Gehäuse].....	64
6b.9	[6.9 Einstellzeit im Labortest].....	65
6b.10	[6.10 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt]	70
6b.11	[6.11 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt]	74
6b.12	[6.12 Lack-of-fit im Labortest]	77
6b.13	[6.13 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift]	93
6b.14	[6.14 Einfluss der Umgebungstemperatur]	94
6b.15	[6.15 Einfluss des Probegasdrucks]	100
6b.16	[6.16 Einfluss des Probegasvolumenstroms für extraktive AMS]	101
6b.17	[6.17 Einfluss der Netzspannung].....	105
6b.18	[6.18 Einfluss von Schwingungen].....	112
6b.19	[6.19 Querempfindlichkeiten]	113
6b.20	[6.20 Auswanderung des Messstrahls bei In-situ-AMS]	125
6b.21	[6.21 Konverterwirkungsgrad für AMS zur Messung von NO _x]	126
6b.22	[6.22 Responsefaktoren].....	128

6c	Feldprüfungen.....	129
6c.1	[7.1 Kalibrierfunktion]	129
6c.2	[7.2 Einstellzeit im Feldtest]	175
6c.3	[7.3 Lack-of-fit im Feldtest]	180
6c.4	[7.4 Wartungsintervall]	196
6c.5	[7.5 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift]	197
6c.6	[7.6 Verfügbarkeit]	203
6c.7	[7.7 Vergleichspräzision].....	205
6c.8	[7.8 Verschmutzungskontrolle bei In-situ-Geräten].....	213
6d	Messunsicherheit.....	214
6d.1	[14 Messunsicherheit].....	214
7.	Wartungsarbeiten, Funktionsprüfung und Kalibrierung	216
7.1	Arbeiten im Wartungsintervall.....	216
7.2	Funktionsprüfung und Kalibrierung.....	216
8.	Literatur.....	217
9.	Anhang	218
10.	Bedienungsanleitung	285

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Geprüfte Komponenten und Zertifizierungsbereiche im Labortest.....	35
Tabelle 2:	Zusätzliche mit verkürztem Programm zu prüfende Messbereiche.....	36
Tabelle 3:	Eingestellte Zertifizierungsbereiche während des Feldtests	38
Tabelle 4:	Zertifizierungsbereiche und Grenzwerte	59
Tabelle 5:	Einstellzeiten im Labortest SO ₂ Messbereich 0-571 mg/m ³	66
Tabelle 6:	Einstellzeiten im Labortest SO ₂ Messbereich 0-5710 mg/m ³	66
Tabelle 7:	Einstellzeiten im Labortest CO Messbereich 0-125 mg/m ³	67
Tabelle 8:	Einstellzeiten im Labortest CO Messbereich 0-1250 mg/m ³	67
Tabelle 9:	Einstellzeiten im Labortest NO Messbereich 0-268 mg/m ³	67
Tabelle 10:	Einstellzeiten im Labortest NO Messbereich 0-2680 mg/m ³	68
Tabelle 11:	Einstellzeiten im Labortest O ₂ Messbereich 0-10 Vol.-% (paramagnetischer Sensor)	68
Tabelle 12:	Einstellzeiten im Labortest O ₂ Messbereich 0-25 Vol.-% (paramagnetischer Sensor)	68
Tabelle 13:	Einstellzeiten im Labortest O ₂ Messbereich 0-10 Vol.-% (Zirkondioxid-Sensor)	69
Tabelle 14:	Einstellzeiten im Labortest O ₂ Messbereich 0-25 Vol.-% (Zirkondioxid-Sensor)	69
Tabelle 15:	Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt für SO ₂	71
Tabelle 16:	Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt für CO.....	71
Tabelle 17:	Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt für NO.....	72
Tabelle 18:	Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt für den paramagnetischen O ₂ -Sensor	72
Tabelle 19:	Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt für O ₂ , Zirkondioxid-Sensor	73
Tabelle 20:	Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt für SO ₂	75
Tabelle 21:	Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt für CO	75
Tabelle 22:	Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt für NO	76
Tabelle 23:	Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt für den paramagnetischen O ₂ -Sensor	76
Tabelle 24:	Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt für O ₂ , Zirkondioxid-Sensor	76
Tabelle 25:	Linearitätsprüfung für SO ₂ , Messbereich 0-571 mg/m ³	78
Tabelle 26:	Linearitätsprüfung für SO ₂ , Messbereich 0-5710 mg/m ³	79
Tabelle 27:	Linearitätsprüfung für CO, Messbereich 0-125 mg/m ³	81
Tabelle 28:	Linearitätsprüfung für CO, Messbereich 0-1250 mg/m ³	82
Tabelle 29:	Linearitätsprüfung für NO, Messbereich 0-268 mg/m ³	84
Tabelle 30:	Linearitätsprüfung für NO, Messbereich 0-2680 mg/m ³	85
Tabelle 31:	Linearitätsprüfung für O ₂ , Messbereich 0-10 Vol.-% paramagnetischer Sensor	87
Tabelle 32:	Linearitätsprüfung für O ₂ , Messbereich 0-25 Vol.-% paramagnetischer Sensor	88
Tabelle 33:	Linearitätsprüfung für O ₂ , Messbereich 0-10 Vol.-% Zirkondioxid-Sensor	90
Tabelle 34:	Linearitätsprüfung für O ₂ , Messbereich 0-25 Vol.-% Zirkondioxid-Sensor	91
Tabelle 35:	Temperaturprüfung für SO ₂	95
Tabelle 36:	Temperaturprüfung für CO	96
Tabelle 37:	Temperaturprüfung für NO	97
Tabelle 38:	Temperaturprüfung für O ₂ (paramagnetischer Sensor)	98
Tabelle 39:	Temperaturprüfung für O ₂ (Zirkondioxid-Sensor)	99
Tabelle 40:	Einfluss des Probegasvolumenstroms SO ₂	102
Tabelle 41:	Einfluss des Probegasvolumenstroms CO.....	103
Tabelle 42:	Einfluss des Probegasvolumenstroms NO.....	103
Tabelle 43:	Einfluss des Probegasvolumenstroms O ₂ paramagnetischer Sensor	104
Tabelle 44:	Einfluss des Probegasvolumenstroms O ₂ Zirkondioxid-Sensor	104

Tabelle 45:	Einfluss der Netzspannung für SO ₂	107
Tabelle 46:	Einfluss der Netzspannung für CO.....	108
Tabelle 47:	Einfluss der Netzspannung für NO.....	109
Tabelle 48:	Einfluss der Netzspannung für O ₂ (paramagnetischer Sensor).....	110
Tabelle 49:	Einfluss der Netzspannung für O ₂ (Zirkondioxid-Sensor).....	111
Tabelle 50:	Konzentrationswerte der Störkomponenten.....	113
Tabelle 51:	Querempfindlichkeiten für die Komponente SO ₂ , Gerät 1.....	115
Tabelle 52:	Querempfindlichkeiten für die Komponente SO ₂ , Gerät 2.....	116
Tabelle 53:	Querempfindlichkeiten für die Komponente SO ₂ , Gerät 1 Zusatztests im hohen Messbereich.....	116
Tabelle 54:	Querempfindlichkeiten für die Komponente SO ₂ , Gerät 2 Zusatztests im hohen Messbereich.....	117
Tabelle 55:	Querempfindlichkeiten für die Komponente CO, Gerät 1.....	117
Tabelle 56:	Querempfindlichkeiten für die Komponente CO, Gerät 2.....	118
Tabelle 57:	Querempfindlichkeiten für die Komponente NO, Gerät 1.....	119
Tabelle 58:	Querempfindlichkeiten für die Komponente NO, Gerät 2.....	120
Tabelle 59:	Querempfindlichkeiten für die Komponente NO, Gerät 1 Zusatztests im hohen Messbereich.....	120
Tabelle 60:	Querempfindlichkeiten für die Komponente NO, Gerät 2 Zusatztests im hohen Messbereich.....	121
Tabelle 61:	Querempfindlichkeiten für die Komponente O ₂ , Gerät 1 (paramagnetischer Sensor).....	121
Tabelle 62:	Querempfindlichkeiten für die Komponente O ₂ , Gerät 2 (paramagnetischer Sensor).....	122
Tabelle 63:	Querempfindlichkeiten für die Komponente O ₂ , Gerät 1 (Zirkondioxid-Sensor).....	123
Tabelle 64:	Querempfindlichkeiten für die Komponente O ₂ , Gerät 2 (Zirkondioxid-Sensor).....	124
Tabelle 65:	Konverterwirkungsgrad.....	127
Tabelle 66:	Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 1 für SO ₂	130
Tabelle 67:	Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 2 für SO ₂	131
Tabelle 68:	Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 1 für SO ₂	133
Tabelle 69:	Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 2 für SO ₂	134
Tabelle 70:	Variabilitätsprüfung, Gerät 1 für SO ₂	136
Tabelle 71:	Variabilitätsprüfung, Gerät 2 für SO ₂	137
Tabelle 72:	Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 1 für CO.....	139
Tabelle 73:	Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 2 für CO.....	140
Tabelle 74:	Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 1 für CO.....	142
Tabelle 75:	Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 2 für CO.....	143
Tabelle 76:	Variabilitätsprüfung, Gerät 1 für CO.....	145
Tabelle 77:	Variabilitätsprüfung, Gerät 2 für CO.....	146
Tabelle 78:	Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 1 für NO.....	148
Tabelle 79:	Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 2 für NO.....	149
Tabelle 80:	Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 1 für NO.....	151
Tabelle 81:	Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 2 für NO.....	152
Tabelle 82:	Variabilitätsprüfung, Gerät 1 für NO.....	154
Tabelle 83:	Variabilitätsprüfung, Gerät 2 für NO.....	155
Tabelle 84:	Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 1 für O ₂ , paramagnetischer Sensor...	157
Tabelle 85:	Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 2 für O ₂ , paramagnetischer Sensor...	158
Tabelle 86:	Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 1 für O ₂ , paramagnetischer Sensor...	160
Tabelle 87:	Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 2 für O ₂ , paramagnetischer Sensor...	161
Tabelle 88:	Variabilitätsprüfung, Gerät 1 für O ₂ , paramagnetischer Sensor.....	163
Tabelle 89:	Variabilitätsprüfung, Gerät 2 für O ₂ , paramagnetischer Sensor.....	164
Tabelle 90:	Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 1 für O ₂ , Zirkondioxid-Sensor.....	166
Tabelle 91:	Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 2 für O ₂ , Zirkondioxid-Sensor.....	167

Tabelle 92:	Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 1 für O ₂ , Zirkondioxid-Sensor	169
Tabelle 93:	Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 2 für O ₂ , Zirkondioxid-Sensor	170
Tabelle 94:	Variabilitätsprüfung, Gerät 1 für O ₂ , Zirkondioxid-Sensor	172
Tabelle 95:	Variabilitätsprüfung, Gerät 2 für O ₂ , Zirkondioxid-Sensor	173
Tabelle 96:	Einstellzeiten für SO ₂ zu Beginn des Feldtests	176
Tabelle 97:	Einstellzeiten für SO ₂ am Ende des Feldtests	176
Tabelle 98:	Einstellzeiten für CO zu Beginn des Feldtests	176
Tabelle 99:	Einstellzeiten für CO am Ende des Feldtests	177
Tabelle 100:	Einstellzeiten für NO zu Beginn des Feldtests	177
Tabelle 101:	Einstellzeiten für NO am Ende des Feldtests	177
Tabelle 102:	Einstellzeiten für O ₂ paramagnetischer Sensor zu Beginn des Feldtests ..	178
Tabelle 103:	Einstellzeiten für O ₂ paramagnetischer Sensor am Ende des Feldtests	178
Tabelle 104:	Einstellzeiten für O ₂ Zirkondioxid-Sensor zu Beginn des Feldtests	178
Tabelle 105:	Einstellzeiten für O ₂ Zirkondioxid-Sensor am Ende des Feldtests	179
Tabelle 106:	Linearitätsprüfung für SO ₂ zu Beginn des Feldtests	181
Tabelle 107:	Linearitätsprüfung für SO ₂ am Ende des Feldtests	182
Tabelle 108:	Linearitätsprüfung für CO zu Beginn des Feldtests	184
Tabelle 109:	Linearitätsprüfung für CO am Ende des Feldtests	185
Tabelle 110:	Linearitätsprüfung für NO zu Beginn des Feldtests	187
Tabelle 111:	Linearitätsprüfung für NO am Ende des Feldtests	188
Tabelle 112:	Linearitätsprüfung für O ₂ zu Beginn des Feldtests, paramagnetischer Sensor	190
Tabelle 113:	Linearitätsprüfung für O ₂ am Ende des Feldtests, paramagnetischer Sensor	191
Tabelle 114:	Linearitätsprüfung für O ₂ zu Beginn des Feldtests, Zirkondioxid-Sensor ...	193
Tabelle 115:	Linearitätsprüfung für O ₂ am Ende des Feldtests, Zirkondioxid-Sensor	194
Tabelle 116:	Driftuntersuchungen für SO ₂ während des Feldtests	198
Tabelle 117:	Driftuntersuchungen für CO während des Feldtests	199
Tabelle 118:	Driftuntersuchungen für NO während des Feldtests	200
Tabelle 119:	Driftuntersuchungen für O ₂ paramagnetischer Sensor während des Feldtests	201
Tabelle 120:	Driftuntersuchungen für O ₂ Zirkondioxid-Sensor während des Feldtests ..	202
Tabelle 121:	Verfügbarkeit für das Gesamtsystem ZRE/ZFK7	204
Tabelle 122:	Vergleichspräzision für SO ₂	207
Tabelle 123:	Vergleichspräzision für CO Messbereich 0-125 mg/m ³	208
Tabelle 124:	Vergleichspräzision für CO 0-1250 mg/m ³	209
Tabelle 125:	Vergleichspräzision für NO	210
Tabelle 126:	Vergleichspräzision für O ₂ paramagnetischer Sensor	211
Tabelle 127:	Vergleichspräzision für O ₂ Zirkondioxid-Sensor	212
Tabelle 128:	relative erweiterte Gesamtunsicherheit aller Komponenten	215
Tabelle 129:	Daten der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt für SO ₂	222
Tabelle 130:	Daten der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt für CO	223
Tabelle 131:	Daten der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt Für NO	224
Tabelle 132:	Daten der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt für O ₂ paramagnetischer Sensor	225
Tabelle 133:	Daten der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt für O ₂ Zirkondioxid-Sensor	226
Tabelle 134:	Daten der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt für SO ₂	227
Tabelle 135:	Daten der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt für CO	228
Tabelle 136:	Daten der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt für NO	229
Tabelle 137:	Daten der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt für O ₂ paramagnetischer Sensor	230
Tabelle 138:	Daten der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt für O ₂ Zirkondioxid-Sensor	231
Tabelle 139:	Daten der Linearitätsprüfung für SO ₂ , Messbereich 0-571 mg/m ³	232

Tabelle 140:	Daten der Linearitätsprüfung für SO ₂ , Messbereich 0-5710 mg/m ³	233
Tabelle 141:	Daten der Linearitätsprüfung für CO, Messbereich 0-125 mg/m ³	234
Tabelle 142:	Daten der Linearitätsprüfung für CO, Messbereich 0-1250 mg/m ³	235
Tabelle 143:	Daten der Linearitätsprüfung für NO, Messbereich 0-268 mg/m ³	237
Tabelle 144:	Daten der Linearitätsprüfung für NO, Messbereich 0-2680 mg/m ³	238
Tabelle 145:	Daten der Linearitätsprüfung für O ₂ , Messbereich 0-10 Vol.-% (paramagnetischer Sensor).....	239
Tabelle 146:	Daten der Linearitätsprüfung für O ₂ , Messbereich 0-25 Vol.-% (paramagnetischer Sensor).....	240
Tabelle 147:	Daten der Linearitätsprüfung für O ₂ , Messbereich 0-10 Vol.-% (Zirkondioxid-Sensor).....	241
Tabelle 148:	Daten der Linearitätsprüfung für O ₂ , Messbereich 0-25 Vol.-% (Zirkondioxid-Sensor).....	242
Tabelle 149:	Daten der Linearitätsprüfung für SO ₂ zu Beginn des Feldtests.....	243
Tabelle 150:	Daten der Linearitätsprüfung für SO ₂ am Ende des Feldtests	244
Tabelle 151:	Daten der Linearitätsprüfung für CO zu Beginn des Feldtests.....	245
Tabelle 152:	Daten der Linearitätsprüfung für CO am Ende des Feldtests	246
Tabelle 153:	Daten der Linearitätsprüfung für NO zu Beginn des Feldtests.....	247
Tabelle 154:	Daten der Linearitätsprüfung für NO am Ende des Feldtests	248
Tabelle 155:	Daten der Linearitätsprüfung für O ₂ paramagnetischer Sensor zu Beginn des Feldtests	249
Tabelle 156:	Daten der Linearitätsprüfung für O ₂ paramagnetischer Sensor am Ende des Feldtests	250
Tabelle 157:	Daten der Linearitätsprüfung für O ₂ Zirkondioxid-Sensor zu Beginn des Feldtests	251
Tabelle 158:	Daten der Linearitätsprüfung für O ₂ Zirkondioxid-Sensor am Ende des Feldtests	252
Tabelle 159:	Daten der Klimaprüfung für SO ₂	253
Tabelle 160:	Daten der Klimaprüfung für CO.....	254
Tabelle 161:	Daten der Klimaprüfung für NO.....	255
Tabelle 162:	Daten der Klimaprüfung für O ₂ (paramagnetischer Sensor).....	256
Tabelle 163:	Daten der Klimaprüfung für O ₂ (Zirkondioxid-Sensor)	257
Tabelle 164:	Daten der Volumenstromprüfung für SO ₂	258
Tabelle 165:	Daten der Volumenstromprüfung für CO	258
Tabelle 166:	Daten der Volumenstromprüfung für NO	258
Tabelle 167:	Daten der Volumenstromprüfung für O ₂ paramagnetischer Sensor.....	259
Tabelle 168:	Daten der Volumenstromprüfung für O ₂ Zirkondioxid-Sensor	259
Tabelle 169:	Daten der Netzspannungsprüfung für SO ₂	260
Tabelle 170:	Daten der Netzspannungsprüfung für CO.....	260
Tabelle 171:	Daten der Netzspannungsprüfung für NO.....	261
Tabelle 172:	Daten der Netzspannungsprüfung für O ₂ paramagnetischer Sensor.....	261
Tabelle 173:	Daten der Netzspannungsprüfung für O ₂ Zirkondioxid-Sensor	262
Tabelle 174:	Daten der Querempfindlichkeit für SO ₂ , Gerät 1	263
Tabelle 175:	Daten der Querempfindlichkeit für SO ₂ , Gerät 2	264
Tabelle 176:	Daten der Querempfindlichkeit für SO ₂ im hohen Messbereich.....	265
Tabelle 177:	Daten der Querempfindlichkeit für CO, Gerät 1	266
Tabelle 178:	Daten der Querempfindlichkeit für CO, Gerät 2	267
Tabelle 179:	Daten der Querempfindlichkeit für NO, Gerät 1	268
Tabelle 180:	Daten der Querempfindlichkeit für NO, Gerät 2	269
Tabelle 181:	Daten der Querempfindlichkeit für NO im hohen Messbereich.....	270
Tabelle 182:	Daten der Querempfindlichkeit für O ₂ (paramagnetischer Sensor), Gerät 1	271
Tabelle 183:	Daten der Querempfindlichkeit für O ₂ (paramagnetischer Sensor), Gerät 2	272
Tabelle 184:	Daten der Querempfindlichkeit für O ₂ Zirkondioxid-Sensor, Gerät 1	273

Tabelle 185:	Daten der Querempfindlichkeit für O ₂ Zirkondioxid-Sensor, Gerät 2	274
Tabelle 186:	Daten der Kalibrierungen für SO ₂	275
Tabelle 187:	Daten der Kalibrierungen für CO.....	276
Tabelle 188:	Daten der Kalibrierungen für NO.....	277
Tabelle 189:	Daten der Kalibrierungen für O ₂ , paramagnetischer Sensor.....	278
Tabelle 190:	Daten der Kalibrierungen für O ₂ , Zirkondioxid-Sensor	279
Tabelle 191:	Gesamtunsicherheitsberechnung für SO ₂	280
Tabelle 192:	Gesamtunsicherheitsberechnung für CO.....	281
Tabelle 193:	Gesamtunsicherheitsberechnung für NO.....	282
Tabelle 194:	Gesamtunsicherheitsberechnung für O ₂ , paramagnetischer Sensor.....	283
Tabelle 195:	Gesamtunsicherheitsberechnung für O ₂ , Zirkondioxid-Sensor	284

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schematische Darstellung der optischen Bank des NDIR Analysators	28
Abbildung 2:	Schematische Darstellung des Zirkon-Dioxid-Sensors	28
Abbildung 3:	Schematische Darstellung des paramagnetischen Sauerstoffsensors	29
Abbildung 4:	Gaslaufplan	32
Abbildung 5:	ZFK7 / ZRE Messsystem im Labortest	33
Abbildung 6:	ZFK7 / ZRE Messsystem im Feldtest.....	34
Abbildung 7:	Softwareversion	56
Abbildung 8:	Schematische Darstellung der Prüfung der Einstellzeit	65
Abbildung 9:	Darstellung der Linearität von Gerät 1 für SO ₂ , Messbereich 0-571 mg/m ³	78
Abbildung 10:	Darstellung der Linearität von Gerät 2 für SO ₂ , Messbereich 0-571 mg/m ³	79
Abbildung 11:	Darstellung der Linearität von Gerät 1 für SO ₂ , Messbereich 0-5710 mg/m ³	80
Abbildung 12:	Darstellung der Linearität von Gerät 2 für SO ₂ , Messbereich 0-5710 mg/m ³	80
Abbildung 13:	Darstellung der Linearität von Gerät 1 für CO, Messbereich 0-125 mg/m ³	81
Abbildung 14:	Darstellung der Linearität von Gerät 2 für CO, Messbereich 0-125 mg/m ³	82
Abbildung 15:	Darstellung der Linearität von Gerät 1 für CO, Messbereich 0-1250 mg/m ³	83
Abbildung 16:	Darstellung der Linearität von Gerät 2 für CO, Messbereich 0-1250 mg/m ³	83
Abbildung 17:	Darstellung der Linearität von Gerät 1 für NO, Messbereich 0-268 mg/m ³	84
Abbildung 18:	Darstellung der Linearität von Gerät 2 für NO, Messbereich 0-268 mg/m ³	85
Abbildung 19:	Darstellung der Linearität von Gerät 1 für NO, Messbereich 0-2680 mg/m ³	86
Abbildung 20:	Darstellung der Linearität von Gerät 2 für NO, Messbereich 0-2680 mg/m ³	86
Abbildung 21:	Darstellung der Linearität von Gerät 1 für O ₂ , Messbereich 0-10 Vol.-% paramagnetischer Sensor	87
Abbildung 22:	Darstellung der Linearität von Gerät 2 für O ₂ , Messbereich 0-10 Vol.-% paramagnetischer Sensor	88
Abbildung 23:	Darstellung der Linearität von Gerät 1 für O ₂ , Messbereich 0-25 Vol.-% paramagnetischer Sensor	89
Abbildung 24:	Darstellung der Linearität von Gerät 2 für O ₂ , Messbereich 0-25 Vol.-% paramagnetischer Sensor	89
Abbildung 25:	Darstellung der Linearität von Gerät 1 für O ₂ , Messbereich 0-10 Vol.-% Zirkondioxid-Sensor	90
Abbildung 26:	Darstellung der Linearität von Gerät 2 für O ₂ , Messbereich 0-10 Vol.-% Zirkondioxid-Sensor	91
Abbildung 27:	Darstellung der Linearität von Gerät 1 für O ₂ , Messbereich 0-25 Vol.-% Zirkondioxid-Sensor	92
Abbildung 28:	Darstellung der Linearität von Gerät 2 für O ₂ , Messbereich 0-25 Vol.-% Zirkondioxid-Sensor	92
Abbildung 29:	Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 1 für SO ₂	132
Abbildung 30:	Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 2 für SO ₂	132
Abbildung 31:	Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 1 für SO ₂	135
Abbildung 32:	Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 2 für SO ₂	135
Abbildung 33:	Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 1 für SO ₂	138

Abbildung 34:	Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 2 für SO ₂	138
Abbildung 35:	Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 1 für CO	141
Abbildung 36:	Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 2 für CO	141
Abbildung 37:	Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 1 für CO	144
Abbildung 38:	Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 2 für CO	144
Abbildung 39:	Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 1 für CO	147
Abbildung 40:	Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 2 für CO	147
Abbildung 41:	Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 1 für NO	150
Abbildung 42:	Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 2 für NO	150
Abbildung 43:	Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 1 für NO	153
Abbildung 44:	Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 2 für NO	153
Abbildung 45:	Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 1 für NO	156
Abbildung 46:	Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 2 für NO	156
Abbildung 47:	Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 1 für O ₂ , paramagnetischer Sensor	159
Abbildung 48:	Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 2 für O ₂ , paramagnetischer Sensor	159
Abbildung 49:	Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 1 für O ₂ , paramagnetischer Sensor	162
Abbildung 50:	Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 2 für O ₂ , paramagnetischer Sensor	162
Abbildung 51:	Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 1 für O ₂ , paramagnetischer Sensor	165
Abbildung 52:	Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 2 für O ₂ , paramagnetischer Sensor	165
Abbildung 53:	Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 1 für O ₂ , Zirkondioxid-Sensor	168
Abbildung 54:	Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 2 für O ₂ , Zirkondioxid-Sensor	168
Abbildung 55:	Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 1 für O ₂ , Zirkondioxid-Sensor	171
Abbildung 56:	Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 2 für O ₂ , Zirkondioxid-Sensor	171
Abbildung 57:	Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 1 für O ₂ , Zirkondioxid-Sensor	174
Abbildung 58:	Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 2 für O ₂ , Zirkondioxid-Sensor	174
Abbildung 59:	Darstellung der Linearität von Gerät 1 für SO ₂ zu Beginn des Feldtests ...	181
Abbildung 60:	Darstellung der Linearität von Gerät 2 für SO ₂ zu Beginn des Feldtests ...	182
Abbildung 61:	Darstellung der Linearität von Gerät 1 für SO ₂ am Ende des Feldtests	183
Abbildung 62:	Darstellung der Linearität von Gerät 2 für SO ₂ am Ende des Feldtests	183
Abbildung 63:	Darstellung der Linearität von Gerät 1 für CO zu Beginn des Feldtests	184
Abbildung 64:	Darstellung der Linearität von Gerät 2 für CO zu Beginn des Feldtests	185
Abbildung 65:	Darstellung der Linearität von Gerät 1 für CO am Ende des Feldtests	186
Abbildung 66:	Darstellung der Linearität von Gerät 2 für CO am Ende des Feldtests	186
Abbildung 67:	Darstellung der Linearität von Gerät 1 für NO zu Beginn des Feldtests	187
Abbildung 68:	Darstellung der Linearität von Gerät 2 für NO zu Beginn des Feldtests	188
Abbildung 69:	Darstellung der Linearität von Gerät 1 für NO am Ende des Feldtests	189
Abbildung 70:	Darstellung der Linearität von Gerät 2 für NO am Ende des Feldtests	189
Abbildung 71:	Darstellung der Linearität von Gerät 1 für O ₂ zu Beginn des Feldtests, paramagnetischer Sensor	190
Abbildung 72:	Darstellung der Linearität von Gerät 2 für O ₂ zu Beginn des Feldtests, paramagnetischer Sensor	191
Abbildung 73:	Darstellung der Linearität von Gerät 1 für O ₂ am Ende des Feldtests, paramagnetischer Sensor	192

Abbildung 74:	Darstellung der Linearität von Gerät 2 für O ₂ am Ende des Feldtests, paramagnetischer Sensor	192
Abbildung 75:	Darstellung der Linearität von Gerät 1 für O ₂ zu Beginn des Feldtests, Zirkondioxid-Sensor	193
Abbildung 76:	Darstellung der Linearität von Gerät 2 für O ₂ zu Beginn des Feldtests, Zirkondioxid-Sensor	194
Abbildung 77:	Darstellung der Linearität von Gerät 1 für O ₂ am Ende des Feldtests, Zirkondioxid-Sensor	195
Abbildung 78:	Darstellung der Linearität von Gerät 2 für O ₂ am Ende des Feldtests, Sensor	195
Abbildung 79:	Darstellung der Vergleichspräzision für SO ₂	207
Abbildung 80:	Darstellung der Vergleichspräzision für CO 0-125 mg/m ³	208
Abbildung 81:	Darstellung der Vergleichspräzision für CO 0-1250 mg/m ³	209
Abbildung 82:	Darstellung der Vergleichspräzision für NO	210
Abbildung 83:	Darstellung der Vergleichspräzision für O ₂ paramagnetischer Sensor	211
Abbildung 84:	Darstellung der Vergleichspräzision für O ₂ Zirkondioxid-Sensor	212
Abbildung 85:	Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005	218
Abbildung 86:	CE-Prüfzertifikat ZFK7	220
Abbildung 87:	CE-Prüfzertifikat ZRE	221

1. Allgemeines

1.1 Bekanntgabevorschlag

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

1.2 Gerätebezeichnung : ZRE und ZRE/ZFK7

1.2.1 Softwareversion : 1.02

1.3 Messkomponenten : NO, SO₂, CO, O₂

1.4 Hersteller : Fuji Electric Systems Co., Ltd.
No. 1, Fuji-machi, Hino-city, Tokyo 191-8502, Japan

1.5 Einsatzbereich : für Anlagen der 13. BImSchV und TA Luft

1.6 Messbereiche bei der Eignungsprüfung :

Komponente	Zertifizierungsbereich	zusätzlicher Messbereich	Einheit
CO	0-125	0-1250	mg/m ³
NO	0-268	0-2680	mg/m ³
SO ₂	0-571	0-5710	mg/m ³
O ₂ (Pa.)*	0-25	0-10	Vol.-%
O ₂ (Zi.)**	0-25	0-10	Vol.-%

* Pa = paramagnetisch

** Zi. Zirkondioxid

1.7 Einschränkungen :

- Die Anforderungen an die Messunsicherheit der DIN EN 15267-3 werden erfüllt für einen Grenzwert für das Tagesmittel von CO von 120 mg/m³.
- Die Anforderungen an die Messunsicherheit der DIN EN 15267-3 werden erfüllt für einen Grenzwert für das Tagesmittel von SO₂ von 230 mg/m³.
- Die Anforderungen an die Messunsicherheit der DIN EN 15267-3 werden erfüllt für einen Grenzwert für das Tagesmittel von NO von 125 mg/m³.
- Enthält das Abgas N₂O in Konzentrationen größer 30 mg/m³ ist die Messeinrichtung nicht geeignet.

1.8 Hinweise

- : 1. Zur Sauerstoff-Messung kann wahlweise der paramagnetische Sauerstoff-Sensor oder der Zirkondioxid-Sensor eingesetzt werden
Version ZRE: NO, SO₂ CO und O₂ (Pa)
Version ZRE/ZFK7: NO, SO₂ CO und O₂ (Zi)
- 2. Das Wartungsintervall beträgt vier Wochen.
- 3. Die Messeinrichtung ist mit einer automatischen Nullpunktkalibrierung im 24 h Intervall zu betreiben.
- 4. Prüfgase müssen mindestens einmal alle drei Monate über den dynamischen Aufgabeweg angeboten werden (Kontrolle des Gasweges und der Gasaufbereitung)
- 5. Die Messeinrichtung wird baugleich auch von der Firma ETA, Rue Einstein, BP60129, 62220 Carvin, Frankreich vertrieben.

1.9 Prüfinstitut

: TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH, Köln

1.10 Prüfbericht

: 936/21210059/A vom 21. Oktober 2009

1.11 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
Legende:	Mindestanforderung erfüllt	+	49
	Mindestanforderung nicht erfüllt	-	
	Mindestanforderung nicht relevant	X	
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 Messeinrichtungen geprüft. Die Messeinrichtungen erfüllen die Mindestanforderungen zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen sowie die geforderte Messunsicherheit.	+	49
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.	Die gewählten Zertifizierungsbereiche decken typische Emissionsgrenzwerte für Anlagen gemäß 13. BImSchV und TA Luft ab. Die Messeinrichtung ist in der Lage, das Zehnfache der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches zu messen. Für die Komponenten SO ₂ , NO, CO und O ₂ wurden zusätzliche Messbereiche definiert. Für diese Bereiche wurden einige zusätzliche Prüfungen durchgeführt. Die Ergebnisse zu diesen Zusatzprüfungen sowie eine Aufstellung der zusätzlich aufgegebenen Querempfindlichkeitskomponenten befinden sich in den jeweiligen Unterpunkten in den Kapiteln 6b und 6c. Die untere Grenze des Zertifizierungsbereiches liegt für SO ₂ , NO, CO und O ₂ (paramagnetischer Sensor) bei Null, für die Zirkondioxidsonde zur Sauerstoffmessung liegt sie messprinzipsbedingt nicht bei Null, alle Prüfpunkte die sich auf den Nullpunkt beziehen, wurden hier bei ca. 2,0 Vol.-% durchgeführt. Bei der geprüften Messeinrichtung handelt es sich nicht um eine In-situ-AMS mit variabler optischer Länge.	+	50
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 denen 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.	+	53

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
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 Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025 für Eignungsprüfungen (QAL1), Funktionsprüfungen (AST), Kalibrierungen (QAL2) und Emissionsmessungen bis zum 31-01-2013 akkreditiert.	+	54
Labortest:			
6.1 Automatische Messeinrichtungen für die Prüfung Für die Prüfung müssen zwei vollständige baugleiche Messeinrichtungen vorhanden sein.	Die eignungsgeprüfte Ausführung umfasst die vollständige Messeinrichtung einschließlich Entnahmesystem, Analysatoren, Datenausgabe und Bedienungsanleitung.	+	55
6.2 CE-Kennzeichnung Der Hersteller muss einen nachvollziehbaren Nachweis erbringen dass die festgelegten Anforderungen eingehalten werden.	Das Zertifikat über die CE-Kennzeichnung lag dem Prüfinstitut vor.	+	57
6.3 Unbefugtes Verstellen Die Messeinrichtung muss über eine Sicherung gegen unbefugtes Verstellen der Justierung verfügen.	Die Sicherung gegen unbefugtes Verstellen der Justierung ist durch ein Passwort gewährleistet.	+	58
6.4 Anzeigebereiche und Nullpunktlage Die Messeinrichtung muss über einen Messsignalausgang mit lebendem Nullpunkt verfügen, so dass negative und positive Messsignale angezeigt werden können. Die AMS muss über eine Geräteanzeige verfügen, die das Messsignal anzeigt.	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. Es kann eine Vielzahl von Grenzwerten (TAL, 13. BImSchV) überwacht werden.	+	59
6.5 zusätzliche Messwertausgänge Die automatische Messeinrichtung muss über einen zusätzlichen Messwertausgang verfügen, der den Anschluss eines zusätzlichen Anzeige- und Registriergerätes erlaubt.	Ein zusätzlicher Signalausgang ist am Gerät vorhanden. Die Signalausgänge geben identische Messwerte aus.	+	61
6.6 Anzeige von Statussignalen Die automatische Messeinrichtung muss den Betriebszustand anzeigen. Weiterhin muss die AMS in der Lage sein, den Betriebszustand an eine Datenerfassungseinrichtung zu übermitteln.	Die Statusmeldungen wurden korrekt ausgegeben.	+	62
6.7 Verschmutzung optischer Grenzflächen Beruht das Messprinzip auf optischen Verfahren, so muss die Messeinrichtung eine Vorrichtung besitzen, die eine Verschmutzung der optischen Grenzflächen vermeidet und / oder kompensiert.	Hier nicht notwendig.	X	63

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
<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>	<p>Der Systemschrank entspricht der Schutzart IP 55.</p>	+	64
<p>6.9 Einstellzeit im Labortest</p> <p>Die Messeinrichtung muss folgende Mindestanforderung einhalten: Gase: ≤ 200 s, O₂: ≤ 200 s, für NH₃, HCl und HF: ≤ 400 s.</p>	<p>Es ergeben sich Einstellzeiten von 99 s für die Komponente SO₂, 70 s für die Komponente CO, 83 s für die Komponente NO, 58 s für den paramagnetischen O₂ Sensor und 90 s für den O₂ Zirkondioxid-Sensor. Die Angaben beziehen sich auf trockenes Prüfgas und den kleinsten Messbereich, für O₂ auf den Messbereich 0-25 Vol.-%.</p> <p>Es wurden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.</p>	+	65
<p>6.10 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt</p> <p>Die Messeinrichtung muss folgende Mindestanforderung einhalten: Gase: ≤ 2,0 %, O₂: ≤ 0,2 Vol.-%.</p>	<p>Der Maximalwert der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt betrug für SO₂ 0,02 %, für CO 0,03 %, für NO 0,06 %, für den paramagnetischen O₂ Sensor 0,00 Vol.-% und für den Zirkondioxid-Sensor 0,02 Vol.-%.</p>	+	70
<p>6.11 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt</p> <p>Die Messeinrichtung muss folgende Mindestanforderung einhalten: Gase: ≤ 2,0 %, O₂: ≤ 0,2 Vol.-%.</p>	<p>Der Maximalwert der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt betrug 0,11 % für SO₂, 0,03 % für CO, 0,03 % für NO und 0,00 Vol.-% für den paramagnetischen und Zirkondioxid-Sensor.</p>	+	74
<p>6.12 Lack-of-fit im Labortest</p> <p>Die Messeinrichtung muss ein lineares Signal liefern und die folgende Mindestanforderung einhalten: Gase: ≤ 2,0 %, O₂: ≤ 0,2 Vol.-%.</p>	<p>Die relativen Residuen liegen bezogen auf den Zertifizierungsbereich bei maximal 0,19 % für SO₂, 0,40 % für CO und -0,16 % für NO. Für O₂ liegen sie bei maximal 0,07 Vol.-% für den paramagnetischen und -0,07 Vol.-% für den Zirkondioxid Sauerstoff Sensor. Für die zusätzlich geprüften Messbereiche liegen die relativen Residuen bezogen auf den Messbereich bei maximal 0,72 % für SO₂, 1,36 % für CO, 0,97 % für NO, 0,03 Vol.-% für den paramagnetischen O₂ Sensor und -0,05 Vol.-% für den Zirkondioxid Sensor.</p>	+	77

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
<p>6.13 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift</p> <p>Der Hersteller muss eine Beschreibung der von der automatischen Messeinrichtung verwendeten Technik zur Ermittlung und Kompensation der zeitlichen Änderung des Null- und Referenzpunktes liefern.</p> <p>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.</p> <p>Die AMS muss die Aufzeichnung der zeitlichen Änderung des Null- und Referenzpunktes erlauben.</p> <p>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.</p>	<p>Die AMS kann eine automatische Kalibrierung durchführen. Die automatische Nullpunktskalibrierung wurde während des Feldtests betrieben. Während der gesamten Feldtestdauer gab es keine Probleme mit der Nullpunktskalibrierung, sollte die automatische Kalibrierung nicht funktionieren, wird ein Statussignal gesetzt. Die automatische Referenzpunktkontrolle war nicht Bestandteil der Prüfung.</p>	+	93
<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.-%.</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>	<p>Die maximale Abweichung beträgt für SO₂ 3,5 %, für CO -3,8 %, für NO 4,2 %, für O₂ (paramagnetischer Sensor) 0,34 Vol.-% und für O₂ (Zirkondioxid-Sensor) 0,46 Vol.-%. Der Maximalwert des Empfindlichkeitskoeffizienten beträgt für SO₂ 1,095, für CO -0,253, für NO 0,667 für O₂ (paramagnetischer Sensor) 0,02 und für O₂ (Zirkondioxid-Sensor) 0,024.</p>	+	94
<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>	<p>Der Einfluss des Probegasdrucks liegt bei der Messeinrichtung messprinzipbedingt nicht vor.</p>	X	100
<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 Statussignal angezeigt werden.</p>	<p>Die Abweichung der Messsignale liegt für SO₂ bei -0,5 %, für CO bei -0,5 %, für NO bei -0,1 % für den paramagnetischen O₂ Sensor bei 0,13 Vol.-% und für den Zirkondioxid-Sensor bei 0,11 Vol.-%. Bei Unterschreitung eines Volumenstromes von 2 l/min wurde ein Statussignal gesetzt. Die Empfindlichkeitskoeffizienten liegen für SO₂ bei 5,940, für CO bei 1,240, für NO bei 0,340, für den paramagnetischen O₂ Sensor bei -0,260 und für den Zirkondioxid-Sensor bei -0,220.</p>	+	101

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
<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.-%.</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 0,1 % für SO ₂ , 0,2 % für CO, 0,1 % für NO, 0,02 Vol.-% für den paramagnetischen O ₂ -Sensor und 0,05 für den Zirkondioxid-Sensor. Am Referenzpunkt beträgt sie -0,2 % für SO ₂ , -0,5 % für CO, -0,3 % für NO, -0,03 Vol.-% für den paramagnetischen O ₂ -Sensor und 0,02 für den Zirkondioxid-Sensor.	+	105
<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 Mindestanforderung ist nicht zutreffend.	X	112
<p>6.19 Querempfindlichkeiten</p> <p>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.</p> <p>Die automatische Messeinrichtung muss die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an die Querempfindlichkeit am Nullpunkt und am Referenzpunkt einhalten: Gase: ≤ 4,0 %, O₂: ≤ 0,4 Vol.-%.</p>	Die größte Abweichung beträgt 3,48 % für SO ₂ , 3,09 % für CO, 1,34 % für NO, 0,14 Vol.-% für den paramagnetischen O ₂ -Sensor und 0,25 Vol.-% für den Zirkondioxid-Sensor.	+	113
<p>6.20 Auswanderung des Messstrahls bei In-situ-AMS</p> <p>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: ≤ 2,0 %.</p> <p>Der Winkel muss mindestens 0,3° betragen.</p>	Die AMS ist keine In-situ-AMS.	X	125
<p>6.21 Konverterwirkungsgrad für AMS zur Messung von NOx</p> <p>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. Bei Verwendung eines Konverters muss dieser die folgende festgelegte Anforderungen an den Konverterwirkungsgrad einhalten: ≥ 95,0 %.</p>	Der Konverterwirkungsgrad nach 4 Wochen ist rechnerisch ausreichend, kann aber mit Messdaten nicht belegt werden, daher gilt dieser Prüfpunkt als nicht bestanden. Daher erfolgte eine Zulassung ohne Konverter als NO-Messung.	-	126

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
6.22 Responsefaktoren Für automatische Messeinrichtungen zur Mes- sung von Gesamt-Kohlenstoff (TOC) müssen die Responsefaktoren im erlaubten Bereich (siehe Prüfpunkt) liegen.	Die AMS misst keinen Gesamt-Kohlenstoff.	X	128

Feldtest			
7.1 Kalibrierfunktion Die Kalibrierfunktion ist durch Vergleichsmes- sungen mit einem Standardreferenzmessverfah- ren zu ermitteln. Der Korrelationskoeffizient R^2 der Kalibrierfunktion muss mindestens 0,90 betragen. Die nach EN 14181 ermittelte und zur Kalibrier- funktion gehörende Variabilität muss die in den entsprechenden rechtlichen Regelungen festge- legte maximal zulässige Messunsicherheit ein- halten.	Die Korrelationskoeffizient R^2 der Kalibrierfunktio- nen liegen für SO ₂ zwischen 0,9979 und 0,9996, für CO zwischen 0,9941 und 0,9990, für NO zwischen 0,9935 und 0,9990 für den paramag- netischen O ₂ -Sensor zwischen 0,9947 und 0,9992 und für den Zirkondioxid-Sensor zwi- schen 0,9864 und 0,9948. Die Geräte haben die Variabilitätsprüfung bestanden.	+	129
7.2 Einstellzeit im Feldtest Die automatische Messeinrichtung muss die für den Labortest festgelegte Mindestanforderung an die Einstellzeit einhalten.	Es ergibt sich im Feldtest eine Einstellzeit von max. 98 s für SO ₂ , 93 s für CO, 96 s für NO, 68 s für den paramagnetischen O ₂ Sensor und 98 s für den Zirkondioxid-Sensor für die Messeinrich- tung	+	175
7.3 Lack-of-fit im Feldtest Die AMS muss die für den Labortest festgelegte Mindestanforderung an den Lack-of-fit einhalten.	Die relativen Residuen liegen für SO ₂ bei maxi- mal 0,93 %, für CO bei 0,88 % und für NO bei - 0,63 % des Zertifizierungsbereichs. Für den pa- ramagnetischen O ₂ -Sensor liegen sie bei maxi- mal -0,09 Vol.-% und bei -0,15 Vol.-% für den Zirkondioxid-Sensor.	+	180
7.4 Wartungsintervall Die automatische Messeinrichtung muss die fol- gende festgelegte Mindestanforderung an das kürzeste Wartungsintervall einhalten: min. 8 Ta- ge.	Das Wartungsintervall beträgt 4 Wochen.	+	196
7.5 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift Die automatische Messeinrichtung muss die fol- genden festgelegten Mindestanforderungen an die zeitliche Änderung des Null- und Referenz- punktes einhalten: Gase: $\leq 3,0$ %, O ₂ : $\leq 0,2$ Vol.-%. Prüfstandards zur Kontrolle des Referenzpunk- tes müssen so gewählt werden, dass ein Mess- signal zwischen 70 % und 90 % des Zertifizie- rungsbereiches erzeugt wird.	Die Nullpunktdrift liegt über den gesamten Zeit- raum für SO ₂ unterhalb von 0,81 %, für CO un- terhalb von -0,38 %, für NO unterhalb von 0,69 %, für den paramagnetischen O ₂ Sensor un- terhalb von -0,11 Vol.-% und für den Zirkondioxid- Sensor unterhalb von -0,09 Vol.-%. Die Referenzpunktdrift liegt für SO ₂ unterhalb von -2,37 %, für CO unterhalb von -2,31 %, für NO unterhalb von 2,81 %, für den paramagneti- schen O ₂ Sensor unterhalb von 0,19 Vol.-% und für den Zirkondioxid-Sensor unterhalb von -0,17 Vol.-%.	+	197

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
<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: $\geq 95\%$, O₂ $\geq 98\%$.</p>	Die Verfügbarkeit beträgt für alle Komponenten 98,4 %.	+	203
<p>7.7 Vergleichspräzision</p> <p>Die automatische Messeinrichtung muss die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an die Vergleichspräzision unter Feldbedingungen einhalten: Gase: $\leq 3,3\%$, O₂: $\leq 0,2\text{ Vol.-%}$.</p>	Die Vergleichspräzision liegt für SO ₂ bei 0,7 %, für CO bei 2,5 %, für NO bei 1,0 %, für den paramagnetischen O ₂ -Sensor bei 0,11 Vol.-% und für den Zirkondioxid-Sensor bei 0,10 Vol.-%. Das entspricht einem RD-Wert von 138 für SO ₂ , 40 für CO, 103 für NO, 221 für den paramagnetischen O ₂ -Sensor und 249 für den Zirkondioxid-Sensor (nach VDI 4203).	+	205
<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>	Bei der AMS handelt es sich nicht um ein in-situ-Gerät.	X	213

Messunsicherheit			
<p>14 Messunsicherheit</p> <p>Die im Labortest und im Feldtest ermittelten Messunsicherheiten sind zur Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit der AMS-Messwerte nach EN ISO 14956 zu verwenden.</p>	Für alle Komponenten liegen die ermittelten erweiterten Gesamtmessunsicherheiten unterhalb der maximal zulässigen Werte und erfüllen somit die Anforderungen.	+	214

2. Aufgabenstellung

2.1 Art der Prüfung

Im Auftrag der Firma Fuji Electric Systems Co., Ltd. wurde von der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH eine Eignungsprüfung entsprechend den Richtlinien für kontinuierliche Emissionsmessungen für die Messeinrichtung vorgenommen.

2.2 Zielsetzung

Der Antrag für die vom Hersteller angestrebte Zertifizierung bezog sich auf Messungen für Anlagen der 13. BImSchV und TA Luft.

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

- [1] 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
- [2] 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].

3. Beschreibung der geprüften Messeinrichtung

Die Messeinrichtung ist ein extraktiv messendes System.

3.1 Messprinzip

Bei der Messeinrichtung handelt es sich um einen nichtdispersiven Infrarot-Gasanalysator (NDIR-Analysator) mit Einstrahlverfahren zur Bestimmung von CO, SO₂ und NO. Zur Bestimmung des O₂-Gehalts kann wahlweise ein paramagnetischer Sensor oder eine Zirkondioxid Zelle (ZFK7) eingesetzt werden.

Im NDIR-Analysator wird die Konzentration der Substanzen aus dem Grad der Absorption von mehratomigen Molekülen im IR-Spektrum gemäß dem Lambert-Beer'schen Gesetz bestimmt.

Das Funktionsprinzip der Systeme wird im Folgenden beschrieben:

Die AMS misst extraktiv, das aus dem Gesamtstrom entnommene Abgas wird über einen Kühler geleitet.

Der Analysator besteht aus 2 optischen Bänken, die jeweils aus einer Infrarot-Quelle und einer Messzelle bestehen. In der einen optischen Bank werden CO und SO₂ bestimmt, in der zweiten Bank NO. Wird der Zirkondioxid Sensor eingesetzt wird der Gasstrom zur CO und SO₂ Bestimmung im Anschluss zur Zirkon-Dioxid-Zelle geführt. Wird der paramagnetische Sensor eingesetzt wird er parallel beaufschlagt.

Moleküle, die aus verschiedenen Atomen bestehen, absorbieren Infrarotenergie in Wellenlängen, die für das Molekül charakteristisch sind.

Das Messprinzip des paramagnetischen Sauerstoffsensors beruht auf der magnetischen Suszeptibilität des Sauerstoffs. In der Messzelle ist eine diamagnetische Hantel in einem Magnetfeld drehbar aufgehängt. Diese Hantel wird ständig in der Ruheposition gehalten. Wenn das Messgas das die Zelle durchströmt O₂ enthält, ändert sich das Magnetfeld durch die paramagnetischen Eigenschaften des Sauerstoffs. Die durch diese Änderung hervorgerufene opto-elektronische Kompensation ist der Messeffekt der ausgewertet wird.

Der Zirkondioxid-Sensor besteht hauptsächlich aus Zirkonium (ZrO₂), welches die Eigenschaft hat, bei hohen Temperaturen Sauerstoffionen zu leiten. Durch unterschiedliche Sauerstoffkonzentrationen an der Mess- und der Referenzseite des Sensors entsteht eine elektromotorische Kraft, die gemessen wird.

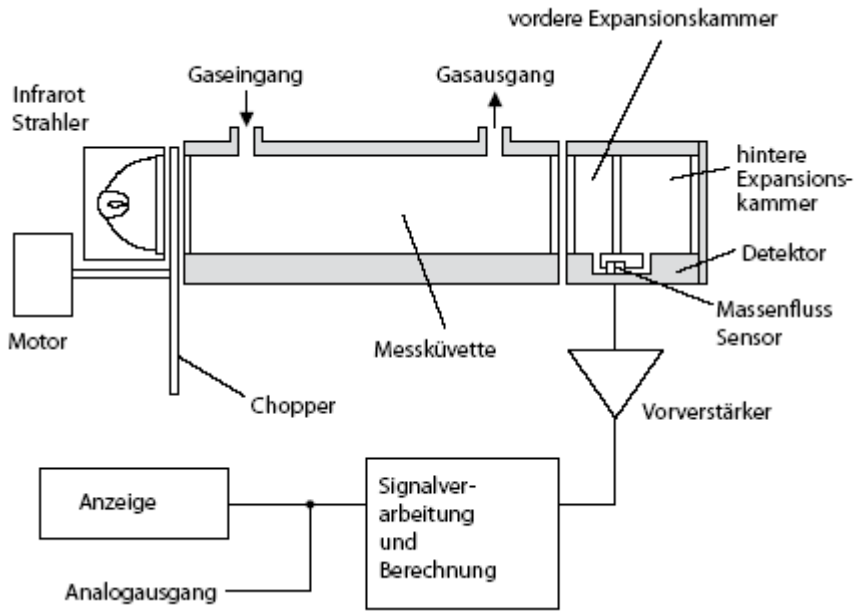


Abbildung 1: Schematische Darstellung der optischen Bank des NDIR Analysators

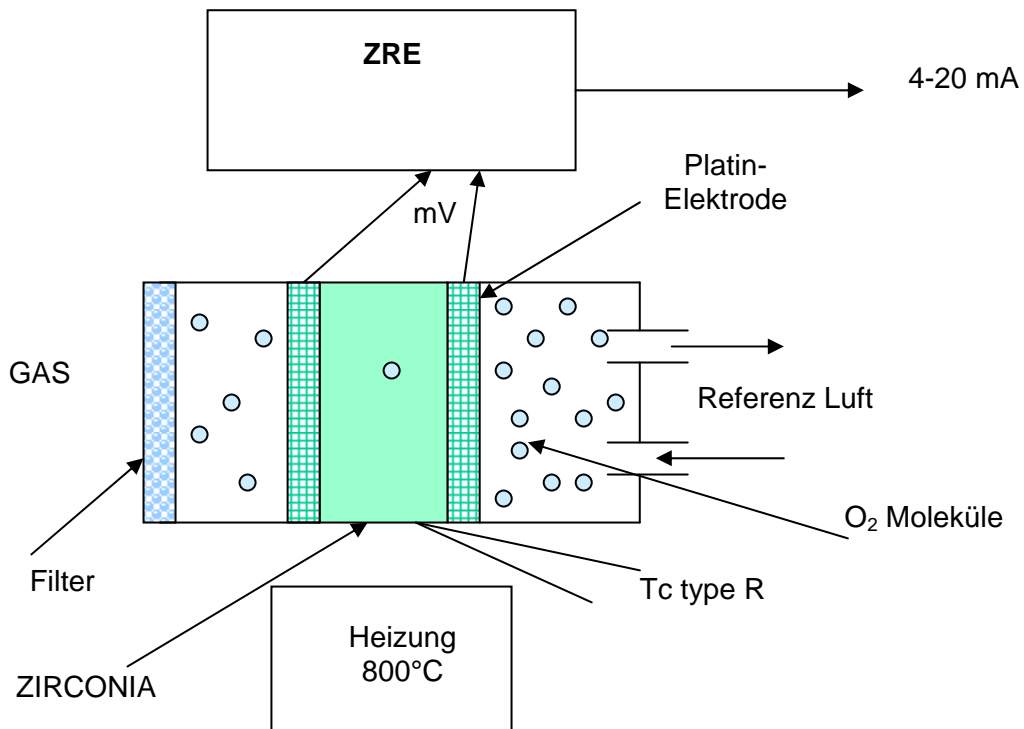


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Zirkon-Dioxid-Sensors

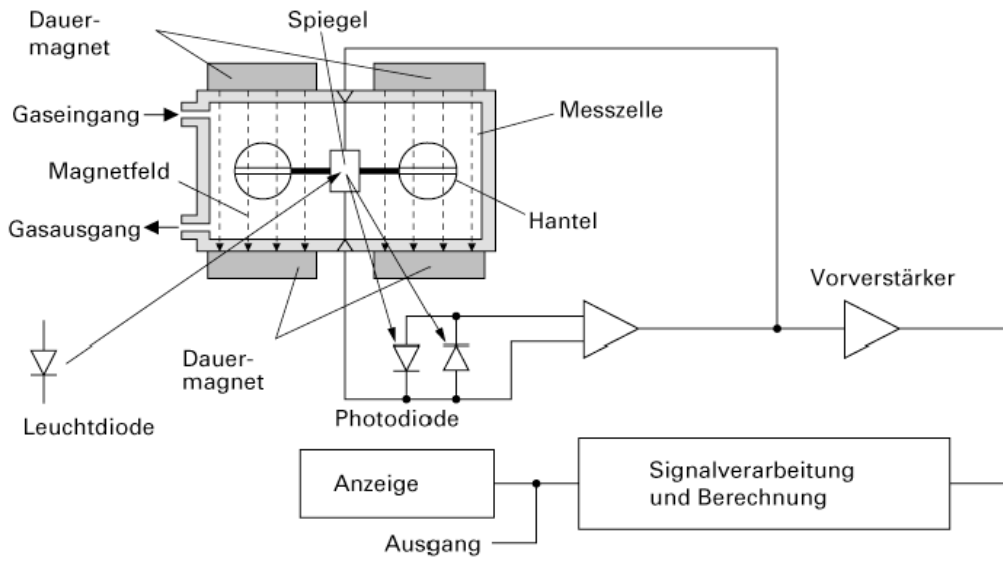


Abbildung 3: Schematische Darstellung des paramagnetischen Sauerstoffsensors

3.2 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung

Das Probegas wird mit einer beheizten Sonde dem Abgasstrom entnommen und der Messeinrichtung zugeführt. Die Sonde ist auf 180 °C beheizt und ist mit einem Filter aus Keramik ausgestattet. Während der Prüfung wurde eine Sonde der Firma TECNOVA HT PERO-MI (Typ AGP04) eingesetzt. Das Probegas wird von der Sonde zum Messschrank über eine auf 180 °C beheizte PTFE Leitung (10m) geleitet.

Im Messschrank kann das Probegas zuerst durch einen optionalen NH₃ Scrubber (sofern NH₃ im Gas vorhanden ist, um den Einfluss von NH₃ auf die SO₂ Bestimmung auszuschließen) geleitet werden, danach wird es über einen Messgaskühler geleitet und auf +5 °C gekühlt. Die Feuchtigkeit die hier abgeschieden wird, wird über eine Pumpe aus dem System gefördert. Während der Prüfung wurden Kühler der Firma M&C des Typs ECM-2 G/SR 25.2 eingesetzt. Der Scrubber stammt aus der AS-Serie von der Firma Permapure.

Nach Austritt aus dem Kühler durchläuft das Messgas die Messgaspumpe und verschiedene Filter. Danach wird, sofern der paramagnetische Sensor genutzt wird, das Messgas aufgeteilt, zum einen, um die optischen Bänke zur NO, CO und SO₂ Bestimmung zu durchlaufen zum anderen, um den paramagnetischen Sensor zur O₂-Bestimmung zu beaufschlagen. Wenn der Zirkondioxid-Sensor eingesetzt wird, durchläuft der Gasstrom zuerst die NO, CO und SO₂-Bestimmung und im Anschluss den Zirkondioxid-Sensor.

Das Messgas, welches die optischen Bänke durchläuft, wird vor den optischen Bänken noch einmal aufgeteilt. Der Teil des Messgases der für die optische Bank zur NO Bestimmung bestimmt ist, durchläuft die Konverter zur Reduktion von NO₂ zu NO. Während der Prüfungen wurden in jedem System 2 Konverter vom TYP ZDL021 eingesetzt, bezüglich der nicht ausreichenden Standzeit siehe hierzu auch Kapitel [6.21 Konverterwirkungsgrad für AMS zur Messung von NO_x]. Der Teilstrom der zur CO und SO₂ Bestimmung genutzt wird durchläuft im Anschluss den Zirkondioxid Sensor.

Der ZFK7-Analysator ist mit dem ZRE-Analysator so verbunden, dass die komplette Messwertausgabe, Bedienung und Parametrierung des ZFK7 über den ZRE-Analysator erfolgt.

Die Justierung der Messeinrichtung mit Prüfgasen ist von Geräteseite auf 2 Wegen möglich:

1. Statische Prüfgasaufgabe:

Das Prüfgas wird über ein Drei-Wege-Ventil und den Strömungsmesser direkt auf den ZRE-Analysator und den ZFK7-Analysator aufgegeben. Die aufgegebene Prüfgasmenge entspricht dem erforderlichen Probegasfluss (ca. 2 l/min = ca. 1 l/min pro Messeinheit) der Analysatoren.

2. Dynamische Prüfgasaufgabe:

Das Prüfgas wird über eine zweite PTFE-Leitung in der Heizleitung zur Messsonde transportiert und in die Messsonde eingedüst. Von dort läuft das Prüfgas den kompletten Gasweg (Heizleitung – Kühler – Pumpe – Filter – Strömungsmesser) bis zu den eigentlichen Analysatoren. Die im Überschuss aufgegebene Prüfgasmenge ist dabei abhängig von den Bedingungen im Abgaskanal und muss sicherstellen, dass das Prüfgas das eigentliche Abgas zu 100 % verdrängt. Der Verbrauch an Prüfgas ist entsprechend höher als bei Methode 1.

Im Rahmen der Eignungsprüfung wurden beide Methoden getestet, da die statische Prüfgasaufgabe gleiche Ergebnisse lieferte wie die dynamische Prüfgasaufgabe, für die dynamische Prüfgasaufgabe aber mehr Zeit und mehr Prüfgas benötigt wird, kann die regelmäßige Prüfgasaufgabe in der Regel auf dem statischen Weg erfolgen. Die regelmäßige Prüfgasaufgabe sollte aber mindestens einmal im Vierteljahr über den dynamischen Aufgabeweg erfolgen (Kontrolle des Gasweges und der Gasaufbereitung auf Dichtheit).

Selbstverständlich besteht die Möglichkeit, Prüfgase direkt an der Sonde in die Heizleitung aufzugeben. Die Prüfgasaufgabe im Rahmen der Eignungsprüfung erfolgte auf diesem Weg.

Der Messschrank ist mit einem Kühlaggregat ausgestattet.

1. Probenahme / Gasaufbereitung

Entnahmesonde: Typ AGP04 der Firma TECNOVA HT PERO-MI, Länge des Sondenrohres während der Eignungsprüfung 1 m auf 180 °C beheizt.

Beheizte Leitung: 180 °C mit 2 x 6 mm Teflon Schlauch (1 x Messgas, 1 x Prüfgas (dynamische Prüfgasaufgabe)), verschiedene Längen lieferbar, während Eignungsprüfung 10 m

Messgaskühler: Typ ECM-2 G/SR 25.2 der Firma M&C, Ausgangstemperatur 5 °C

2. Analysatoren

Analysator ZRE der Fa. Fuji Electric Systems Co., Ltd., Japan mit den Seriennummern: LR0020 und LR0021 (für Labor- und Feldtest)

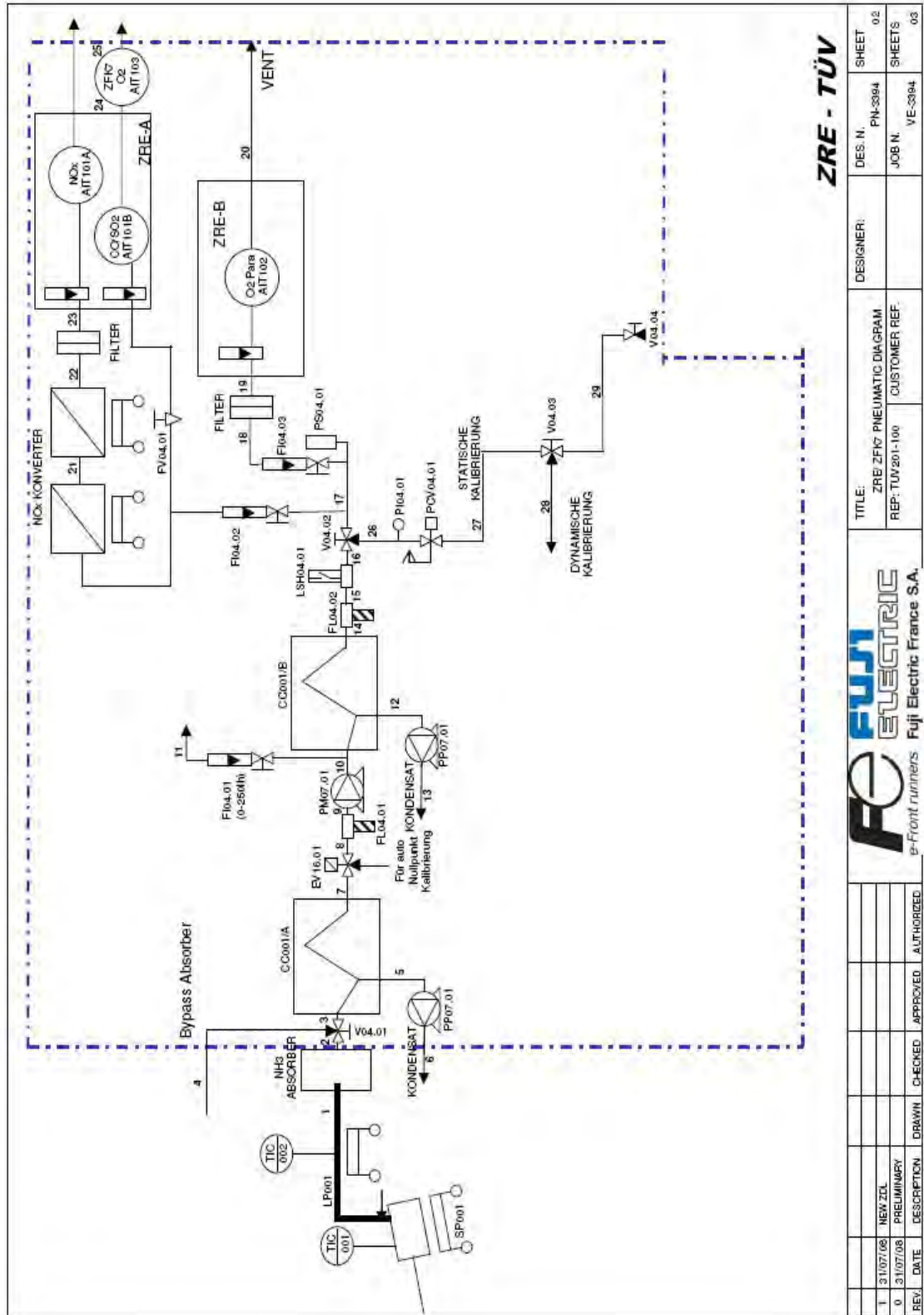
mit

NO₂ / NO Konverter: Typ ZDL021 der Fa. Fuji Electric Systems Co., Ltd., Japan (Siehe hierzu Kapitel [6.21 Konverterwirkungsgrad für AMS zur Messung von NO_x])

sowie

Analysator ZFK7 der Fa. Fuji Electric Systems Co., Ltd., Japan mit den Seriennummern: LR0023 und LR0024 (für Labor- und Feldtest)

Die Analysatoren mit den Seriennummern LR0020 und LR0023 befinden sich im Systemschrank mit der Seriennummer 100AC01 und die Analysatoren mit den Seriennummern LR0021 und LR0024 befinden sich im Systemschrank mit der Seriennummer 100AC02.


Abbildung 4: Gaslaufplan

Bericht über die Eignungsprüfung der Messeinrichtung ZRE und ZRE/ZFK7 der Firma Fuji Electric Systems Co., Ltd. für die Komponenten NO, SO₂, CO und O₂, Bericht-Nr.: 936/21210059/A

Seite 33 von 380



Abbildung 5: ZFK7 / ZRE Messsystem im Labortest



Abbildung 6: ZFK7 / ZRE Messsystem im Feldtest

4. Prüfprogramm

4.1 Laborprüfung

Die Laborprüfung wurde mit zwei vollständigen, identischen Geräten des Typs ZRE und ZRE/ZFK7 mit den Gerätenummern

Nr. 1: 100AC01 und Nr. 2: 100AC02

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 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt,
- Überprüfung der Linearität (Lack-of-fit),
- Überprüfung der Null- und Referenzpunktdrift,
- Überprüfung des Einflusses der Umgebungstemperatur,
- Überprüfung des Einflusses des Probegasvolumenstroms (*für extraktive AMS*),
- Überprüfung des Einflusses der Netzspannung,
- Überprüfung der Querempfindlichkeit.

Die beiden folgenden Tabellen zeigen die Messkomponenten und deren Zertifizierungsbereiche, für die dieses Prüfprogramm oder ein verkürztes Prüfprogramm durchgeführt wurde.

Tabelle 1: Geprüfte Komponenten und Zertifizierungsbereiche im Labortest

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
CO	0 – 125	mg/m ³
SO ₂	0 – 571	mg/m ³
NO	0 – 268	mg/m ³
O ₂ (Paramagnetismus)	0-25	Vol.-%
O ₂ (Zirkondioxid)	0-25	Vol.-%

Tabelle 2: Zusätzliche mit verkürztem Programm zu prüfende Messbereiche

Komponente	Messbereiche	
CO	0 – 1250	mg/m ³
SO ₂	0 – 5710	mg/m ³
NO	0 – 2680	mg/m ³
O ₂ (Paramagnetismus)	0 – 10	Vol.-%
O ₂ (Zirkondioxid)	0 – 10	Vol.-%

4.2 Feldtest

Der Feldtest erfolgte im Abgas, einer Müllverbrennungsanlage, mit zwei vollständigen, identischen Messsystemen des Typs ZRE und ZRE/ZFK7 mit den Gerätenummern

Nr. 1: 100AC01 und Nr. 2: 100AC02.

Art der Anlage:	Kommunale Siedlungsabfallverbrennungsanlage
Abgasreinigungsanlage (vor Messstelle):	Die Anlage besteht aus drei Verbrennungslinien die jeweils als Abgasvorreinigung mit einem Sprühkühler und einem Elektrofilter ausgestattet sind. Die Abgase der drei Kessel werden über eine Sammelschiene einer aus drei Linien bestehenden Rauchgasreinigungsanlage zugeführt. Die Rauchgasreinigungslinien bestehen jeweils aus mehrstufigem Wäscher, Gewebefilter mit vorgeschalteter Adsorbenseindüsung und SCR-Anlage
Einbausituation der Messgeräte:	Die Messstellen befinden sich in einem waagrecht verlaufenden runden Abgaskanal vor Kamineintritt. Die ausgewählten Messstellen erfüllen die in der Richtlinie DIN EN 15259 stehenden Mindestanforderungen hinsichtlich der An- und Abströmverhältnisse. Der Messquerschnitt beträgt 2,27 m ² bei einem Durchmesser von 1,7 m. Die Messöffnungen liegen seitlich von unten am Kanal. Der Entnahmepunkt für die beiden Prüflinge war durch die Länge der Entnahmesonde festgelegt. Die Sondenlänge während der Eignungsprüfung betrug 1 m.
Abgasrandbedingungen: Feuchte: Temperatur: Staubgehalt:	ca. 20 Vol.-% f _r 130 °C < 5 mg/m ³

Der Feldtest startete am 27.05.2009 und endete am 30.09.2009. Für den Feldtest wurde folgendes Testprogramm festgelegt:

- Funktionsprüfung der Geräte,
- Überprüfung der Einstellzeit,
- 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	Zertifizierungsbereiche	
CO	0 – 1250*	mg/m ³
NO	0 - 268	mg/m ³
SO ₂	0 – 571	mg/m ³
O ₂	0 – 25	Vol.-%

* für CO wurde aufgrund hoher Spitzen im Abgas der Messbereich 0-1250 mg/m³ eingestellt. Alle für die Bestimmung der Messunsicherheit notwendigen Untersuchungen und Berechnungen erfolgten auf Basis des Zertifizierungsbereichs 0-125 mg/m³.

5. Standardreferenzmessverfahren

5.1 Messverfahren (kontinuierliche Messverfahren)

Messobjekt:	NO
Messverfahren / VDI-Richtlinie:	Chemilumineszenz, DIN EN 14792
Analysator:	TÜV-Messeinrichtung
Hersteller:	Horiba / PG 250
Eingestellter Messbereich:	0 – 268 mg/m ³
Gerätetyp eignungsgeprüft:	ja
Staubfilter:	Quarzwatte im Filtergehäuse aus Titan, beheizt durch Abgas
Entnahmesonde:	Quarz, beheizt auf 150 °C
Probengasleitung vor Gasaufbereitung:	beheizt auf 150 °C
Länge:	3 m
Probengasleitung nach Gasaufbereitung:	unbeheizt
Länge:	5 m
Werkstoff der Gas führenden Teile:	Edelstahl, PTFE
Messgasaufbereitung:	Permeationstrockner
Fabrikat / Typ:	Gröger & Obst / GOT 200
Temperatur geregelt auf:	3 °C ± 1 K
Trockenmittel:	
90%-Einstellzeit des gesamten Messaufbaus in s:	< 60 s
Registrierung der Messwerte:	Datenlogger
mit einer Messwerterfassungsanlage (Rechner), Fabrikat / Typ:	Yokogawa DX 230-3-2 und Metu Mobidas

Messobjekt:	CO
Messverfahren / VDI-Richtlinie:	NDIR, DIN EN 15058
Analysator:	TÜV-Messeinrichtung
Hersteller:	Horiba / PG 250
Eingestellter Messbereich:	0 – 250 mg/m ³
Gerätetyp eignungsgeprüft:	ja
Staubfilter:	Quarzwatte im Filtergehäuse aus Titan, beheizt durch Abgas
Entnahmesonde:	Quarz, beheizt auf 150 °C
Probengasleitung vor Gasaufbereitung:	beheizt auf 150 °C
Länge:	3 m
Probengasleitung nach Gasaufbereitung:	unbeheizt
Länge:	5 m
Werkstoff der Gas führenden Teile:	Edelstahl, PTFE
Messgasaufbereitung:	Permeationstrockner
Fabrikat / Typ:	Gröger & Obst / GOT 200
Temperatur geregelt auf:	3 °C ± 1 K
Trockenmittel:	
90%-Einstellzeit des gesamten Messaufbaus in s:	< 60 s
Registrierung der Messwerte:	Datenlogger
mit einer Messwerterfassungsanlage (Rechner), Fabrikat / Typ:	Yokogawa DX 230-3-2 und Metu Mobidas

Messobjekt:	O ₂
Messverfahren / VDI-Richtlinie:	Paramagnetismus / DIN EN 14789
Analysator:	TÜV-Messeinrichtung
Hersteller:	Servomex / OA 570 A
Eingestellter Messbereich:	0 – 25 Vol.-%
Gerätetyp eignungsgeprüft:	ja
Staubfilter:	Quarzfaserfilter im Filtergehäuse aus Glas, Schleicher & Schüll QF 20, 50 mm, beheizt durch Abgas
Entnahmesonde:	Quarz, beheizt auf 180 °C
Probengasleitung vor Gasaufbereitung:	beheizt auf 150 °C
Länge:	3 m
Probengasleitung nach Gasaufbereitung:	unbeheizt
Länge:	5 m
Werkstoff der Gas führenden Teile:	Edelstahl, PTFE
Messgasaufbereitung:	Permeationstrockner
Fabrikat / Typ:	Gröger & Obst / GOT 200
Temperatur geregelt auf:	3 °C ± 1 K
Trockenmittel:	
90%-Einstellzeit des gesamten Messaufbaus in s:	< 60 s
Registrierung der Messwerte:	Datenlogger
mit einer Messwerterfassungsanlage (Rechner), Fabrikat / Typ:	Yokogawa DX 230-3-2 und Metu Mobidas

5.2 Messverfahren (diskontinuierliche Messverfahren)

Messobjekt:	SO ₂
Messverfahren / Richtlinie:	Absorption, DIN EN 14791, April 2006
Analyse:	DIN EN 14791 (Ionenchromatographie)
Probenahmeeinrichtung:	
Entnahmesonde:	Quarz, beheizt auf 150 °C
Partikelfilter:	Quarzwatte im Filtergehäuse aus Quarz, beheizt
Gasvolumenmessgerät:	Gasuhr (Bauart: trocken)
Absorptionseinrichtung:	100 ml-Waschflaschen mit Fritten D2 (zweifach)
Sorptionsmittel	0,3%ige Wasserstoffperoxidlösung, je 30 ml
Abstand Sonde und Sammelelement:	2,2 m
Standzeit der Proben:	5 Tage
Transport und Lagerung:	in PP-Bechern mit PE-Deckeln
Analytische Bestimmung:	
Analysengeräte:	Dionex ICS 90 mit Leitfähigkeitsdetektor
Säule / Fluss:	AS9-HC 0,25 ml/min
Eluent:	Na ₂ CO ₃ / NaHCO ₃
Auswertung:	Flächenberechnung
Standards:	Standardlösung (Merck, 19831, 1002 mgSO ₄ ²⁻ /l) Standardkalibrierverfahren, Messen gegen H ₂ O ₂
Verfahrenskenngrößen:	
Einfluss von Begleitstoffen:	NH ₃ > 5 mg/m ³ als (NH ₄) ₂ SO ₃ , SO ₃ wird miterfasst
Nachweisgrenze:	0,1 mg SO ₂ ≙ 2,0 mg/m ³ bei 0,05 m ³ Probengasvolumen
Maßnahmen zur Qualitätssicherung:	Dichtheitsbestimmung und Bestimmung des Gesamtleerwerts der Probenahmeeinrichtung Blindwerte

5.3 Ermittlung der Abgasrandbedingungen

Ermittlung der Abgasrandbedingungen:

Strömungsgeschwindigkeit:	Prandtl'sches Staurohr mit Mikromanometer
Hersteller / Typ / Messbereich:	Sika/MH 3110 /-1 - 25 mbar / 1,5 m/s
Nachweisgrenze:	2 m/s
Letzte Überprüfung / Kalibrierung:	jeweils vor den Untersuchungen
kontinuierliche Erfassung:	Messung an einem Punkt im Messquerschnitt, Aufzeichnung durch Registriereinrichtung /Messdatenerfassung
Statischer Druck im Abgaskamin:	Manometer
Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle:	
Barometer, Hersteller / Typ:	Lufft / Dosenbarometer / 913 - 1113 hPa
Letzte Überprüfung / Kalibrierung:	Juli 2009
Abgastemperatur:	
Hersteller / Typ:	NiCr-Ni-Thermoelement / MTB / Typ K
Temperaturmessgerät, Hersteller / Typ / Messbereich::	Kane May / XP 457 / 0 - 1250°C
kontinuierliche Ermittlung und Aufzeichnung:	Messung an einem Punkt im Messquerschnitt, Aufzeichnung durch Registriereinrichtung /Messdatenerfassung
Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte):	Adsorption an Silikagel / Gravimetrie
Hersteller (Waage) / Typ / Messbereich:	Kern / 474-42 / 5 - 6200 g
Abgasdichte:	berechnet unter Berücksichtigung der relevanten Abgasbestandteile sowie der Abgastemperatur und Druckverhältnisse im Kanal

Die Ermittlung der aufgeführten Abgasrandbedingungen war notwendig zur Bestimmung eines repräsentativen Messpunktes für die Vergleichsmessungen.

5.4 Prüfgase und Prüfstandards

Während der Prüfung zur Justierung der Geräte benutzte Prüfgase (Prüflinge und TÜV-Messeinrichtungen):

(Die bezeichneten Prüfgase wurden während der gesamten Prüfung eingesetzt und gegebenenfalls mittels eines Probenteilers bzw. einer Massenstromregler-Station verdünnt.)

Nullgas:	Stickstoff 3.6
Prüfgas:	O₂ 18,10 Vol.-%
Flaschennummer:	10686
Hersteller / Herstelldatum:	Praxair / 12.12.2007
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am:	Eigenlabor / 20.12.2007
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	± 2 %
Prüfgas:	O₂ 2,02 Vol.-%
Flaschennummer:	10781
Hersteller / Herstelldatum:	Praxair / 09.05.2008
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am:	Eigenlabor / 12.06.2008
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	± 2 %
Prüfgas:	NO 454 mg/m³
Flaschennummer:	10700
Hersteller / Herstelldatum:	Praxair / 21.12.2007
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am:	Eigenlabor / 17.01.2008
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	± 2 %
Prüfgas:	NO 4036 mg/m³
Flaschennummer:	10698
Hersteller / Herstelldatum:	Praxair / 14.12.2007
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am:	Eigenlabor / 07.01.2008
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	± 2 %

Prüfgas:	CO 304 mg/m³
Flaschennummer:	10598
Hersteller / Herstelldatum:	Praxair / 01.06.2007
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am:	Eigenlabor / 12.06.2007
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	± 2 %
Prüfgas:	CO 2000 mg/m³
Flaschennummer:	10408
Hersteller / Herstelldatum:	Praxair / 12.01.2006
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am:	Eigenlabor / 30.01.2006
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	± 2 %
Prüfgas:	O₂ 2,01 Vol.-%
Flaschennummer:	10884
Hersteller / Herstelldatum:	Praxair / 13.10.2008
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am:	Eigenlabor / 19.10.2008
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	± 2 %
Prüfgas:	SO₂ 9055 mg/m³
Flaschennummer:	10649
Hersteller / Herstelldatum:	Praxair / 11.09.2007
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am:	Eigenlabor / 24.09.2007
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	± 2 %
Prüfgas:	NO 1970 mg/m³
Flaschennummer:	10553
Hersteller / Herstelldatum:	Praxair / 12.02.2007
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am:	Eigenlabor / 05.03.2007
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	± 2 %

Prüfgas: **CO 902 mg/m³**
Flaschennummer: 10691
Hersteller / Herstelldatum: Praxair / 19.12.2007
Stabilitätsgarantie / zertifiziert: 36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am: Eigenlabor / 07.01.2008
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat: ± 2 %

Prüfgas: **O₂ 40,1 Vol.-%**
Flaschennummer: 10882
Hersteller / Herstelldatum: Praxair / 13.10.2008
Stabilitätsgarantie / zertifiziert: 36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am: Eigenlabor / 19.10.2008
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat: ± 2 %

Prüfgas: **SO₂ 1962 mg/m³**
Flaschennummer: 10951
Hersteller / Herstelldatum: Praxair / 11.12.2008
Stabilitätsgarantie / zertifiziert: 36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am: Eigenlabor / 02.04.2008
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat: ± 2 %

Prüfgas: **NO 476 mg/m³**
Flaschennummer: 10910
Hersteller / Herstelldatum: Praxair / 15.12.2008
Stabilitätsgarantie / zertifiziert: 36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am: Eigenlabor / 12.01.2009
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat: ± 2 %

Prüfgas: **O₂ 18,47 Vol.-%**
Flaschennummer: 10755
Hersteller / Herstelldatum: Praxair / 02.04.2008
Stabilitätsgarantie / zertifiziert: 36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am: Eigenlabor / 08.05.2008
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat: ± 2 %

Prüfgas:	CO 453 mg/m³
Flaschennummer:	10845
Hersteller / Herstelldatum:	Praxair / 03.09.2008
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am:	Eigenlabor / 09.10.2008
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	± 2 %
Prüfgas:	SO₂ 874 mg/m³
Flaschennummer:	10944
Hersteller / Herstelldatum:	Praxair / 13.02.2009
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am:	Eigenlabor / 05.03.2009
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	± 2 %
Prüfgas:	CO 2214 mg/m³
Flaschennummer:	10855
Hersteller / Herstelldatum:	Praxair / 07.08.2008
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am:	Eigenlabor / 13.10.2008
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	± 2 %
Prüfgas:	SO₂ 1842 mg/m³
Flaschennummer:	10702
Hersteller / Herstelldatum:	Praxair / 19.12.2007
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am:	Eigenlabor / 07.01.2008
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	± 2 %
Prüfgas:	O₂ 2,03 Vol.-%
Flaschennummer:	10875
Hersteller / Herstelldatum:	Praxair / 16.10.2008
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am:	Eigenlabor / 14.11.2008
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	± 2 %

Prüfgas:	O₂ 18,07 Vol.-%
Flaschennummer:	10969
Hersteller / Herstelldatum:	Praxair / 06.08.2009
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am:	Eigenlabor / 25.05.2009
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	± 2 %
Prüfgas:	NO 1927 mg/m³
Flaschennummer:	10891
Hersteller / Herstelldatum:	Praxair / 17.10.2008
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	36 Monate / ja
Überprüfung des Zertifikates durch / am:	Eigenlabor / 20.11.2008
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	± 2 %

Für die Prüfungen wird nur Material und Gerät eingesetzt, das zum Zeitpunkt der Prüfung dem Qualitätsmanagement der TIE nach DIN EN 17025 entsprochen hat.

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 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

Die gewählten Zertifizierungsbereiche decken typische Emissionsgrenzwerte für Anlagen gemäß 13. BImSchV und TA Luft ab. Die Messeinrichtung ist in der Lage, das Zehnfache der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches zu messen.

Die Zertifizierungsbereiche 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 in Tabelle 50 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

Für die Komponenten SO₂, NO, CO und O₂ wurden zusätzliche Messbereiche definiert. Für diese Bereiche wurden einige zusätzliche Prüfungen durchgeführt. Die Ergebnisse zu diesen Zusatzprüfungen sowie eine Aufstellung der zusätzlich aufgegebenen Querempfindlichkeitskomponenten 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

Die untere Grenze des Zertifizierungsbereiches liegt für SO₂, NO, CO und O₂ (paramagnetischer Sensor) bei Null, für die Zirkondioxidsonde zur Sauerstoffmessung liegt sie messprinzipsbedingt nicht bei Null, alle Prüfpunkte die sich auf den Nullpunkt beziehen, wurden hier bei ca. 2,0 Vol.-% durchgeführt.

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. Für Sauerstoff werden die Abweichungen als Volumenkonzentration 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 **Herstellungsbständigkeit 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 Herstellungsbständigkeit und Änderungen der Gerätekonfiguration werden in der DIN EN 15267-2 behandelt.

Bewertung

Die durchgeführten Prüfungen wurden mit denen 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 Immissionsschutz und Energiesysteme 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 85 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 Probenahmereinrichtung, 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 Probenahmereinrichtung im Prüfbericht beschreiben.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung wurde mit zwei vollständigen und baugleichen Messeinrichtungen vom Typ ZRE und ZRE/ZFK7 durchgeführt. Die Probenahmeleitungen hatten eine Länge von 10 m. Die Probenahmereinrichtung ist in Abschnitt 3.2 ausführlich beschrieben. Im Messgerät ist die Software mit der Versionsnummer 1.02 implementiert.

Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtungen und das Handbuch wurden auf Vollständigkeit überprüft.

Die bei der Dauererprobung eingesetzten Probenahmesysteme arbeiteten im dreimonatigen Feldtest auch bei höheren Abgasfeuchten einwandfrei. Adsorptions- und Desorptionseffekte wurden während der Prüfung nicht beobachtet.

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 folgenden Teilen: Probenahmesonde, beheizte Leitung, Systemschrank mit NH₃ Scrubber, Kühler, 2 Konvertern (Siehe hierzu Kapitel [6.21 Konverterwirkungsgrad für AMS zur Messung von NO_x]), paramagnetischer Analysator oder Zirkondioxid-Sonde, NDIR-Analysator sowie Handbuch in deutscher und englischer Sprache.

Bewertung

Die eignungsgeprüfte Ausführung umfasst die vollständige Messeinrichtung einschließlich Entnahmesystem, Analysatoren, Datenausgabe und Bedienungsanleitung.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Das geprüfte Messsystem besteht aus folgenden Bestandteilen: Probenahmesonde, beheizte Leitung, Systemschrank mit NH₃ Scrubber, Kühler, 2 Konvertern (Siehe hierzu Kapitel [6.21 Konverterwirkungsgrad für AMS zur Messung von NO_x]) und NDIR-Analysator. Des Weiteren kann zwischen einem paramagnetischen Analysator und einer Zirkondioxid-Sonde gewählt werden. Handbücher in deutscher und englischer Sprache lagen während der Prüfung ebenfalls vor.

Abbildungen sind in Kapitel 3 dargestellt.

Eine Kopie des Handbuches befindet sich im Anhang ab Seite 285.



Abbildung 7: Softwareversion

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 legte die Bescheinigungen und Prüfunterlagen vor.

Auswertung

Es lagen dem Prüfinstitut folgende Unterlagen vor:

CE-Bescheinigung

Bewertung

[Das Zertifikat über die CE-Kennzeichnung lag dem Prüfinstitut vor.](#)

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse.

Die Prüfzertifikate sind im Anhang ab Abbildung 86 beigefügt.

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

Hier nicht notwendig.

Bewertung

Die Sicherung gegen unbefugtes Verstellen der Justierung ist durch ein Passwort 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

Die Prüfung erfolgte Null- und Prüfgas. 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 mit Null- und Prüfgasaufgabe daraufhin überprüft, ob die Anforderungen, wie lebenden Nullpunkt und Messbereich, eingehalten werden.

Auswertung

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

Tabelle 4: Zertifizierungsbereiche und Grenzwerte

Komponente	Zertifizierungsbereich	zusätzlicher Messbereich	Möglicher zu überwachender Grenzwert *
CO	0-125 mg/m ³	0-1250 mg/m ³	120 mg/m ³
NO	0-268 mg/m ³	0-2680 mg/m ³	125 mg/m ³
SO ₂	0-571 mg/m ³	0-5710 mg/m ³	230 mg/m ³
O ₂ Zirkondioxid	0-25 Vol.-%	0-10 Vol.-%	-
O ₂ Paramagnetismus	0-25 Vol.-%	0-10 Vol.-%	-

* aus Unsicherheitsberechnung

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. Es kann eine Vielzahl von Grenzwerten (TAL, 13. BImSchV) überwacht werden. Durch die zusätzliche Prüfung von höheren Messbereichen für die Komponenten NO, SO₂, CO und O₂ ist auch die Überwachung bei höheren Emissionen gewährleistet.

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 der Prüfgasaufgabe.

Auswertung

Die Messwerte der verschiedenen Ausgänge der Messeinrichtung sind gleich.

Der Anschluss eines zusätzlichen Datenerfassungssystems ist möglich.

Bewertung

Ein zusätzlicher Signalausgang ist 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 Staussignale wurden mit Hilfe eines Multimeters geprüft.

Durchführung der Prüfung

Durch Eingriff in die Messeinrichtung wurden Betriebszustände wie Wartung und Störung simuliert.

Auswertung

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

Bewertung

Die Statusmeldungen wurden korrekt ausgegeben.

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

Hier nicht notwendig.

Durchführung der Prüfung

Hier nicht notwendig.

Auswertung

Hier nicht notwendig.

Bewertung

Hier nicht notwendig.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

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 Systemschrank entspricht der Schutzart IP 55. Da das Gerät zur Aufstellung an wettergeschützten Orten bestimmt ist, ist die Schutzklasse ausreichend.

Bewertung

Der Systemschrank entspricht der Schutzart IP 55.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

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 200 s betragen. Für die Komponenten NH₃, HCl und HF darf sie nicht mehr als 400 s betragen.

Gerätetechnische Ausstattung

Zu prüfende Messeinrichtung, Null- und Prüfgase sowie einem geeigneten Ventil zum sprunghaften Wechsel zwischen Null- und Prüfgas durchgeführt.

Durchführung der Prüfung

Die Einstellzeit wird mit Prüfgas für den Anstieg auf 90 % und für den Abfall auf 10 % des Referenzpunktes ermittelt. Die Prüfung wird mit trockenen Prüfgasen durchgeführt.

Der Wechsel zwischen Nullgas und Prüfgas erfolgt mit Hilfe eines direkt mit dem Eingang der Probenahmeeinrichtung verbundenen Ventils. Nullgas und Prüfgas werden mit demselben Überschuss anboten. Der Volumenstrom des Nullgases und des Prüfgases wird so gewählt, dass die Totzeit der Prüfgasaufgabe vernachlässigt werden kann.

Die sprunghafte Änderung wird durch Umschalten des Ventils von Nullgas auf Prüfgas realisiert. Dieser Vorgang wird zeitlich erfasst und bildet den Startzeitpunkt der Einstellzeit im Anstiegsmodus. Nach der Stabilisierung der Geräteanzeige wird wieder Nullgas aufzugeben. Dieser Vorgang bildet den Startzeitpunkt für die Einstellzeit im Abfallmodus. Der Zyklus ist vollständig, wenn die Geräteanzeige einen stabilen Wert bei Null erreicht hat.

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

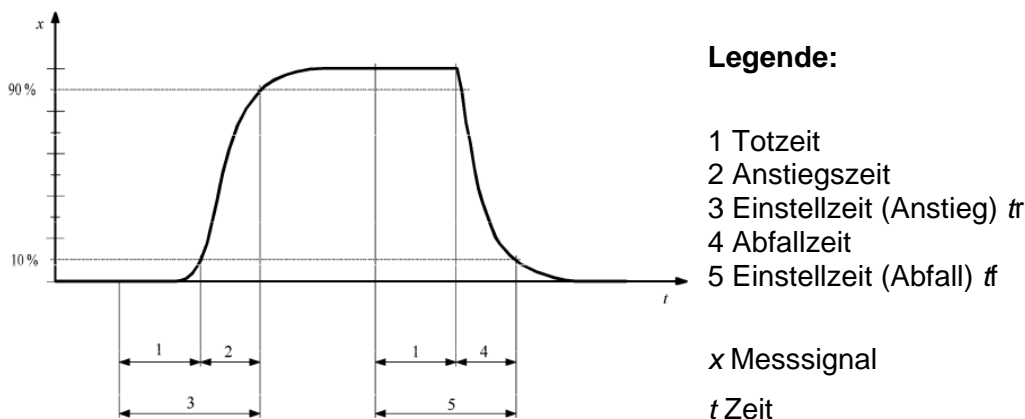


Abbildung 8: Schematische Darstellung der Prüfung der Einstellzeit

Auswertung

Es wurde für jede Messkomponente die Zeitspanne zwischen der sprunghaften Änderung der Prüfgasaufgabe und Erreichen von 90 % des Referenzpunktes für den Anstiegs- und 10 % des Referenzpunktes 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.

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 99 s für die Komponente SO₂, 70 s für die Komponente CO, 83 s für die Komponente NO, 58 s für den paramagnetischen O₂ Sensor und 90 s für den O₂ Zirkondioxidensor. Die Angaben beziehen sich auf trockenes Prüfgas und den kleinsten Messbereich, für O₂ auf den Messbereich 0-25 Vol.-%.

Es wurden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Tabelle 5: Einstellzeiten im Labortest SO₂ Messbereich 0-571 mg/m³

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)

SO ₂ , trocken	Gerät 1	Gerät 2
t ₉₀ für den Anstieg	t _r = 71 sec	t _r = 77 sec
t ₉₀ für den Abfall	t _f = 92 sec	t _f = 99 sec
rel. Differenz der t ₉₀	t _d = -29,6 %	t _d = -28,6 %
Einstellzeit	t ₉₀ = 92 sec	t ₉₀ = 99 sec

Tabelle 6: Einstellzeiten im Labortest SO₂ Messbereich 0-5710 mg/m³

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 5710 mg/m³)

SO ₂ , trocken	Gerät 1	Gerät 2
t ₉₀ für den Anstieg	t _r = 69 sec	t _r = 55 sec
t ₉₀ für den Abfall	t _f = 70 sec	t _f = 57 sec
rel. Differenz der t ₉₀	t _d = -1,4 %	t _d = -3,6 %
Einstellzeit	t ₉₀ = 70 sec	t ₉₀ = 57 sec

Tabelle 7: Einstellzeiten im Labortest CO Messbereich 0-125 mg/m³

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 125 mg/m³)

CO, trocken	Gerät 1	Gerät 2
t ₉₀ für den Anstieg	t _r = 65 sec	t _r = 70 sec
t ₉₀ für den Abfall	t _f = 58 sec	t _f = 65 sec
rel. Differenz der t ₉₀	t _d = 10,8 %	t _d = 7,1 %
Einstellzeit	t ₉₀ = 65 sec	t ₉₀ = 70 sec

Tabelle 8: Einstellzeiten im Labortest CO Messbereich 0-1250 mg/m³

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 1250 mg/m³)

CO, trocken	Gerät 1	Gerät 2
t ₉₀ für den Anstieg	t _r = 82 sec	t _r = 74 sec
t ₉₀ für den Abfall	t _f = 75 sec	t _f = 68 sec
rel. Differenz der t ₉₀	t _d = 8,5 %	t _d = 8,1 %
Einstellzeit	t ₉₀ = 82 sec	t ₉₀ = 74 sec

Tabelle 9: Einstellzeiten im Labortest NO Messbereich 0-268 mg/m³

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)

NO, trocken	Gerät 1	Gerät 2
t ₉₀ für den Anstieg	t _r = 83 sec	t _r = 71 sec
t ₉₀ für den Abfall	t _f = 77 sec	t _f = 69 sec
rel. Differenz der t ₉₀	t _d = 7,2 %	t _d = 2,8 %
Einstellzeit	t ₉₀ = 83 sec	t ₉₀ = 71 sec

Tabelle 10: Einstellzeiten im Labortest NO Messbereich 0-2680 mg/m³

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 2680 mg/m³)

NO, trocken	Gerät 1	Gerät 2
t ₉₀ für den Anstieg	t _r = 82 sec	t _r = 74 sec
t ₉₀ für den Abfall	t _f = 75 sec	t _f = 68 sec
rel. Differenz der t ₉₀	t _d = 8,5 %	t _d = 8,1 %
Einstellzeit	t ₉₀ = 82 sec	t ₉₀ = 74 sec

Tabelle 11: Einstellzeiten im Labortest O₂ Messbereich 0-10 Vol.-%
 (paramagnetischer Sensor)

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 10 Vol. %)

O ₂ , trocken	Gerät 1	Gerät 2
t ₉₀ für den Anstieg	t _r = 51 sec	t _r = 57 sec
t ₉₀ für den Abfall	t _f = 52 sec	t _f = 57 sec
rel. Differenz der t ₉₀	t _d = -2,0 %	t _d = 0,0 %
Einstellzeit	t ₉₀ = 52 sec	t ₉₀ = 57 sec

Tabelle 12: Einstellzeiten im Labortest O₂ Messbereich 0-25 Vol.-%
 (paramagnetischer Sensor)

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol. %)

O ₂ , trocken	Gerät 1	Gerät 2
t ₉₀ für den Anstieg	t _r = 58 sec	t _r = 52 sec
t ₉₀ für den Abfall	t _f = 58 sec	t _f = 52 sec
rel. Differenz der t ₉₀	t _d = 0,0 %	t _d = 0,0 %
Einstellzeit	t ₉₀ = 58 sec	t ₉₀ = 52 sec

Tabelle 13: Einstellzeiten im Labortest O₂ Messbereich 0-10 Vol.-% (Zirkondioxid-Sensor)

Messgerät: ZFK7 im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 10 Vol. %)

O ₂ , trocken	Gerät 1	Gerät 2
t ₉₀ für den Anstieg	t _r = 83 sec	t _r = 88 sec
t ₉₀ für den Abfall	t _f = 83 sec	t _f = 90 sec
rel. Differenz der t ₉₀	t _d = 0,0 %	t _d = -2,3 %
Einstellzeit	t ₉₀ = 83 sec	t ₉₀ = 90 sec

Tabelle 14: Einstellzeiten im Labortest O₂ Messbereich 0-25 Vol.-% (Zirkondioxid-Sensor)

Messgerät: ZFK7 im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol. %)

O ₂ , trocken	Gerät 1	Gerät 2
t ₉₀ für den Anstieg	t _r = 90 sec	t _r = 85 sec
t ₉₀ für den Abfall	t _f = 88 sec	t _f = 84 sec
rel. Differenz der t ₉₀	t _d = 2,2 %	t _d = 1,2 %
Einstellzeit	t ₉₀ = 90 sec	t ₉₀ = 85 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. Für O₂ darf sie 0,2 Vol.-% 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, Null- und Prüfgase sowie Datenerfassung.

Durchführung der Prüfung

Die Messsignale der AMS am Nullpunkt wurden nach Aufgabe des Referenzmaterials und 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 für SO₂ 0,02 %, für CO 0,03 %, für NO 0,06 %, für den paramagnetischen O₂ Sensor 0,00 Vol.-% und für den Zirkondioxid-Sensor 0,02 Vol.-%.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Tabelle 15: Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt für SO₂

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)

Nullpunkt		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl Punkte		20	20
Mittelwert	mg/m ³	-4,28	-2,89
Standardabweichung s_r	mg/m³	0,10	0,12
Mindestanforderung s _r ≤	mg/m ³	11,42	
Standardabweichung s_r	% ZB	0,02	0,02
Mindestanforderung s _r ≤	% ZB	2,0	
Nachweisgrenze	mg/m ³	0,21	0,24
Bestimmungsgrenze	mg/m ³	0,42	0,48

Tabelle 16: Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt für CO

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 125 mg/m³)

Nullpunkt		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl Punkte		20	20
Mittelwert	mg/m ³	-0,13	-0,23
Standardabweichung s_r	mg/m³	0,04	0,02
Mindestanforderung s _r ≤	mg/m ³	2,50	
Standardabweichung s_r	% ZB	0,03	0,02
Mindestanforderung s _r ≤	% ZB	2,0	
Nachweisgrenze	mg/m ³	0,07	0,04
Bestimmungsgrenze	mg/m ³	0,15	0,08

Tabelle 17: Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt für NO

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)

Nullpunkt		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl Punkte		20	20
Mittelwert	mg/m ³	-0,21	-1,17
Standardabweichung s_r	mg/m³	0,09	0,17
Mindestanforderung s _r ≤	mg/m ³	5,36	
Standardabweichung s_r	% ZB	0,03	0,06
Mindestanforderung s _r ≤	% ZB	2,0	
Nachweisgrenze	mg/m ³	0,19	0,35
Bestimmungsgrenze	mg/m ³	0,37	0,69

Tabelle 18: Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt für den paramagnetischen O₂-Sensor

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Nullpunkt		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl Punkte		20	20
Mittelwert	Vol.-%	-0,01	0,07
Standardabweichung s_r	Vol.-%	0,00	0,00
Mindestanforderung s _r ≤	Vol.-%	0,20	
Nachweisgrenze	Vol.-%	0,01	0,00
Bestimmungsgrenze	Vol.-%	0,02	0,01

Tabelle 19: Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt für O₂, Zirkondioxid-Sensor

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Nullpunkt		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl Punkte		20	20
Mittelwert	Vol.-%	1,98	2,01
Standardabweichung s_r	Vol.-%	0,02	0,01
Mindestanforderung s _r ≤	Vol.-%	0,20	
Nachweisgrenze	Vol.-%	0,03	0,02
Bestimmungsgrenze	Vol.-%	0,07	0,04

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse zur Bestimmung der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt sind im Anhang ab Tabelle 129 dargestellt.

6b.11 [6.11 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt]

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

Die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt darf 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten. Für O₂ darf sie 0,2 Vol.-% nicht überschreiten.

Gerätetechnische Ausstattung

Zu prüfende Messeinrichtung, Null- und Prüfgase sowie Datenerfassung.

Durchführung der Prüfung

Die Messsignale der AMS am Referenzpunkt wurden nach Aufgabe des Referenzmaterials und 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 Referenzpunkt betrug 0,11 % für SO₂, 0,03 % für CO, 0,03 % für NO und 0,00 Vol.-% für den paramagnetischen und Zirkonoxid-Sensor.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von 0,6 mg/m³ für SO₂, 0,04 mg/m³ für CO, 0,08 mg/m³ für NO und jeweils 0,00 Vol.-% für beide Sauerstoffsensoren verwendet.

Tabelle 20: Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt für SO₂

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)

Referenzpunkt		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl Punkte		20	20
Mittelwert	mg/m ³	460,8	456,5
Standardabweichung s_r	mg/m³	0,60	0,40
Mindestanforderung s _r ≤	mg/m ³	11,42	
Standardabweichung s_r	% ZB	0,11	0,07
Mindestanforderung s _r ≤	% ZB	2,0	

maximale Unsicherheit am Referenzpunkt u = s_r = 0,6 mg/m³

Tabelle 21: Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt für CO

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 125 mg/m³)

Referenzpunkt		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl Punkte		20	20
Mittelwert	mg/m ³	99,0	99,4
Standardabweichung s_r	mg/m³	0,02	0,04
Mindestanforderung s _r ≤	mg/m ³	2,50	
Standardabweichung s_r	% ZB	0,01	0,03
Mindestanforderung s _r ≤	% ZB	2,0	

maximale Unsicherheit am Referenzpunkt u = s_r = 0,04 mg/m³

Tabelle 22: Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt für NO

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)

Referenzpunkt		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl Punkte		20	20
Mittelwert	mg/m ³	212,2	213,2
Standardabweichung s_r	mg/m³	0,04	0,08
Mindestanforderung s _r ≤	mg/m ³	5,36	
Standardabweichung s_r	% ZB	0,01	0,03
Mindestanforderung s _r ≤	% ZB	2,0	

maximale Unsicherheit am Referenzpunkt u = s_r = 0,08 mg/m³

Tabelle 23: Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt für den paramagnetischen O₂-Sensor

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Referenzpunkt		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl Punkte		20	20
Mittelwert	Vol.-%	18,0	18,0
Standardabweichung s_r	Vol.-%	0,00	0,00
Mindestanforderung s _r ≤	Vol.-%	0,20	

maximale Unsicherheit am Referenzpunkt u = s_r = 0 Vol.-%

Tabelle 24: Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt für O₂, Zirkondioxid-Sensor

Messgerät: ZFK7 im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Referenzpunkt		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl Punkte		20	20
Mittelwert	Vol.-%	18,0	18,0
Standardabweichung s_r	Vol.-%	0,00	0,00
Mindestanforderung s _r ≤	Vol.-%	0,20	

maximale Unsicherheit am Referenzpunkt u = s_r = 0 Vol.-%

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse zur Bestimmung der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt sind im Anhang in Tabelle 134 dargestellt.

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 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert sein. Für O₂ darf sie nicht größer als 0,2 Vol.-% sein.

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

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung erfolgte mit den beschriebenen Justiermitteln (Nullgas/Prüfgas), einer Massendurchflussreglerstation sowie einem Datenerfassungssystem.

Durchführung der Prüfung

Die benötigten Referenzmaterialien wurden mit Hilfe eines kalibrierten Verdünnungssystems erzeugt. Die Prüfgaskonzentrationen wurden so gewählt, dass die Messwerte gleichmäßig über den Zertifizierungsbereich verteilt waren. Die Prüfgase wurden am Einlass der AMS aufgegeben.

Die Referenzmaterialien wurden in folgender Reihenfolge aufgegeben (ungefähre Konzentrationen der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches):

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.

Der gesamte Zyklus wurde für CO im Messbereich 0-1250 mg/m³ dreimal wiederholt. Da die AMS für alle anderen Komponenten die Mindestanforderung bereits bei der ersten Prüfung mit einem Faktor zwei oder mehr erfüllte, wurde für diese Komponenten auf weitere Prüfungen verzichtet.

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.

Bewertung

Die relativen Residuen liegen bezogen auf den Zertifizierungsbereich bei maximal 0,19 % für SO₂, 0,40 % für CO und -0,16 % für NO. Für O₂ liegen sie bei maximal 0,07 Vol.-% für den paramagnetischen und -0,07 Vol.-% für den Zirkondioxid Sauerstoff Sensor. Für die zusätzlich geprüften Messbereiche liegen die relativen Residuen bezogen auf den Messbereich bei maximal 0,72 % für SO₂, 1,36 % für CO, 0,97 % für NO, 0,03 Vol.-% für den paramagnetischen O₂ Sensor und -0,05 Vol.-% für den Zirkondioxid Sensor.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von 0,635 mg/m³ für SO₂, 0,289 mg/m³ für CO, -0,242 mg/m³ für NO, 0,04 Vol.-% für den paramagnetischen und -0,04 Vol.-% für den Zirkondioxid-Sauerstoffsensoren verwendet.

Tabelle 25: Linearitätsprüfung für SO₂, Messbereich 0-571 mg/m³

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %	Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %
0,00	1,43	1,64	-0,04	0,00	1,90	0,80	0,19
399,7	399,1	399,8	-0,12	399,7	399,3	398,9	0,07
228,4	229,0	229,1	-0,02	228,4	228,9	228,3	0,11
0,00	1,67	1,64	0,01	0,00	1,07	0,80	0,05
342,6	342,7	342,9	-0,04	342,6	342,0	342,1	-0,02
57,10	58,29	58,51	-0,04	57,10	56,98	57,67	-0,12
171,3	171,8	172,3	-0,09	171,3	170,3	171,4	-0,19
513,9	514,4	513,5	0,16	513,9	512,6	512,7	-0,02
0,00	2,62	1,64	0,17	0,00	0,36	0,80	-0,08
maximaler Wert		d_{c,rel}	0,17				0,19

maximale Unsicherheit $u = 0,635 \text{ mg/m}^3 = \max(d_{c,rel}) \cdot ZB / \sqrt{3}$

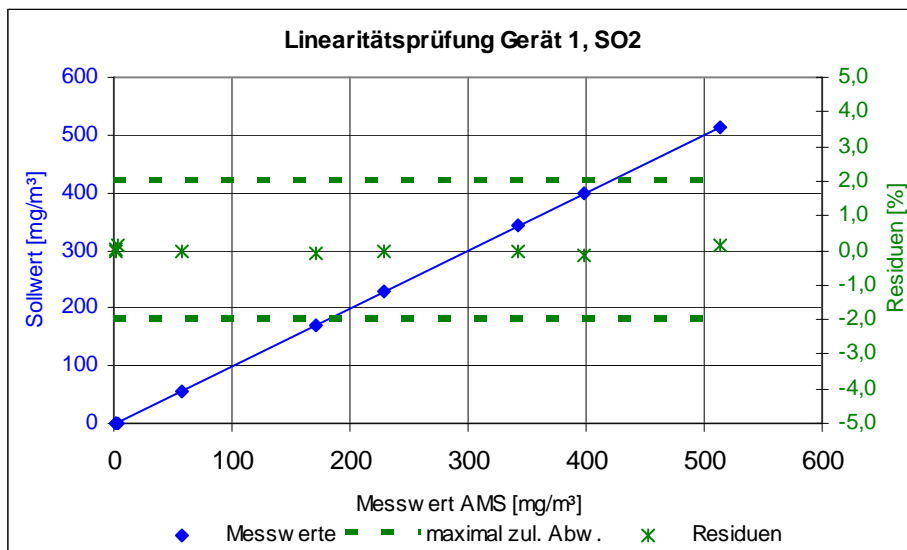


Abbildung 9: Darstellung der Linearität von Gerät 1 für SO₂, Messbereich 0-571 mg/m³

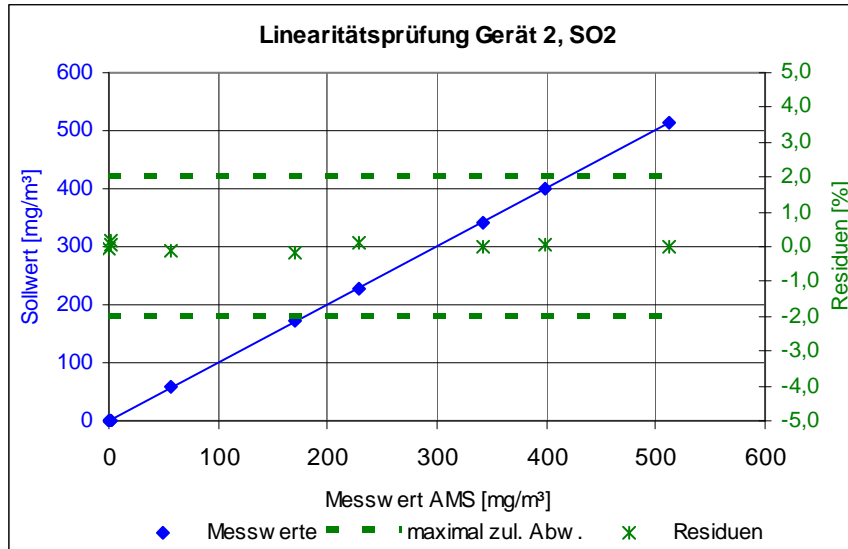


Abbildung 10: Darstellung der Linearität von Gerät 2 für SO₂, Messbereich 0-571 mg/m³

Tabelle 26: Linearitätsprüfung für SO₂, Messbereich 0-5710 mg/m³

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 5710 mg/m³)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %	Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %
0,00	28,55	24,20	0,08	0,00	39,26	17,78	0,38
3.997	4.001	4.018	-0,30	3.997	3.974	3.997	-0,40
2.284	2.285	2.306	-0,37	2.284	2.277	2.291	-0,25
0,00	27,36	24,20	0,06	0,00	24,98	17,78	0,13
3.426	3.488	3.447	0,72	3.426	3.464	3.428	0,63
571,0	593,6	594,7	-0,02	571,0	578,1	586,2	-0,14
1.713	1.712	1.736	-0,42	1.713	1.698	1.723	-0,44
5.139	5.163	5.159	0,07	5.139	5.143	5.133	0,18
0,00	35,69	24,20	0,20	0,00	14,28	17,78	-0,06
maximaler Wert		d_{c,rel}	0,72				0,63

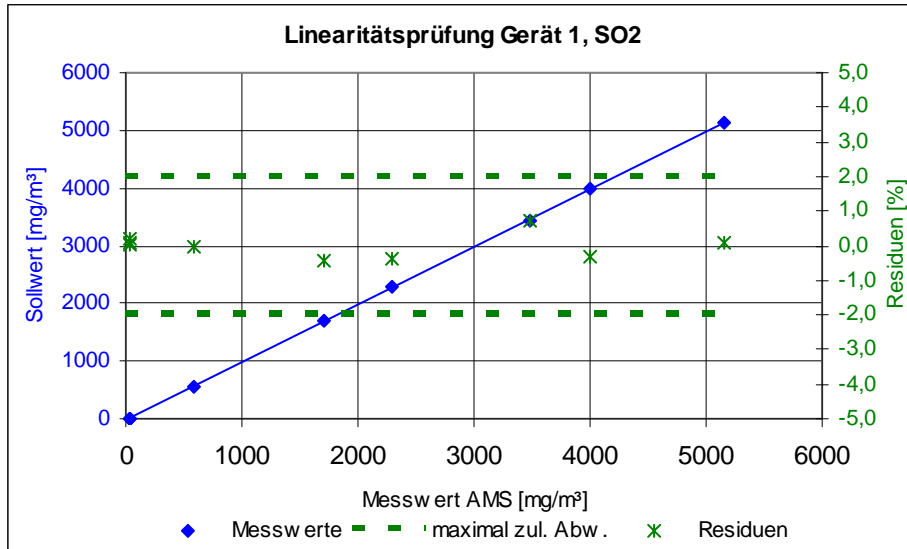


Abbildung 11: Darstellung der Linearität von Gerät 1 für SO₂, Messbereich 0-5710 mg/m³

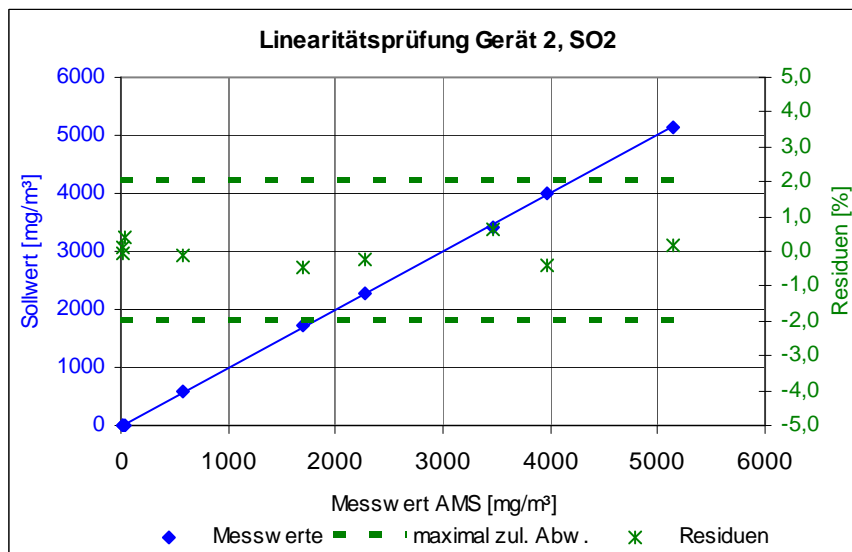


Abbildung 12: Darstellung der Linearität von Gerät 2 für SO₂, Messbereich 0-5710 mg/m³

Tabelle 27: Linearitätsprüfung für CO, Messbereich 0-125 mg/m³

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 125 mg/m³)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %	Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %
0,00	-1,02	-1,07	0,04	0,00	-1,09	-1,27	0,14
87,50	86,80	86,60	0,16	87,50	86,88	86,51	0,30
50,00	49,53	49,03	0,40	50,00	48,80	48,89	-0,07
0,00	-0,94	-1,07	0,10	0,00	-1,17	-1,27	0,08
75,00	74,01	74,08	-0,06	75,00	74,01	73,97	0,03
12,50	11,17	11,46	-0,23	12,50	10,99	11,27	-0,22
37,50	36,20	36,51	-0,25	37,50	36,15	36,35	-0,16
112,5	111,5	111,7	-0,16	112,5	111,4	111,6	-0,16
0,00	-1,09	-1,07	-0,02	0,00	-1,22	-1,27	0,04
maximaler Wert			d_{c,rel}				0,30

maximale Unsicherheit u = 0,289 mg/m³ = max(d_{c,rel}) * ZB / √3

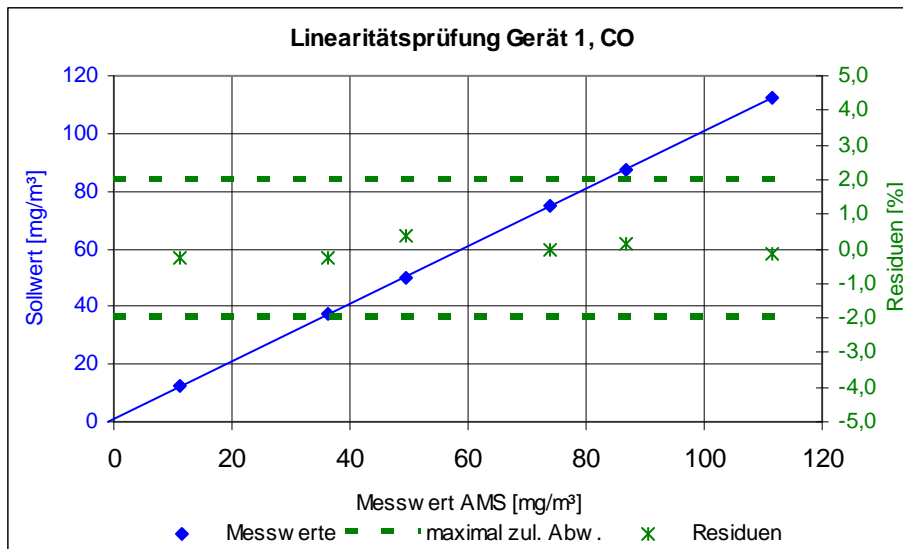


Abbildung 13: Darstellung der Linearität von Gerät 1 für CO, Messbereich 0-125 mg/m³

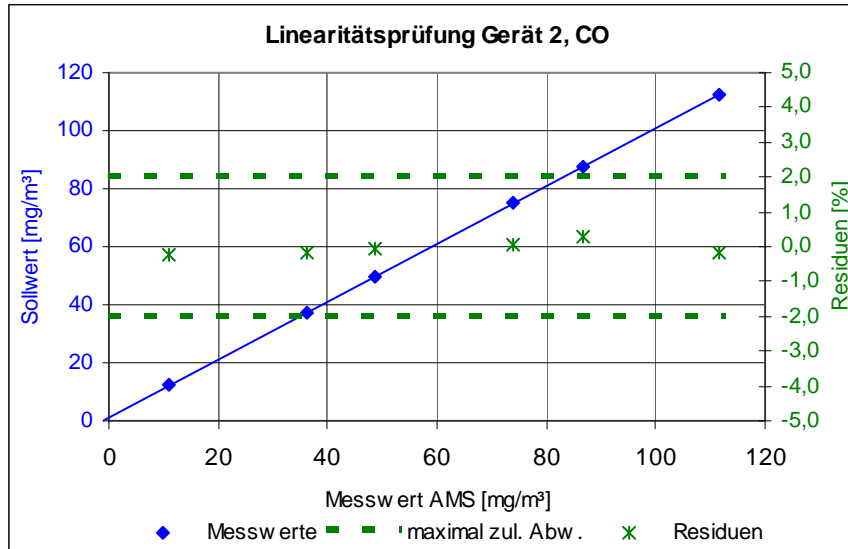


Abbildung 14: Darstellung der Linearität von Gerät 2 für CO, Messbereich 0-125 mg/m³

Tabelle 28: Linearitätsprüfung für CO, Messbereich 0-1250 mg/m³

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 1250 mg/m³)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %	Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %
0,00	0,00	-3,00	0,24	0,00	-1,48	-6,53	0,40
875,0	867,9	870,7	-0,22	875,0	871,3	875,9	-0,37
500,0	490,9	496,3	-0,43	500,0	487,8	497,7	-0,79
0,00	0,00	-3,00	0,24	0,00	-1,56	-6,53	0,40
750,0	740,5	745,9	-0,43	750,0	740,2	749,9	-0,78
125,0	121,4	121,8	-0,03	125,0	119,9	119,5	0,03
375,0	366,8	371,5	-0,38	375,0	363,5	371,7	-0,66
1.125	1.130	1.120	0,80	1.125	1.145	1.128	1,36
0,00	0,00	-3,00	0,24	0,00	-1,56	-6,53	0,40
maximaler Wert		d_{c,rel}	0,80				1,36

Messwerte sind Mittelwert aus 3 Durchgängen

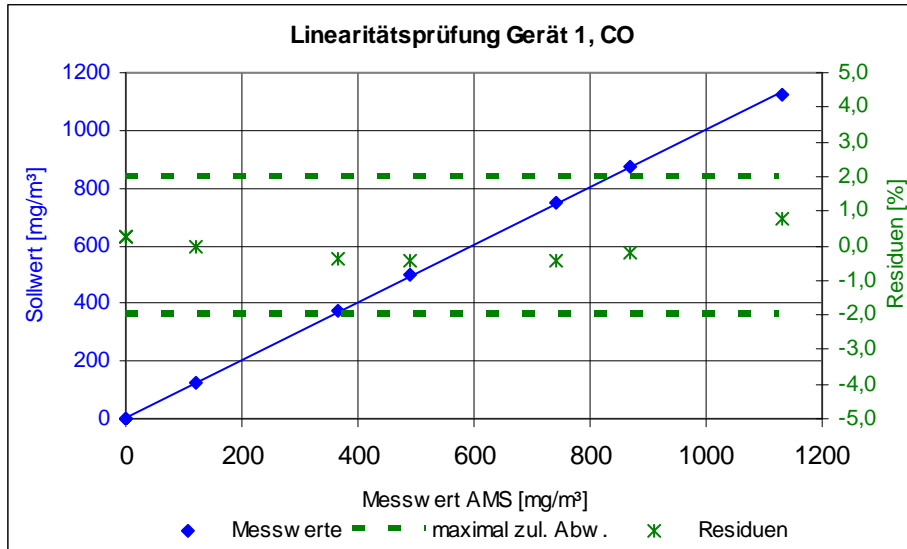


Abbildung 15: Darstellung der Linearität von Gerät 1 für CO, Messbereich 0-1250 mg/m³

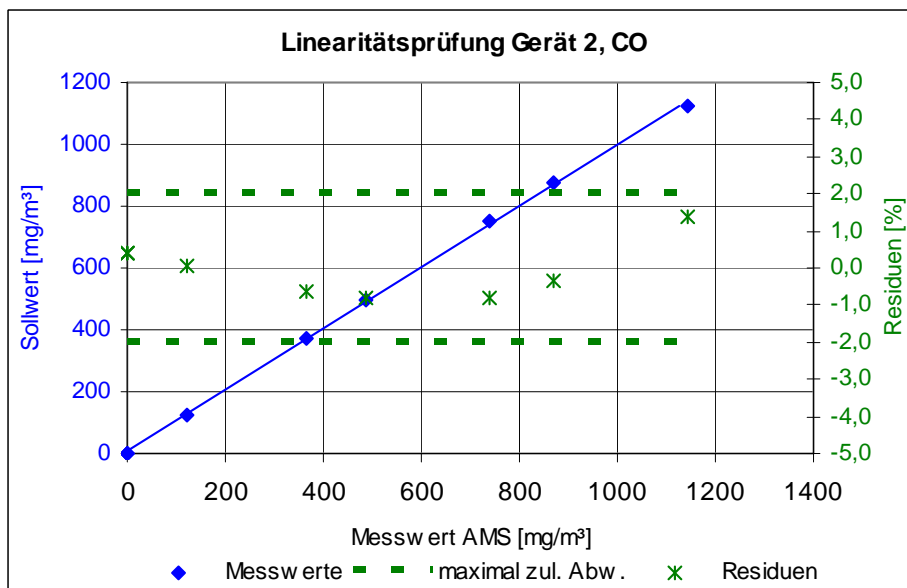


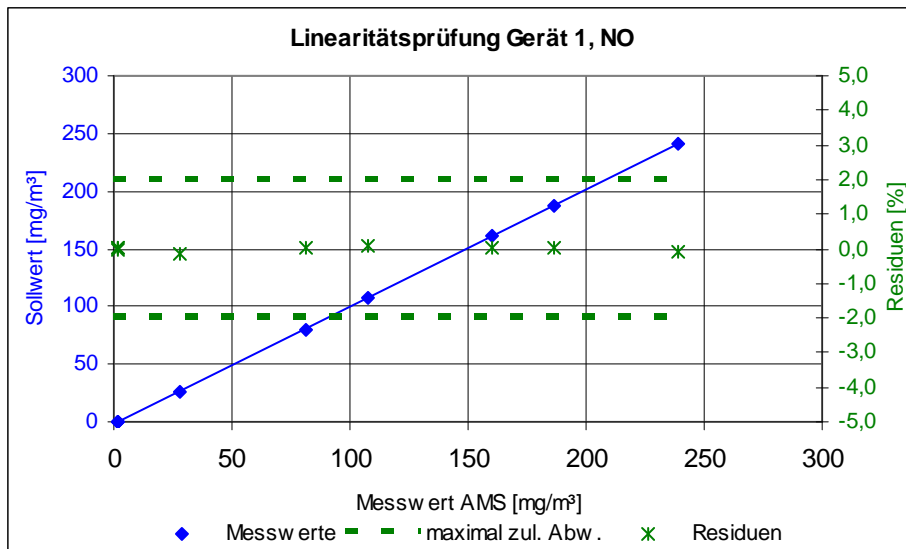
Abbildung 16: Darstellung der Linearität von Gerät 2 für CO, Messbereich 0-1250 mg/m³

Tabelle 29: Linearitätsprüfung für NO, Messbereich 0-268 mg/m³

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %	Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %
0,00	1,84	1,70	0,05	0,00	0,33	0,35	-0,01
187,6	186,7	186,6	0,04	187,6	185,3	185,4	-0,04
107,2	107,5	107,3	0,07	107,2	105,9	106,1	-0,07
0,00	1,62	1,70	-0,03	0,00	0,17	0,35	-0,07
160,8	160,2	160,1	0,04	160,8	159,1	159,0	0,04
26,80	27,69	28,11	-0,16	26,80	26,63	26,79	-0,06
80,40	81,01	80,92	0,03	80,40	79,84	79,68	0,06
241,2	239,2	239,4	-0,07	241,2	238,4	238,3	0,04
0,00	1,79	1,70	0,03	0,00	0,67	0,35	0,12
maximaler Wert		d_{c,rel}	-0,16				0,12

$$\text{maximale Unsicherheit } u = -0,242 \text{ mg/m}^3 = \max(d_{c,rel}) \cdot ZB / \sqrt{3}$$


Abbildung 17: Darstellung der Linearität von Gerät 1 für NO, Messbereich 0-268 mg/m³

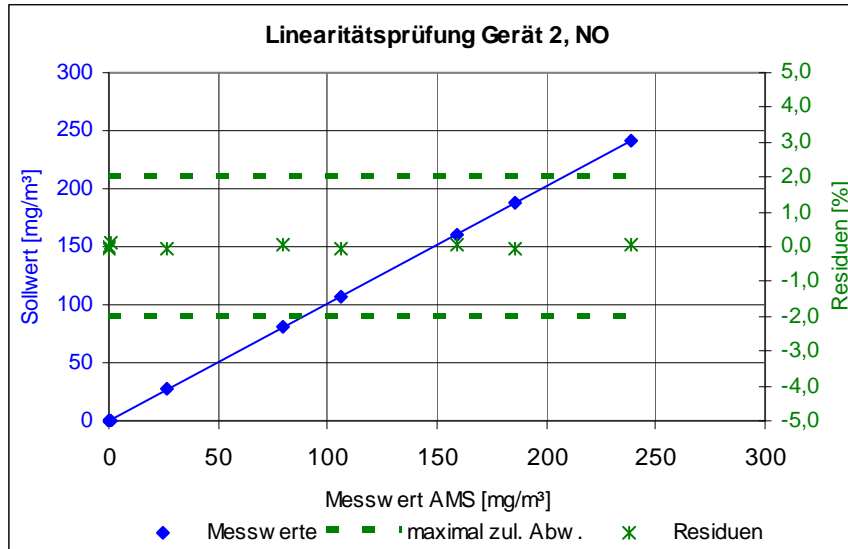


Abbildung 18: Darstellung der Linearität von Gerät 2 für NO, Messbereich 0-268 mg/m³

Tabelle 30: Linearitätsprüfung für NO, Messbereich 0-2680 mg/m³

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 2680 mg/m³)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %	Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %
0,00	-0,56	-5,49	0,18	0,00	1,12	-5,78	0,26
1.876	1.832	1.846	-0,52	1.876	1.833	1.849	-0,60
1.072	1.042	1.052	-0,37	1.072	1.041	1.054	-0,49
0,00	0,00	-5,49	0,20	0,00	1,12	-5,78	0,26
1.608	1.573	1.581	-0,30	1.608	1.575	1.584	-0,34
268,0	259,6	259,0	0,02	268,0	258,0	259,2	-0,04
804,0	780,0	787,9	-0,29	804,0	781,7	789,1	-0,28
2.412	2.397	2.375	0,82	2.412	2.405	2.379	0,97
0,00	0,00	-5,49	0,20	0,00	0,00	-5,78	0,22
maximaler Wert		d_{c,rel}	0,82				0,97

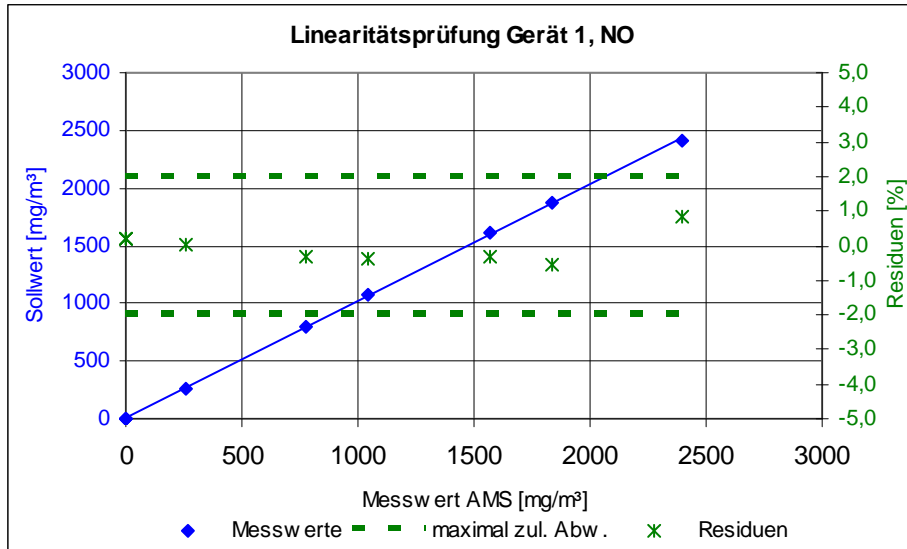


Abbildung 19: Darstellung der Linearität von Gerät 1 für NO, Messbereich 0-2680 mg/m³

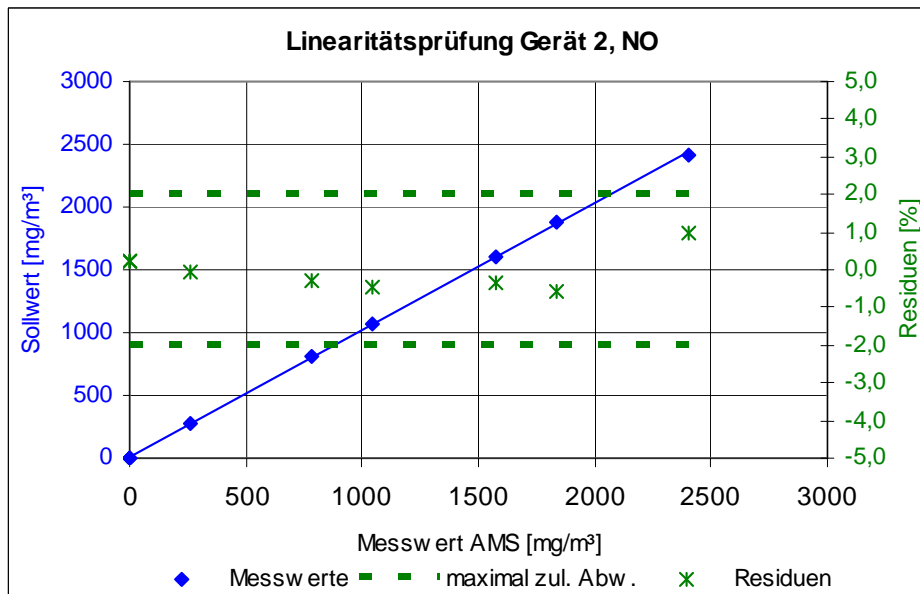


Abbildung 20: Darstellung der Linearität von Gerät 2 für NO, Messbereich 0-2680 mg/m³

Tabelle 31: Linearitätsprüfung für O₂, Messbereich 0-10 Vol.-% paramagnetischer Sensor

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 10 Vol.-%)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	d _{c,rel} Vol.-%	Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	d _{c,rel} Vol.-%
0,00	0,00	-0,02	0,02	0,00	0,01	-0,01	0,02
7,00	6,96	6,95	0,01	7,00	6,89	6,89	0,00
4,00	3,95	3,97	-0,02	4,00	3,92	3,93	-0,01
0,00	0,00	-0,02	0,02	0,00	0,00	-0,01	0,01
6,00	5,95	5,96	-0,01	6,00	5,89	5,90	-0,01
1,00	0,96	0,98	-0,02	1,00	0,96	0,98	-0,02
3,00	2,94	2,97	-0,03	3,00	2,92	2,95	-0,03
9,00	8,97	8,95	0,02	9,00	8,89	8,86	0,03
0,00	0,00	-0,02	0,02	0,00	0,01	-0,01	0,02
maximaler Wert			d_{c,rel}				0,03

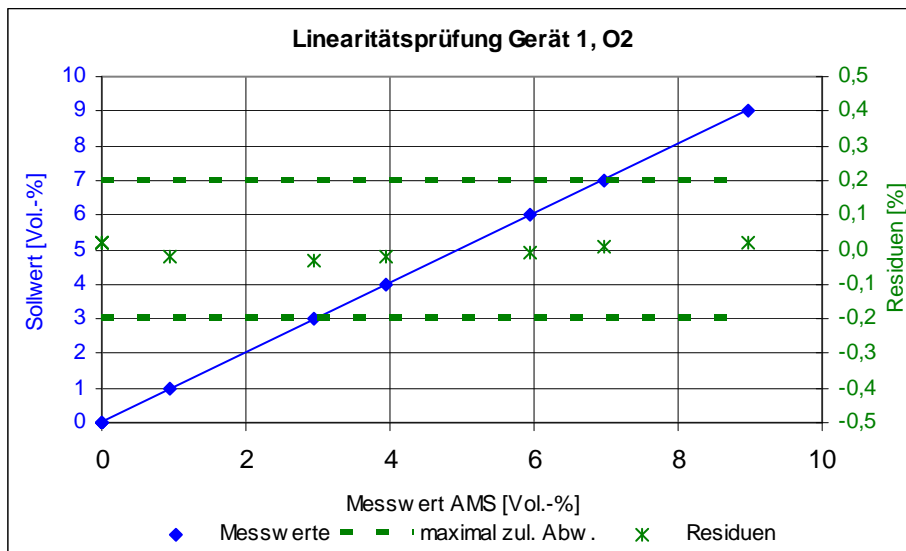


Abbildung 21: Darstellung der Linearität von Gerät 1 für O₂, Messbereich 0-10 Vol.-% paramagnetischer Sensor

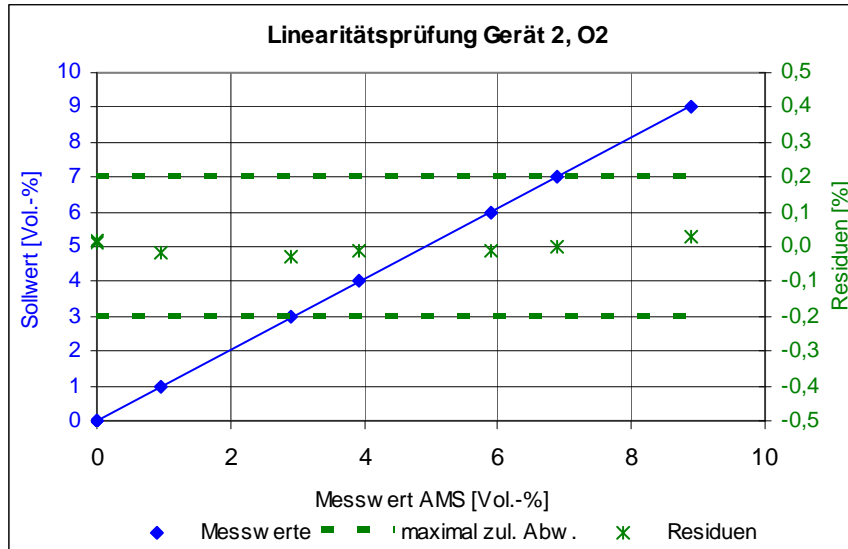


Abbildung 22: Darstellung der Linearität von Gerät 2 für O₂, Messbereich 0-10 Vol.-% paramagnetischer Sensor

Tabelle 32: Linearitätsprüfung für O₂, Messbereich 0-25 Vol.-% paramagnetischer Sensor

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	d _{c,rel} Vol.-%	Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	d _{c,rel} Vol.-%
0,00	0,02	-0,03	0,05	0,00	0,02	-0,02	0,04
17,50	17,46	17,47	-0,01	17,50	17,47	17,48	-0,01
10,00	9,92	9,97	-0,05	10,00	9,94	9,98	-0,04
0,00	0,01	-0,03	0,04	0,00	0,02	-0,02	0,04
15,00	14,95	14,97	-0,02	15,00	14,96	14,98	-0,02
2,50	2,43	2,47	-0,04	2,50	2,44	2,48	-0,04
7,50	7,42	7,47	-0,05	7,50	7,42	7,48	-0,06
22,50	22,53	22,47	0,06	22,50	22,55	22,48	0,07
0,00	0,01	-0,03	0,04	0,00	0,02	-0,02	0,04
maximaler Wert		d_{c,rel}	0,06				0,07

maximale Unsicherheit u = 0,040 Vol.-% = max(d_{c,rel}) / √3

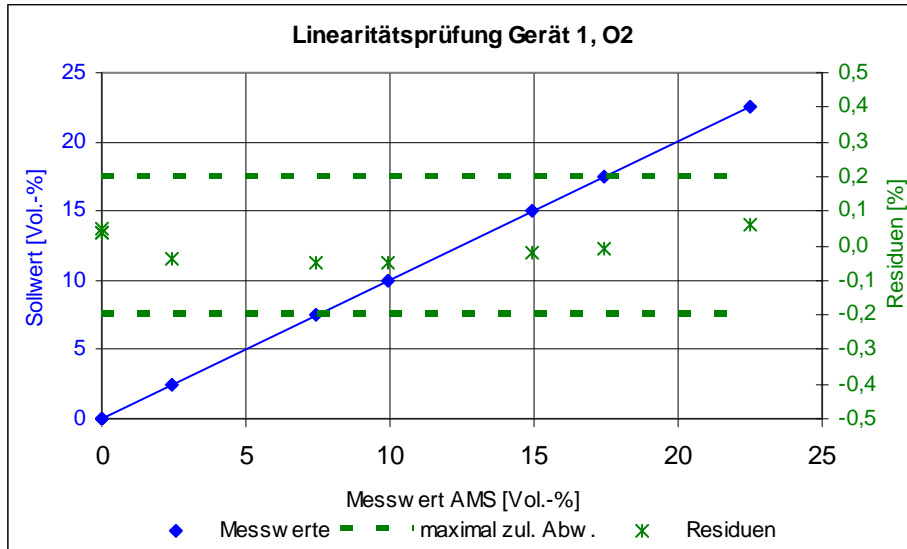


Abbildung 23: Darstellung der Linearität von Gerät 1 für O₂, Messbereich 0-25 Vol.-% paramagnetischer Sensor

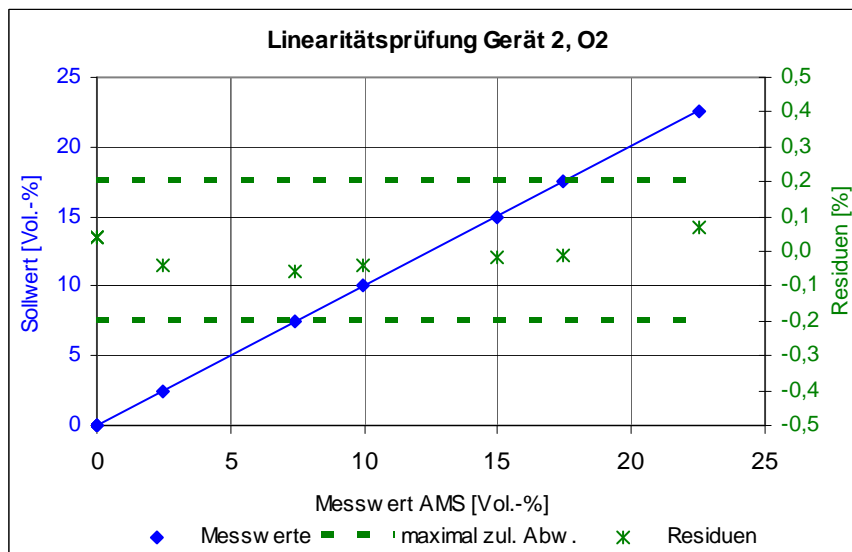
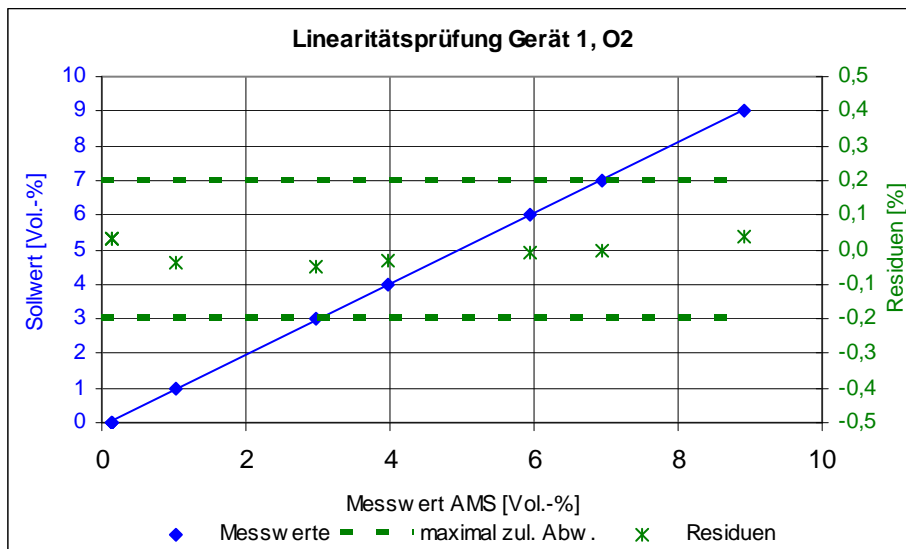


Abbildung 24: Darstellung der Linearität von Gerät 2 für O₂, Messbereich 0-25 Vol.-% paramagnetischer Sensor

Tabelle 33: Linearitätsprüfung für O₂, Messbereich 0-10 Vol.-%
 Zirkondioxid-Sensor

Messgerät: ZFK7 im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 10 Vol.-%)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	d _{c,rel} Vol.-%	Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	d _{c,rel} Vol.-%
0,00	0,13	0,10	0,03	0,00	0,13	0,10	0,03
7,00	6,94	6,94	0,00	7,00	6,96	6,95	0,01
4,00	3,98	4,01	-0,03	4,00	3,98	4,01	-0,03
0,00	0,13	0,10	0,03	0,00	0,13	0,10	0,03
6,00	5,95	5,96	-0,01	6,00	5,96	5,97	-0,01
1,00	1,03	1,07	-0,04	1,00	1,03	1,08	-0,05
3,00	2,98	3,03	-0,05	3,00	2,99	3,04	-0,05
9,00	8,93	8,89	0,04	9,00	8,95	8,91	0,04
0,00	0,13	0,10	0,03	0,00	0,13	0,10	0,03
maximaler Wert			d_{c,rel}				-0,05


Abbildung 25: Darstellung der Linearität von Gerät 1 für O₂, Messbereich 0-10 Vol.-%
 Zirkondioxid-Sensor

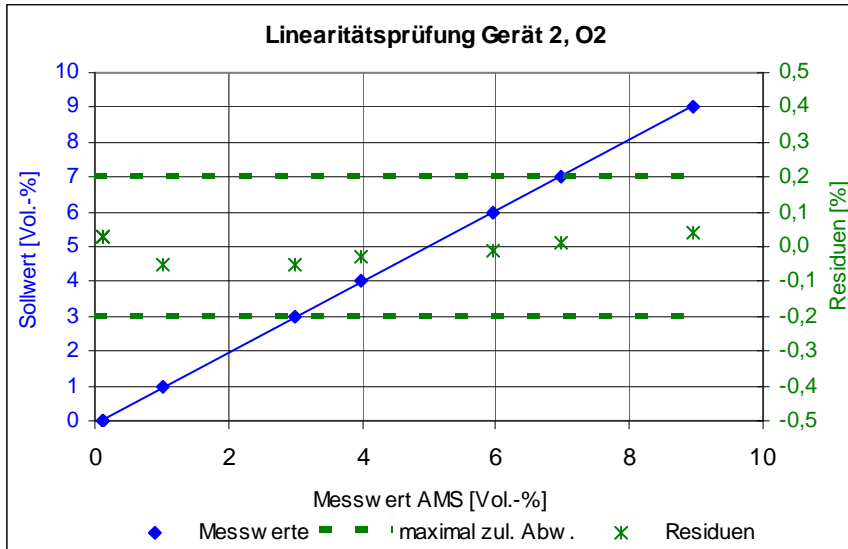


Abbildung 26: Darstellung der Linearität von Gerät 2 für O₂, Messbereich 0-10 Vol.-% Zirkondioxid-Sensor

Tabelle 34: Linearitätsprüfung für O₂, Messbereich 0-25 Vol.-% Zirkondioxid-Sensor

Messgerät: ZFK7 im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	d _{c,rel} Vol.-%	Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	d _{c,rel} Vol.-%
0,00	0,00	-0,04	0,04	0,00	0,02	-0,02	0,04
17,50	17,40	17,39	0,01	17,50	17,22	17,22	0,00
10,00	9,88	9,92	-0,04	10,00	9,80	9,83	-0,03
0,00	0,00	-0,04	0,04	0,00	0,02	-0,02	0,04
15,00	14,88	14,90	-0,02	15,00	14,73	14,76	-0,03
2,50	2,39	2,45	-0,06	2,50	2,39	2,44	-0,05
7,50	7,36	7,43	-0,07	7,50	7,30	7,37	-0,07
22,50	22,42	22,37	0,05	22,50	22,21	22,15	0,06
0,00	0,00	-0,04	0,04	0,00	0,02	-0,02	0,04
maximaler Wert		d_{c,rel}	-0,07				-0,07

maximale Unsicherheit u = -0,040 Vol.-% = max(d_{c,rel}) / √3

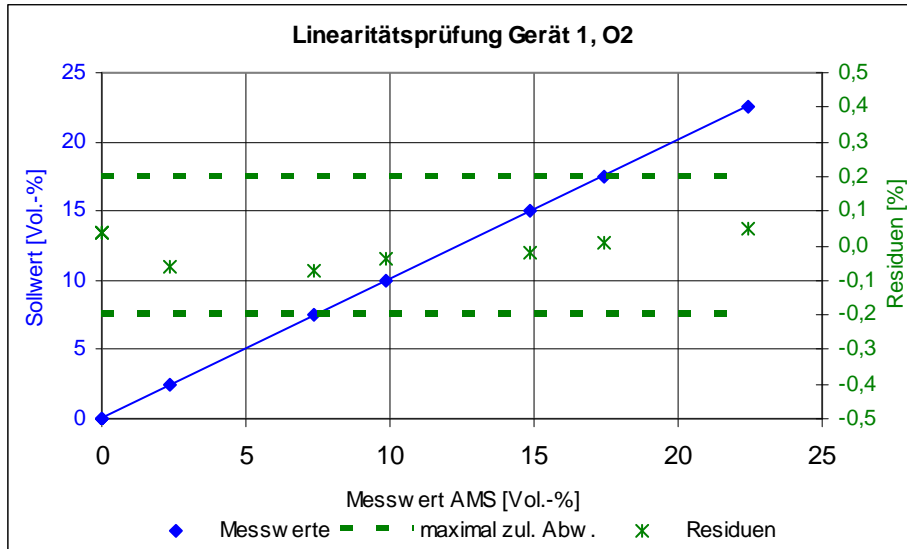


Abbildung 27: Darstellung der Linearität von Gerät 1 für O₂, Messbereich 0-25 Vol.-% Zirkondioxid-Sensor

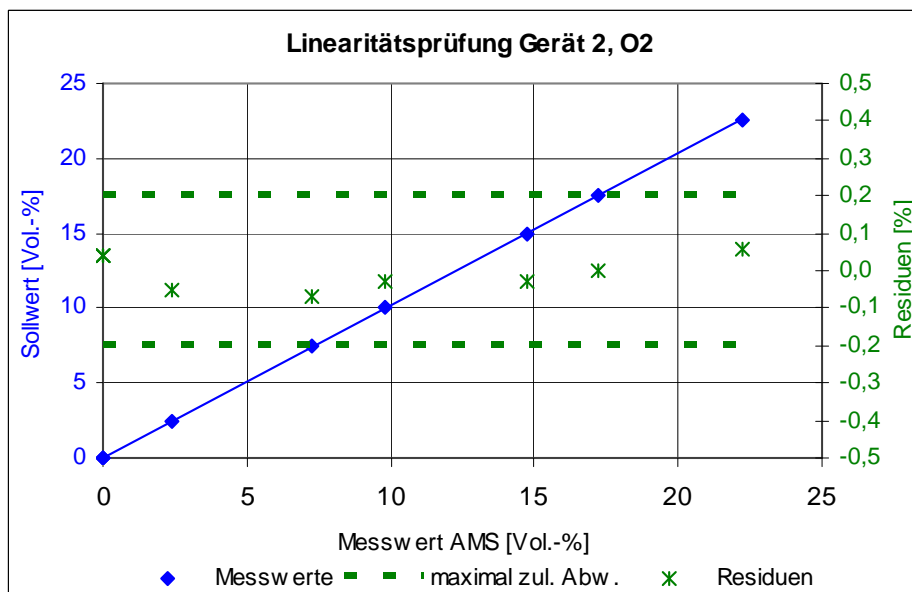


Abbildung 28: Darstellung der Linearität von Gerät 2 für O₂, Messbereich 0-25 Vol.-% Zirkondioxid-Sensor

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse zur Prüfung des Lack of fit sind im Anhang ab Tabelle 139 dargestellt.

6b.13 [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. 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, Null- und Prüfgase sowie Datenerfassung.

Durchführung der Prüfung

Die AMS kann eine automatische Kalibrierung durchführen. Die automatische Nullpunktskalibrierung wurde während des Feldtests betrieben. Der Nullpunktsabgleich fand alle 24 h Stunden statt. Das System wird hierbei für max. 10 Minuten mit Umgebungsluft gespült. Während der gesamten Feldtestdauer gab es keine Probleme mit der Nullpunktskalibrierung, sollte die automatische Kalibrierung nicht funktionieren wird ein Statussignal gesetzt. Die automatische Referenzpunktkontrolle wurde auf Herstellerwunsch nicht geprüft und war daher deaktiviert.

Auswertung

Die AMS kann eine automatische Kalibrierung durchführen.

Bewertung

Die AMS kann eine automatische Kalibrierung durchführen. Die automatische Nullpunktskalibrierung wurde während des Feldtests betrieben. Während der gesamten Feldtestdauer gab es keine Probleme mit der Nullpunktskalibrierung, sollte die automatische Kalibrierung nicht funktionieren, wird ein Statussignal gesetzt. Die automatische Referenzpunktkontrolle war nicht Bestandteil der Prüfung.

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. Für O₂ darf er 0,5 Vol.-% nicht überschreiten.

Dies gilt für folgende Prüfbereiche der Umgebungstemperatur:

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

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

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung erfolgte mit den beschriebenen Justiermitteln (Nullgas/Prüfgas) und einer Klimakammer mit regelbarem Temperaturbereich von -40 °C bis +80 °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 °C → 5 °C → 20 °C → 40 °C → 20 °C.

Bei jedem Temperaturschritt wurde Null- und Referenzgas für jede Messkomponente aufgegeben. 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.

Der gesamte Zyklus wurde dreimal wiederholt.

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 35 dargestellt. Es sind hier die Mittelwerte an den verschiedenen Temperaturpunkten bei den einzelnen Messreihen des Prüfprogramms dargestellt.

Die maximale Abweichung beträgt für SO₂ 3,5 %, für CO -3,8 %, für NO 4,2 %, für O₂ (paramagnetischer Sensor) 0,34 Vol.-% und für O₂ (Zirkondioxid-Sensor) 0,46 Vol.-%. Der Maximalwert des Empfindlichkeitskoeffizienten beträgt für SO₂ 1,095, für CO -0,253, für NO 0,667 für O₂ (paramagnetischer Sensor) 0,02 und für O₂ (Zirkondioxid-Sensor) 0,024.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d werden Werte von 8,307 mg/m³ für SO₂, 2,498 mg/m³ für CO, 5,905 mg/m³ für NO, 0,184 Vol.-% für den paramagnetischen Sensor und 0,231 Vol.-% für den Zirkondioxid-Sensor verwendet.

Tabelle 35: Temperaturprüfung für SO₂

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)

Temperatur °C	Gerät 1					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert mg/m ³	Abweichung % (Ø 20°)	b _t	Messwert mg/m ³	Abweichung % (Ø 20°)	b _t
Ø 20°	-0,78	-		457,5	-	
20	-1,23	-0,1	-	457,2	-0,1	-
5	-10,11	-1,6	0,592	448,6	-1,6	0,573
20	1,74	0,4	0,790	457,5	0,0	0,593
40	19,03	3,5	0,865	474,1	2,9	0,830
20	-2,86	-0,4	1,095	457,9	0,1	0,810
maximaler Wert		3,5	1,095		2,9	0,830
X _{i,adj}				457,5		
X _{imax}				474,1		
X _{imin}				448,6		
u				8,307		

Temperatur °C	Gerät 2					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert mg/m ³	Abweichung % (Ø 20°)	b _t	Messwert mg/m ³	Abweichung % (Ø 20°)	b _t
Ø 20°	4,05	-		460,3	-	
20	4,00	0,0	-	458,5	-0,3	-
5	-7,73	-2,1	0,782	447,4	-2,3	0,740
20	6,34	0,4	0,938	458,3	-0,4	0,727
40	19,43	2,7	0,655	472,1	2,1	0,690
20	1,82	-0,4	0,881	464,0	0,6	0,405
maximaler Wert		2,7	0,938		-2,3	0,740
X _{i,adj}				460,3		
X _{imax}				472,1		
X _{imin}				447,4		
u				7,151		

Messwerte sind Mittelwert aus 3 Durchgängen

maximale Unsicherheit am Referenzpunkt u = 8,307 mg/m³

$$u = \sqrt{\frac{(x_{i,max} - x_{i,adj})^2 + (x_{i,min} - x_{i,adj}) \cdot (x_{i,max} - x_{i,adj}) + (x_{i,min} - x_{i,adj})^2}{3}}$$

Tabelle 36: Temperaturprüfung für CO
Messgerät: ZRE im Labortest

Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 125 mg/m³)

Temperatur °C	Gerät 1					
	Messwert mg/m ³	Nullpunkt Abweichung % (Ø 20°)	b _t	Messwert mg/m ³	Referenzpunkt Abweichung % (Ø 20°)	b _t
Ø 20°	-0,88	-		99,2	-	
20	-0,93	0,0	-	99,2	0,0	-
5	2,62	2,8	-0,237	102,8	2,9	-0,240
20	-0,47	0,3	-0,206	99,4	0,2	-0,227
40	-4,45	-2,9	-0,199	94,4	-3,8	-0,250
20	-1,23	-0,3	-0,161	99,0	-0,2	-0,230
maximaler Wert		-2,9	-0,237		-3,8	-0,250
X _{i,adj}				99,2		
X _{i,max}				102,8		
X _{i,min}				94,4		
u				2,498		

Temperatur °C	Gerät 2					
	Messwert mg/m ³	Nullpunkt Abweichung % (Ø 20°)	b _t	Messwert mg/m ³	Referenzpunkt Abweichung % (Ø 20°)	b _t
Ø 20°	-0,05	-		98,7	-	
20	-0,17	-0,1	-	98,6	-0,1	-
5	3,45	2,8	-0,241	102,4	3,0	-0,253
20	0,83	0,7	-0,175	99,2	0,4	-0,213
40	-0,06	0,0	-0,045	95,0	-3,0	-0,210
20	-0,80	-0,6	0,037	98,2	-0,4	-0,160
maximaler Wert		2,8	-0,241		3,0	-0,253
X _{i,adj}				98,7		
X _{i,max}				102,4		
X _{i,min}				95,0		
u				2,136		

Messwerte sind Mittelwert aus 3 Durchgängen

maximale Unsicherheit am Referenzpunkt u = 2,498 mg/m³

$$u = \sqrt{\frac{(x_{i,max} - x_{i,adj})^2 + (x_{i,min} - x_{i,adj}) \cdot (x_{i,max} - x_{i,adj}) + (x_{i,min} - x_{i,adj})^2}{3}}$$

Tabelle 37: Temperaturprüfung für NO

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)

Temperatur °C	Gerät 1					
	Messwert mg/m ³	Nullpunkt Abweichung % (Ø 20°)	b _t	Messwert mg/m ³	Referenzpunkt Abweichung % (Ø 20°)	b _t
Ø 20°	1,86	-		216,3	-	
20	2,46	0,2	-	216,6	0,1	-
5	-4,62	-2,4	0,472	209,5	-2,5	0,473
20	0,58	-0,5	0,347	215,3	-0,4	0,387
40	12,93	4,1	0,618	227,6	4,2	0,615
20	2,55	0,3	0,519	217,0	0,3	0,530
maximaler Wert		4,1	0,618		4,2	0,615
X _{i,adj}				216,3		
X _{i,max}				227,6		
X _{i,min}				209,5		
u				5,689		

Temperatur °C	Gerät 2					
	Messwert mg/m ³	Nullpunkt Abweichung % (Ø 20°)	b _t	Messwert mg/m ³	Referenzpunkt Abweichung % (Ø 20°)	b _t
Ø 20°	2,44	-		216,0	-	
20	2,62	0,1	-	215,7	-0,1	-
5	-6,94	-3,5	0,637	205,7	-3,8	0,667
20	1,45	-0,4	0,559	214,3	-0,6	0,573
40	9,79	2,7	0,417	223,1	2,6	0,440
20	3,26	0,3	0,327	217,9	0,7	0,260
maximaler Wert		-3,5	0,637		-3,8	0,667
X _{i,adj}				216,0		
X _{i,max}				223,1		
X _{i,min}				205,7		
u				5,272		

Messwerte sind Mittelwert aus 3 Durchgängen

maximale Unsicherheit am Referenzpunkt u = 5,689 mg/m³

$$u = \sqrt{\frac{(x_{i,max} - x_{i,adj})^2 + (x_{i,min} - x_{i,adj}) \cdot (x_{i,max} - x_{i,adj}) + (x_{i,min} - x_{i,adj})^2}{3}}$$

Tabelle 38: Temperaturprüfung für O₂ (paramagnetischer Sensor)

Messgerät: ZRE im Labortest

Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Temperatur °C	Gerät 1					
	Messwert Vol.-%	Nullpunkt		b _t	Referenzpunkt	
		Abweichung % (Ø 20°)			Messwert Vol.-%	Abweichung % (Ø 20°)
Ø 20°	0,01	-			18,08	-
20	0,01	0,00	-		18,08	0,00
5	-0,01	-0,02	0,001		17,98	-0,10
20	0,01	0,00	0,001		18,05	-0,03
40	0,01	0,00	0,000		18,26	0,18
20	0,01	0,00	0,000		18,10	0,02
maximaler Wert		-0,02	0,001		0,18	0,011
X _{i,adj}				18,08		
X _{i,max}				18,26		
X _{i,min}				17,98		
u	0,090					

Temperatur °C	Gerät 2					
	Messwert Vol.-%	Nullpunkt		b _t	Referenzpunkt	
		Abweichung % (Ø 20°)			Messwert Vol.-%	Abweichung % (Ø 20°)
Ø 20°	0,02	-			18,10	-
20	0,03	0,01	-		18,11	0,01
5	0,06	0,04	-0,002		18,05	-0,05
20	0,02	0,00	-0,003		18,05	-0,05
40	0,12	0,10	0,005		18,44	0,34
20	0,02	0,00	0,005		18,13	0,03
maximaler Wert		0,10	0,005		0,34	0,020
X _{i,adj}				18,10		
X _{i,max}				18,44		
X _{i,min}				18,05		
u	0,184					

Messwerte sind Mittelwert aus 3 Durchgängen

maximale Unsicherheit am Referenzpunkt u = 0,184 Vol.-%

$$u = \sqrt{\frac{(x_{i,max} - x_{i,adj})^2 + (x_{i,min} - x_{i,adj}) \cdot (x_{i,max} - x_{i,adj}) + (x_{i,min} - x_{i,adj})^2}{3}}$$

Tabelle 39: Temperaturprüfung für O₂ (Zirkondioxid-Sensor)

Messgerät: ZFK7 im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Temperatur °C	Gerät 1						
	Messwert Vol.-%	Nullpunkt			Referenzpunkt		
		Abweichung % (Ø 20°)	b _t		Messwert Vol.-%	Abweichung % (Ø 20°)	b _t
Ø 20°	1,99	-			18,06	-	
20	1,99	0,00	-	18,08	0,02	-	
5	1,98	-0,01	0,001	17,87	-0,19	0,014	
20	2,00	0,01	0,001	18,04	-0,02	0,011	
40	2,05	0,06	0,002	18,52	0,46	0,024	
20	1,99	0,00	0,003	18,07	0,01	0,023	
maximaler Wert		0,06	0,003		0,46	0,024	
X _{i,adj}				18,06			
X _{imax}				18,52			
X _{imin}				17,87			
u				0,231			

Temperatur °C	Gerät 2						
	Messwert Vol.-%	Nullpunkt			Referenzpunkt		
		Abweichung % (Ø 20°)	b _t		Messwert Vol.-%	Abweichung % (Ø 20°)	b _t
Ø 20°	2,03	-			18,09	-	
20	2,03	0,00	-	18,09	0,00	-	
5	2,06	0,03	-0,002	17,91	-0,18	0,012	
20	2,02	-0,01	-0,003	18,04	-0,05	0,009	
40	2,07	0,04	0,002	18,51	0,42	0,024	
20	2,04	0,01	0,001	18,13	0,04	0,019	
maximaler Wert		0,04	-0,003		0,42	0,024	
X _{i,adj}				18,09			
X _{imax}				18,51			
X _{imin}				17,91			
u				0,211			

Messwerte sind Mittelwert aus 3 Durchgängen

maximale Unsicherheit am Referenzpunkt u = 0,231 Vol.-%

$$u = \sqrt{\frac{(x_{i,max} - x_{i,adj})^2 + (x_{i,min} - x_{i,adj}) \cdot (x_{i,max} - x_{i,adj}) + (x_{i,min} - x_{i,adj})^2}{3}}$$

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Einzelwerte der Temperaturprüfung sind im Anhang ab Tabelle 160 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

Eine Prüfung ist hier nicht erforderlich, da es sich um eine extraktiv arbeitende Messeinrichtung handelt, die den Messgasdruck in der Messzelle konstant regelt. Diese Mindestanforderung bezieht sich darüber hinaus im Wesentlichen auf in-situ messende Geräte.

Durchführung der Prüfung

Die Messgaspumpe befindet sich vor den Analysensensoren. Schwankungen des Luftdrucks werden in den Sensormodulen kompensiert.

Auswertung

Schwankungen des Luftdrucks werden in den Sensormodulen kompensiert.

Bewertung

Der Einfluss des Probegasdrucks liegt bei der Messeinrichtung messprinzipbedingt nicht vor. Damit ist die Mindestanforderung nicht zutreffend.

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 Zertifizierungsbereichsendwert 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

Die Prüfung erfolgte mit den beschriebenen Justiermitteln (Nullgas/Prüfgas) und einem Mas-sendurchflussregler.

Durchführung der Prüfung

An der AMS ist zunächst der vom Hersteller vorgeschriebene Volumenstrom einzustellen. Dieser Volumenstrom ist dann auf den niedrigsten vom Hersteller festgelegten Wert zu verringern.

Die Messsignale der AMS wurden am Nullpunkt und am Referenzpunkt für beide Probegasvolumenströme nach einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, durch drei aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand von jeweils der einfachen Einstellzeit ermittelt. Die drei einzelnen Ablesungen wurden gemittelt.

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

Zum Abschluss wurde ein weiterer Wert unterhalb des vom Hersteller festgelegten niedrigsten Werts eingestellt und überprüft ob ordnungsgemäß das notwendige Statussignal gesetzt wird. Der Fluss bei dem das Statussignal gesetzt wird ist wählbar.

Auswertung

Die Abweichung zwischen den Mittelwerten der Geräteanzeigen bei den beiden Probegasvolumenströmen wurde ermittelt.

Des Weiteren wurde der Empfindlichkeitskoeffizient für den Einfluss des Probegasvolumenstroms nach der folgenden Gleichung ermittelt.

mit:

$$b_{\text{tr}} = \frac{(x_2 - x_1)}{(r_2 - r_1)}$$

b_{tr}	der Empfindlichkeitsfaktor des Probegasvolumenstroms;
x_1	der Mittelwert der Messsignale beim Probegasvolumenstrom r_1 ;
x_2	der Mittelwert der Messsignale beim Probegasvolumenstrom r_2 ;
r_1	der Sollwert des Probegasvolumenstroms;
r_2	die festgelegte untere Grenze des Probegasvolumenstroms.

Bewertung

Die Abweichung der Messsignale liegt für SO₂ bei -0,5 %, für CO bei -0,5 %, für NO bei -0,1 % für den paramagnetischen O₂ Sensor bei 0,13 Vol.-% und für den Zirkondioxid-Sensor bei 0,11 Vol.-%. Bei Unterschreitung eines Volumenstromes von 2 l/min wurde ein Statussignal gesetzt. Die Empfindlichkeitskoeffizienten liegen für SO₂ bei 5,940, für CO bei 1,240, für NO bei 0,340, für den paramagnetischen O₂ Sensor bei -0,260 und für den Zirkondioxid-Sensor bei -0,220.

Damit wurde die Mindestanforderung eingehalten.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird für SO₂ der Wert von -1,717 mg/m³ für CO -0,361 mg/m³, für NO 0,097 mg/m³, für den paramagnetischen O₂ Sensor 0,075 Vol.-% und für den Zirkondioxid-Sensor 0,063 Vol.-% verwendet.

Tabelle 40: Einfluss des Probegasvolumenstroms SO₂
Messgerät: ZRE im Labortest

Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)

Volumenstrom l/min	Gerät 1						
	Messwert mg/m ³	Nullpunkt			Referenzpunkt		
		Abweichung %	b _f		Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _f
2,5	0,00	-			485,11	-	
2	0,36	0,1	-0,720		484,28	-0,1	1,660

Volumenstrom l/min	Gerät 2						
	Messwert mg/m ³	Nullpunkt			Referenzpunkt		
		Abweichung %	b _f		Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _f
2,5	-0,83	-			489,63	-	
2	-0,71	0,0	-0,240		486,66	-0,5	5,940

maximale Abweichung -0,5 %
maximaler Empfindlichkeitsfaktor 5,940 mg/m³ / l/min
max Δx -2,97 mg/m³
maximale Unsicherheit u = -1,717 mg/m³ = max Δx / √3 (D.6)

Tabelle 41: Einfluss des Probegasvolumenstroms CO

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 125 mg/m³)

Volumenstrom l/min	Gerät 1					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _f	Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _f
2,5	0,00	-		112,50	-	
2	0,23	0,2	-0,460	111,88	-0,5	1,240

Volumenstrom l/min	Gerät 2					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _f	Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _f
2,5	0,00	-		112,99	-	
2	0,00	0,0	0,000	112,45	-0,4	1,080

maximale Abweichung **-0,5 %**
 maximaler Empfindlichkeitsfaktor **1,240**
 max Δx **-0,63 mg/m³**
 maximale Unsicherheit u = **-0,361 mg/m³** = max Δx / √3 (D.6)

Tabelle 42: Einfluss des Probegasvolumenstroms NO

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)

Volumenstrom l/min	Gerät 1					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _f	Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _f
2,5	0,00	-		233,27	-	
2	-0,17	-0,1	0,340	233,44	0,1	-0,340

Volumenstrom l/min	Gerät 2					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _f	Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _f
2,5	0,00	-		233,16	-	
2	0,00	0,0	0,000	233,10	0,0	0,120

maximale Abweichung **-0,1 %**
 maximaler Empfindlichkeitsfaktor **0,340**
 max Δx **0,17 mg/m³**
 maximale Unsicherheit u = **0,097 mg/m³** = max Δx / √3 (D.6)

Tabelle 43: Einfluss des Probegasvolumenstroms O₂ paramagnetischer Sensor

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Volumenstrom l/min	Gerät 1					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert Vol.-%	Abweichung Vol.-%	b _f	Messwert Vol.-%	Abweichung Vol.-%	b _f
2,5	0,14	-		17,44	-	
2	0,13	-0,01	0,020	17,53	0,09	-0,180

Volumenstrom l/min	Gerät 2					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert Vol.-%	Abweichung Vol.-%	b _f	Messwert Vol.-%	Abweichung Vol.-%	b _f
2,5	0,15	-		17,48	-	
2	0,16	0,01	-0,020	17,61	0,13	-0,260

maximale Abweichung **0,13 Vol.-%**
maximaler Empfindlichkeitsfaktor **-0,260**
max Δx **0,13 Vol.-%**
maximale Unsicherheit u = **0,075 Vol.-%** = max Δx / √3 (D.6)

Tabelle 44: Einfluss des Probegasvolumenstroms O₂ Zirkondioxid-Sensor

Messgerät: ZFK7 im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Volumenstrom l/min	Gerät 1					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert Vol.-%	Abweichung Vol.-%	b _f	Messwert Vol.-%	Abweichung Vol.-%	b _f
2,5	1,84	-		17,35	-	
2	1,88	0,04	-0,080	17,45	0,10	-0,200

Volumenstrom l/min	Gerät 2					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert Vol.-%	Abweichung Vol.-%	b _f	Messwert Vol.-%	Abweichung Vol.-%	b _f
2,5	1,91	-		17,44	-	
2	1,92	0,01	-0,020	17,55	0,11	-0,220

maximale Abweichung **0,11 Vol.-%**
maximaler Empfindlichkeitsfaktor **-0,220**
max Δx **0,11 Vol.-%**
maximale Unsicherheit u = **0,063 Vol.-%** = max Δx / √3 (D.6)

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Einzelwerte der einzelnen Probegasvolumenströme sind ab Tabelle 165 aufgeführt.

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. Für O₂ darf er 0,2 Vol.-% nicht überschreiten.

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

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung erfolgte mit den beschriebenen Justiermitteln (Nullgas/Prüfgas) und einem Trenntransformator.

Durchführung der Prüfung

Die AMS wurden über einen Trenntransformator an die Versorgungsspannung angeschlossen.

Für jede Spannungsstufe wurden 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 0,1 % für SO₂, 0,2 % für CO, 0,1 % für NO, 0,02 Vol.-% für den paramagnetischen O₂-Sensor und 0,05 für den Zirkondioxid-Sensor. Am Referenzpunkt beträgt sie -0,2 % für SO₂, -0,5 % für CO, -0,3 % für NO, -0,03 Vol.-% für den paramagnetischen O₂-Sensor und 0,02 für den Zirkondioxid-Sensor.

Der größte Wert des Empfindlichkeitskoeffizienten beträgt 0,091 für SO₂, 0,045 für CO, -0,073 für NO, 0,003 für den paramagnetischen O₂-Sensor und -0,006 für den Zirkondioxid-Sensor.

Damit wurde die Mindestanforderung eingehalten.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von 0,500 mg/m³ für SO₂, 0,346 mg/m³ für CO, 0,462 mg/m³ für NO, 0,020 Vol.-% für den paramagnetischen O₂-Sensor und 0,023 Vol.-% für den Zirkondioxid-Sensor verwendet.

Tabelle 45: Einfluss der Netzspannung für SO₂

Messgerät: ZRE im Labortest

Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)

Spannung Volt	Gerät 1					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _v	Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _v
230	0,71	-		400,4	-	
242	0,71	0,0	0,000	401,0	0,1	0,050
253	0,71	0,0	0,000	401,2	0,1	0,018
219	0,59	0,0	0,011	399,9	-0,1	0,045
207	0,71	0,0	-0,010	399,9	-0,1	0,000
196	0,59	0,0	0,011	400,4	0,0	-0,045
maximaler Wert		0,0	0,011	-	0,1	0,050
b_v (253/196 Volt)			0,002			0,014
x _{i,adj}	0,71			400,4		
x _{i,max}	0,71			401,2		
x _{i,min}	0,59			399,9		
u	0,069			0,404		

Spannung Volt	Gerät 2					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _v	Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _v
230	-2,26	-		400,2	-	
242	-2,50	0,0	-0,020	400,4	0,0	0,017
253	-2,50	0,0	0,000	400,7	0,1	0,027
219	-1,43	0,1	-0,075	399,2	-0,2	0,091
207	-1,67	0,1	0,020	399,9	-0,1	-0,058
196	-1,78	0,1	0,010	400,3	0,0	-0,036
maximaler Wert		0,1	-0,075	-	-0,2	0,091
b_v (253/196 Volt)			-0,013			0,007
x _{i,adj}	-2,26			400,2		
x _{i,max}	-1,43			400,7		
x _{i,min}	-2,50			399,2		
u	0,427			0,500		

maximale Unsicherheit u = 0,500 mg/m³

$$u = \sqrt{\frac{(x_{i,max} - x_{i,adj})^2 + (x_{i,min} - x_{i,adj}) \cdot (x_{i,max} - x_{i,adj}) + (x_{i,min} - x_{i,adj})^2}{3}}$$

Tabelle 46: Einfluss der Netzspannung für CO

Messgerät: ZRE im Labortest

Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 125 mg/m³)

Spannung Volt	Gerät 1					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _v	Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _v
230	-0,68	-		96,6	-	
242	-0,76	-0,1	-0,007	96,4	-0,2	-0,017
253	-0,76	-0,1	0,000	96,5	-0,1	0,009
219	-0,42	0,2	-0,024	96,3	-0,2	0,027
207	-0,44	0,2	0,002	96,3	-0,2	0,000
196	-0,57	0,1	0,012	96,4	-0,2	-0,009
maximaler Wert		0,2	-0,024	-	-0,2	0,027
b_v (253/196 Volt)			-0,003			0,002
x _{i,adj}	-0,68			96,6		
x _{i,max}	-0,42			96,5		
x _{i,min}	-0,76			96,3		
u	0,133			0,208		

Spannung Volt	Gerät 2					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _v	Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _v
230	-1,46	-		98,2	-	
242	-1,35	0,1	0,009	98,2	0,0	0,000
253	-1,59	-0,1	-0,022	98,1	-0,1	-0,009
219	-1,15	0,2	-0,028	97,7	-0,4	0,045
207	-1,22	0,2	0,006	97,6	-0,5	0,008
196	-1,35	0,1	0,012	97,9	-0,2	-0,027
maximaler Wert		0,2	-0,028	-	-0,5	0,045
b_v (253/196 Volt)			-0,004			0,004
x _{i,adj}	-1,46			98,2		
x _{i,max}	-1,15			98,2		
x _{i,min}	-1,59			97,6		
u	0,156			0,346		

maximale Unsicherheit u = 0,346 mg/m³

$$u = \sqrt{\frac{(x_{i,max} - x_{i,adj})^2 + (x_{i,min} - x_{i,adj}) \bullet (x_{i,max} - x_{i,adj}) + (x_{i,min} - x_{i,adj})^2}{3}}$$

Tabelle 47: Einfluss der Netzspannung für NO

Messgerät: ZRE im Labortest

Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)

Spannung Volt	Gerät 1					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _v	Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _v
230	0,50	-		198,6	-	
242	0,50	0,0	0,000	198,5	0,0	-0,008
253	0,45	0,0	-0,005	198,7	0,0	0,018
219	0,84	0,1	-0,031	198,2	-0,1	0,036
207	0,89	0,1	-0,004	198,3	-0,1	-0,008
196	0,78	0,1	0,010	198,2	-0,1	0,009
maximaler Wert		0,1	-0,031	-	-0,1	0,036
b_v (253/196 Volt)			-0,006			0,009
x _{i,adj}	0,50			198,6		
x _{i,max}	0,89			198,7		
x _{i,min}	0,45			198,2		
u	0,212			0,208		

Spannung Volt	Gerät 2					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _v	Messwert mg/m ³	Abweichung %	b _v
230	0,84	-		200,2	-	
242	0,95	0,0	0,009	199,8	-0,1	-0,033
253	0,95	0,0	0,000	200,2	0,0	0,036
219	1,00	0,1	-0,015	199,4	-0,3	0,073
207	1,12	0,1	-0,010	199,5	-0,3	-0,008
196	1,00	0,1	0,011	200,1	0,0	-0,055
maximaler Wert		0,1	-0,015	-	-0,3	0,073
b_v (253/196 Volt)			-0,001			0,002
x _{i,adj}	0,84			200,2		
x _{i,max}	1,12			200,2		
x _{i,min}	0,95			199,4		
u	0,201			0,462		

maximale Unsicherheit u = 0,462 mg/m³

$$u = \sqrt{\frac{(x_{i,max} - x_{i,adj})^2 + (x_{i,min} - x_{i,adj}) \cdot (x_{i,max} - x_{i,adj}) + (x_{i,min} - x_{i,adj})^2}{3}}$$

Tabelle 48: Einfluss der Netzspannung für O₂ (paramagnetischer Sensor)

Messgerät: ZRE im Labortest

Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Spannung Volt	Gerät 1					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert Vol.-%	Abweichung Vol.-%	b _v	Messwert Vol.-%	Abweichung Vol.-%	b _v
230	-0,02	-		21,03	-	
242	-0,03	-0,01	0,000	21,03	0,00	0,000
253	-0,03	-0,01	0,000	21,02	-0,01	-0,001
219	-0,02	0,00	0,000	21,00	-0,03	0,003
207	-0,02	0,00	0,000	21,00	-0,03	0,000
196	-0,02	0,00	0,000	21,03	0,00	-0,002
maximaler Wert		-0,01	0,000	-	-0,03	0,003
b_v (253/196 Volt)			0,000			0,000
x _{i,adj}	-0,02			21,03		
x _{i,max}	-0,02			21,03		
x _{i,min}	-0,03			21,00		
u	0,005			0,020		

Spannung Volt	Gerät 2					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert Vol.-%	Abweichung Vol.-%	b _v	Messwert Vol.-%	Abweichung Vol.-%	b _v
230	-0,05	-		20,98	-	
242	-0,04	0,01	0,001	20,98	0,00	0,000
253	-0,05	0,00	-0,001	20,98	0,00	0,000
219	-0,03	0,02	-0,002	20,99	0,01	-0,001
207	-0,03	0,02	0,000	20,98	0,00	0,001
196	-0,03	0,02	0,000	20,98	0,00	0,000
maximaler Wert		0,02	-0,002	-	0,01	-0,001
b_v (253/196 Volt)			0,000			0,000
x _{i,adj}	-0,05			20,98		
x _{i,max}	-0,03			20,99		
x _{i,min}	-0,05			20,98		
u	0,012			0,006		

maximale Unsicherheit u = 0,020 Vol.-%

$$u = \sqrt{\frac{(x_{i,max} - x_{i,adj})^2 + (x_{i,min} - x_{i,adj}) \cdot (x_{i,max} - x_{i,adj}) + (x_{i,min} - x_{i,adj})^2}{3}}$$

Tabelle 49: Einfluss der Netzspannung für O₂ (Zirkondioxid-Sensor)

Messgerät: ZFK7 im Labortest

Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Spannung Volt	Gerät 1					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert Vol.-%	Abweichung Vol.-%	b _v	Messwert Vol.-%	Abweichung Vol.-%	b _v
230	2,00	-		20,98	-	
242	2,00	0,00	0,000	20,98	0,00	0,000
253	2,00	0,00	0,000	20,98	0,00	0,000
219	1,98	-0,02	0,001	20,98	0,00	0,000
207	1,98	-0,02	0,000	20,98	0,00	0,000
196	2,05	0,05	-0,006	21,00	0,02	-0,001
maximaler Wert		0,05	-0,006	-	0,02	-0,001
b_v (253/196 Volt)			-0,001			0,000
x _{i,adj}	2,00			20,98		
x _{i,max}	2,05			21,00		
x _{i,min}	1,98			20,98		
u	0,023			0,009		

Spannung Volt	Gerät 2					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert Vol.-%	Abweichung Vol.-%	b _v	Messwert Vol.-%	Abweichung Vol.-%	b _v
230	1,97	-		20,97	-	
242	1,97	0,00	0,000	20,97	0,00	0,000
253	1,97	0,00	0,000	20,98	0,01	0,001
219	1,95	-0,02	0,001	20,98	0,01	-0,001
207	1,95	-0,02	0,000	20,98	0,01	0,000
196	1,97	0,00	-0,001	20,99	0,02	0,000
maximaler Wert		-0,02	-0,001	-	0,02	0,001
b_v (253/196 Volt)			0,000			0,000
x _{i,adj}	1,97			20,97		
x _{i,max}	1,97			20,99		
x _{i,min}	1,95			20,97		
u	0,009			0,012		

maximale Unsicherheit u = 0,023 Vol.-%

$$u = \sqrt{\frac{(x_{i,max} - x_{i,adj})^2 + (x_{i,min} - x_{i,adj}) \cdot (x_{i,max} - x_{i,adj}) + (x_{i,min} - x_{i,adj})^2}{3}}$$

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Abweichungen der Messsignale der einzelnen sind in Tabelle 170 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

Hier nicht notwendig.

Durchführung der Prüfung

Hier nicht notwendig.

Auswertung

Bei der AMS handelt es sich um ein extraktiv messendes System, daher trifft dieser Testpunkt hier nicht zu.

Bewertung

Die Mindestanforderung ist nicht zutreffend.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

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.

Die automatische Messeinrichtung muss die folgenden Mindestanforderungen an die Querempfindlichkeit am Nullpunkt und am Referenzpunkt einhalten.

Die Summe der positiven und die Summe der negativen Querempfindlichkeiten darf für jede Komponente nicht 4 % vom Zertifizierungsbereichsendwert überschreiten.

Für Sauerstoff gilt als Grenze die Summe von 0,4 Vol.-%.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung erfolgte mit den beschriebenen Justiermitteln (Nullgas/Prüfgas), Massenstromreglern und Querempfindlichkeitsgasen.

Durchführung der Prüfung

Zunächst wurde das Prüfgas ohne Störkomponente aufgegeben danach mit Störkomponente. Die Messsignale der AMS wurden für jedes Prüfgas nach einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, durch drei aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand der einfachen Einstellzeit der Geräteanzeige ermittelt. Die Messsignale der Aufgabe ohne Störkomponente wurden mit den Messsignalen mit Störkomponente verglichen.

Zur Prüfung der Querempfindlichkeiten wurden die in Tabelle 50 aufgeführten Komponenten aufgegeben.

Tabelle 50: Konzentrationswerte der Störkomponenten

Komponente	Wert	Einheit
O ₂	3* / 21	Vol.-%
H ₂ O	30	Vol.-%
CO ₂	15	Vol.-%
CO	300	mg/m ³
CH ₄	50	mg/m ³
N ₂ O	20	mg/m ³
N ₂ O (Wirbelschichtfeuerung)	100	mg/m ³
NO	300	mg/m ³
NO ₂	30	mg/m ³
NH ₃	20	mg/m ³
SO ₂	200	mg/m ³
SO ₂ (Kohlekraftwerke ohne Entschwefelung)	1000	mg/m ³
HCl	50	mg/m ³
HCl (Kohlekraftwerke)	200	mg/m ³
* Bei FIDs wird zusätzlich O ₂ mit einer Konzentration von 3 Vol.-% geprüft.		

Bei signifikanten Abweichungen von > 1,0 % wurde die Querempfindlichkeitsprüfung im größeren Messbereich der beeinflussten Komponente wiederholt. Für diesen Test wurde wenn möglich eine sinnvolle höhere Konzentration der Querempfindlichkeitskomponente gewählt. Dadurch ergab sich folgendes zusätzliches Testprogramm:

Querempfindlichkeitskomponente	Konzentration		Geprüfte Komponente		
	Wert	Einheit	Komponente	Messbereich	Einheit
CO ₂	15	Vol.-%	NO	0-2680	mg/m ³
CO ₂	15	Vol.-%	SO ₂	0-5610	mg/m ³
CH ₄	200	mg/m ³	SO ₂	0-5610	mg/m ³

Auswertung

Die Abweichungen der Messsignale bei Aufgabe der einzelnen Querempfindlichkeitskomponenten wurden ermittelt.

Alle positiven Abweichungen über 0,5 % der Prüfgaskonzentration und alle negativen Abweichungen unter -0,5 % der Prüfgaskonzentration am Nullpunkt und am Referenzpunkt wurden aufsummiert.

Bewertung

Die größte Abweichung beträgt 3,48 % für SO₂, 3,09 % für CO, 1,34 % für NO, 0,14 Vol.-% für den paramagnetischen O₂-Sensor und 0,25 Vol.-% für den Zirkondioxid-Sensor.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von 11,47 mg/m³ für SO₂, 2,23 mg/m³ für CO, 2,07 für NO, 0,08 Vol.-% für den paramagnetischen O₂-Sensor und 0,14 Vol.-% für den Zirkondioxid-Sensor verwendet.

Tabelle 51: Querempfindlichkeiten für die Komponente SO₂, Gerät 1

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)

Begleitstoff	Messgerät 1							
	Nullpunkt				Referenzpunkt			
	Sollwert mg/m ³	Istwert mg/m ³	%PG	%ZB	Sollwert mg/m ³	Istwert mg/m ³	%PG	%ZB
O ₂ 21 Vol.-%	-0,48	-0,24	≤ 0,50	-	499,98	502,12	≤ 0,50	-
O ₂ 3 Vol.-%	-0,48	-0,95	≤ 0,50	-	512,83	513,19	≤ 0,50	-
H ₂ O 30 Vol.-%	-0,71	-0,48	≤ 0,50	-	455,73	457,16	≤ 0,50	-
CO 300 mg/m ³	-0,48	-0,24	≤ 0,50	-	515,21	513,78	≤ 0,50	-
CO ₂ 15 Vol.-%	-0,48	3,69	0,88	0,73	475,71	483,92	1,73	1,44
CH ₄ 50 mg/m ³	-0,48	0,36	≤ 0,50	-	506,05	513,66	1,50	1,33
N ₂ O 100 mg/m ³	-0,12	-1,19	≤ 0,50	-	505,34	504,50	≤ 0,50	-
NO 300 mg/m ³	-0,48	-0,71	≤ 0,50	-	513,54	510,81	0,53	-0,48
NO ₂ 30 mg/m ³	-0,48	-1,07	≤ 0,50	-	516,04	514,73	≤ 0,50	-
NH ₃ 20 mg/m ³	-0,48	-1,07	≤ 0,50	-	518,06	520,92	0,55	0,50
HCl 200 mg/m ³	-0,48	-0,24	≤ 0,50	-	509,97	510,69	≤ 0,50	-
Summe positive Abweichungen				0,73				
Summe negative Abweichungen				-	3,27			
					-0,48			

Alle Abweichungen ≤ 0,5% der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt werden nicht berücksichtigt.

Tabelle 52: Querempfindlichkeiten für die Komponente SO₂, Gerät 2

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)

Begleitstoff	Messgerät 2							
	Sollwert mg/m ³	Nullpunkt			Referenzpunkt			
		Istwert mg/m ³	%PG	%ZB	Sollwert mg/m ³	Istwert mg/m ³	%PG	%ZB
O ₂ 21 Vol.-%	-1,07	-0,36	≤ 0,50	-	500,22	504,03	0,76	0,67
O ₂ 3 Vol.-%	-1,07	-0,71	≤ 0,50	-	513,54	514,02	≤ 0,50	-
H ₂ O 30 Vol.-%	-2,26	-2,14	≤ 0,50	-	454,66	458,47	0,84	0,67
CO 300 mg/m ³	-1,07	-0,36	≤ 0,50	-	519,37	517,35	≤ 0,50	-
CO ₂ 15 Vol.-%	-1,07	2,50	0,74	0,63	481,19	487,61	1,33	1,12
CH ₄ 50 mg/m ³	-1,07	-0,12	≤ 0,50	-	509,97	515,80	1,14	1,02
N ₂ O 100 mg/m ³	-0,59	-1,43	≤ 0,50	-	509,26	509,14	≤ 0,50	-
NO 300 mg/m ³	-1,07	-0,59	≤ 0,50	-	519,37	516,40	0,57	-0,52
NO ₂ 30 mg/m ³	-1,07	-0,59	≤ 0,50	-	520,56	519,61	≤ 0,50	-
NH ₃ 20 mg/m ³	-1,07	-0,95	≤ 0,50	-	517,11	519,61	≤ 0,50	-
HCl 200 mg/m ³	-1,07	-0,59	≤ 0,50	-	514,61	515,57	≤ 0,50	-
Summe positive Abweichungen				0,63				
Summe negative Abweichungen				-	3,48			

Alle Abweichungen ≤ 0,5% der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt werden nicht berücksichtigt.

maximale Abweichung **3,48** **%ZB** = **19,87** **mg/m³**
maximale Unsicherheit u = **11,47** **mg/m³** = max Δx / √3 (D.6)

Tabelle 53: Querempfindlichkeiten für die Komponente SO₂, Gerät 1
 Zusatztests im hohen Messbereich

Messgerät: Fuji ZRE im Labortest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 5710 mg/m³)

Begleitstoff	Messgerät 1			
	Referenzpunkt			
	Sollwert mg/m ³	Istwert mg/m ³	%PG	%ZB
CO ₂ 15 Vol.-%	5.171	5.208	1,00	1,00
CH ₄ 200 mg/m ³	5.229	5.247	≤ 0,50	-
Summe positive Abweichungen				1,00
Summe negative Abweichungen				

Alle Abweichungen ≤ 0,5% der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt werden nicht berücksichtigt.

Tabelle 54: Querempfindlichkeiten für die Komponente SO₂, Gerät 2
Zusatztests im hohen Messbereich

Messgerät: Fuji ZRE im Labortest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 5710 mg/m³)

Begleitstoff	Messgerät 2 Referenzpunkt			
	Sollwert mg/m ³	Istwert mg/m ³	%PG	%ZB
CO ₂ 15 Vol.-%	5.139	5.177	1,00	1,00
CH ₄ 200 mg/m ³	5.179	5.198	≤ 0,50	-
Summe positive Abweichungen				1,00
Summe negative Abweichungen				

Alle Abweichungen ≤ 0,5% der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt werden nicht berücksichtigt.

Tabelle 55: Querempfindlichkeiten für die Komponente CO, Gerät 1

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 125 mg/m³)

Begleitstoff	Messgerät 1							
	Nullpunkt				Referenzpunkt			
	Sollwert mg/m ³	Istwert mg/m ³	%PG	%ZB	Sollwert mg/m ³	Istwert mg/m ³	%PG	%ZB
O ₂ 21 Vol.-%	-0,63	-0,60	≤ 0,50	-	108,26	110,36	1,94	1,68
O ₂ 3 Vol.-%	-0,63	-0,89	≤ 0,50	-	107,81	108,07	≤ 0,50	-
H ₂ O 30 Vol.-%	0,13	0,00	≤ 0,50	-	110,68	110,73	≤ 0,50	-
CO ₂ 15 Vol.-%	-0,63	0,39	0,91	0,82	111,95	112,63	0,61	0,54
CH ₄ 50 mg/m ³	-0,63	-0,76	≤ 0,50	-	110,63	110,00	0,57	-0,50
N ₂ O 20 mg/m ³	-0,03	1,09	1,04	0,90	107,19	108,28	1,02	0,87
NO 300 mg/m ³	-0,63	-0,70	≤ 0,50	-	110,29	110,39	≤ 0,50	-
NO ₂ 30 mg/m ³	-0,63	-0,94	≤ 0,50	-	110,91	111,12	≤ 0,50	-
NH ₃ 20 mg/m ³	-0,63	-0,73	≤ 0,50	-	111,35	110,99	≤ 0,50	-
SO ₂ 1000 mg/m ³	-0,63	-0,60	≤ 0,50	-	110,60	110,49	≤ 0,50	-
HCl 200 mg/m ³	-0,63	-0,91	≤ 0,50	-	109,82	109,43	≤ 0,50	-
Summe positive Abweichungen				1,72				
Summe negative Abweichungen				-	3,09			
					-0,50			

Alle Abweichungen ≤ 0,5% der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt werden nicht berücksichtigt.

Tabelle 56: Querempfindlichkeiten für die Komponente CO, Gerät 2

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 125 mg/m³)

Begleitstoff	Messgerät 2							
	Sollwert mg/m ³	Nullpunkt				Referenzpunkt		
		Istwert mg/m ³	%PG	%ZB	Sollwert mg/m ³	Istwert mg/m ³	%PG	%ZB
O ₂ 21 Vol.-%	-0,55	-0,31	≤ 0,50	-	110,03	112,06	1,84	1,62
O ₂ 3 Vol.-%	-0,55	-0,68	≤ 0,50	-	109,53	109,77	≤ 0,50	-
H ₂ O 30 Vol.-%	-0,21	-0,10	≤ 0,50	-	109,95	109,87	≤ 0,50	-
CO ₂ 15 Vol.-%	-0,55	0,16	0,63	0,57	111,93	112,66	0,65	0,58
CH ₄ 50 mg/m ³	-0,55	-0,60	≤ 0,50	-	110,94	110,18	- 0,69	-0,61
N ₂ O 20 mg/m ³	-0,36	0,78	1,06	0,91	107,08	108,15	1,00	0,86
NO 300 mg/m ³	-0,55	-0,55	≤ 0,50	-	112,06	112,11	≤ 0,50	-
NO ₂ 30 mg/m ³	-0,55	-0,52	≤ 0,50	-	112,63	112,89	≤ 0,50	-
NH ₃ 20 mg/m ³	-0,55	-0,63	≤ 0,50	-	112,55	112,66	≤ 0,50	-
SO ₂ 1000 mg/m ³	-0,55	-0,63	≤ 0,50	-	112,32	112,32	≤ 0,50	-
HCl 200 mg/m ³	-0,55	-0,70	≤ 0,50	-	111,61	111,20	≤ 0,50	-
Summe positive Abweichungen				1,48				
Summe negative Abweichungen				-	3,06			
					-0,61			

Alle Abweichungen ≤ 0,5% der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt werden nicht berücksichtigt.

maximale Abweichung **3,09** **%ZB** = **3,86** **mg/m³**
maximale Unsicherheit u = **2,23** **mg/m³** = max Δx / √3 (D.6)

Tabelle 57: Querempfindlichkeiten für die Komponente NO, Gerät 1

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)

Begleitstoff	Messgerät 1							
	Nullpunkt				Referenzpunkt			
	Sollwert mg/m ³	Istwert mg/m ³	%PG	%ZB	Sollwert mg/m ³	Istwert mg/m ³	%PG	%ZB
O ₂ 21 Vol.-%	1,67	-0,28	– 0,81	-0,73	241,54	240,53	≤ 0,50	-
O ₂ 3 Vol.-%	1,67	1,12	≤ 0,50	-	234,84	232,77	– 0,88	-0,77
H ₂ O 30 Vol.-%	0,28	0,00	≤ 0,50	-	236,68	237,24	≤ 0,50	-
CO 300 mg/m ³	1,67	1,34	≤ 0,50	-	238,69	238,35	≤ 0,50	-
CO ₂ 15 Vol.-%	1,67	5,25	1,53	1,34	234,28	236,45	0,93	0,81
CH ₄ 50 mg/m ³	1,67	1,51	≤ 0,50	-	237,63	237,35	≤ 0,50	-
N ₂ O 100 mg/m ³	-0,39	-0,39	≤ 0,50	-	242,04	241,26	≤ 0,50	-
NO ₂ 30 mg/m ³	-0,45	-0,28	≤ 0,50	-	237,24	236,96	≤ 0,50	-
NH ₃ 20 mg/m ³	1,67	1,56	≤ 0,50	-	240,08	239,64	≤ 0,50	-
SO ₂ 1000 mg/m ³	1,67	1,28	≤ 0,50	-	238,86	238,69	≤ 0,50	-
HCl 200 mg/m ³	1,67	2,07	≤ 0,50	-	234,89	235,06	≤ 0,50	-
Summe positive Abweichungen				1,34				
Summe negative Abweichungen				-0,73				

Alle Abweichungen ≤ 0,5% der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt werden nicht berücksichtigt.

Tabelle 58: Querempfindlichkeiten für die Komponente NO, Gerät 2

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)

Begleitstoff	Messgerät 2							
	Sollwert mg/m ³	Nullpunkt				Referenzpunkt		
		Istwert mg/m ³	%PG	%ZB	Sollwert mg/m ³	Istwert mg/m ³	%PG	%ZB
O ₂ 21 Vol.-%	2,40	0,28	- 0,87	-0,79	243,10	241,98	≤ 0,50	-
O ₂ 3 Vol.-%	2,40	2,01	≤ 0,50	-	236,18	234,50	- 0,71	-0,63
H ₂ O 30 Vol.-%	-0,45	-0,22	≤ 0,50	-	237,35	237,68	≤ 0,50	-
CO 300 mg/m ³	2,40	2,12	≤ 0,50	-	238,86	238,69	≤ 0,50	-
CO ₂ 15 Vol.-%	2,40	5,64	1,38	1,21	234,95	237,29	1,00	0,87
CH ₄ 50 mg/m ³	2,40	2,01	≤ 0,50	-	237,18	237,29	≤ 0,50	-
N ₂ O 100 mg/m ³	-0,50	-0,67	≤ 0,50	-	243,15	242,43	≤ 0,50	-
NO ₂ 30 mg/m ³	0,00	-0,06	≤ 0,50	-	238,46	238,19	≤ 0,50	-
NH ₃ 20 mg/m ³	2,40	2,23	≤ 0,50	-	240,98	240,14	≤ 0,50	-
SO ₂ 1000 mg/m ³	2,40	2,07	≤ 0,50	-	239,13	238,41	≤ 0,50	-
HCl 200 mg/m ³	2,40	2,46	≤ 0,50	-	235,11	235,39	≤ 0,50	-
Summe positive Abweichungen					1,21			0,87
Summe negative Abweichungen					-0,79			-0,63

Alle Abweichungen ≤ 0,5% der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt werden nicht berücksichtigt.

maximale Abweichung **1,34** **%ZB** = **3,59 mg/m³**
maximale Unsicherheit u = **2,07** **mg/m³** = max Δx / √3 (D.6)

Tabelle 59: Querempfindlichkeiten für die Komponente NO, Gerät 1
 Zusatztests im hohen Messbereich

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 2680 mg/m³)

Begleitstoff	Messgerät 1			
	Sollwert mg/m ³	Nullpunkt		
		Istwert mg/m ³	%PG	%ZB
CO ₂ 15 Vol.-%	-25,13	-20,66	≤ 0,50	-
Summe positive Abweichungen				-
Summe negative Abweichungen				-

Alle Abweichungen ≤ 0,5% der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt werden nicht berücksichtigt.

Tabelle 60: Querempfindlichkeiten für die Komponente NO, Gerät 2
Zusatztests im hohen Messbereich

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 2680 mg/m³)

Begleitstoff	Messgerät 2			
	Sollwert mg/m ³	Istwert mg/m ³	%PG	%ZB
CO ₂ 15 Vol.-%	5,03	11,17	≤ 0,50	-
Summe positive Abweichungen				-
Summe negative Abweichungen				-

Alle Abweichungen ≤ 0,5% der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt werden nicht berücksichtigt.

Tabelle 61: Querempfindlichkeiten für die Komponente O₂, Gerät 1
(paramagnetischer Sensor)

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Begleitstoff	Messgerät 1								
	Sollwert Vol.-%	Nullpunkt		Referenzpunkt		Sollwert Vol.-%	Referenzpunkt		
		Messwert Vol.-%	Abweichung %PG	Messwert Vol.-%	Abweichung Vol.-%		Messwert Vol.-%	Abweichung %PG	Abweichung Vol.-%
H ₂ O 30 Vol.-%	0,01	0,00	≤ 0,50	-	18,94	18,95	≤ 0,50	-	-
CO 300 mg/m ³	-0,03	-0,05	≤ 0,50	-	19,86	19,85	≤ 0,50	-	-
CO ₂ 15 Vol.-%	-0,03	-0,08	≤ 0,50	-	19,27	19,23	≤ 0,50	-	-
CH ₄ 50 mg/m ³	-0,03	-0,06	≤ 0,50	-	19,48	19,47	≤ 0,50	-	-
N ₂ O 100 mg/m ³	-0,03	0,00	≤ 0,50	-	19,70	19,68	≤ 0,50	-	-
NO 300 mg/m ³	-0,03	-0,05	≤ 0,50	-	19,49	19,55	≤ 0,50	-	-
NO ₂ 30 mg/m ³	-0,03	-0,03	≤ 0,50	-	19,41	19,55	0,72	0,14	-
NH ₃ 20 mg/m ³	-0,01	-0,02	≤ 0,50	-	19,53	19,53	≤ 0,50	-	-
SO ₂ 1000 mg/m ³	-0,03	-0,05	≤ 0,50	-	19,48	19,48	≤ 0,50	-	-
HCl 200 mg/m ³	-0,03	-0,05	≤ 0,50	-	19,35	19,31	≤ 0,50	-	-
Summe positive Abweichungen				-					0,14
Summe negative Abweichungen				-					-

Alle Abweichungen ≤ 0,5% der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt werden nicht berücksichtigt.

Tabelle 63: Querempfindlichkeiten für die Komponente O₂, Gerät 1 (Zirkondioxid-Sensor)

Messgerät: ZFK7 im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Begleitstoff	Messgerät 1								
	Nullpunkt				Referenzpunkt				
	Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Abweichung %PG	Vol.-%	Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Abweichung %PG	Vol.-%	
H ₂ O 30 Vol.-%	1,84	1,83	≤ 0,50	-	19,41	19,41	≤ 0,50	-	
CO 300 mg/m ³	1,89	1,86	≤ 0,50	-	19,52	19,49	≤ 0,50	-	
CO ₂ 15 Vol.-%	1,82	1,88	≤ 0,50	-	19,30	19,54	1,24	0,24	
CH ₄ 50 mg/m ³	1,89	1,88	≤ 0,50	-	19,42	19,41	≤ 0,50	-	
N ₂ O 100 mg/m ³	1,89	1,89	≤ 0,50	-	19,36	19,35	≤ 0,50	-	
NO 300 mg/m ³	1,88	1,86	≤ 0,50	-	19,56	19,54	≤ 0,50	-	
NO ₂ 30 mg/m ³	1,89	1,88	≤ 0,50	-	19,53	19,55	≤ 0,50	-	
NH ₃ 20 mg/m ³	1,92	1,90	≤ 0,50	-	19,60	19,59	≤ 0,50	-	
SO ₂ 1000 mg/m ³	1,91	1,89	≤ 0,50	-	19,56	19,57	≤ 0,50	-	
HCl 200 mg/m ³	1,89	1,88	≤ 0,50	-	19,44	19,41	≤ 0,50	-	
Summe positive Abweichungen				-					0,24
Summe negative Abweichungen				-					-

Alle Abweichungen ≤ 0,5% der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt werden nicht berücksichtigt.

Tabelle 64: Querempfindlichkeiten für die Komponente O₂, Gerät 2
 (Zirkondioxid-Sensor)

Messgerät: ZFK7 im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Begleitstoff	Messgerät 2								
	Sollwert Vol.-%	Nullpunkt				Referenzpunkt			
		Messwert Vol.-%	Abweichung %PG	Vol.-%	Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Abweichung %PG	Vol.-%	
H ₂ O 30 Vol.-%	1,90	1,91	≤ 0,50	-	19,47	19,48	≤ 0,50	-	
CO 300 mg/m ³	1,95	1,92	≤ 0,50	-	19,61	19,58	≤ 0,50	-	
CO ₂ 15 Vol.-%	1,86	1,91	≤ 0,50	-	19,36	19,61	1,29	0,25	
CH ₄ 50 mg/m ³	1,94	1,92	≤ 0,50	-	19,45	19,45	≤ 0,50	-	
N ₂ O 100 mg/m ³	1,94	1,94	≤ 0,50	-	19,42	19,43	≤ 0,50	-	
NO 300 mg/m ³	1,94	1,92	≤ 0,50	-	19,67	19,66	≤ 0,50	-	
NO ₂ 30 mg/m ³	1,95	1,89	≤ 0,50	-	19,72	19,67	≤ 0,50	-	
NH ₃ 20 mg/m ³	1,97	1,96	≤ 0,50	-	19,72	19,72	≤ 0,50	-	
SO ₂ 1000 mg/m ³	1,95	1,94	≤ 0,50	-	19,66	19,67	≤ 0,50	-	
HCl 200 mg/m ³	1,92	1,93	≤ 0,50	-	19,56	19,53	≤ 0,50	-	
Summe positive Abweichungen				-				0,25	
Summe negative Abweichungen				-				-	

Alle Abweichungen ≤ 0,5% der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt werden nicht berücksichtigt.

maximale Abweichung **0,25 Vol.-%**
maximale Unsicherheit u = **0,14 Vol.-%** = max Δx / √3 (D.6)

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Abweichungen am Null- und Referenzpunkt unter Einfluss der einzelnen Störkomponenten sind ab Tabelle 175 dargestellt.

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° betragen.

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

Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht notwendig.

Durchführung der Prüfung

Die AMS ist keine In-situ-AMS.

Auswertung

Die AMS ist keine In-situ-AMS.

Bewertung

Die AMS ist keine In-situ-AMS.

Damit ist die Mindestanforderung nicht zutreffend.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

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

Die Prüfung erfolgte mit den beschriebenen Justiermitteln (Nullgas/Prüfgas), hier im speziellen Stickstoffmonoxid in Stickstoff und Luft oder Sauerstoff. Des Weiteren wurde ein Ozongenerator der verschiedene Mengen von Ozon aus Sauerstoff erzeugen kann, eingesetzt.

Durchführung der Prüfung

Dem Analysator wurde Stickstoffmonoxid und Luft/Sauerstoff mit Überschuss aufgegeben.

Der Ozongenerator war zunächst ausgeschaltet und die Konzentration des NO wurde ermittelt.

Anschließend wurde der Ozongenerator eingeschaltet und seine Leistung so verändert, dass mindestens fünf verschiedene Ozonkonzentrationen erzeugt wurden. Dann wurden die angezeigten Konzentrationen des NO 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.

Auswertung

Die erste Überprüfung des Konverters fand Ende Mai statt. Hier ergab die Überprüfung einen mittleren Konverterwirkungsgrad von 96,9 % für Gerät 1 und 98,1 % für Gerät 2. Bei der zweiten Überprüfung Ende September ergab die Überprüfung einen mittleren Konverterwirkungsgrad von 92,6 % für Gerät 1 und 93,4 % für Gerät 2. Dieser Wirkungsgrad zum Ende des Felstests ist nicht ausreichend. Die Abnahme des Konverterwirkungsgrades wird durch den „Verbrauch“ des Konvertermaterials verursacht. Es wurde daher eine mittlere Abnahme des Konverterwirkungsgrades über die Feldtestzeit bestimmt, dadurch ergab sich die monatliche Abnahme des Wirkungsgrades. Der mittlere Konverterwirkungsgrad zu Beginn des Feldtests reduziert um die monatliche Abnahme ergibt somit den Wirkungsgrad zum Ende des notwendigen Wartungsintervalls in dem die Konverterfüllung erneuert werden muss. Da der wirkliche Konverterwirkungsgrad nach 1 Monat Wartungsintervall in der Eignungsprüfung nicht belegt werden konnte, beinhaltet die Eignungsbekanntgabe nur die Komponente NO.

Bewertung

Der Konverterwirkungsgrad nach 4 Wochen ist rechnerisch ausreichend, kann aber mit Messdaten nicht belegt werden, daher gilt dieser Prüfpunkt als nicht bestanden. Daher erfolgte eine Zulassung ohne Konverter als NO-Messung.

Damit wurde die Mindestanforderung nicht eingehalten.

Tabelle 65: Konverterwirkungsgrad

Messgerät: ZRE im Feldtest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)

vor dem Feldtest **Datum:** 27.05.2009

Ozon %	Gerät 1			Gerät 2		
	NO mg/m ³	NO _x mg/m ³	E %	NO mg/m ³	NO _x mg/m ³	E %
0	223,28	223,28	-	223,45	223,45	-
20	223,28	218,25	97,7	223,45	220,43	98,7
40	223,28	216,80	97,1	223,45	220,10	98,5
50	223,28	215,80	96,6	223,45	220,21	98,6
60	223,28	215,96	96,7	223,45	219,70	98,3
80	223,28	214,68	96,1	223,45	215,74	96,6
Ø	223,28	216,30	96,9	223,45	219,24	98,1

nach dem Feldtest **Datum:** 30.09.2009

Ozon %	Gerät 1			Gerät 2		
	NO mg/m ³	NO _x mg/m ³	E %	NO mg/m ³	NO _x mg/m ³	E %
0	216,35	216,35	-	219,76	220,26	-
20	216,35	210,49	97,3	219,76	214,90	97,8
40	216,35	206,64	95,5	219,76	208,04	94,7
50	216,35	199,55	92,2	219,76	204,96	93,3
60	216,35	195,36	90,3	219,76	201,00	91,5
80	216,35	189,55	87,6	219,76	197,71	90,0
Ø	216,35	200,32	92,6	219,8	205,3	93,4
Abnahme			4,3			4,7

Max. Abnahme in %	4,7 %
Abnahme je 4 Wochen	1,18 %
Min Wirkungsgrad nach 4 Wochen	96,9 %
Maximale Abweichung in mg/m³	8,31 mg/m³

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

6b.22 [6.22 Responsefaktoren]

Automatische Messeinrichtungen zur Messung von Gesamt-Kohlenstoff (TOC) müssen die folgende 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

Die AMS misst keinen Gesamt-Kohlenstoff.

Auswertung

Die AMS misst keinen Gesamt-Kohlenstoff.

Bewertung

Die AMS misst keinen Gesamt-Kohlenstoff.

Damit ist die Mindestanforderung nicht zutreffend.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

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. Für die Komponente SO₂ erfolgten Anreicherungen im Rahmen der ersten Kalibrierung.

Die Messpunkte wurden nach DIN EN 15259 ausgewählt.

Auswertung

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

Bewertung

Die Korrelationskoeffizient R^2 der Kalibrierfunktion liegen für SO₂ zwischen 0,9979 und 0,9996, für CO zwischen 0,9941 und 0,9990, für NO zwischen 0,9935 und 0,9990 für den paramagnetischen O₂-Sensor zwischen 0,9947 und 0,9992 und für den Zirkondioxid-Sensor zwischen 0,9864 und 0,9948. 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 66 bis Tabelle 71 und in den Abbildung 29 bis Abbildung 34 im Folgenden dargestellt.

Tabelle 66: Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 1 für SO₂
ZRE im Feldtest: Parameter Gerät 1, 1. Kalibrierung

Komponente	SO ₂
Gaszustand Messgerät	ntr
Messbereich	0 - 536,7 mg/m ³
Zertifizierungsbereich	0 - 571 mg/m ³
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte
Steigung b	0,943 mg/m ³ /mA
Achsenabschnitt a	-1,901 mg/m ³
Standardabweichung s _D	3,12 mg/m ³
Korrelationskoeffizient R²	0,9995
Emissionsgrenzwert (E)	200 mg/m ³
Konfidenzintervall	20 % des Grenzwertes
Konfidenzintervall	40 mg/m ³
15 % des Grenzwertes	30 mg/m ³
Differenz y _{smax} - y _{smin}	419,6 mg/m ³

 *) Differenz y_{smax} - y_{smin} ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

Variabilitätsprüfung Gerät 1

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m ³ (ntr)	Messwerte AMS mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i mg/m ³	Differenz D _i - D _{Mittel} mg/m ³	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² mg/m ³
1	0,59	0,79	-0,20	-0,20	0,04
2	0,11	0,79	-0,68	-0,68	0,47
3	0,10	0,79	-0,69	-0,69	0,48
4	0,10	0,79	-0,69	-0,69	0,48
5	0,48	0,79	-0,31	-0,31	0,10
6	0,11	0,79	-0,68	-0,68	0,47
7	0,09	0,79	-0,70	-0,70	0,49
8	0,09	0,79	-0,70	-0,70	0,49
9	0,23	0,79	-0,56	-0,56	0,32
10	0,10	0,79	-0,69	-0,69	0,48
11	0,10	0,79	-0,69	-0,69	0,48
12	253,99	250,02	3,97	3,97	15,75
13	419,70	425,78	-6,08	-6,08	36,99
14	321,28	321,47	-0,19	-0,19	0,04
15	195,56	186,64	8,92	8,92	79,53
Mittelwert			0,00		
Summe					136,59
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s _D =	3,12 mg/m ³
geforderte Messunsicherheit σ ₀	= 20% x E / 1,96 =	20,4 mg/m ³
k _v		0,9761
Prüfung	s _D ≤ σ ₀ x k _v	s _D ≤ 19,9
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

Tabelle 67: Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 2 für SO₂

ZRE im Feldtest: Parameter Gerät 2, 1. Kalibrierung

Komponente	SO ₂
Gaszustand Messgerät	ntr
Messbereich	0 - 542 mg/m ³
Zertifizierungsbereich	0 - 571 mg/m ³
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte
Steigung b	0,954 mg/m ³ /mA
Achsenabschnitt a	-2,691 mg/m ³
Standardabweichung s _D	2,80 mg/m ³
Korrelationskoeffizient R ²	0,9996
Emissionsgrenzwert (E)	200 mg/m ³
Konfidenzintervall	20 % des Grenzwertes
Konfidenzintervall	40 mg/m ³
15 % des Grenzwertes	30 mg/m ³
Differenz y _{smax} - y _{smin}	419,6 mg/m ³

*) Differenz y_{smax} - y_{smin} ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

Variabilitätsprüfung Gerät 2

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m ³ (ntr)	Messwerte AMS mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i mg/m ³	Differenz D _i - D _{Mittel} mg/m ³	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² mg/m ³
1	0,59	0,03	0,56	0,56	0,31
2	0,11	0,03	0,08	0,08	0,01
3	0,10	0,62	-0,52	-0,52	0,27
4	0,10	2,42	-2,32	-2,32	5,39
5	0,48	3,48	-3,00	-3,00	9,01
6	0,11	0,03	0,08	0,08	0,01
7	0,09	0,03	0,06	0,06	0,00
8	0,09	0,03	0,06	0,06	0,00
9	0,23	0,03	0,20	0,20	0,04
10	0,10	0,88	-0,78	-0,78	0,61
11	0,10	0,03	0,07	0,07	0,00
12	253,99	250,29	3,70	3,70	13,68
13	419,70	424,58	-4,88	-4,88	23,83
14	321,28	322,03	-0,75	-0,75	0,57
15	195,56	188,09	7,47	7,47	55,77
Mittelwert			0,00		
Summe					109,51
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s _D =	2,80 mg/m ³
geforderte Messunsicherheit σ ₀	= 20% x E / 1,96 =	20,4 mg/m ³
k _v		0,9761
Prüfung	s _D ≤ σ ₀ x k _v	s _D ≤ 19,9
Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

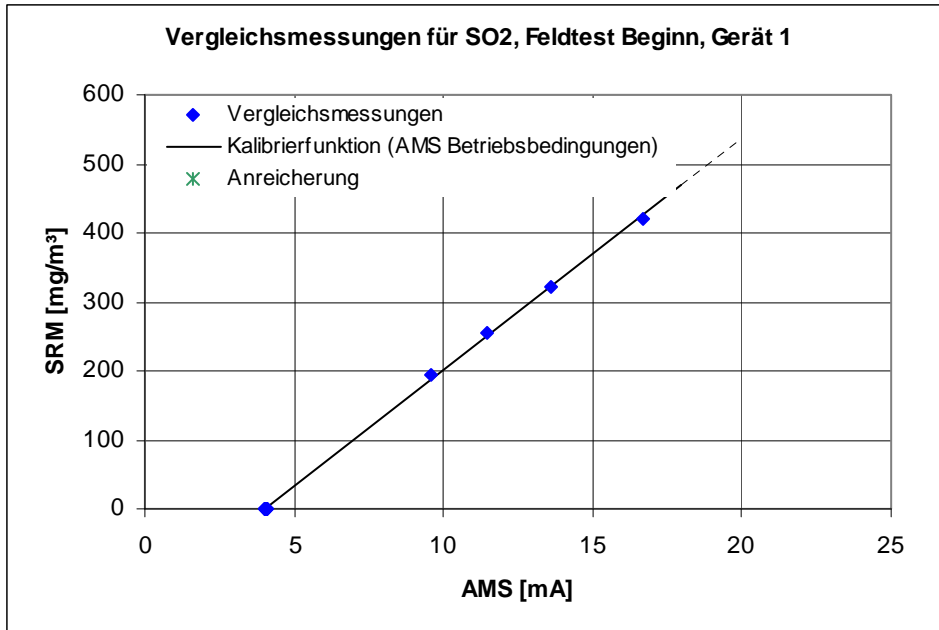


Abbildung 29: Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 1 für SO₂

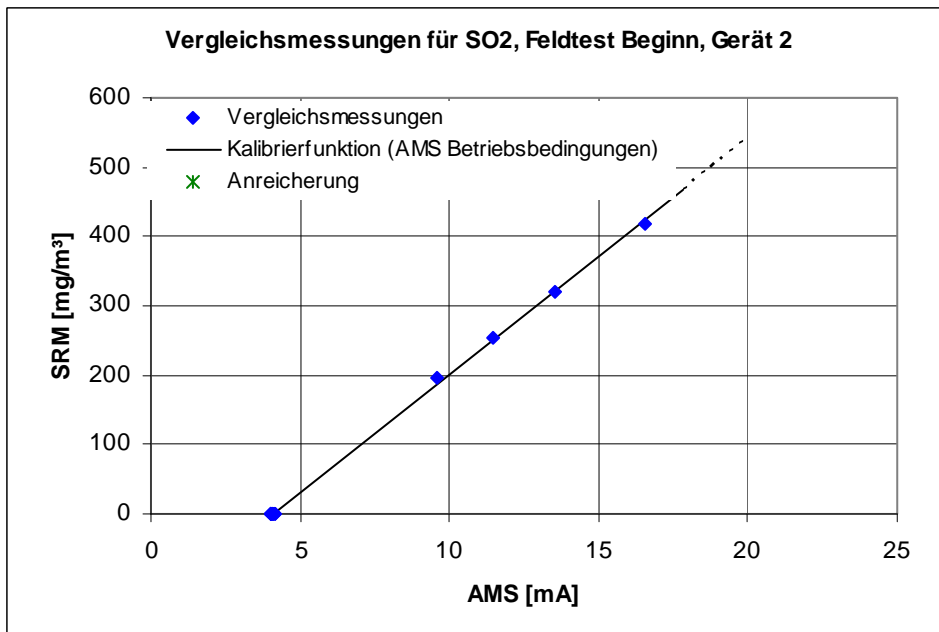


Abbildung 30: Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 2 für SO₂

Tabelle 68: Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 1 für SO₂

ZRE im Feldtest: Parameter Gerät 1, 2. Kalibrierung

Komponente	SO ₂
Gaszustand Messgerät	ntr
Messbereich	0 - 573,5 mg/m ³
Zertifizierungsbereich	0 - 571 mg/m ³
Rechenmethode *)	Punktehaufen mit 0- und Ref.-Punkt
Steigung b	36,510 mg/m ³ /mA
Achsenabschnitt a	-156,698 mg/m ³
Standardabweichung s _D	4,63 mg/m ³
Korrelationskoeffizient R²	0,9979
Emissionsgrenzwert (E)	200 mg/m ³
Konfidenzintervall	20 % des Grenzwertes
Konfidenzintervall	40 mg/m ³
15 % des Grenzwertes	30 mg/m ³
Differenz y _{smax} - y _{smin}	0,0 mg/m ³

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

Variabilitätsprüfung Gerät 1

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m ³ (ntr)	Messwerte AMS mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i mg/m ³	Differenz D _i - D _{Mittel} mg/m ³	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² mg/m ³
1	0,00	4,17	-4,17	-3,40	11,537
2	0,00	6,05	-6,05	-5,28	27,843
3	0,01	13,00	-12,99	-12,22	149,247
4	0,00	4,76	-4,76	-3,99	15,894
5	0,00	3,27	-3,27	-2,50	6,233
6	0,00	0,21	-0,21	0,56	0,317
7	0,00	-0,30	0,30	1,07	1,152
8	0,00	-0,93	0,93	1,70	2,901
9	0,00	-3,01	3,01	3,78	14,314
10	0,00	-2,56	2,56	3,33	11,111
11	0,00	-1,93	1,93	2,70	7,308
12	0,00	-2,33	2,33	3,10	9,631
13	0,00	-2,05	2,05	2,82	7,971
14	0,00	-3,42	3,42	4,19	17,584
15	0,00	-3,32	3,32	4,09	16,755
Mittelwert			-0,77		
Summe					299,799
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s _D =	4,63 mg/m ³
geforderte Messunsicherheit σ ₀	= 20% x E / 1,96 =	20,4 mg/m ³
k _v		0,9761
Prüfung	s _D ≤ σ ₀ x k _v	s _D ≤ 19,9
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

Tabelle 69: Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 2 für SO₂
ZRE im Feldtest: Parameter Gerät 2, 2. Kalibrierung

Komponente	SO ₂
Gaszustand Messgerät	ntr
Messbereich	0 - 573,8 mg/m ³
Zertifizierungsbereich	0 - 571 mg/m ³
Rechenmethode *)	Punktehaufen mit 0- und Ref.-Punkt
Steigung b	36,531 mg/m ³ /mA
Achsenabschnitt a	-156,854 mg/m ³
Standardabweichung s _D	3,88 mg/m ³
Korrelationskoeffizient R²	0,9983
Emissionsgrenzwert (E)	200 mg/m ³
Konfidenzintervall	20 % des Grenzwertes
Konfidenzintervall	40 mg/m ³
15 % des Grenzwertes	30 mg/m ³
Differenz y _{smax} - y _{smin}	0,0 mg/m ³

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

Variabilitätsprüfung Gerät 2

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m ³ (ntr)	Messwerte AMS mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i mg/m ³	Differenz D _i - D _{Mittel} mg/m ³	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² mg/m ³
1	0,00	2,00	-2,00	-1,24	1,526
2	0,00	1,72	-1,72	-0,96	0,913
3	0,01	3,81	-3,80	-3,04	9,213
4	0,00	8,23	-8,23	-7,47	55,731
5	0,00	6,74	-6,74	-5,98	35,705
6	0,00	-0,77	0,77	1,53	2,355
7	0,00	-2,13	2,13	2,89	8,379
8	0,00	-1,56	1,56	2,32	5,404
9	0,00	-4,70	4,70	5,46	29,863
10	0,00	-5,01	5,01	5,77	33,347
11	0,00	-0,16	0,16	0,92	0,855
12	0,00	-3,69	3,69	4,45	19,844
13	0,00	1,87	-1,87	-1,11	1,222
14	0,00	2,20	-2,20	-1,44	2,060
15	0,00	2,93	-2,93	-2,17	4,689
Mittelwert			-0,76		
Summe					211,105
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s _D =	3,88 mg/m ³
geforderte Messunsicherheit σ ₀	= 20% x E / 1,96 =	20,4 mg/m ³
k _v		0,9761
Prüfung	s _D ≤ σ ₀ x k _v	s _D ≤ 19,9
Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

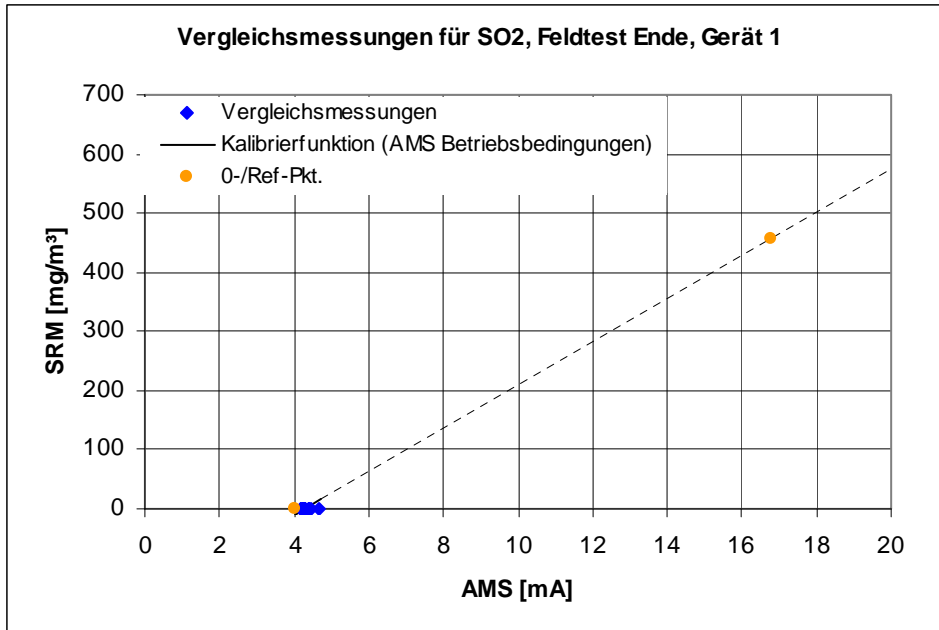


Abbildung 31: Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 1 für SO₂

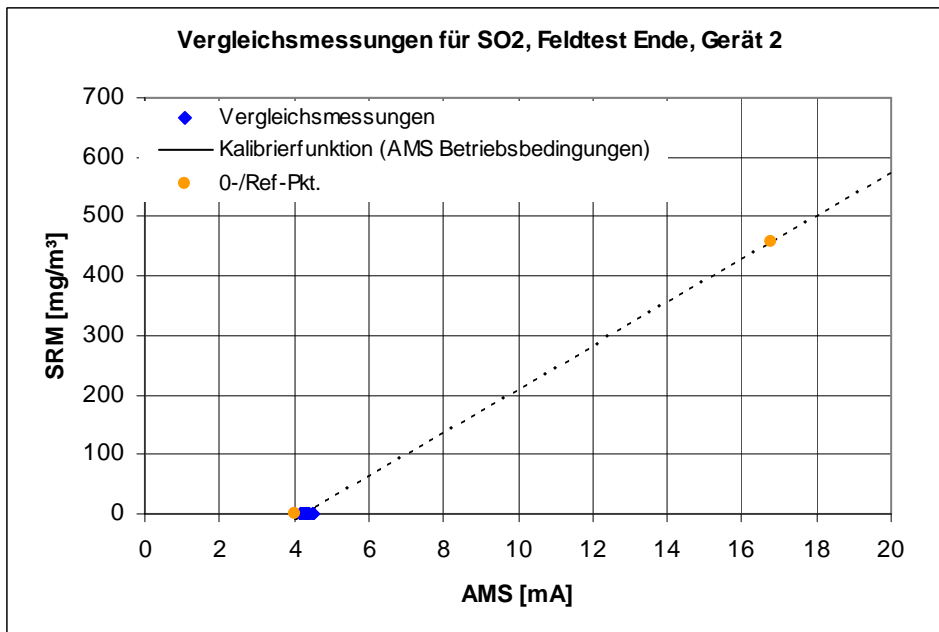


Abbildung 32: Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 2 für SO₂

Tabelle 70: Variabilitätsprüfung, Gerät 1 für SO₂
Variabilitätsprüfung Gerät 1 für SO₂:
2. Kalibrierung als Funktionsprüfung

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m ³ (ntr)	Gerät 1 mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i - D _{Mittel} mg/m ³ (ntr)	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² mg/m ³ (ntr)
1	0,00	2,25	-2,25	-0,08	0,007
2	0,00	2,30	-2,30	-0,13	0,018
3	0,01	2,48	-2,47	-0,30	0,093
4	0,00	2,27	-2,27	-0,10	0,011
5	0,00	2,23	-2,23	-0,06	0,004
6	0,00	2,15	-2,15	0,02	0,000
7	0,00	2,14	-2,14	0,03	0,001
8	0,00	2,12	-2,12	0,05	0,002
9	0,00	2,07	-2,07	0,10	0,009
10	0,00	2,08	-2,08	0,09	0,007
11	0,00	2,10	-2,10	0,07	0,004
12	0,00	2,09	-2,09	0,08	0,006
13	0,00	2,09	-2,09	0,08	0,006
14	0,00	2,06	-2,06	0,11	0,011
15	0,00	2,06	-2,06	0,11	0,011
Mittelwert			-2,17		
Summe					0,190
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	$s_D =$	0,1 mg/m ³
geforderte Messunsicherheit σ_0	$= 20\% \times E / 1,96 =$	20,4 mg/m ³
k_v		0,9761
Prüfung	$s_D \leq 1,5 \times \sigma_0 \times k_v$	$s_D \leq 29,9$
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		
$t_{0,95 (N-1)}$		2,1448
Differenzenmittelwert	$ D =$	2,2 mg/m ³
Prüfung	$ D \leq$	20,5
Die Kalibrierfunktion ist gültig		

Tabelle 71: Variabilitätsprüfung, Gerät 2 für SO₂

Variabilitätsprüfung Gerät 2 für SO₂:
2. Kalibrierung als Funktionsprüfung

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m ³ (ntr)	Gerät 2 mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i - D _{Mittel} mg/m ³ (ntr)	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² mg/m ³ (ntr)
1	0,00	1,46	-1,46	-0,04	0,001
2	0,00	1,45	-1,45	-0,03	0,001
3	0,01	1,50	-1,49	-0,07	0,004
4	0,00	1,62	-1,62	-0,20	0,039
5	0,00	1,58	-1,58	-0,16	0,025
6	0,00	1,39	-1,39	0,03	0,001
7	0,00	1,35	-1,35	0,07	0,005
8	0,00	1,36	-1,36	0,06	0,004
9	0,00	1,28	-1,28	0,14	0,021
10	0,00	1,27	-1,27	0,15	0,024
11	0,00	1,40	-1,40	0,02	0,001
12	0,00	1,31	-1,31	0,11	0,013
13	0,00	1,45	-1,45	-0,03	0,001
14	0,00	1,46	-1,46	-0,04	0,001
15	0,00	1,48	-1,48	-0,06	0,003
Mittelwert			-1,42		
Summe					0,143
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	$s_D =$	0,1 mg/m ³
geforderte Messunsicherheit σ_0	$= 20\% \times E / 1,96 =$	20,4 mg/m ³
k_V		0,9761
Prüfung	$s_D \leq 1,5 \times \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq 29,9$
Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		
$t_{0,95 (N-1)}$		2,1448
Differenzenmittelwert	$ D =$	1,4 mg/m ³
Prüfung	$ D \leq$	20,5
Die Kalibrierfunktion ist gültig		

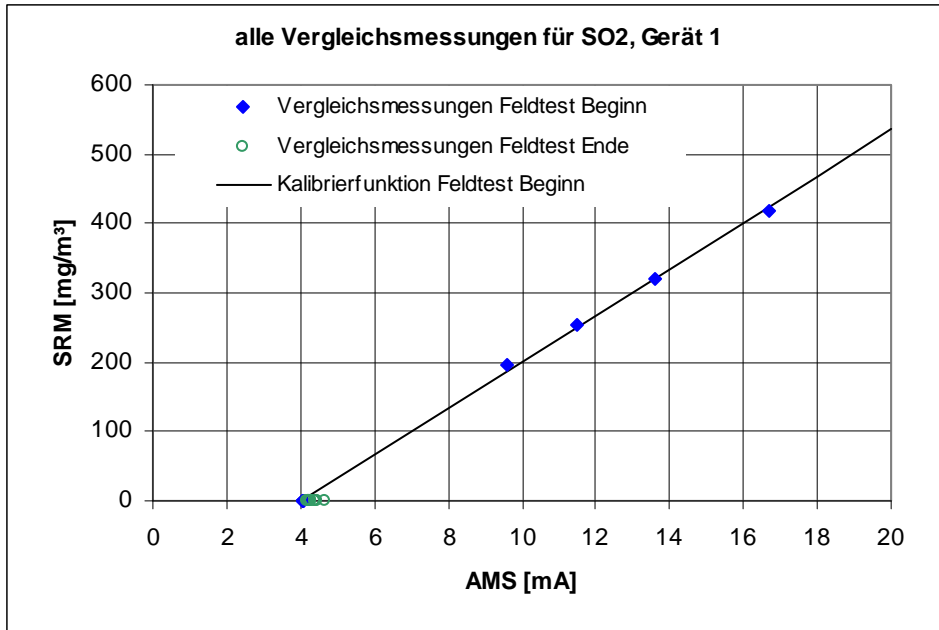


Abbildung 33: Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 1 für SO₂

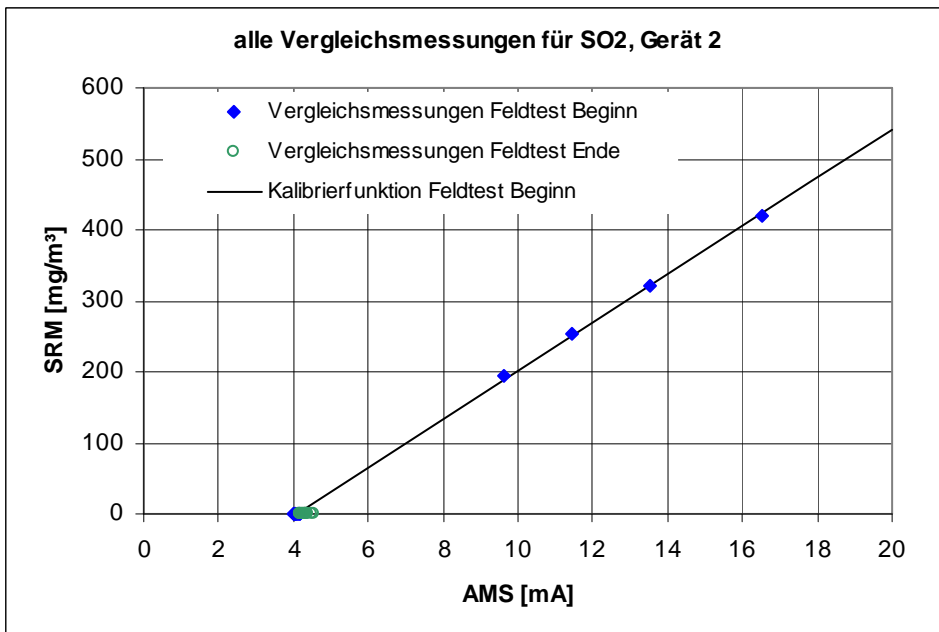


Abbildung 34: Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 2 für SO₂

Tabelle 72: Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 1 für CO

ZRE im Feldtest: Parameter Gerät 1, 1. Kalibrierung

Komponente	CO
Gaszustand Messgerät	ntr
Messbereich	0 - 1253,3 mg/m ³
Zertifizierungsbereich	0 - 1250 mg/m ³
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte
Steigung b	78,099 mg/m ³ /mA
Achsenabschnitt a	-308,695 mg/m ³
Standardabweichung s _D	0,97 mg/m ³
Korrelationskoeffizient R²	0,9990
Emissionsgrenzwert (E)	50 mg/m ³
Konfidenzintervall	10 % des Grenzwertes
Konfidenzintervall	5 mg/m ³
15 % des Grenzwertes	7,5 mg/m ³
Differenz y _{smax} - y _{smin}	90,3 mg/m ³

*) Differenz y_{smax} - y_{smin} ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

Variabilitätsprüfung Gerät 1

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m ³ (ntr)	Messwerte AMS mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i mg/m ³	Differenz D _i - D _{Mittel} mg/m ³	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² mg/m ³
1	23,99	20,88	3,11	3,11	9,66
2	18,72	18,33	0,39	0,39	0,15
3	17,43	17,31	0,12	0,12	0,01
4	12,51	12,34	0,17	0,17	0,03
5	13,29	13,02	0,27	0,27	0,07
6	8,88	9,53	-0,65	-0,65	0,43
7	9,76	10,44	-0,68	-0,68	0,47
8	14,12	14,84	-0,72	-0,72	0,52
9	11,81	12,11	-0,30	-0,30	0,09
10	10,68	11,80	-1,12	-1,12	1,26
11	16,81	16,53	0,28	0,28	0,08
12	62,75	63,16	-0,41	-0,41	0,17
13	99,18	98,98	0,20	0,20	0,04
14	99,07	99,21	-0,14	-0,14	0,02
15	44,52	45,01	-0,49	-0,49	0,24
Mittelwert			0,00		
Summe					13,23
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s _D =	0,97 mg/m ³
geforderte Messunsicherheit σ ₀	= 10% x E / 1,96 =	2,6 mg/m ³
k _v		0,9761
Prüfung	s _D ≤ σ ₀ x k _v	s _D ≤ 2,5
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

Tabelle 73: Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 2 für CO

ZRE im Feldtest: Parameter Gerät 2, 1. Kalibrierung

Komponente	CO
Gaszustand Messgerät	ntr
Messbereich	0 - 1240,1 mg/m ³
Zertifizierungsbereich	0 - 1250 mg/m ³
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte
Steigung b	77,510 mg/m ³ /mA
Achsenabschnitt a	-310,091 mg/m ³
Standardabweichung s _D	1,03 mg/m ³
Korrelationskoeffizient R ²	0,9989
Emissionsgrenzwert (E)	50 mg/m ³
Konfidenzintervall	10 % des Grenzwertes
Konfidenzintervall	5 mg/m ³
15 % des Grenzwertes	7,5 mg/m ³
Differenz y _{smax} - y _{smin}	90,3 mg/m ³

 *) Differenz y_{smax} - y_{smin} ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

Variabilitätsprüfung Gerät 2

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m ³ (ntr)	Messwerte AMS mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i mg/m ³	Differenz D _i - D _{Mittel} mg/m ³	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² mg/m ³
1	23,99	20,88	3,11	3,11	9,67
2	18,72	18,06	0,66	0,66	0,43
3	17,43	17,05	0,38	0,38	0,14
4	12,51	12,38	0,13	0,13	0,02
5	13,29	13,31	-0,02	-0,02	0,00
6	8,88	9,40	-0,52	-0,52	0,27
7	9,76	10,31	-0,55	-0,55	0,30
8	14,12	14,96	-0,84	-0,84	0,71
9	11,81	12,09	-0,28	-0,28	0,08
10	10,68	12,12	-1,44	-1,44	2,08
11	16,81	16,41	0,40	0,40	0,16
12	62,75	62,99	-0,24	-0,24	0,06
13	99,18	98,90	0,28	0,28	0,08
14	99,07	99,26	-0,19	-0,19	0,04
15	44,52	45,39	-0,87	-0,87	0,76
Mittelwert			0,00		
Summe					14,79
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s _D =	1,03 mg/m ³
geforderte Messunsicherheit σ ₀	= 10% x E / 1,96 =	2,6 mg/m ³
k _v		0,9761
Prüfung	s _D ≤ σ ₀ x k _v	s _D ≤ 2,5
Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

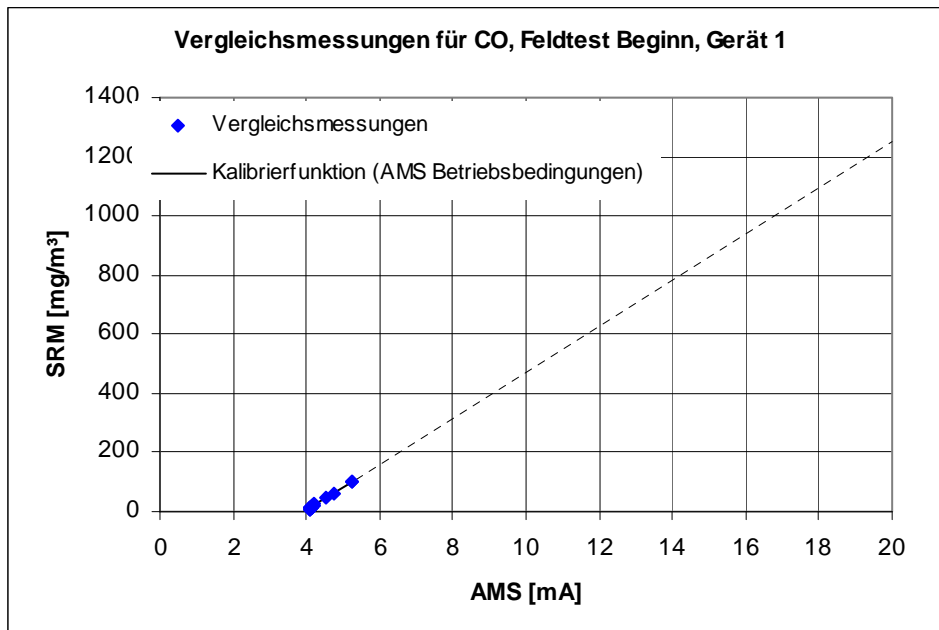


Abbildung 35: Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 1 für CO

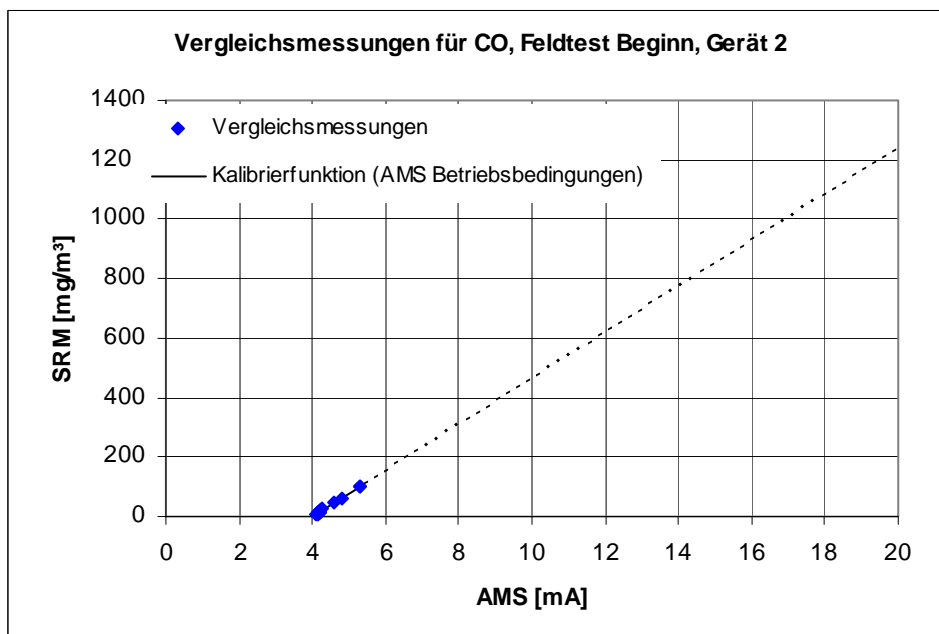


Abbildung 36: Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 2 für CO

Tabelle 74: Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 1 für CO

ZRE im Feldtest: Parameter Gerät 1, 2. Kalibrierung

Komponente	CO
Gaszustand Messgerät	ntr
Messbereich	0 - 1216,8 mg/m ³
Zertifizierungsbereich	0 - 1250 mg/m ³
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte
Steigung b	75,723 mg/m ³ /mA
Achsenabschnitt a	-297,644 mg/m ³
Standardabweichung s _D	1,09 mg/m ³
Korrelationskoeffizient R²	0,9955
Emissionsgrenzwert (E)	50 mg/m ³
Konfidenzintervall	10 % des Grenzwertes
Konfidenzintervall	5 mg/m ³
15 % des Grenzwertes	7,5 mg/m ³
Differenz y _{smax} - y _{smin}	62,2 mg/m ³

 *) Differenz y_{smax} - y_{smin} ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

Variabilitätsprüfung Gerät 1

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m ³ (ntr)	Messwerte AMS mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i mg/m ³	Differenz D _i - D _{Mittel} mg/m ³	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² mg/m ³
1	30,16	28,22	1,94	1,94	3,766
2	14,17	16,28	-2,11	-2,11	4,449
3	23,02	23,90	-0,88	-0,88	0,773
4	17,92	19,13	-1,21	-1,21	1,462
5	18,47	19,51	-1,04	-1,04	1,080
6	11,95	12,54	-0,59	-0,59	0,347
7	18,22	18,90	-0,68	-0,68	0,461
8	72,24	72,52	-0,28	-0,28	0,078
9	10,05	9,46	0,59	0,59	0,349
10	45,66	45,28	0,38	0,38	0,145
11	14,82	14,39	0,43	0,43	0,185
12	13,71	12,77	0,94	0,94	0,885
13	18,56	17,16	1,40	1,40	1,962
14	17,75	17,24	0,51	0,51	0,261
15	17,70	17,11	0,59	0,59	0,349
Mittelwert			0,00		
Summe					16,554
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s _D =	1,09 mg/m ³
geforderte Messunsicherheit σ ₀	= 10% x E / 1,96 =	2,6 mg/m ³
k _v		0,9761
Prüfung	s _D ≤ σ ₀ x k _v	s _D ≤ 2,5
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

Tabelle 75: Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 2 für CO

ZRE im Feldtest: Parameter Gerät 2, 2. Kalibrierung

Komponente	CO
Gaszustand Messgerät	ntr
Messbereich	0 - 1206,2 mg/m ³
Zertifizierungsbereich	0 - 1250 mg/m ³
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte
Steigung b	75,450 mg/m ³ /mA
Achsenabschnitt a	-302,777 mg/m ³
Standardabweichung s _D	1,24 mg/m ³
Korrelationskoeffizient R ²	0,9941
Emissionsgrenzwert (E)	50 mg/m ³
Konfidenzintervall	10 % des Grenzwertes
Konfidenzintervall	5 mg/m ³
15 % des Grenzwertes	7,5 mg/m ³
Differenz y _{smax} - y _{smin}	62,2 mg/m ³

*) Differenz y_{smax} - y_{smin} ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

Variabilitätsprüfung Gerät 2

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m ³ (ntr)	Messwerte AMS mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i mg/m ³	Differenz D _i - D _{Mittel} mg/m ³	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² mg/m ³
1	30,16	28,40	1,76	1,76	3,100
2	14,17	16,65	-2,48	-2,48	6,147
3	23,02	24,22	-1,20	-1,20	1,438
4	17,92	19,59	-1,67	-1,67	2,787
5	18,47	19,72	-1,25	-1,25	1,561
6	11,95	12,38	-0,43	-0,43	0,184
7	18,22	18,89	-0,67	-0,67	0,448
8	72,24	72,33	-0,09	-0,09	0,008
9	10,05	9,03	1,02	1,02	1,042
10	45,66	45,20	0,46	0,46	0,212
11	14,82	14,09	0,73	0,73	0,534
12	13,71	12,90	0,81	0,81	0,657
13	18,56	17,13	1,43	1,43	2,047
14	17,75	16,95	0,80	0,80	0,641
15	17,70	16,93	0,77	0,77	0,594
Mittelwert			0,00		
Summe					21,400
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s _D =	1,24 mg/m ³
geforderte Messunsicherheit σ ₀	= 10% x E / 1,96 =	2,6 mg/m ³
k _v		0,9761
Prüfung	s _D ≤ σ ₀ x k _v	s _D ≤ 2,5
Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

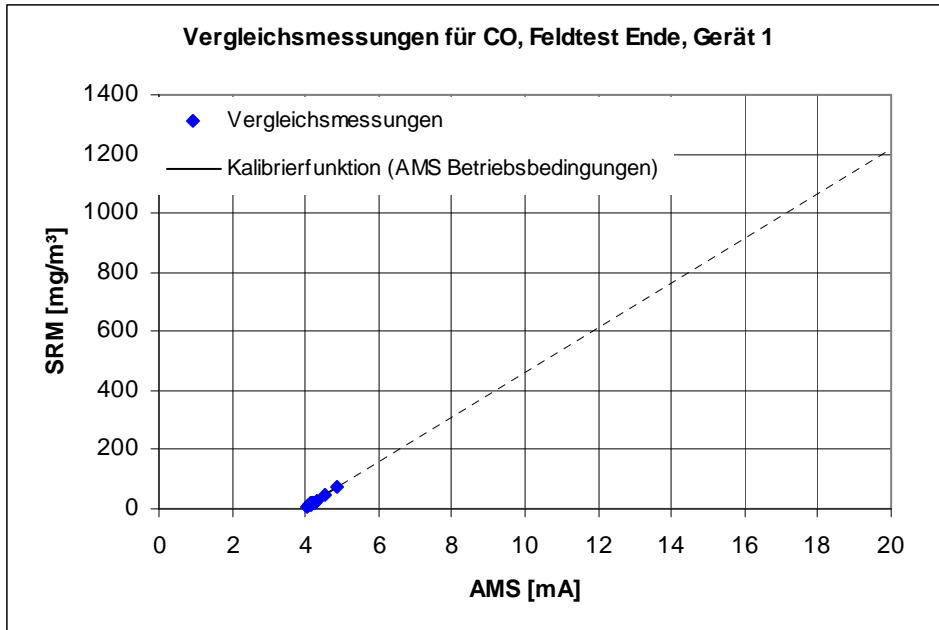


Abbildung 37: Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 1 für CO

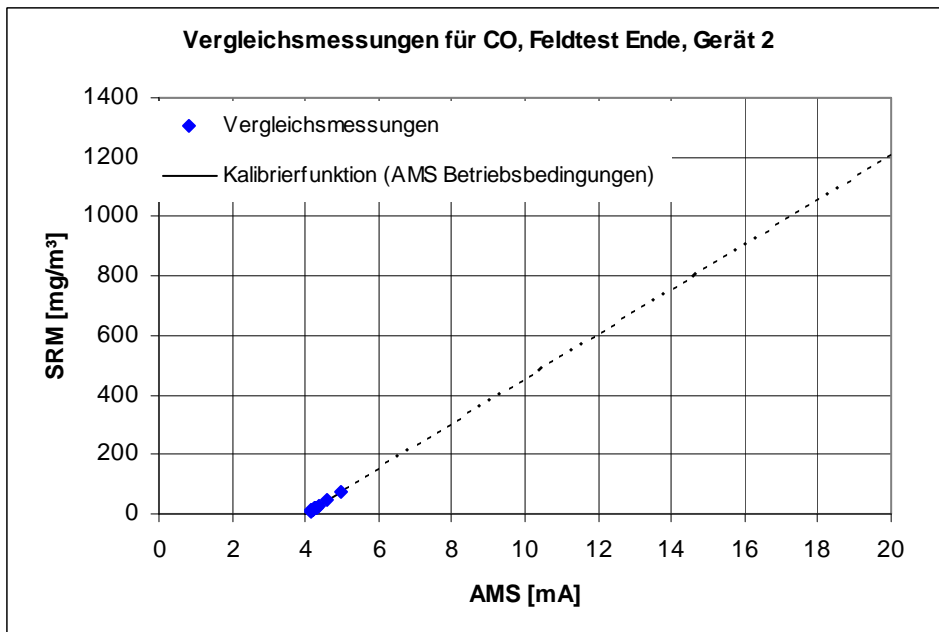


Abbildung 38: Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 2 für CO

Tabelle 76: Variabilitätsprüfung, Gerät 1 für CO

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

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m ³ (ntr)	Gerät 1 mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i - D _{Mittel} mg/m ³ (ntr)	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² mg/m ³ (ntr)
1	30,16	27,39	2,77	1,78	3,161
2	14,17	15,08	-0,91	-1,90	3,618
3	23,02	22,94	0,08	-0,91	0,832
4	17,92	18,02	-0,10	-1,09	1,192
5	18,47	18,41	0,06	-0,93	0,869
6	11,95	11,22	0,73	-0,26	0,069
7	18,22	17,78	0,44	-0,55	0,305
8	72,24	73,08	-0,84	-1,83	3,356
9	10,05	8,05	2,00	1,01	1,016
10	45,66	44,99	0,67	-0,32	0,104
11	14,82	13,12	1,70	0,71	0,501
12	13,71	11,46	2,25	1,26	1,583
13	18,56	15,99	2,57	1,58	2,490
14	17,75	16,06	1,69	0,70	0,487
15	17,70	15,93	1,77	0,78	0,605
Mittelwert			0,99		
Summe					20,187
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	$s_D =$	1,2 mg/m ³
geforderte Messunsicherheit σ_0	$= 10\% \times E / 1,96 =$	2,6 mg/m ³
k_V		0,9761
Prüfung	$s_D \leq 1,5 \times \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq 3,7$
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		
$t_{0,95 (N-1)}$		2,1448
Differenzenmittelwert	$ D =$	1,0 mg/m ³
Prüfung	$ D \leq$	3,2
Die Kalibrierfunktion ist gültig		

Tabelle 77: Variabilitätsprüfung, Gerät 2 für CO

**Variabilitätsprüfung Gerät 2 für CO:
 2. Kalibrierung als Funktionsprüfung**

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m ³ (ntr)	Gerät 2 mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i - D _{Mittel} mg/m ³ (ntr)	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² mg/m ³ (ntr)
1	30,16	30,12	0,04	1,62	2,624
2	14,17	18,06	-3,89	-2,31	5,336
3	23,02	25,84	-2,82	-1,24	1,538
4	17,92	21,08	-3,16	-1,58	2,496
5	18,47	21,21	-2,74	-1,16	1,346
6	11,95	13,67	-1,72	-0,14	0,020
7	18,22	20,36	-2,14	-0,56	0,314
8	72,24	75,26	-3,02	-1,44	2,074
9	10,05	10,23	-0,18	1,40	1,960
10	45,66	47,38	-1,72	-0,14	0,020
11	14,82	15,42	-0,60	0,98	0,960
12	13,71	14,21	-0,50	1,08	1,166
13	18,56	18,55	0,01	1,59	2,528
14	17,75	18,37	-0,62	0,96	0,922
15	17,70	18,34	-0,64	0,94	0,884
Mittelwert			-1,58		
Summe					24,187
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	$s_D =$	1,3 mg/m ³
geforderte Messunsicherheit σ_0	$= 10\% \times E / 1,96 =$	2,6 mg/m ³
k_V		0,9761
Prüfung	$s_D \leq 1,5 \times \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq 3,7$
Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		
$t_{0,95 (N-1)}$		2,1448
Differenzenmittelwert	$ D =$	1,6 mg/m ³
Prüfung	$ D \leq$	3,3
Die Kalibrierfunktion ist gültig		

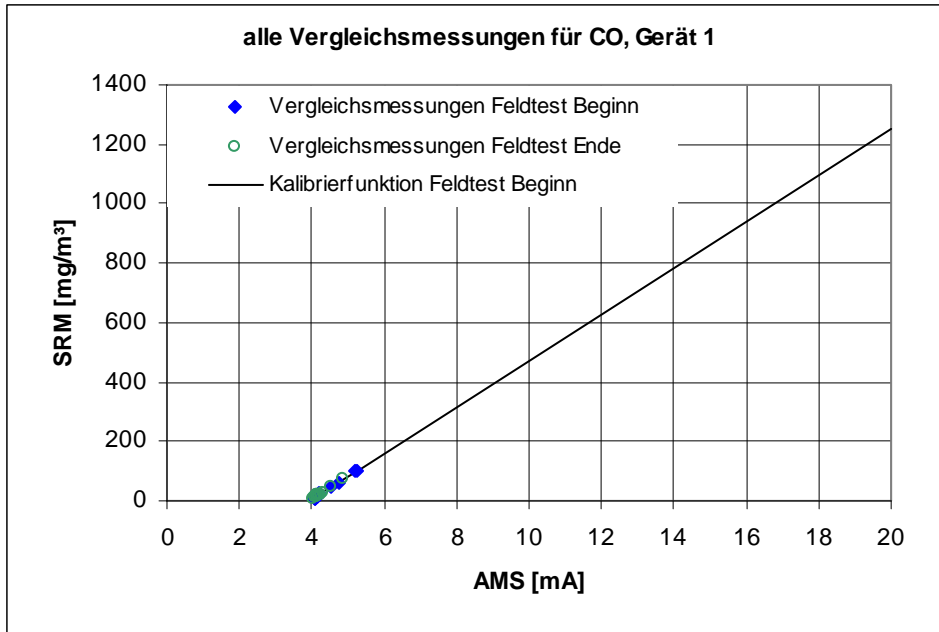


Abbildung 39: Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 1 für CO

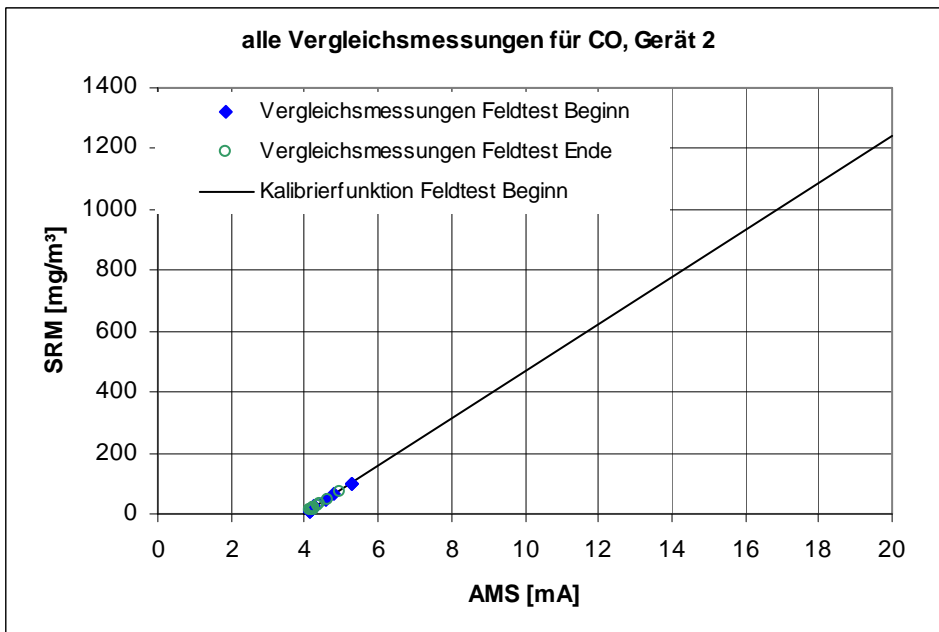


Abbildung 40: Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 2 für CO

Tabelle 78: Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 1 für NO_x
ZRE im Feldtest: Parameter Gerät 1, 1. Kalibrierung

Komponente	NO _x
Gaszustand Messgerät	ntr
Messbereich	0 - 242 mg/m ³
Zertifizierungsbereich	0 - 268 mg/m ³
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte
Steigung b	15,145 mg/m ³ /mA
Achsenabschnitt a	-60,876 mg/m ³
Standardabweichung s _D	0,84 mg/m ³
Korrelationskoeffizient R ²	0,9990
Emissionsgrenzwert (E)	100 mg/m ³
Konfidenzintervall	20 % des Grenzwertes
Konfidenzintervall	20 mg/m ³
15 % des Grenzwertes	15 mg/m ³
Differenz y _{smax} - y _{smin}	17,2 mg/m ³

 *) Differenz y_{smax} - y_{smin} ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

Variabilitätsprüfung Gerät 1

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m ³ (ntr)	Messwerte AMS mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i mg/m ³	Differenz D _i - D _{Mittel} mg/m ³	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² mg/m ³
1	92,47	93,38	-0,91	-0,89	0,79
2	93,25	94,52	-1,27	-1,25	1,56
3	93,23	94,33	-1,10	-1,08	1,16
4	99,20	100,10	-0,90	-0,88	0,77
5	97,26	97,89	-0,63	-0,61	0,37
6	104,55	104,57	-0,02	0,00	0,00
7	104,21	103,83	0,38	0,40	0,16
8	95,85	96,16	-0,31	-0,29	0,08
9	101,78	101,71	0,07	0,09	0,01
10	99,82	99,76	0,06	0,08	0,01
11	109,71	107,99	1,72	1,74	3,03
12	99,51	98,91	0,60	0,62	0,39
13	95,95	95,42	0,53	0,55	0,30
14	97,32	96,57	0,75	0,77	0,59
15	98,54	97,82	0,72	0,74	0,55
Mittelwert			-0,02		
Summe					9,78
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s _D =	0,84 mg/m ³
geforderte Messunsicherheit σ ₀	= 20% x E / 1,96 =	10,2 mg/m ³
k _v		0,9761
Prüfung	s _D ≤ σ ₀ x k _v	s _D ≤ 10,0
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

Tabelle 79: Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 2 für NO_x

ZRE im Feldtest: Parameter Gerät 2, 1. Kalibrierung

Komponente	NO _x
Gaszustand Messgerät	ntr
Messbereich	0 - 240,2 mg/m ³
Zertifizierungsbereich	0 - 268 mg/m ³
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte
Steigung b	15,039 mg/m ³ /mA
Achsenabschnitt a	-60,542 mg/m ³
Standardabweichung s _D	1,56 mg/m ³
Korrelationskoeffizient R ²	0,9964
Emissionsgrenzwert (E)	100 mg/m ³
Konfidenzintervall	20 % des Grenzwertes
Konfidenzintervall	20 mg/m ³
15 % des Grenzwertes	15 mg/m ³
Differenz y _{smax} - y _{smin}	17,2 mg/m ³

*) Differenz y_{smax} - y_{smin} ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

Variabilitätsprüfung Gerät 2

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m ³ (ntr)	Messwerte AMS mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i mg/m ³	Differenz D _i - D _{Mittel} mg/m ³	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² mg/m ³
1	92,47	93,08	-0,61	-0,59	0,34
2	93,25	94,67	-1,42	-1,40	1,95
3	93,23	95,16	-1,93	-1,91	3,63
4	99,20	101,43	-2,23	-2,21	4,86
5	97,26	99,91	-2,65	-2,63	6,89
6	104,55	103,14	1,41	1,43	2,06
7	104,21	102,73	1,48	1,50	2,26
8	95,85	95,61	0,24	0,26	0,07
9	101,78	101,30	0,48	0,50	0,25
10	99,82	100,24	-0,42	-0,40	0,16
11	109,71	106,74	2,97	2,99	8,97
12	99,51	98,28	1,23	1,25	1,57
13	95,95	95,08	0,87	0,89	0,80
14	97,32	96,97	0,35	0,37	0,14
15	98,54	98,68	-0,14	-0,12	0,01
Mittelwert			-0,02		
Summe					33,98
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s _D =	1,56 mg/m ³
geforderte Messunsicherheit σ ₀	= 20% x E / 1,96 =	10,2 mg/m ³
k _v		0,9761
Prüfung	s _D ≤ σ ₀ x k _v	s _D ≤ 10,0
Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

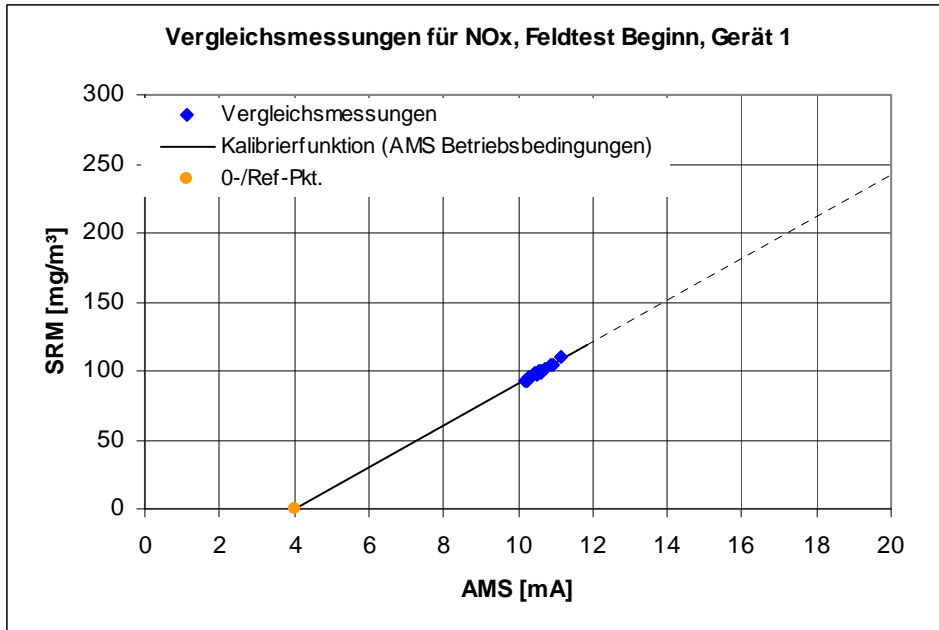


Abbildung 41: Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 1 für NO_x

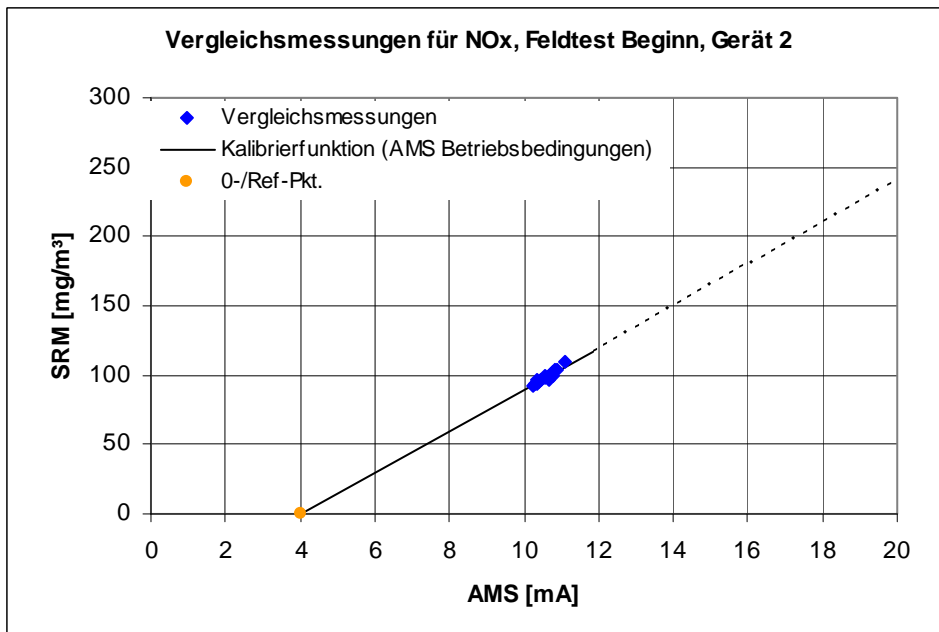


Abbildung 42: Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 2 für NO_x

Tabelle 80: Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 1 für NO_x

ZRE im Feldtest: Parameter Gerät 1, 2. Kalibrierung

Komponente	NO _x
Gaszustand Messgerät	ntr
Messbereich	0 - 230,8 mg/m ³
Zertifizierungsbereich	0 - 268 mg/m ³
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte
Steigung b	14,747 mg/m ³ /mA
Achsenabschnitt a	-64,138 mg/m ³
Standardabweichung s _D	3,41 mg/m ³
Korrelationskoeffizient R²	0,9935
Emissionsgrenzwert (E)	100 mg/m ³
Konfidenzintervall	20 % des Grenzwertes
Konfidenzintervall	20 mg/m ³
15 % des Grenzwertes	15 mg/m ³
Differenz y _{smax} - y _{smin}	116,1 mg/m ³

*) Differenz y_{smax} - y_{smin} ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

Variabilitätsprüfung Gerät 1

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m ³ (ntr)	Messwerte AMS mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i mg/m ³	Differenz D _i - D _{Mittel} mg/m ³	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² mg/m ³
1	199,18	191,54	7,64	7,64	58,380
2	205,19	214,69	-9,50	-9,50	90,237
3	181,95	179,51	2,44	2,44	5,957
4	173,97	171,79	2,18	2,18	4,755
5	143,72	143,05	0,67	0,67	0,450
6	101,70	102,07	-0,37	-0,37	0,136
7	100,15	101,24	-1,09	-1,09	1,187
8	95,19	95,77	-0,58	-0,58	0,336
9	94,91	94,85	0,06	0,06	0,004
10	104,54	104,12	0,42	0,42	0,177
11	110,31	110,21	0,10	0,10	0,010
12	89,06	89,14	-0,08	-0,08	0,006
13	95,49	96,60	-1,11	-1,11	1,231
14	94,25	94,80	-0,55	-0,55	0,302
15	103,01	103,25	-0,24	-0,24	0,057
Mittelwert			0,00		
Summe					163,224
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s _D =	3,41 mg/m ³
geforderte Messunsicherheit σ ₀	= 20% x E / 1,96 =	10,2 mg/m ³
k _v		0,9761
Prüfung	s _D ≤ σ ₀ x k _v	s _D ≤ 10,0
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

Tabelle 81: Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 2 für NO_x
ZRE im Feldtest: Parameter Gerät 2, 2. Kalibrierung

Komponente	NO _x
Gaszustand Messgerät	ntr
Messbereich	0 - 233,5 mg/m ³
Zertifizierungsbereich	0 - 268 mg/m ³
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte
Steigung b	14,917 mg/m ³ /mA
Achsenabschnitt a	-64,818 mg/m ³
Standardabweichung s _D	3,27 mg/m ³
Korrelationskoeffizient R ²	0,9940
Emissionsgrenzwert (E)	100 mg/m ³
Konfidenzintervall	20 % des Grenzwertes
Konfidenzintervall	20 mg/m ³
15 % des Grenzwertes	15 mg/m ³
Differenz y _{smax} - y _{smin}	116,1 mg/m ³

 *) Differenz y_{smax} - y_{smin} ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

Variabilitätsprüfung Gerät 2

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m ³ (ntr)	Messwerte AMS mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i mg/m ³	Differenz D _i - D _{Mittel} mg/m ³	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² mg/m ³
1	199,18	190,81	8,37	8,37	70,057
2	205,19	213,57	-8,38	-8,38	70,224
3	181,95	180,76	1,19	1,19	1,416
4	173,97	172,34	1,63	1,63	2,657
5	143,72	144,42	-0,70	-0,70	0,490
6	101,70	101,76	-0,06	-0,06	0,004
7	100,15	101,23	-1,08	-1,08	1,166
8	95,19	95,47	-0,28	-0,28	0,078
9	94,91	94,47	0,44	0,44	0,194
10	104,54	103,58	0,96	0,96	0,922
11	110,31	110,07	0,24	0,24	0,058
12	89,06	88,92	0,14	0,14	0,020
13	95,49	96,55	-1,06	-1,06	1,124
14	94,25	95,15	-0,90	-0,90	0,810
15	103,01	103,52	-0,51	-0,51	0,260
Mittelwert			0,00		
Summe					149,479
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s _D =	3,27 mg/m ³
geforderte Messunsicherheit σ ₀	= 20% x E / 1,96 =	10,2 mg/m ³
k _v		0,9761
Prüfung	s _D ≤ σ ₀ x k _v	s _D ≤ 10,0
Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

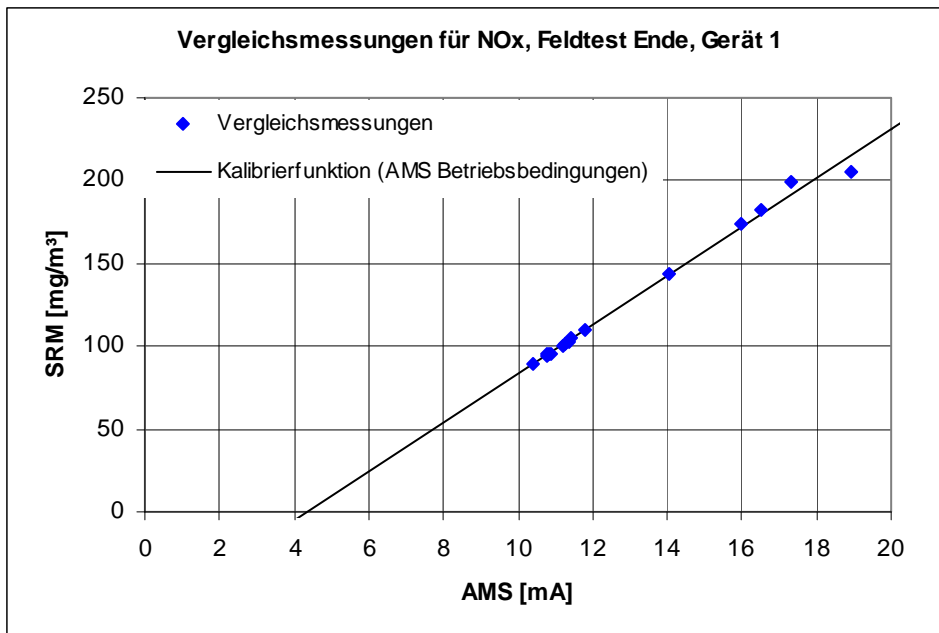


Abbildung 43: Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 1 für NO_x

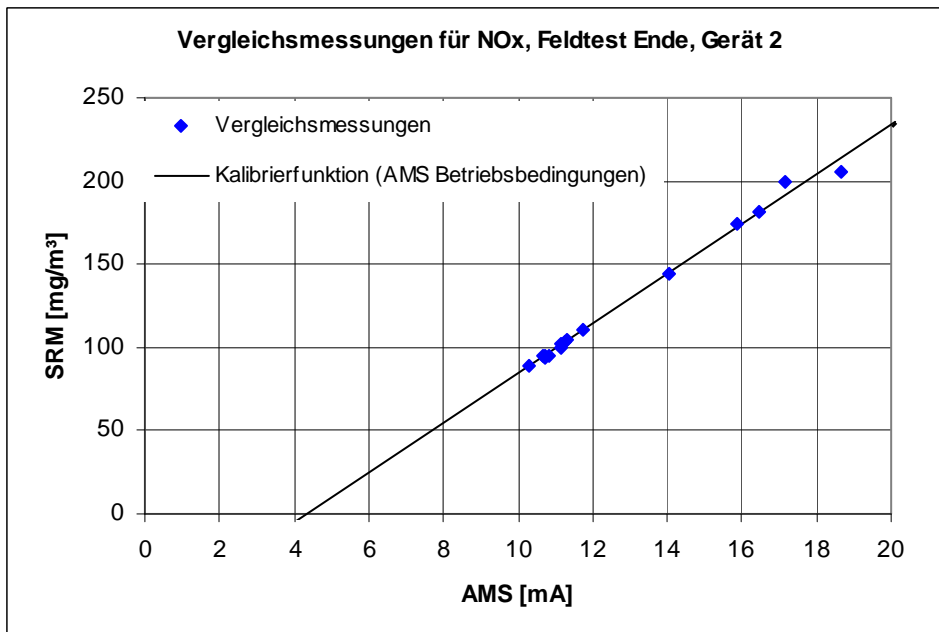


Abbildung 44: Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 2 für NO_x

Tabelle 82: Variabilitätsprüfung, Gerät 1 für NO_x
Variabilitätsprüfung Gerät 1 für NO_x:
2. Kalibrierung als Funktionsprüfung

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m ³ (ntr)	Gerät 1 mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i - D _{Mittel} mg/m ³ (ntr)	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² mg/m ³ (ntr)
1	199,18	201,70	-2,52	5,87	34,504
2	205,19	225,47	-20,28	-11,89	141,277
3	181,95	189,34	-7,39	1,00	1,008
4	173,97	181,41	-7,44	0,95	0,910
5	143,72	151,90	-8,18	0,21	0,046
6	101,70	109,81	-8,11	0,28	0,081
7	100,15	108,96	-8,81	-0,42	0,173
8	95,19	103,35	-8,16	0,23	0,055
9	94,91	102,40	-7,49	0,90	0,817
10	104,54	111,91	-7,37	1,02	1,049
11	110,31	118,17	-7,86	0,53	0,285
12	89,06	96,54	-7,48	0,91	0,835
13	95,49	104,19	-8,70	-0,31	0,094
14	94,25	102,35	-8,10	0,29	0,086
15	103,01	111,03	-8,02	0,37	0,140
Mittelwert			-8,39		
Summe					181,360
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	$s_D =$	3,6 mg/m ³
geforderte Messunsicherheit σ_0	$= 20\% \times E / 1,96 =$	10,2 mg/m ³
k_V		0,9761
Prüfung	$s_D \leq 1,5 \times \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq 14,9$
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		
$t_{0,95 (N-1)}$		2,1448
Differenzenmittelwert	$ D =$	8,4 mg/m ³
Prüfung	$ D \leq$	12,2
Die Kalibrierfunktion ist gültig		

Tabelle 83: Variabilitätsprüfung, Gerät 2 für NO_x

Variabilitätsprüfung Gerät 2 für NO_x:
2. Kalibrierung als Funktionsprüfung

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m ³ (ntr)	Gerät 2 mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i mg/m ³ (ntr)	Differenz D _i - D _{Mittel} mg/m ³ (ntr)	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² mg/m ³ (ntr)
1	199,18	197,17	2,01	7,84	61,507
2	205,19	220,12	-14,93	-9,10	82,761
3	181,95	187,04	-5,09	0,74	0,552
4	173,97	178,54	-4,57	1,26	1,594
5	143,72	150,40	-6,68	-0,85	0,718
6	101,70	107,40	-5,70	0,13	0,018
7	100,15	106,86	-6,71	-0,88	0,770
8	95,19	101,05	-5,86	-0,03	0,001
9	94,91	100,04	-5,13	0,70	0,494
10	104,54	109,23	-4,69	1,14	1,306
11	110,31	115,77	-5,46	0,37	0,139
12	89,06	94,45	-5,39	0,44	0,196
13	95,49	102,14	-6,65	-0,82	0,668
14	94,25	100,73	-6,48	-0,65	0,419
15	103,01	109,17	-6,16	-0,33	0,107
Mittelwert			-5,83		
Summe					151,249
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	$s_D =$	3,3 mg/m ³
geforderte Messunsicherheit σ_0	$= 20\% \times E / 1,96 =$	10,2 mg/m ³
k_V		0,9761
Prüfung	$s_D \leq 1,5 \times \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq 14,9$
Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		
$t_{0,95 (N-1)}$		2,1448
Differenzenmittelwert	$ D =$	5,8 mg/m ³
Prüfung	$ D \leq$	12,0
Die Kalibrierfunktion ist gültig		

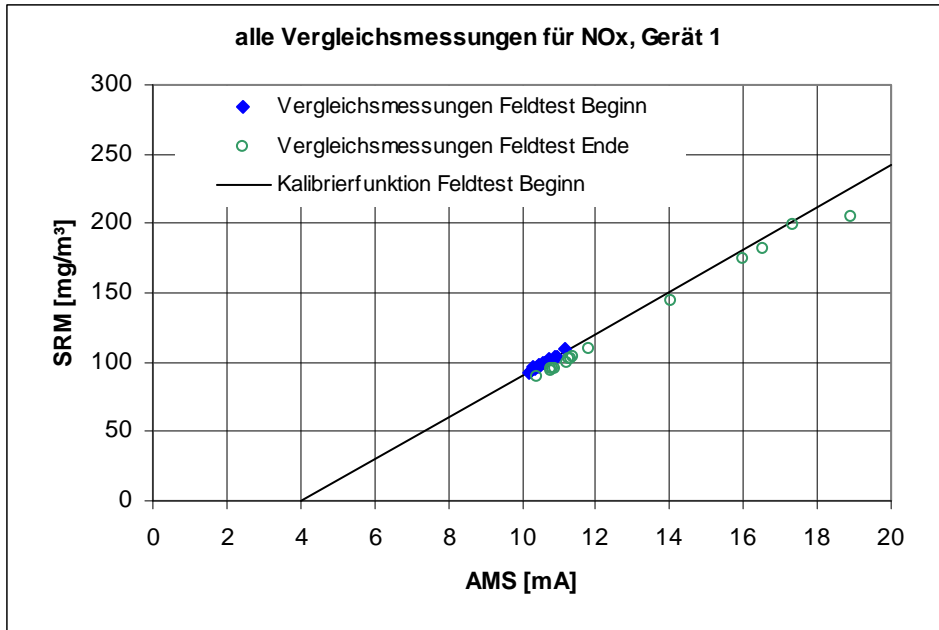


Abbildung 45: Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 1 für NO_x

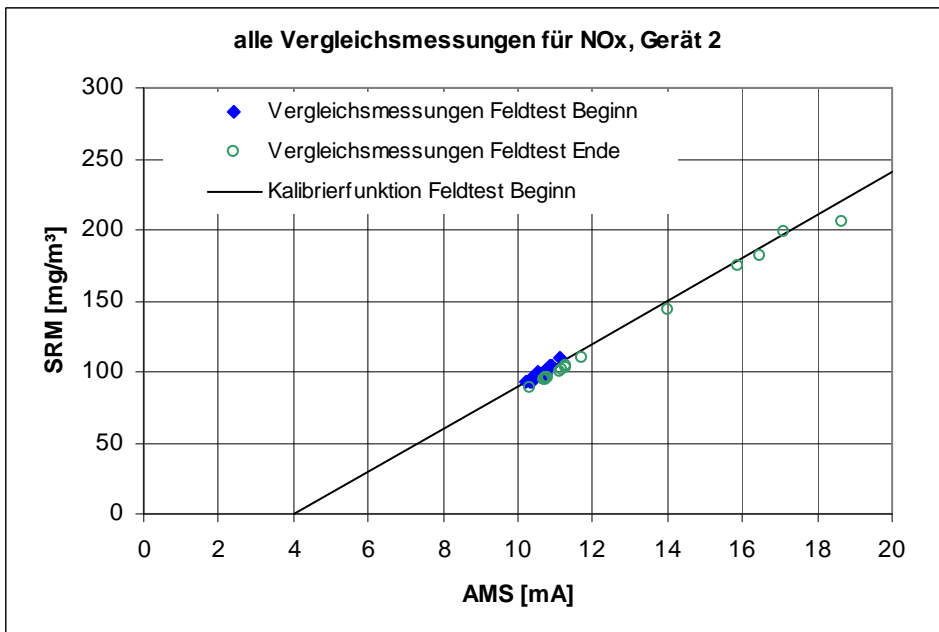


Abbildung 46: Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 2 für NO_x

Tabelle 84: Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 1 für O₂, paramagnetischer Sensor

ZRE im Feldtest: Parameter Gerät 1, 1. Kalibrierung

Komponente	O ₂
Gaszustand Messgerät	ntr
Messbereich	0 - 25 Vol.-%
Zertifizierungsbereich	0 - 25 Vol.-%
Rechenmethode *)	Punktehaufen mit 0-Punkt
Steigung b	1,560 mg/m ³ /mA
Achsenabschnitt a	-6,241 Vol.-%
Standardabweichung s _D	0,02 Vol.-%
Korrelationskoeffizient R²	0,9988
Messbereich (E)	25 Vol.-%
Konfidenzintervall	10 % des Messbereichs
Konfidenzintervall	2,5 Vol.-%
15 % des Grenzwertes	3,75 Vol.-%
Differenz y _{smax} - y _{smin}	2,4 Vol.-%

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

Variabilitätsprüfung Gerät 1

Nr	Vergleichs- Verfahren Vol.-% (ntr)	Messwerte AMS Vol.-% (ntr)	Differenz D _i Vol.-%	Differenz D _i - D _{Mittel} Vol.-%	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² Vol.-%
1	13,51	13,52	-0,01	-0,01	0,00
2	12,90	12,88	0,02	0,02	0,00
3	12,79	12,77	0,02	0,02	0,00
4	12,12	12,08	0,04	0,04	0,00
5	12,21	12,19	0,02	0,02	0,00
6	11,88	11,90	-0,02	-0,02	0,00
7	11,81	11,83	-0,02	-0,02	0,00
8	12,40	12,44	-0,04	-0,04	0,00
9	12,66	12,68	-0,02	-0,02	0,00
10	11,99	12,00	-0,01	-0,01	0,00
11	11,49	11,52	-0,03	-0,03	0,00
12	11,50	11,49	0,01	0,01	0,00
13	11,10	11,10	0,00	0,00	0,00
14	11,32	11,30	0,02	0,02	0,00
15	12,07	12,04	0,03	0,03	0,00
Mittelwert			0,00		
Summe					0,01
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s _D =	0,02 Vol.-%
geforderte Messunsicherheit σ ₀	= 10% x E / 1,96 =	1,3 Vol.-%
k _v		0,9761
Prüfung	s _D ≤ σ ₀ x k _v	s _D ≤ 1,2
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

Tabelle 85: Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 2 für O₂,
 paramagnetischer Sensor

ZRE im Feldtest: Parameter Gerät 2, 1. Kalibrierung

Komponente	O ₂
Gaszustand Messgerät	ntr
Messbereich	0 - 24,6 Vol.-%
Zertifizierungsbereich	0 - 25 Vol.-%
Rechenmethode *)	Punktehaufen mit 0-Punkt
Steigung b	1,539 mg/m ³ /mA
Achsenabschnitt a	-6,156 Vol.-%
Standardabweichung s _D	0,02 Vol.-%
Korrelationskoeffizient R²	0,9992
Messbereich (E)	25 Vol.-%
Konfidenzintervall	10 % des Messbereichs
Konfidenzintervall	2,5 Vol.-%
15 % des Grenzwertes	3,75 Vol.-%
Differenz y _{smax} - y _{smin}	2,4 Vol.-%

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

Variabilitätsprüfung Gerät 2

Nr	Vergleichs- Verfahren Vol.-% (ntr)	Messwerte AMS Vol.-% (ntr)	Differenz D _i Vol.-%	Differenz D _i - D _{Mittel} Vol.-%	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² Vol.-%
1	13,51	13,50	0,01	0,01	0,00
2	12,90	12,88	0,02	0,02	0,00
3	12,79	12,77	0,02	0,02	0,00
4	12,12	12,10	0,02	0,02	0,00
5	12,21	12,21	0,00	0,00	0,00
6	11,88	11,90	-0,02	-0,02	0,00
7	11,81	11,83	-0,02	-0,02	0,00
8	12,40	12,43	-0,03	-0,03	0,00
9	12,66	12,68	-0,02	-0,02	0,00
10	11,99	12,01	-0,02	-0,02	0,00
11	11,49	11,51	-0,02	-0,02	0,00
12	11,50	11,49	0,01	0,01	0,00
13	11,10	11,10	0,00	0,00	0,00
14	11,32	11,31	0,01	0,01	0,00
15	12,07	12,04	0,03	0,03	0,00
Mittelwert			0,00		
Summe					0,01
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s _D =	0,02 Vol.-%
geforderte Messunsicherheit σ ₀	= 10% x E / 1,96 =	1,3 Vol.-%
k _v		0,9761
Prüfung	s _D ≤ σ ₀ x k _v	s _D ≤ 1,2
Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

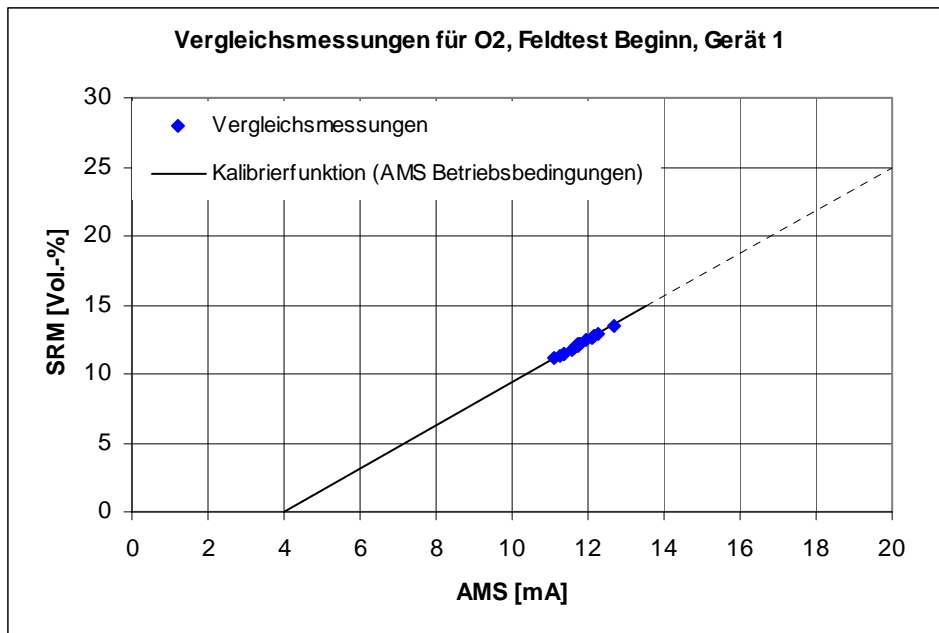


Abbildung 47: Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 1 für O₂, paramagnetischer Sensor

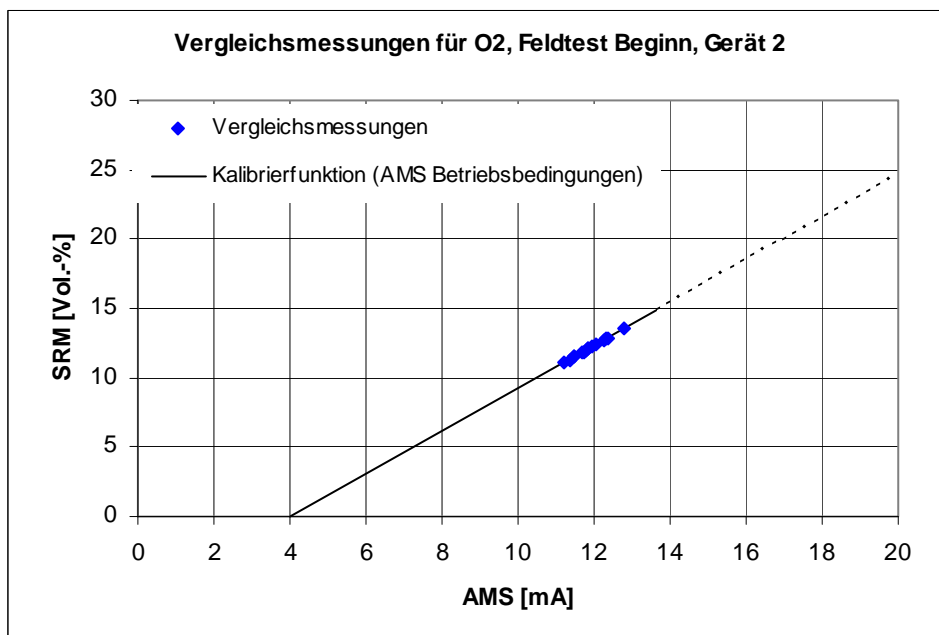


Abbildung 48: Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 2 für O₂, paramagnetischer Sensor

Tabelle 86: Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 1 für O₂,
 paramagnetischer Sensor

ZRE im Feldtest: Parameter Gerät 1, 2. Kalibrierung

Komponente	O ₂
Gaszustand Messgerät	ntr
Messbereich	0 - 24,8 Vol.-%
Zertifizierungsbereich	0 - 25 Vol.-%
Rechenmethode *)	Punktehaufen mit 0-Punkt
Steigung b	1,553 mg/m ³ /mA
Achsenabschnitt a	-6,211 Vol.-%
Standardabweichung s _D	0,23 Vol.-%
Korrelationskoeffizient R²	0,9950
Messbereich (E)	25 Vol.-%
Konfidenzintervall	10 % des Messbereichs
Konfidenzintervall	2,5 Vol.-%
15 % des Grenzwertes	3,75 Vol.-%
Differenz y _{smax} - y _{smin}	1,9 Vol.-%

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

Variabilitätsprüfung Gerät 1

Nr	Vergleichs- Verfahren Vol.-% (ntr)	Messwerte AMS Vol.-% (ntr)	Differenz D _i Vol.-%	Differenz D _i - D _{Mittel} Vol.-%	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² Vol.-%
1	12,21	12,19	0,02	0,02	0,000
2	12,68	11,90	0,78	0,78	0,609
3	12,49	12,39	0,10	0,10	0,010
4	11,50	11,51	-0,01	-0,01	0,000
5	12,66	12,64	0,02	0,02	0,000
6	11,11	11,20	-0,09	-0,09	0,008
7	12,22	12,27	-0,05	-0,05	0,002
8	11,76	11,86	-0,10	-0,10	0,010
9	12,84	12,97	-0,13	-0,13	0,017
10	11,59	11,73	-0,14	-0,14	0,019
11	11,15	11,26	-0,11	-0,11	0,012
12	12,65	12,75	-0,10	-0,10	0,010
13	12,99	13,02	-0,03	-0,03	0,001
14	12,32	12,40	-0,08	-0,08	0,006
15	11,56	11,65	-0,09	-0,09	0,008
Mittelwert			0,00		
Summe					0,714
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s _D =	0,23 Vol.-%
geforderte Messunsicherheit σ ₀	= 10% x E / 1,96 =	1,3 Vol.-%
k _v		0,9761
Prüfung	s _D ≤ σ ₀ x k _v	s _D ≤ 1,2
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

Tabelle 87: Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 2 für O₂, paramagnetischer Sensor

ZRE im Feldtest: Parameter Gerät 2, 2. Kalibrierung

Komponente	O ₂	
Gaszustand Messgerät	ntr	
Messbereich	0 - 25,1	Vol.-%
Zertifizierungsbereich	0 - 25	Vol.-%
Rechenmethode *)	Punktehaufen mit 0-Punkt	
Steigung b	1,567	mg/m ³ /mA
Achsenabschnitt a	-6,269	Vol.-%
Standardabweichung s _D	0,23	Vol.-%
Korrelationskoeffizient R²	0,9947	
Messbereich (E)	25	Vol.-%
Konfidenzintervall	10	% des Messbereichs
Konfidenzintervall	2,5	Vol.-%
15 % des Grenzwertes	3,75	Vol.-%
Differenz y _{smax} - y _{smin}	1,9	Vol.-%

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

Variabilitätsprüfung Gerät 2

Nr	Vergleichs- Verfahren Vol.-% (ntr)	Messwerte AMS Vol.-% (ntr)	Differenz D _i Vol.-%	Differenz D _i - D _{Mittel} Vol.-%	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² Vol.-%
1	12,21	12,16	0,05	0,05	0,003
2	12,68	11,88	0,80	0,80	0,642
3	12,49	12,38	0,11	0,11	0,012
4	11,50	11,49	0,01	0,01	0,000
5	12,66	12,66	0,00	0,00	0,000
6	11,11	11,19	-0,08	-0,08	0,006
7	12,22	12,29	-0,07	-0,07	0,005
8	11,76	11,87	-0,11	-0,11	0,012
9	12,84	13,02	-0,18	-0,18	0,032
10	11,59	11,74	-0,15	-0,15	0,022
11	11,15	11,24	-0,09	-0,09	0,008
12	12,65	12,77	-0,12	-0,12	0,014
13	12,99	13,03	-0,04	-0,04	0,001
14	12,32	12,40	-0,08	-0,08	0,006
15	11,56	11,63	-0,07	-0,07	0,005
Mittelwert			0,00		
Summe					0,768
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s _D =	0,23 Vol.-%
geforderte Messunsicherheit σ ₀	= 10% x E / 1,96 =	1,3 Vol.-%
k _V		0,9761
Prüfung	s _D ≤ σ ₀ x k _V	s _D ≤ 1,2
Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

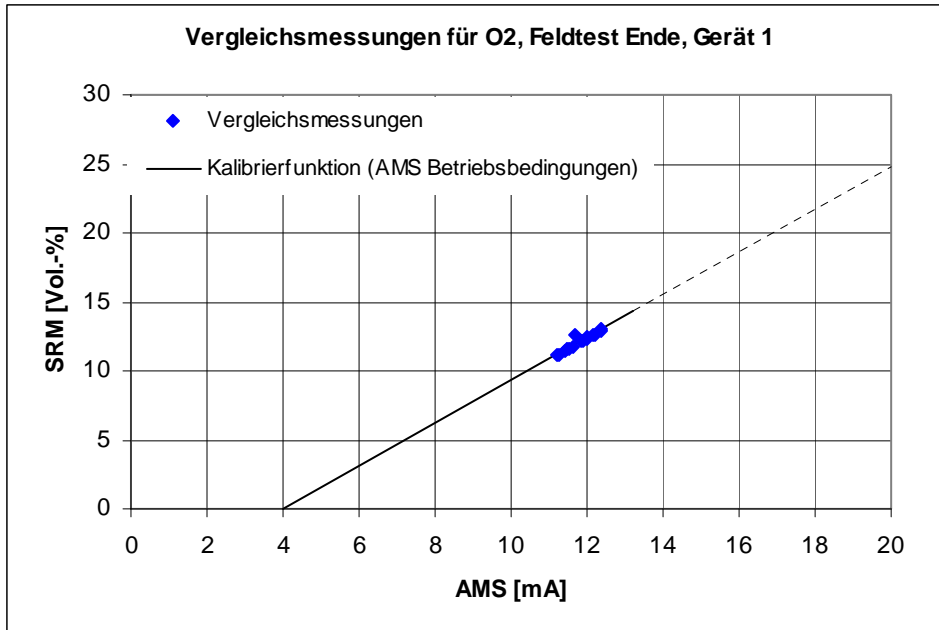


Abbildung 49: Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 1 für O₂, paramagnetischer Sensor

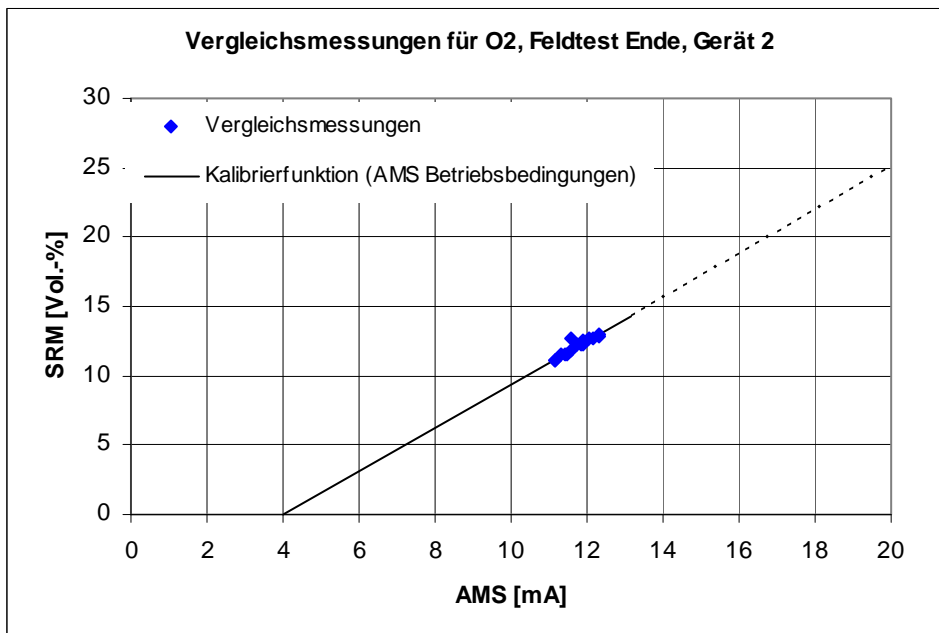


Abbildung 50: Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 2 für O₂, paramagnetischer Sensor

Tabelle 88: Variabilitätsprüfung, Gerät 1 für O₂, paramagnetischer Sensor

Variabilitätsprüfung Gerät 1 für O₂:
2. Kalibrierung als Funktionsprüfung

Nr	Vergleichs- Verfahren Vol.-% (ntr)	Gerät 1 Vol.-% (ntr)	Differenz D _i Vol.-% (ntr)	Differenz D _i - D _{Mittel} Vol.-% (ntr)	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² Vol.-% (ntr)
1	12,21	12,25	-0,04	0,02	0,000
2	12,68	11,96	0,72	0,78	0,606
3	12,49	12,45	0,04	0,10	0,010
4	11,50	11,56	-0,06	0,00	0,000
5	12,66	12,70	-0,04	0,02	0,000
6	11,11	11,26	-0,15	-0,09	0,008
7	12,22	12,33	-0,11	-0,05	0,003
8	11,76	11,92	-0,16	-0,10	0,010
9	12,84	13,03	-0,19	-0,13	0,017
10	11,59	11,78	-0,19	-0,13	0,017
11	11,15	11,32	-0,17	-0,11	0,012
12	12,65	12,81	-0,16	-0,10	0,010
13	12,99	13,08	-0,09	-0,03	0,001
14	12,32	12,46	-0,14	-0,08	0,007
15	11,56	11,70	-0,14	-0,08	0,007
Mittelwert			-0,06		
Summe					0,709
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	$s_D =$	0,2 Vol.-%
geforderte Messunsicherheit σ_0	$= 10\% \times E / 1,96 =$	1,3 Vol.-%
k_V		0,9761
Prüfung	$s_D \leq 1,5 \times \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq 1,9$
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		
$t_{0,95 (N-1)}$		2,1448
Differenzenmittelwert	$ D =$	0,1 Vol.-%
Prüfung	$ D \leq$	1,4
Die Kalibrierfunktion ist gültig		

Tabelle 89: Variabilitätsprüfung, Gerät 2 für O₂, paramagnetischer Sensor

Variabilitätsprüfung Gerät 2 für O₂:
2. Kalibrierung als Funktionsprüfung

Nr	Vergleichs- Verfahren Vol.-% (ntr)	Gerät 2 Vol.-% (ntr)	Differenz D _i Vol.-% (ntr)	Differenz D _i - D _{Mittel} Vol.-% (ntr)	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² Vol.-% (ntr)
1	12,21	11,94	0,27	0,05	0,003
2	12,68	11,67	1,01	0,79	0,628
3	12,49	12,16	0,33	0,11	0,013
4	11,50	11,28	0,22	0,00	0,000
5	12,66	12,43	0,23	0,01	0,000
6	11,11	10,99	0,12	-0,10	0,009
7	12,22	12,07	0,15	-0,07	0,005
8	11,76	11,65	0,11	-0,11	0,012
9	12,84	12,78	0,06	-0,16	0,025
10	11,59	11,53	0,06	-0,16	0,025
11	11,15	11,04	0,11	-0,11	0,012
12	12,65	12,54	0,11	-0,11	0,012
13	12,99	12,80	0,19	-0,03	0,001
14	12,32	12,17	0,15	-0,07	0,005
15	11,56	11,42	0,14	-0,08	0,006
Mittelwert			0,22		
Summe					0,753
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	$s_D =$	0,2 Vol.-%
geforderte Messunsicherheit σ_0	$= 10\% \times E / 1,96 =$	1,3 Vol.-%
k_V		0,9761
Prüfung	$s_D \leq 1,5 \times \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq 1,9$
Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		
$t_{0,95 (N-1)}$		2,1448
Differenzenmittelwert	$ D =$	0,2 Vol.-%
Prüfung	$ D \leq$	1,4
Die Kalibrierfunktion ist gültig		

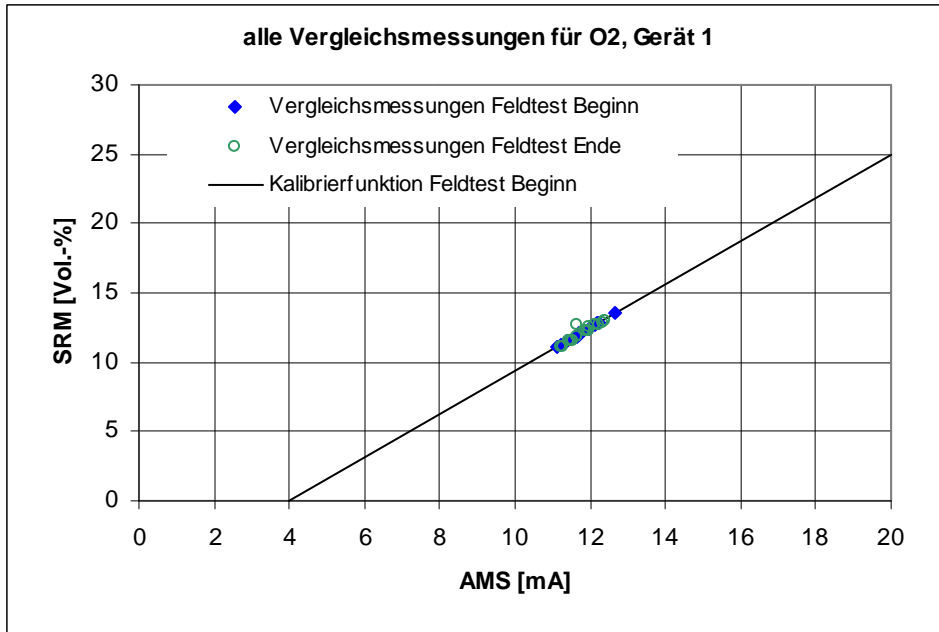


Abbildung 51: Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 1 für O₂, paramagnetischer Sensor

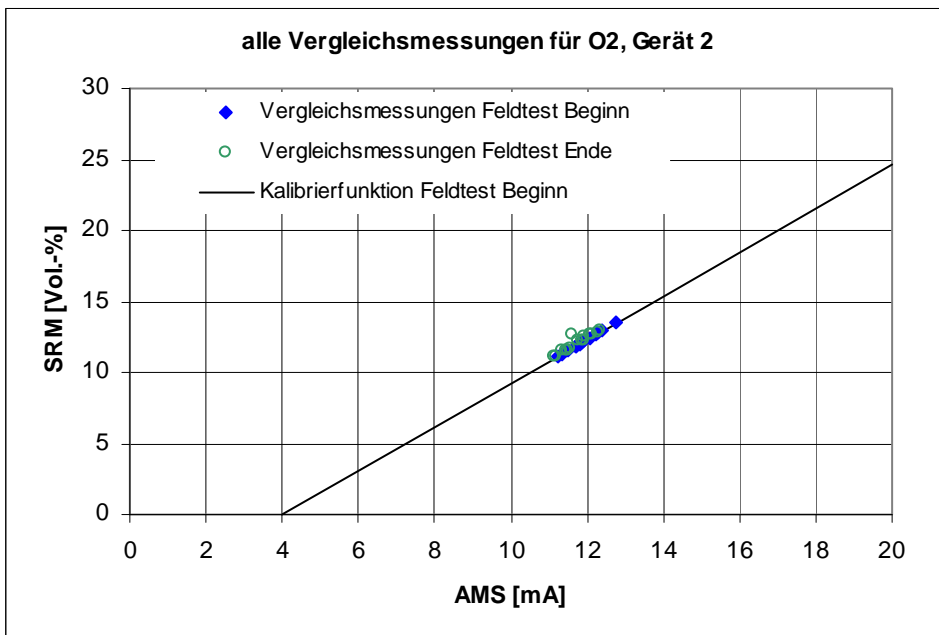


Abbildung 52: Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 2 für O₂, paramagnetischer Sensor

Tabelle 90: Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 1 für O₂, Zirkondioxid-Sensor

ZRE im Feldtest: Parameter Gerät 1, 1. Kalibrierung

Komponente	O ₂
Gaszustand Messgerät	ntr
Messbereich	0 - 25 Vol.-%
Zertifizierungsbereich	0 - 25 Vol.-%
Rechenmethode *)	Punktehaufen mit 0-Punkt
Steigung b	1,564 mg/m ³ /mA
Achsenabschnitt a	-6,256 Vol.-%
Standardabweichung s _D	0,10 Vol.-%
Korrelationskoeffizient R²	0,9864
Messbereich (E)	25 Vol.-%
Konfidenzintervall	10 % des Messbereichs
Konfidenzintervall	2,5 Vol.-%
15 % des Grenzwertes	3,75 Vol.-%
Differenz y _{smax} - y _{smin}	2,4 Vol.-%

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

Variabilitätsprüfung Gerät 1

Nr	Vergleichs- Verfahren Vol.-% (ntr)	Messwerte AMS Vol.-% (ntr)	Differenz D _i Vol.-%	Differenz D _i - D _{Mittel} Vol.-%	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² Vol.-%
1	13,51	13,38	0,13	0,13	0,02
2	12,90	12,76	0,14	0,14	0,02
3	12,79	12,64	0,15	0,15	0,02
4	12,12	11,98	0,14	0,14	0,02
5	12,21	12,10	0,11	0,11	0,01
6	11,88	11,90	-0,02	-0,02	0,00
7	11,81	11,84	-0,03	-0,03	0,00
8	12,40	12,46	-0,06	-0,06	0,00
9	12,66	12,72	-0,06	-0,06	0,00
10	11,99	12,07	-0,08	-0,08	0,01
11	11,49	11,60	-0,11	-0,11	0,01
12	11,50	11,59	-0,09	-0,09	0,01
13	11,10	11,18	-0,08	-0,08	0,01
14	11,32	11,39	-0,07	-0,07	0,01
15	12,07	12,12	-0,05	-0,05	0,00
Mittelwert			0,00		
Summe					0,14
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s _D =	0,10 Vol.-%
geforderte Messunsicherheit σ ₀	= 10% x E / 1,96 =	1,3 Vol.-%
k _V		0,9761
Prüfung	s _D ≤ σ ₀ x k _V	s _D ≤ 1,2
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

Tabelle 91: Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 2 für O₂, Zirkondioxid-Sensor

ZRE im Feldtest: Parameter Gerät 2, 1. Kalibrierung

Komponente	O ₂
Gaszustand Messgerät	ntr
Messbereich	0 - 24,6 Vol.-%
Zertifizierungsbereich	0 - 25 Vol.-%
Rechenmethode *)	Punktehaufen mit 0-Punkt
Steigung b	1,540 mg/m ³ /mA
Achsenabschnitt a	-6,161 Vol.-%
Standardabweichung s _D	0,09 Vol.-%
Korrelationskoeffizient R ²	0,9886
Messbereich (E)	25 Vol.-%
Konfidenzintervall	10 % des Messbereichs
Konfidenzintervall	2,5 Vol.-%
15 % des Grenzwertes	3,75 Vol.-%
Differenz y _{smax} - y _{smin}	2,4 Vol.-%

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

Variabilitätsprüfung Gerät 2

Nr	Vergleichs- Verfahren Vol.-% (ntr)	Messwerte AMS Vol.-% (ntr)	Differenz D _i Vol.-%	Differenz D _i - D _{Mittel} Vol.-%	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² Vol.-%
1	13,51	13,38	0,13	0,13	0,02
2	12,90	12,77	0,13	0,13	0,02
3	12,79	12,65	0,14	0,14	0,02
4	12,12	12,00	0,12	0,12	0,01
5	12,21	12,12	0,09	0,09	0,01
6	11,88	11,91	-0,03	-0,03	0,00
7	11,81	11,84	-0,03	-0,03	0,00
8	12,40	12,46	-0,06	-0,06	0,00
9	12,66	12,71	-0,05	-0,05	0,00
10	11,99	12,08	-0,09	-0,09	0,01
11	11,49	11,59	-0,10	-0,10	0,01
12	11,50	11,57	-0,07	-0,07	0,00
13	11,10	11,17	-0,07	-0,07	0,00
14	11,32	11,38	-0,06	-0,06	0,00
15	12,07	12,12	-0,05	-0,05	0,00
Mittelwert			0,00		
Summe					0,12
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s _D =	0,09 Vol.-%
geforderte Messunsicherheit σ ₀	= 10% x E / 1,96 =	1,3 Vol.-%
k _V		0,9761
Prüfung	s _D ≤ σ ₀ x k _V	s _D ≤ 1,2
Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

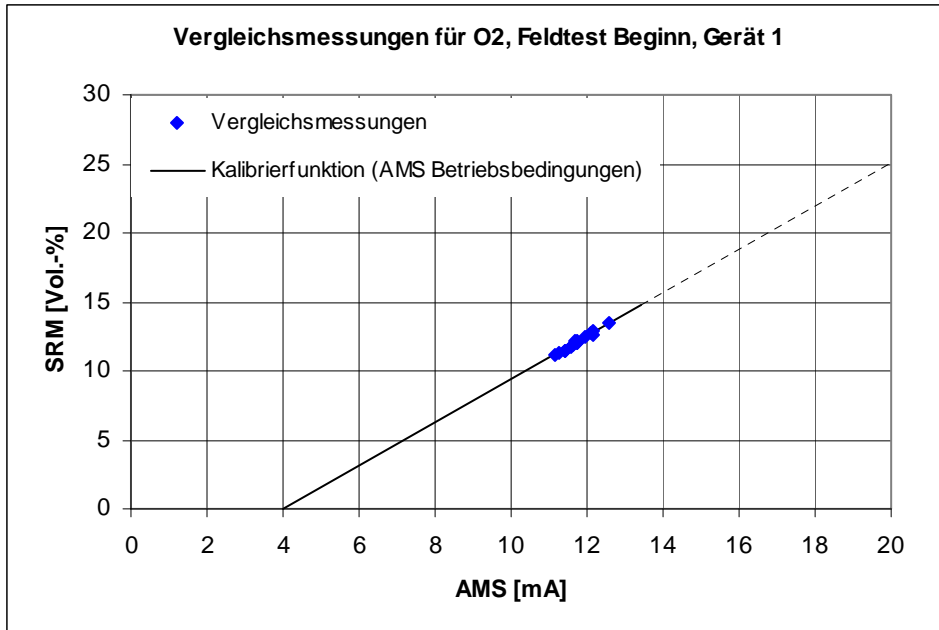


Abbildung 53: Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 1 für O₂, Zirkondioxid-Sensor

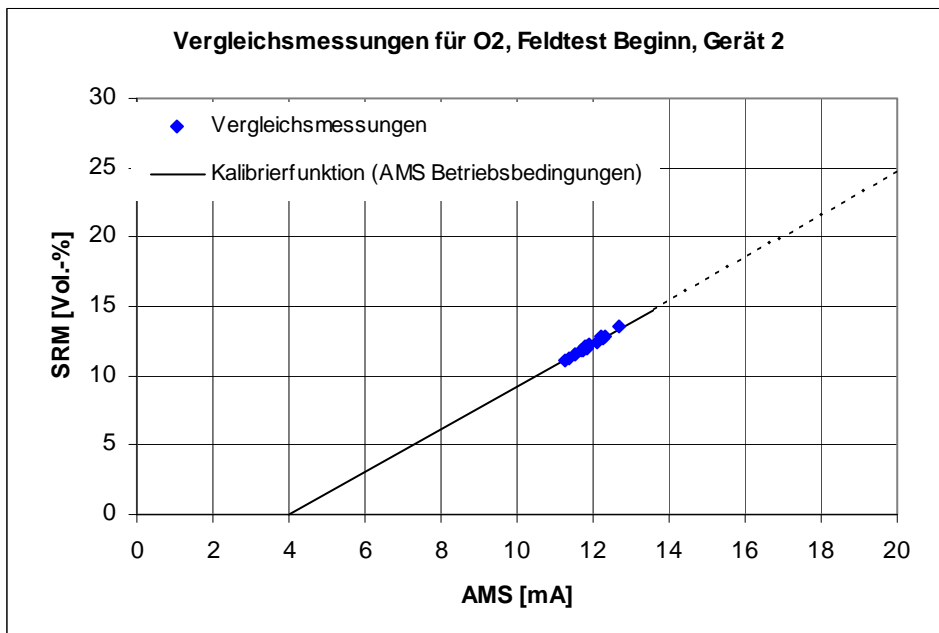


Abbildung 54: Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 2 für O₂, Zirkondioxid-Sensor

Tabelle 92: Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 1 für O₂, Zirkondioxid-Sensor

ZRE im Feldtest: Parameter Gerät 1, 2. Kalibrierung

Komponente	O ₂
Gaszustand Messgerät	ntr
Messbereich	0 - 25 Vol.-%
Zertifizierungsbereich	0 - 25 Vol.-%
Rechenmethode *)	Punktehaufen mit 0-Punkt
Steigung b	1,560 mg/m ³ /mA
Achsenabschnitt a	-6,241 Vol.-%
Standardabweichung s _D	0,23 Vol.-%
Korrelationskoeffizient R²	0,9947
Messbereich (E)	25 Vol.-%
Konfidenzintervall	10 % des Messbereichs
Konfidenzintervall	2,5 Vol.-%
15 % des Grenzwertes	3,75 Vol.-%
Differenz y _{smax} - y _{smin}	1,9 Vol.-%

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

Variabilitätsprüfung Gerät 1

Nr	Vergleichs- Verfahren Vol.-% (ntr)	Messwerte AMS Vol.-% (ntr)	Differenz D _i Vol.-%	Differenz D _i - D _{Mittel} Vol.-%	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² Vol.-%
1	12,21	12,18	0,03	0,03	0,001
2	12,68	11,89	0,79	0,79	0,624
3	12,49	12,37	0,12	0,12	0,014
4	11,50	11,49	0,01	0,01	0,000
5	12,66	12,63	0,03	0,03	0,001
6	11,11	11,18	-0,07	-0,07	0,005
7	12,22	12,25	-0,03	-0,03	0,001
8	11,76	11,85	-0,09	-0,09	0,008
9	12,84	12,99	-0,15	-0,15	0,023
10	11,59	11,73	-0,14	-0,14	0,020
11	11,15	11,28	-0,13	-0,13	0,017
12	12,65	12,77	-0,12	-0,12	0,014
13	12,99	13,04	-0,05	-0,05	0,002
14	12,32	12,42	-0,10	-0,10	0,010
15	11,56	11,66	-0,10	-0,10	0,010
Mittelwert			0,00		
Summe					0,750
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s _D =	0,23 Vol.-%
geforderte Messunsicherheit σ ₀	= 10% x E / 1,96 =	1,3 Vol.-%
k _v		0,9761
Prüfung	s _D ≤ σ ₀ x k _v	s _D ≤ 1,2
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

Tabelle 93: Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 2 für O₂, Zirkondioxid-Sensor

ZRE im Feldtest: Parameter Gerät 2, 2. Kalibrierung

Komponente	O ₂
Gaszustand Messgerät	ntr
Messbereich	0 - 25,1 Vol.-%
Zertifizierungsbereich	0 - 25 Vol.-%
Rechenmethode *)	Punktehaufen mit 0-Punkt
Steigung b	1,569 mg/m ³ /mA
Achsenabschnitt a	-6,275 Vol.-%
Standardabweichung s _D	0,23 Vol.-%
Korrelationskoeffizient R²	0,9948
Messbereich (E)	25 Vol.-%
Konfidenzintervall	10 % des Messbereichs
Konfidenzintervall	2,5 Vol.-%
15 % des Grenzwertes	3,75 Vol.-%
Differenz y _{smax} - y _{smin}	1,9 Vol.-%

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

Variabilitätsprüfung Gerät 2

Nr	Vergleichs- Verfahren Vol.-% (ntr)	Messwerte AMS Vol.-% (ntr)	Differenz D _i Vol.-%	Differenz D _i - D _{Mittel} Vol.-%	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² Vol.-%
1	12,21	12,18	0,03	0,03	0,001
2	12,68	11,89	0,79	0,79	0,625
3	12,49	12,39	0,10	0,10	0,010
4	11,50	11,48	0,02	0,02	0,000
5	12,66	12,63	0,03	0,03	0,001
6	11,11	11,18	-0,07	-0,07	0,005
7	12,22	12,27	-0,05	-0,05	0,002
8	11,76	11,85	-0,09	-0,09	0,008
9	12,84	13,00	-0,16	-0,16	0,025
10	11,59	11,74	-0,15	-0,15	0,022
11	11,15	11,27	-0,12	-0,12	0,014
12	12,65	12,78	-0,13	-0,13	0,017
13	12,99	13,04	-0,05	-0,05	0,002
14	12,32	12,41	-0,09	-0,09	0,008
15	11,56	11,63	-0,07	-0,07	0,005
Mittelwert			0,00		
Summe					0,747
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s _D =	0,23 Vol.-%
geforderte Messunsicherheit σ ₀	= 10% x E / 1,96 =	1,3 Vol.-%
k _v		0,9761
Prüfung	s _D ≤ σ ₀ x k _v	s _D ≤ 1,2
Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		

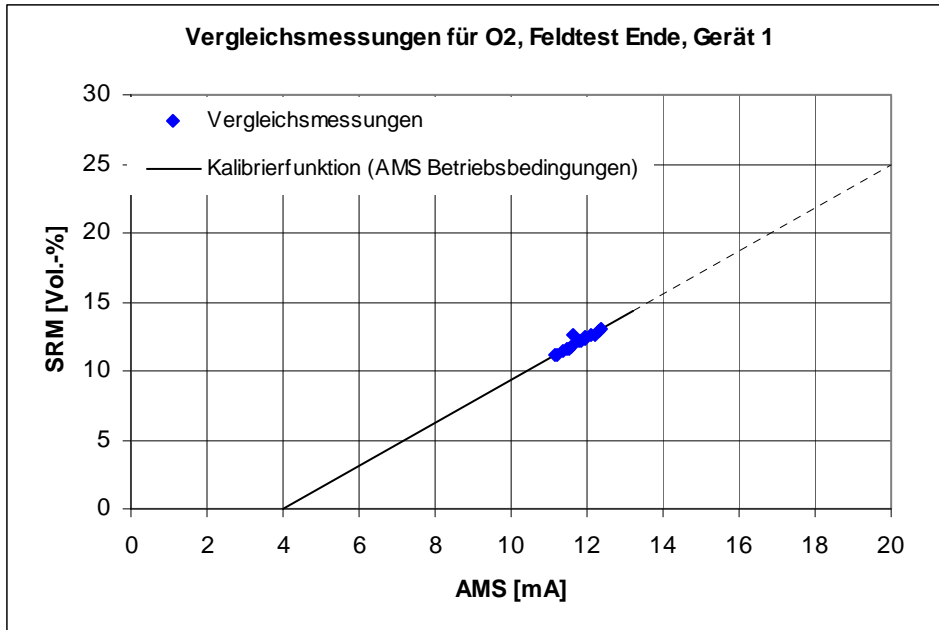


Abbildung 55: Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 1 für O₂, Zirkondioxid-Sensor

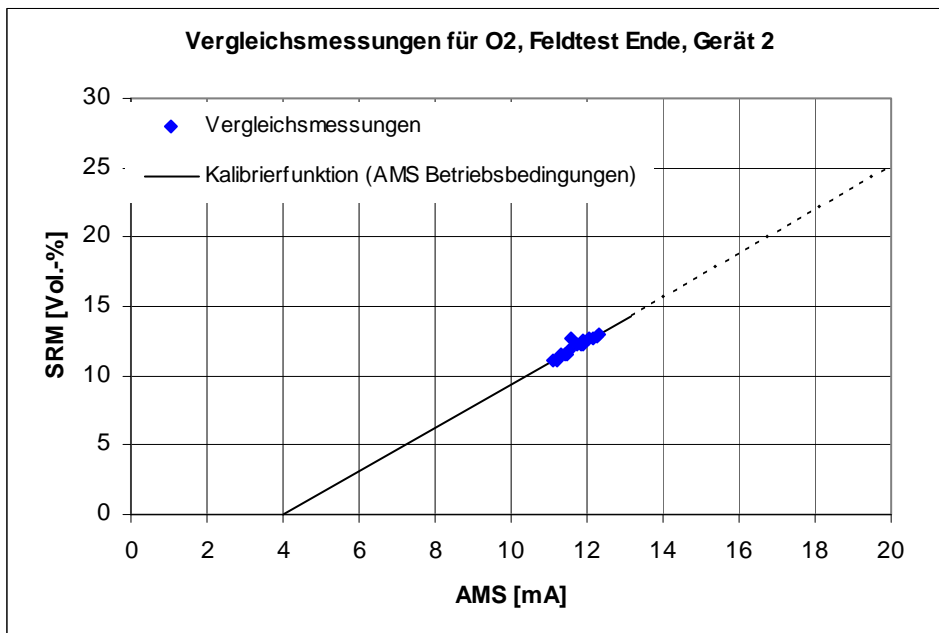


Abbildung 56: Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 2 für O₂, Zirkondioxid-Sensor

Tabelle 94: Variabilitätsprüfung, Gerät 1 für O₂, Zirkondioxid-Sensor

Variabilitätsprüfung Gerät 1 für O₂:
2. Kalibrierung als Funktionsprüfung

Nr	Vergleichs- Verfahren Vol.-% (ntr)	Gerät 1 Vol.-% (ntr)	Differenz D _i Vol.-% (ntr)	Differenz D _i - D _{Mittel} Vol.-% (ntr)	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² Vol.-% (ntr)
1	12,21	12,21	0,00	0,03	0,001
2	12,68	11,92	0,76	0,79	0,625
3	12,49	12,40	0,09	0,12	0,015
4	11,50	11,52	-0,02	0,01	0,000
5	12,66	12,66	0,00	0,03	0,001
6	11,11	11,21	-0,10	-0,07	0,005
7	12,22	12,28	-0,06	-0,03	0,001
8	11,76	11,88	-0,12	-0,09	0,008
9	12,84	13,02	-0,18	-0,15	0,022
10	11,59	11,76	-0,17	-0,14	0,019
11	11,15	11,31	-0,16	-0,13	0,017
12	12,65	12,80	-0,15	-0,12	0,014
13	12,99	13,08	-0,09	-0,06	0,004
14	12,32	12,45	-0,13	-0,10	0,010
15	11,56	11,69	-0,13	-0,10	0,010
Mittelwert			-0,03		
Summe					0,751
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	$s_D =$	0,2 Vol.-%
geforderte Messunsicherheit σ_0	$= 10\% \times E / 1,96 =$	1,3 Vol.-%
k_V		0,9761
Prüfung	$s_D \leq 1,5 \times \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq 1,9$
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		
$t_{0,95 (N-1)}$		2,1448
Differenzenmittelwert	$ D =$	0,0 Vol.-%
Prüfung	$ D \leq$	1,4
Die Kalibrierfunktion ist gültig		

Tabelle 95: Variabilitätsprüfung, Gerät 2 für O₂, Zirkondioxid-Sensor

Variabilitätsprüfung Gerät 2 für O₂:
2. Kalibrierung als Funktionsprüfung

Nr	Vergleichs- Verfahren Vol.-% (ntr)	Gerät 2 Vol.-% (ntr)	Differenz D _i Vol.-% (ntr)	Differenz D _i - D _{Mittel} Vol.-% (ntr)	Differenz (D _i - D _{Mittel}) ² Vol.-% (ntr)
1	12,21	11,96	0,25	0,03	0,001
2	12,68	11,67	1,01	0,79	0,621
3	12,49	12,16	0,33	0,11	0,012
4	11,50	11,27	0,23	0,01	0,000
5	12,66	12,40	0,26	0,04	0,001
6	11,11	10,97	0,14	-0,08	0,007
7	12,22	12,04	0,18	-0,04	0,002
8	11,76	11,63	0,13	-0,09	0,008
9	12,84	12,76	0,08	-0,14	0,020
10	11,59	11,52	0,07	-0,15	0,023
11	11,15	11,06	0,09	-0,13	0,017
12	12,65	12,55	0,10	-0,12	0,015
13	12,99	12,80	0,19	-0,03	0,001
14	12,32	12,19	0,13	-0,09	0,008
15	11,56	11,42	0,14	-0,08	0,007
Mittelwert			0,22		
Summe					0,744
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	$s_D =$	0,2 Vol.-%
geforderte Messunsicherheit σ_0	$= 10\% \times E / 1,96 =$	1,3 Vol.-%
k_V		0,9761
Prüfung	$s_D \leq 1,5 \times \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq 1,9$
Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		
$t_{0,95 (N-1)}$		2,1448
Differenzenmittelwert	$ D =$	0,2 Vol.-%
Prüfung	$ D \leq$	1,4
Die Kalibrierfunktion ist gültig		

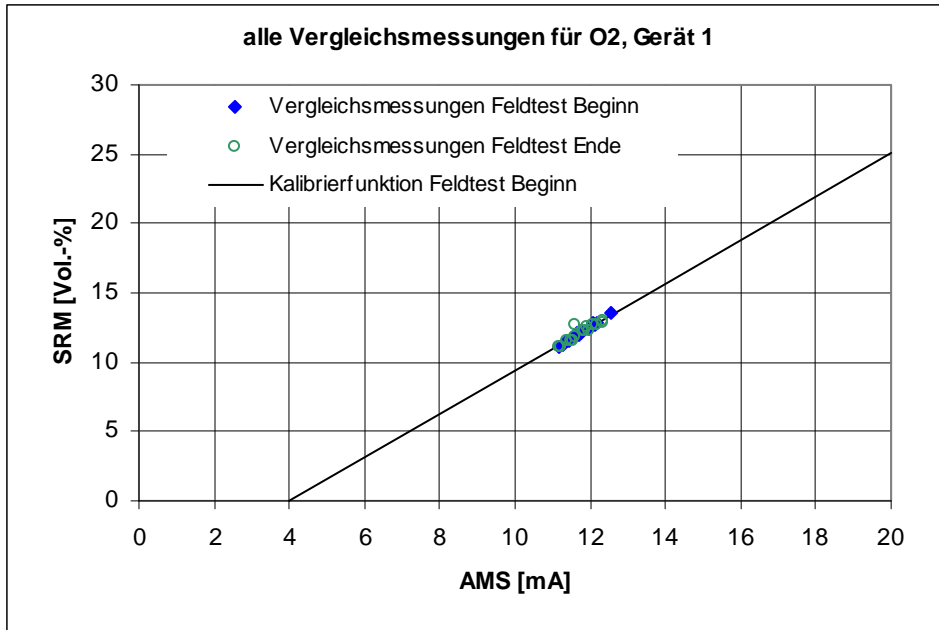


Abbildung 57: Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 1 für O₂, Zirkondioxid-Sensor

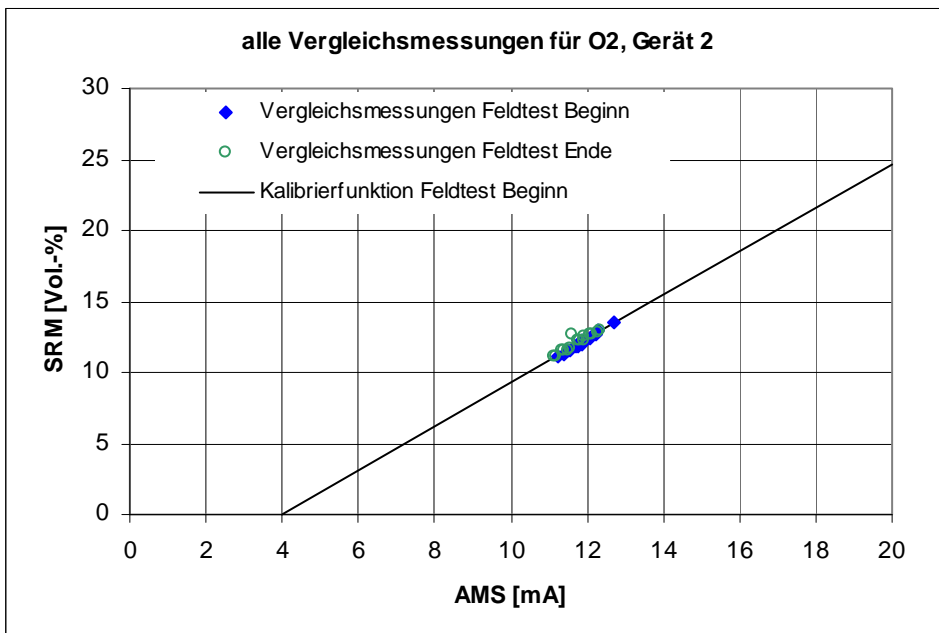


Abbildung 58: Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 2 für O₂, Zirkondioxid-Sensor

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Einzeldaten der Kalibrierungen sind im Anhang in Tabelle 188 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

Die Prüfung erfolgte mit den beschriebenen Justiermitteln (Nullgas/Prüfgas) sowie einem geeigneten Ventil zum sprunghaften Wechsel zwischen Null- und Prüfgas.

Durchführung der Prüfung

Null- und Prüfgas wurden den Messsystemen mit dem gleichen Überschuss angeboten. Über ein zwischengeschaltetes Ventil war ein sprunghafter Wechsel zwischen den Gasen möglich. Der Zeitpunkt an dem von Null- auf Prüfgas umgeschaltet wurde, bildete den Startzeitpunkt der Einstellzeit im Anstiegsmodus. Die Zeitspanne zwischen dem Startzeitpunkt und dem Erreichen von 90 % des stabilen Endwertes der Geräteanzeige wurde erfasst.

Nach Erreichen des stabilen Endwertes wurde wieder Nullgas aufgegeben, der Wechselzeitpunkt bildete den Startzeitpunkt der Einstellzeit im Abfallmodus. Auch hier wurde die Zeitspanne zwischen dem Startzeitpunkt und dem Erreichen von 90 % des stabilen Endwertes erfasst.

Auswertung

Es wurde für jede Messkomponente die Zeitspanne zwischen der sprunghaften Änderung der Prüfgasaufgabe und Erreichen von 90 % des Referenzpunktes für den Anstiegs- und 10 % des Referenzpunktes 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.

Bewertung

Es ergibt sich im Feldtest eine Einstellzeit von max. 98 s für SO₂, 93 s für CO, 96 s für NO, 68 s für den paramagnetischen O₂ Sensor und 98 s für den Zirkondioxid-Sensor für die Messeinrichtung.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Tabelle 96: Einstellzeiten für SO₂ zu Beginn des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 1
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)

SO ₂ , trocken	Gerät 1	Gerät 2
t ₉₀ für den Anstieg	t _r = 97 sec	t _r = 96 sec
t ₉₀ für den Abfall	t _f = 96 sec	t _f = 98 sec
rel. Differenz der t ₉₀	t _d = 1,0 %	t _d = -2,1 %
Einstellzeit	t ₉₀ = 97 sec	t _{90%} = 98 sec

Tabelle 97: Einstellzeiten für SO₂ am Ende des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 2
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)

SO ₂ , trocken	Gerät 1	Gerät 2
t ₉₀ für den Anstieg	t _r = 98 sec	t _r = 96 sec
t ₉₀ für den Abfall	t _f = 96 sec	t _f = 95 sec
rel. Differenz der t ₉₀	t _d = 2,0 %	t _d = 1,0 %
Einstellzeit	t ₉₀ = 98 sec	t _{90%} = 96 sec

Tabelle 98: Einstellzeiten für CO zu Beginn des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 1
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 1250 mg/m³)

CO, trocken	Gerät 1	Gerät 2
t ₉₀ für den Anstieg	t _r = 92 sec	t _r = 88 sec
t ₉₀ für den Abfall	t _f = 88 sec	t _f = 81 sec
rel. Differenz der t ₉₀	t _d = 4,3 %	t _d = 8,0 %
Einstellzeit	t ₉₀ = 92 sec	t _{90%} = 88 sec

Tabelle 99: Einstellzeiten für CO am Ende des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 2
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 1250 mg/m³)

CO, trocken	Gerät 1	Gerät 2
t ₉₀ für den Anstieg	t _r = 93 sec	t _r = 91 sec
t ₉₀ für den Abfall	t _f = 85 sec	t _f = 89 sec
rel. Differenz der t ₉₀	t _d = 8,6 %	t _d = 2,2 %
Einstellzeit	t ₉₀ = 93 sec	t _{90%} = 91 sec

Tabelle 100: Einstellzeiten für NO zu Beginn des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 1
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)

NO, trocken	Gerät 1	Gerät 2
t ₉₀ für den Anstieg	t _r = 96 sec	t _r = 87 sec
t ₉₀ für den Abfall	t _f = 91 sec	t _f = 81 sec
rel. Differenz der t ₉₀	t _d = 5,2 %	t _d = 6,9 %
Einstellzeit	t ₉₀ = 96 sec	t _{90%} = 87 sec

Tabelle 101: Einstellzeiten für NO am Ende des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 2
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)

NO, trocken	Gerät 1	Gerät 2
t ₉₀ für den Anstieg	t _r = 88 sec	t _r = 89 sec
t ₉₀ für den Abfall	t _f = 81 sec	t _f = 88 sec
rel. Differenz der t ₉₀	t _d = 8,0 %	t _d = 1,1 %
Einstellzeit	t ₉₀ = 88 sec	t _{90%} = 89 sec

Tabelle 102: Einstellzeiten für O₂ paramagnetischer Sensor zu Beginn des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 1
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

O ₂ , trocken	Gerät 1	Gerät 2
t ₉₀ für den Anstieg	t _r = 63 sec	t _r = 61 sec
t ₉₀ für den Abfall	t _f = 60 sec	t _f = 63 sec
rel. Differenz der t ₉₀	t _d = 4,8 %	t _d = -3,3 %
Einstellzeit	t ₉₀ = 63 sec	t _{90%} = 63 sec

Tabelle 103: Einstellzeiten für O₂ paramagnetischer Sensor am Ende des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 2
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

O ₂ , trocken	Gerät 1	Gerät 2
t ₉₀ für den Anstieg	t _r = 65 sec	t _r = 68 sec
t ₉₀ für den Abfall	t _f = 66 sec	t _f = 66 sec
rel. Differenz der t ₉₀	t _d = -1,5 %	t _d = 2,9 %
Einstellzeit	t ₉₀ = 66 sec	t _{90%} = 68 sec

Tabelle 104: Einstellzeiten für O₂ Zirkondioxid-Sensor zu Beginn des Feldtests

Messgerät: ZFK7 im Feldtest 1
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

O ₂ , trocken	Gerät 1	Gerät 2
t ₉₀ für den Anstieg	t _r = 93 sec	t _r = 98 sec
t ₉₀ für den Abfall	t _f = 83 sec	t _f = 84 sec
rel. Differenz der t ₉₀	t _d = 10,8 %	t _d = 14,3 %
Einstellzeit	t ₉₀ = 93 sec	t _{90%} = 98 sec

Tabelle 105: Einstellzeiten für O₂ Zirkondioxid-Sensor am Ende des Feldtests

Messgerät: ZFK7 im Feldtest 2
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

O ₂ , trocken	Gerät 1	Gerät 2
t ₉₀ für den Anstieg	t _r = 95 sec	t _r = 90 sec
t ₉₀ für den Abfall	t _f = 86 sec	t _f = 90 sec
rel. Differenz der t ₉₀	t _d = 9,5 %	t _d = 0,0 %
Einstellzeit	t ₉₀ = 95 sec	t _{90%} = 90 sec

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

Die Prüfung erfolgte mit den beschriebenen Justiermitteln (Nullgas/Prüfgas), einer Massendurchflussreglerstation sowie einem Datenerfassungssystem.

Durchführung der Prüfung

Die benötigten Referenzmaterialien wurden mit Hilfe eines kalibrierten Verdünnungssystems erzeugt. Die Prüfgaskonzentrationen wurden so gewählt, dass die Messwerte gleichmäßig über den Zertifizierungsbereich verteilt waren. Die Prüfgase wurden an der Sonde der AMS aufgegeben.

Die Referenzmaterialien mit den ungefähren Konzentrationen der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches wurden in folgender Reihenfolge aufgegeben:

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.

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.

Bewertung

Die relativen Residuen liegen für SO₂ bei maximal 0,93 %, für CO bei 0,88 % und für NO bei -0,63 % des Zertifizierungsbereichs. Für den paramagnetischen O₂-Sensor liegen sie bei maximal -0,09 Vol.-% und bei -0,15 Vol.-% für den Zirkondioxid-Sensor.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Tabelle 106: Linearitätsprüfung für SO₂ zu Beginn des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 1
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %	Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %
0,00	-5,47	-3,32	-0,38	0,00	-1,43	-0,53	-0,16
400,0	389,9	390,2	-0,05	400,0	390,9	390,0	0,16
228,3	223,0	221,3	0,30	228,3	223,6	222,4	0,21
0,00	-2,02	-3,32	0,23	0,00	-1,55	-0,53	-0,18
342,4	334,7	333,6	0,19	342,4	333,2	333,8	-0,11
57,54	53,06	53,28	-0,04	57,54	56,62	55,65	0,17
171,7	164,3	165,6	-0,23	171,7	166,3	167,1	-0,14
514,1	501,5	502,5	-0,18	514,1	500,8	501,5	-0,12
0,00	-2,74	-3,32	0,10	0,00	0,36	-0,53	0,16
maximaler Wert		d_{c,rel}	-0,38				0,21

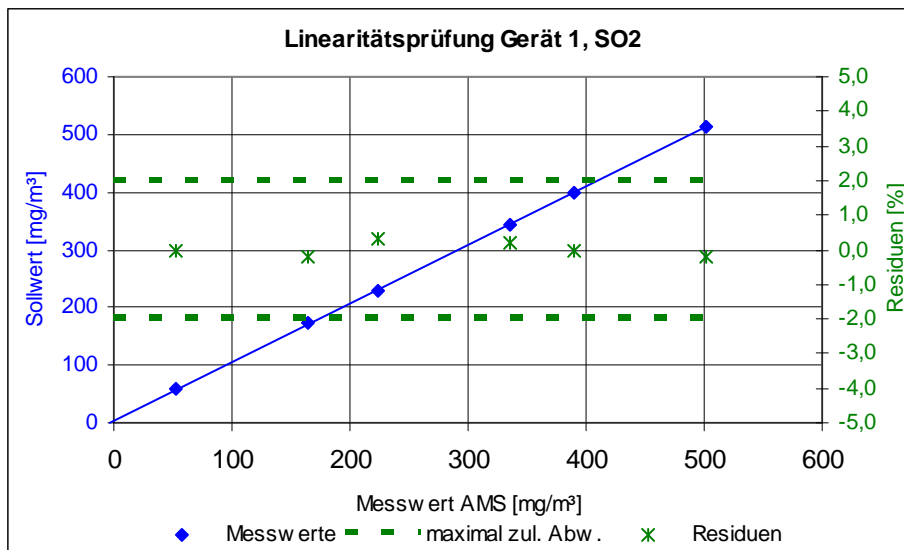


Abbildung 59: Darstellung der Linearität von Gerät 1 für SO₂ zu Beginn des Feldtests

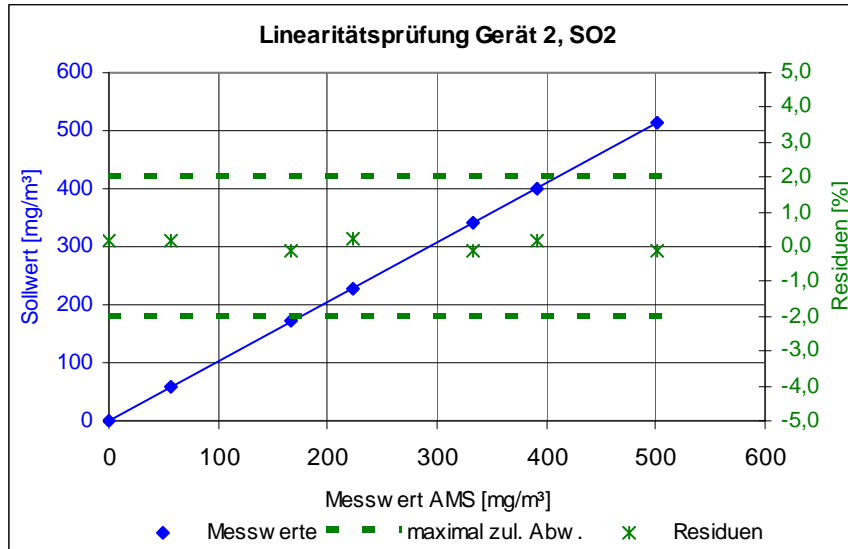


Abbildung 60: Darstellung der Linearität von Gerät 2 für SO₂ zu Beginn des Feldtests

Tabelle 107: Linearitätsprüfung für SO₂ am Ende des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 2
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %	Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %
0,00	1,78	0,27	0,26	0,00	-4,88	0,18	-0,89
400,0	397,7	393,7	0,70	400,0	400,1	397,7	0,42
228,3	230,1	224,8	0,93	228,3	232,0	227,1	0,86
0,00	1,78	0,27	0,26	0,00	-1,55	0,18	-0,30
342,4	335,8	337,1	-0,23	342,4	340,2	340,5	-0,05
57,54	53,17	56,86	-0,65	57,54	60,67	57,37	0,58
171,7	164,2	169,1	-0,86	171,7	171,7	170,8	0,16
514,1	503,6	506,0	-0,42	514,1	506,8	511,2	-0,77
0,00	0,48	0,27	0,04	0,00	0,36	0,18	0,03
maximaler Wert		d_{c,rel}	0,93				-0,89

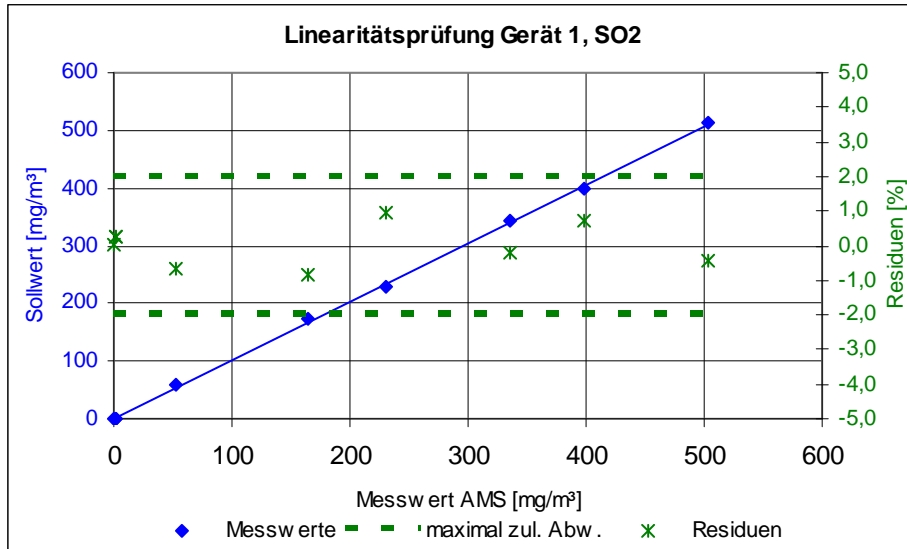


Abbildung 61: Darstellung der Linearität von Gerät 1 für SO₂ am Ende des Feldtests

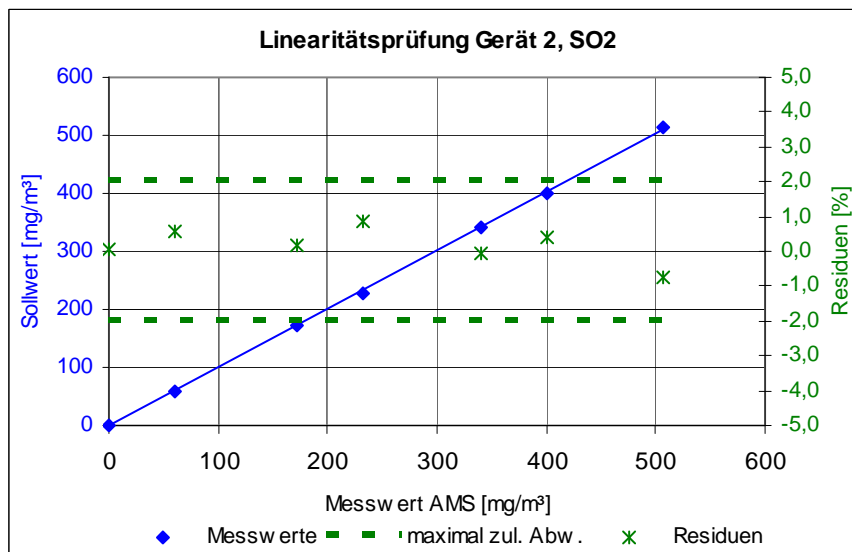


Abbildung 62: Darstellung der Linearität von Gerät 2 für SO₂ am Ende des Feldtests

Tabelle 108: Linearitätsprüfung für CO zu Beginn des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 1
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 1250 mg/m³)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %	Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %
0,00	-2,60	-6,62	0,32	0,00	-3,91	-4,24	0,03
875,0	887,8	883,9	0,31	875,0	871,4	875,4	-0,32
500,0	494,5	502,2	-0,62	500,0	493,0	498,4	-0,43
0,00	-3,39	-6,62	0,26	0,00	-0,78	-4,24	0,28
750,0	750,3	756,7	-0,51	750,0	743,8	749,7	-0,47
125,0	120,3	120,6	-0,02	125,0	123,4	121,4	0,16
375,0	367,2	375,0	-0,62	375,0	368,0	372,7	-0,38
1.125	1.146	1.138	0,64	1.125	1.138	1.127	0,88
0,00	-2,86	-6,62	0,30	0,00	-0,78	-4,24	0,28
maximaler Wert			d_{c,rel}				0,88

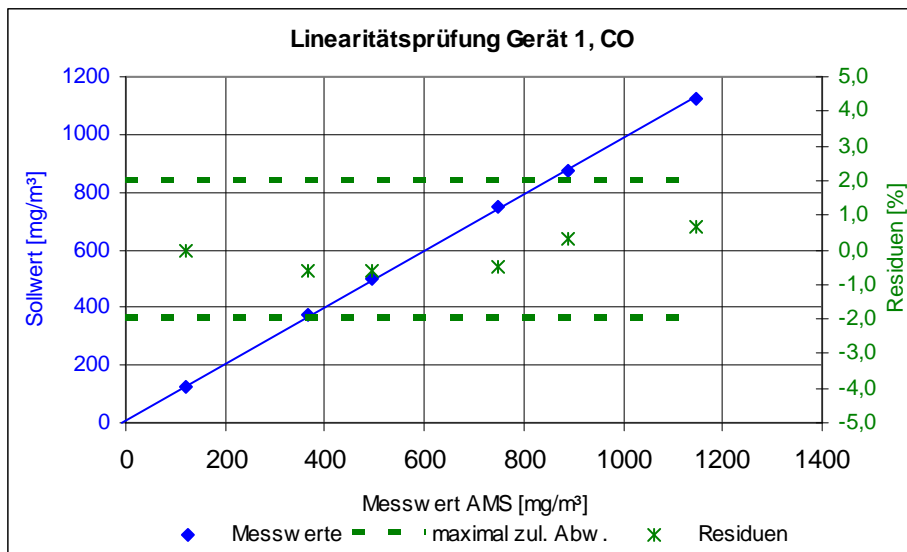


Abbildung 63: Darstellung der Linearität von Gerät 1 für CO zu Beginn des Feldtests

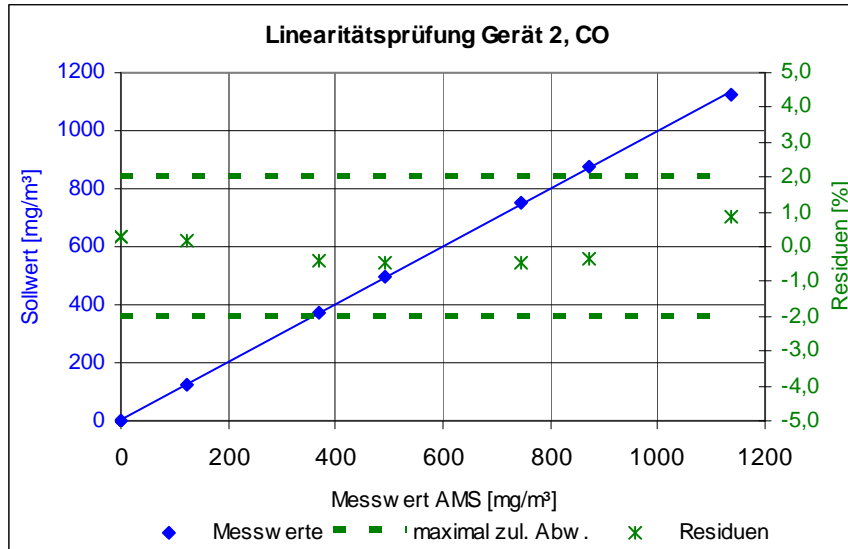


Abbildung 64: Darstellung der Linearität von Gerät 2 für CO zu Beginn des Feldtests

Tabelle 109: Linearitätsprüfung für CO am Ende des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 2
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 1250 mg/m³)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %	Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %
0,00	-3,13	-1,55	-0,13	0,00	-0,78	-1,50	0,06
875,0	853,9	847,1	0,54	875,0	862,5	862,9	-0,03
500,0	485,9	483,4	0,20	500,0	491,4	492,4	-0,08
0,00	-2,60	-1,55	-0,08	0,00	-0,78	-1,50	0,06
750,0	726,6	725,9	0,06	750,0	738,3	739,4	-0,09
125,0	120,1	119,7	0,03	125,0	121,6	122,0	-0,03
375,0	361,7	362,2	-0,04	375,0	367,7	368,9	-0,10
1.125	1.083	1.090	-0,56	1.125	1.112	1.110	0,16
0,00	-2,08	-1,55	-0,04	0,00	-0,78	-1,50	0,06
maximaler Wert			d_{c,rel}				0,16

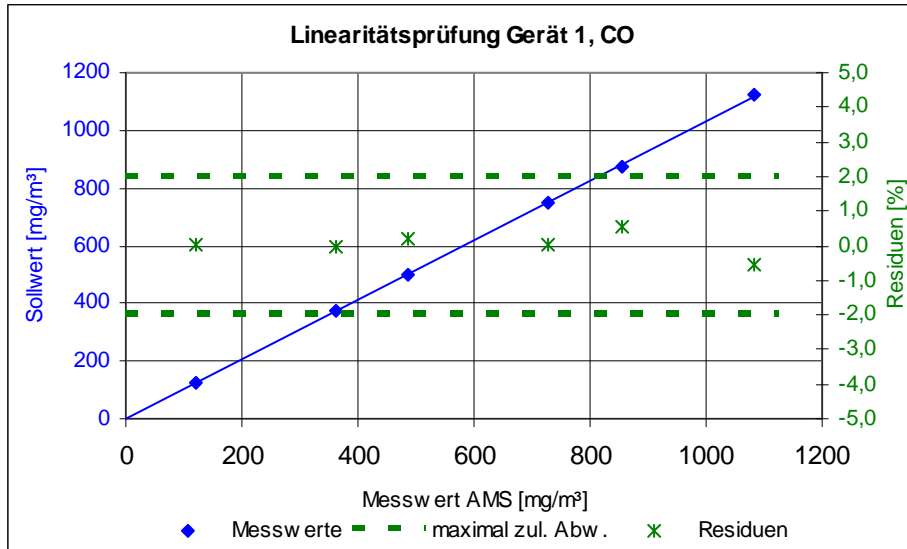


Abbildung 65: Darstellung der Linearität von Gerät 1 für CO am Ende des Feldtests

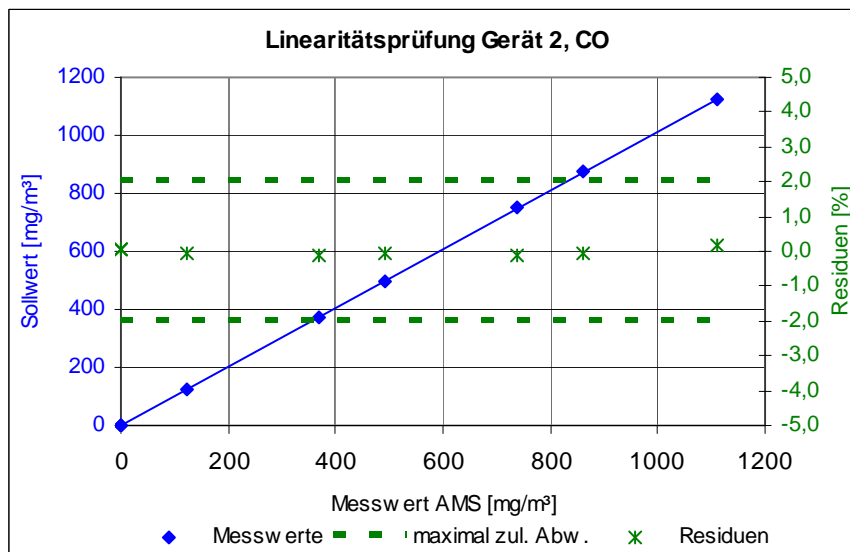


Abbildung 66: Darstellung der Linearität von Gerät 2 für CO am Ende des Feldtests

Tabelle 110: Linearitätsprüfung für NO zu Beginn des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 1
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %	Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %
0,00	1,56	1,62	-0,02	0,00	1,90	1,93	-0,01
187,6	186,5	186,5	0,00	187,6	187,3	188,1	-0,30
107,2	107,2	107,2	0,00	107,2	107,8	108,3	-0,19
0,00	2,12	1,62	0,19	0,00	1,95	1,93	0,01
160,8	160,1	160,0	0,04	160,8	161,1	161,5	-0,15
26,80	28,59	28,03	0,21	26,80	29,09	28,52	0,21
80,40	80,62	80,84	-0,08	80,40	81,52	81,71	-0,07
241,2	239,2	239,3	-0,04	241,2	242,4	241,3	0,41
0,00	0,84	1,62	-0,29	0,00	2,18	1,93	0,09
maximaler Wert		d_{c,rel}	-0,29				0,41

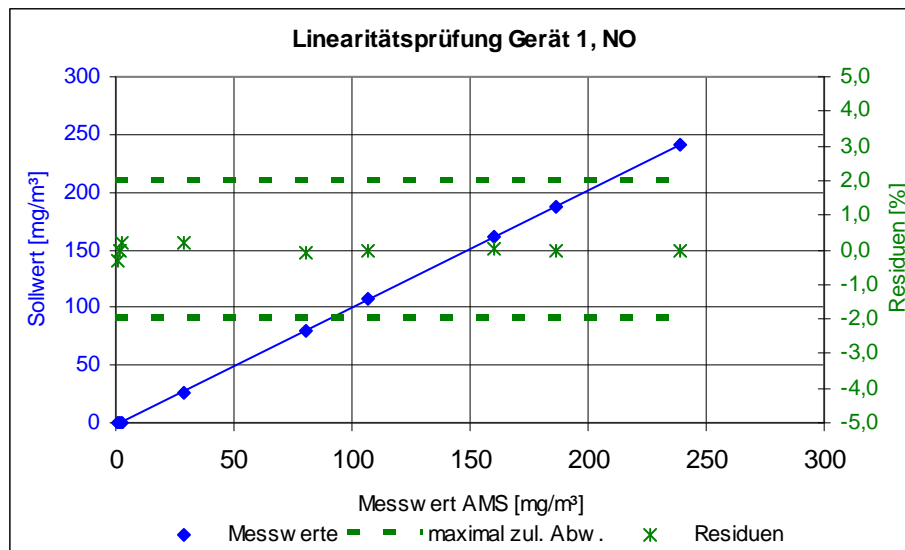


Abbildung 67: Darstellung der Linearität von Gerät 1 für NO zu Beginn des Feldtests

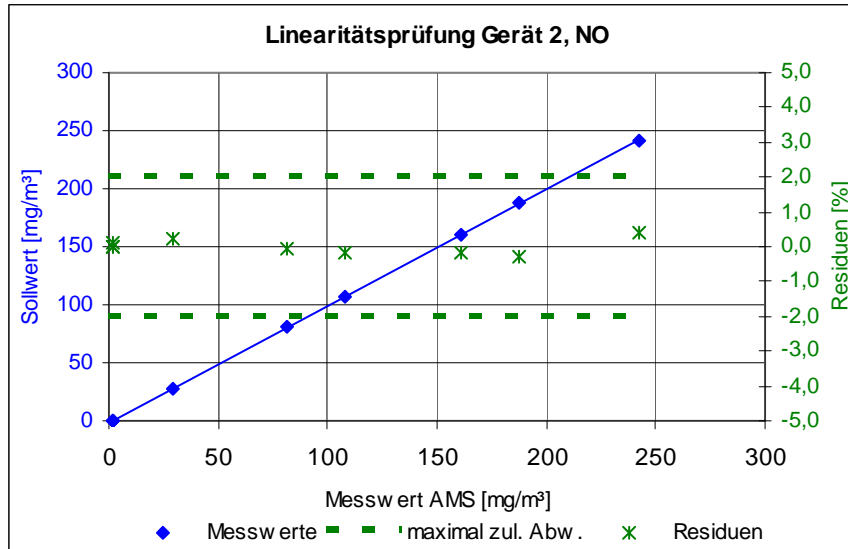


Abbildung 68: Darstellung der Linearität von Gerät 2 für NO zu Beginn des Feldtests

Tabelle 111: Linearitätsprüfung für NO am Ende des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 2
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %	Sollwert mg/m ³	Messwert mg/m ³	Regression mg/m ³	d _{c,rel} %
0,00	1,34	1,24	0,04	0,00	2,85	2,37	0,18
187,6	187,7	186,8	0,34	187,6	190,6	189,9	0,26
107,2	108,5	107,3	0,45	107,2	110,4	109,5	0,34
0,00	0,78	1,24	-0,17	0,00	2,18	2,37	-0,07
160,8	161,0	160,3	0,26	160,8	163,3	163,1	0,07
26,80	27,53	27,75	-0,08	26,80	28,81	29,15	-0,13
80,40	81,13	80,78	0,13	80,40	82,80	82,73	0,03
241,2	238,1	239,8	-0,63	241,2	242,4	243,5	-0,41
0,00	0,50	1,24	-0,28	0,00	1,62	2,37	-0,28
maximaler Wert		d_{c,rel}	-0,63				-0,41

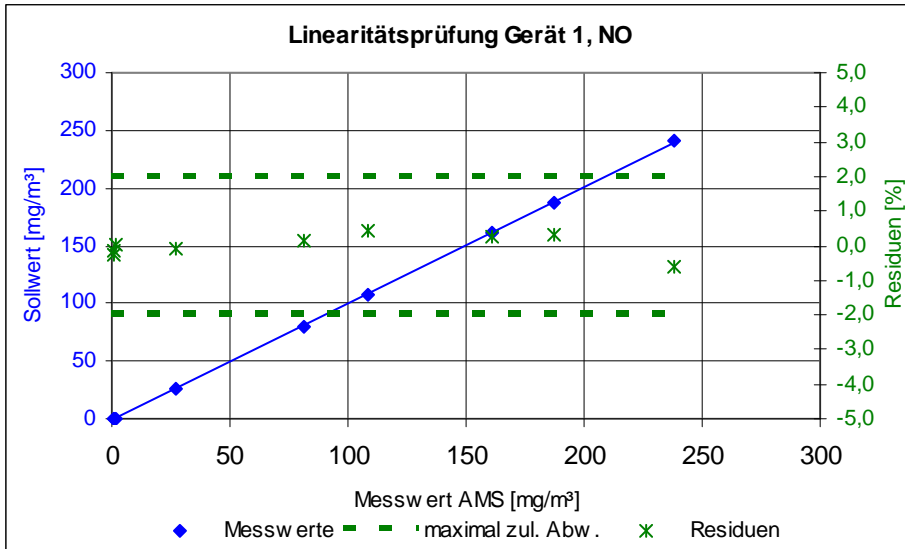


Abbildung 69: Darstellung der Linearität von Gerät 1 für NO am Ende des Feldtests

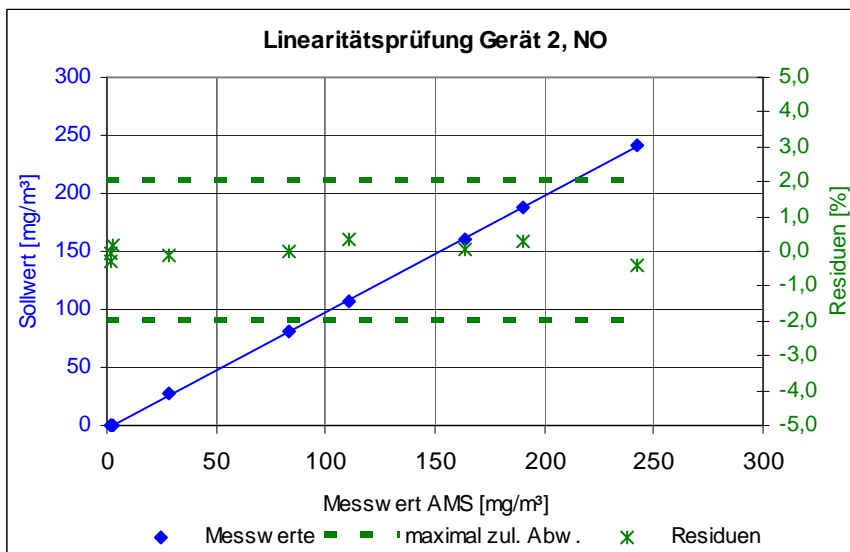


Abbildung 70: Darstellung der Linearität von Gerät 2 für NO am Ende des Feldtests

Tabelle 112: Linearitätsprüfung für O₂ zu Beginn des Feldtests, paramagnetischer Sensor

Messgerät: ZRE im Feldtest 1
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	d _{c,rel} Vol.-%	Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	d _{c,rel} Vol.-%
0,00	-0,11	-0,10	-0,01	0,00	0,03	0,02	0,01
17,50	17,34	17,32	0,02	17,50	17,48	17,46	0,02
10,00	9,87	9,85	0,02	10,00	10,00	9,98	0,02
0,00	-0,10	-0,10	0,00	0,00	0,03	0,02	0,01
15,00	14,80	14,83	-0,03	15,00	14,94	14,97	-0,03
2,50	2,38	2,38	0,00	2,50	2,48	2,51	-0,03
7,50	7,35	7,36	-0,01	7,50	7,47	7,49	-0,02
22,50	22,29	22,30	-0,01	22,50	22,44	22,44	0,00
0,00	-0,09	-0,10	0,01	0,00	0,03	0,02	0,01
maximaler Wert			d_{c,rel}				-0,03

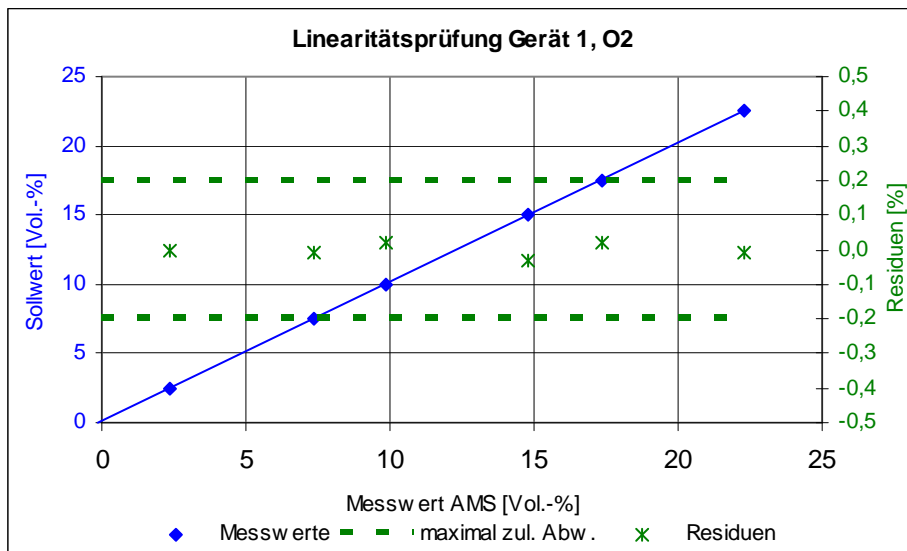


Abbildung 71: Darstellung der Linearität von Gerät 1 für O₂ zu Beginn des Feldtests, paramagnetischer Sensor

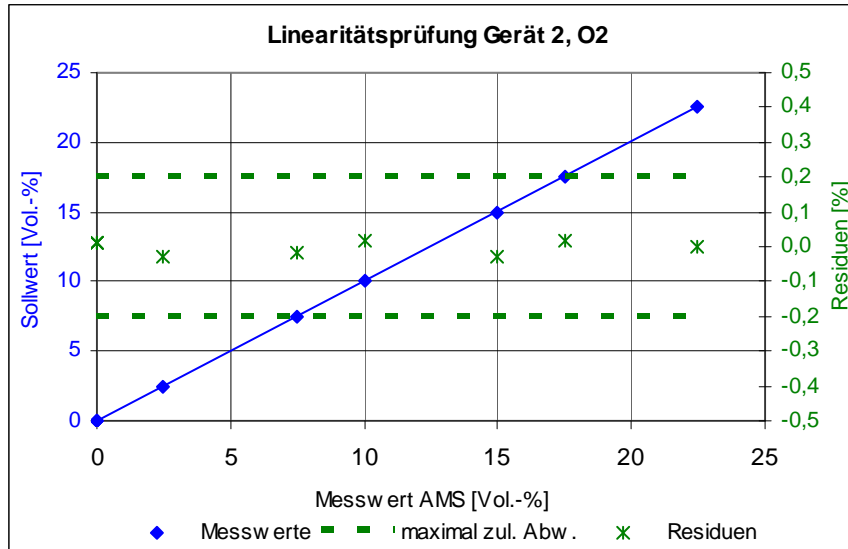


Abbildung 72: Darstellung der Linearität von Gerät 2 für O₂ zu Beginn des Feldtests, paramagnetischer Sensor

Tabelle 113: Linearitätsprüfung für O₂ am Ende des Feldtests, paramagnetischer Sensor

Messgerät: ZRE im Feldtest 2
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	d _{c,rel} Vol.-%	Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	d _{c,rel} Vol.-%
0,00	0,00	0,02	-0,02	0,00	-0,02	0,02	-0,04
17,50	17,53	17,49	0,04	17,50	17,51	17,50	0,01
10,00	10,06	10,00	0,06	10,00	10,08	10,01	0,07
0,00	-0,01	0,02	-0,03	0,00	0,00	0,02	-0,02
15,00	15,01	15,00	0,01	15,00	15,08	15,01	0,07
2,50	2,51	2,51	0,00	2,50	2,50	2,52	-0,02
7,50	7,56	7,51	0,05	7,50	7,56	7,51	0,05
22,50	22,41	22,49	-0,08	22,50	22,41	22,50	-0,09
0,00	-0,01	0,02	-0,03	0,00	0,00	0,02	-0,02
maximaler Wert		d_{c,rel}	-0,08				-0,09

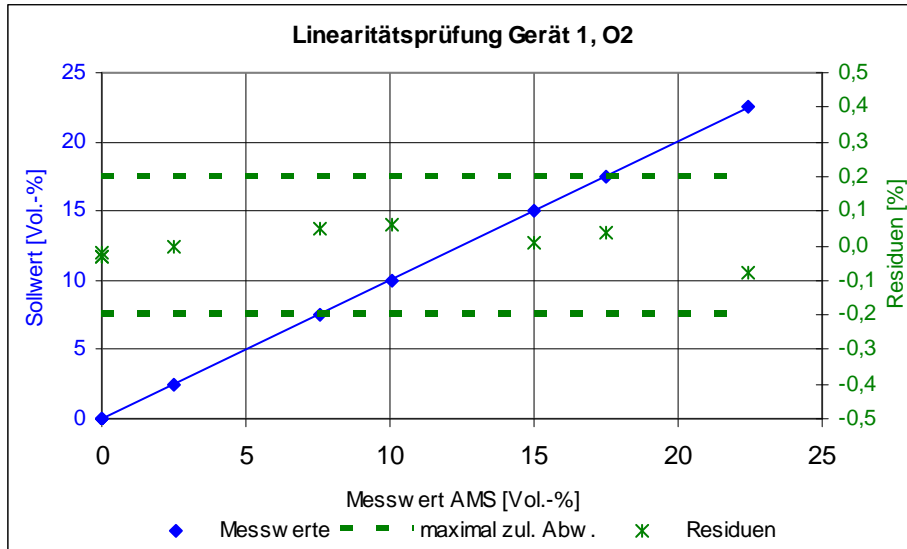


Abbildung 73: Darstellung der Linearität von Gerät 1 für O₂ am Ende des Feldtests, paramagnetischer Sensor

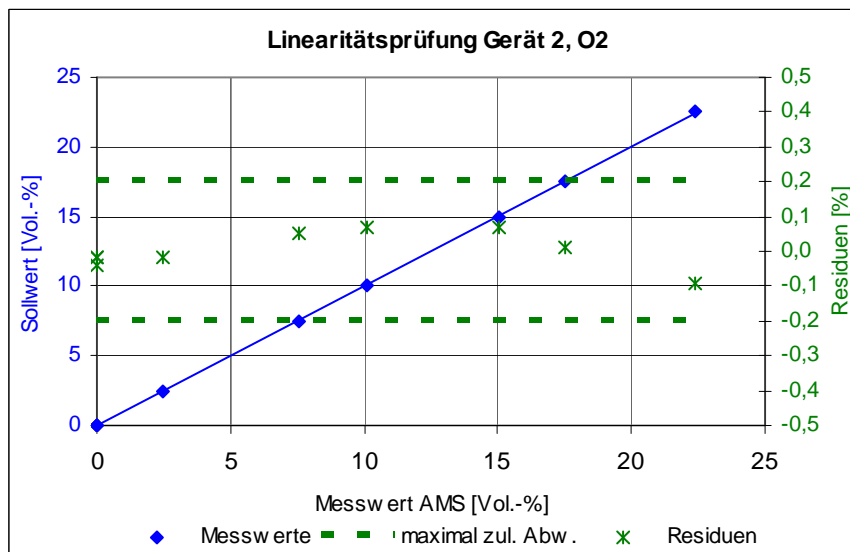


Abbildung 74: Darstellung der Linearität von Gerät 2 für O₂ am Ende des Feldtests, paramagnetischer Sensor

Tabelle 114: Linearitätsprüfung für O₂ zu Beginn des Feldtests, Zirkondioxid-Sensor

Messgerät: ZFK7 im Feldtest 1
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	d _{c,rel} Vol.-%	Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	d _{c,rel} Vol.-%
0,00	0,06	-0,01	0,07	0,00	0,13	0,05	0,08
17,50	17,27	17,22	0,05	17,50	17,45	17,38	0,07
10,00	9,77	9,84	-0,07	10,00	9,94	9,96	-0,02
0,00	0,06	-0,01	0,07	0,00	0,13	0,05	0,08
15,00	14,77	14,76	0,01	15,00	14,92	14,91	0,01
2,50	2,35	2,45	-0,10	2,50	2,43	2,53	-0,10
7,50	7,23	7,38	-0,15	7,50	7,35	7,48	-0,13
22,50	22,20	22,15	0,05	22,50	22,34	22,34	0,00
0,00	0,06	-0,01	0,07	0,00	0,05	0,05	0,00
maximaler Wert			d_{c,rel}				-0,13

Messwerte sind Mittelwert aus 3 Durchgängen

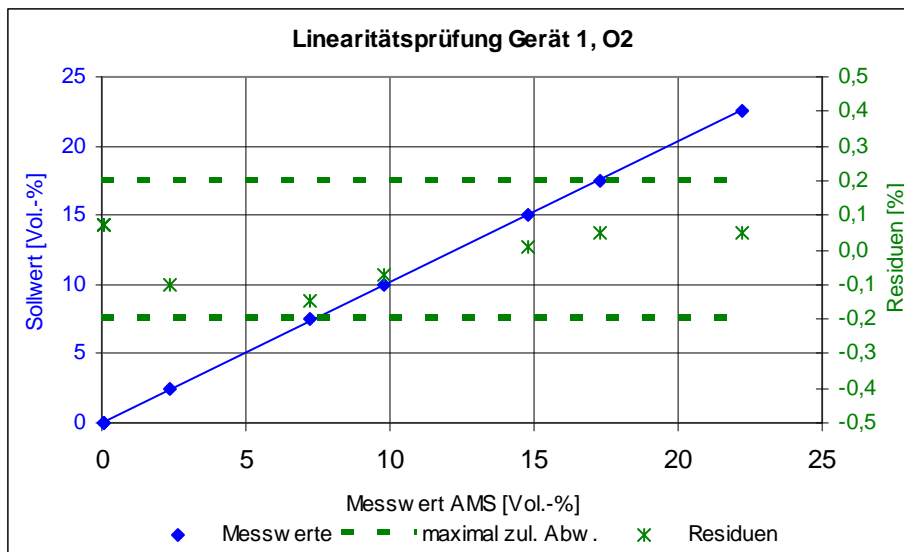


Abbildung 75: Darstellung der Linearität von Gerät 1 für O₂ zu Beginn des Feldtests, Zirkondioxid-Sensor

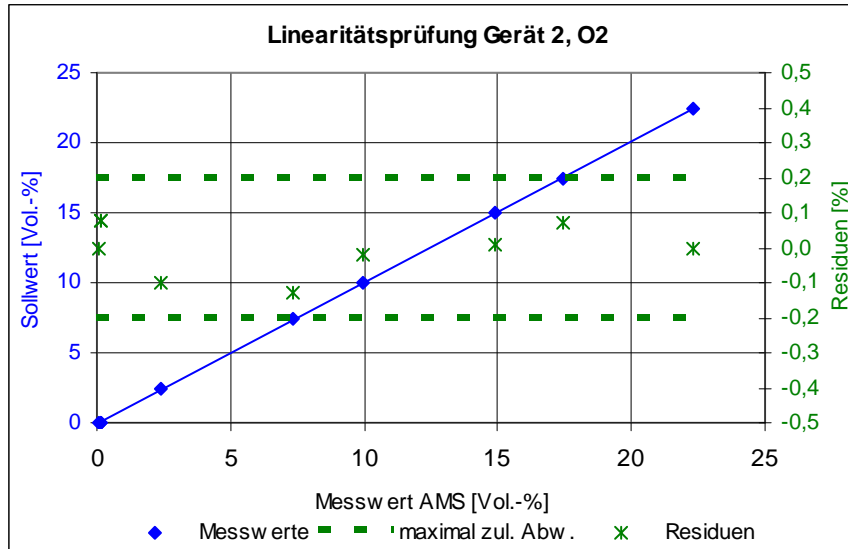


Abbildung 76: Darstellung der Linearität von Gerät 2 für O₂ zu Beginn des Feldtests, Zirkondioxid-Sensor

Tabelle 115: Linearitätsprüfung für O₂ am Ende des Feldtests, Zirkondioxid-Sensor

Messgerät: ZFK7 im Feldtest 2
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	d _{c,rel} Vol.-%	Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	d _{c,rel} Vol.-%
0,00	0,12	0,10	0,02	0,00	0,09	0,10	-0,01
17,50	17,43	17,44	-0,01	17,50	17,51	17,51	0,00
10,00	10,00	10,01	-0,01	10,00	10,08	10,05	0,03
0,00	0,11	0,10	0,01	0,00	0,11	0,10	0,01
15,00	14,98	14,96	0,02	15,00	15,07	15,03	0,04
2,50	2,53	2,58	-0,05	2,50	2,53	2,59	-0,06
7,50	7,53	7,53	0,00	7,50	7,56	7,56	0,00
22,50	22,40	22,39	0,01	22,50	22,46	22,49	-0,03
0,00	0,11	0,10	0,01	0,00	0,11	0,10	0,01
maximaler Wert		d_{c,rel}	-0,05				-0,06

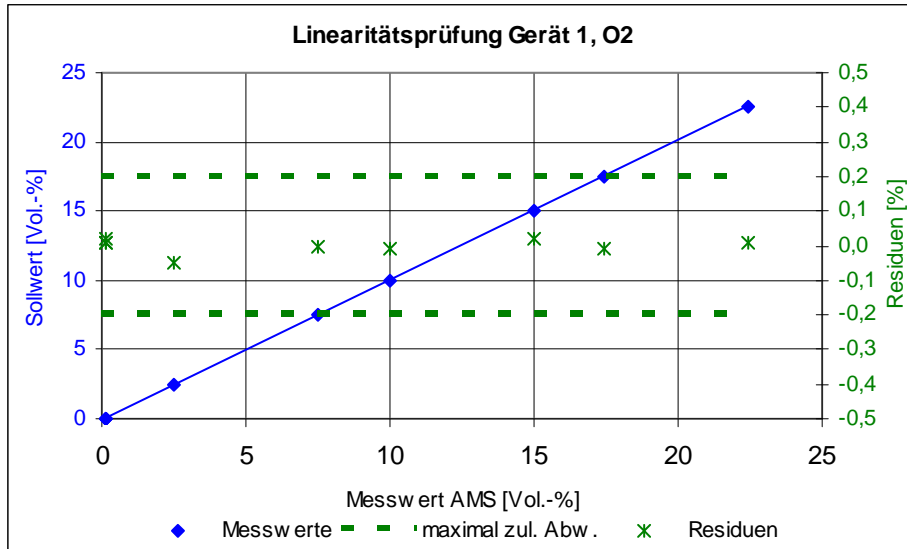


Abbildung 77: Darstellung der Linearität von Gerät 1 für O₂ am Ende des Feldtests, Zirkon-dioxid-Sensor

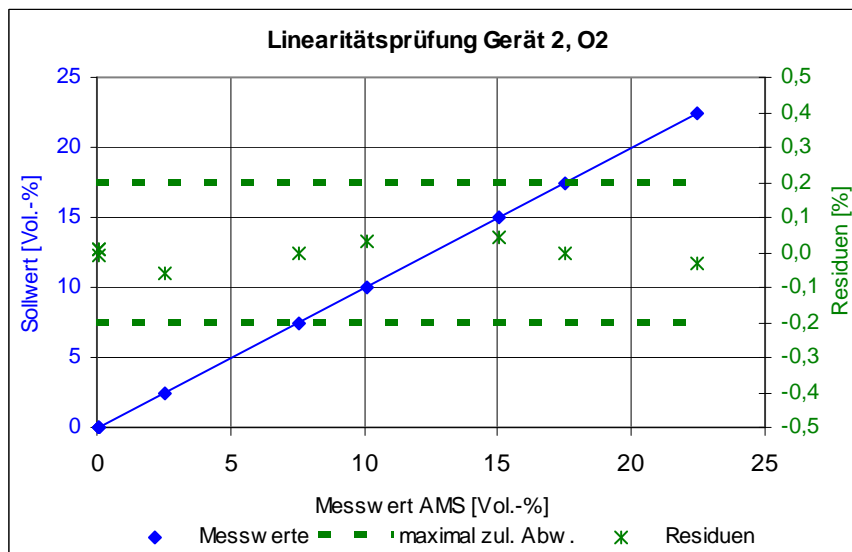


Abbildung 78: Darstellung der Linearität von Gerät 2 für O₂ am Ende des Feldtests, Zirkon-dioxid-Sensor

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse zur Prüfung des Lack of fit sind im Anhang ab Tabelle 139 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 AMS mit Null- und Prüfgas eingestellt. Während des Feldtests wurden Null- und Referenzpunkt regelmäßig überprüft.

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

Auswertung

Zur Bestimmung des Wartungsintervalls wurden die Daten der regelmäßigen Prüfgasaufgabe mit den Einstellungen zu Beginn des Feldtests verglichen und die Abweichungen bestimmt. Des Weiteren wurden das Betriebsverhalten der Messeinrichtung sowie die Wartungsvorschriften ausgewertet.

Bewertung

Das Wartungsintervall beträgt 4 Wochen.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

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

Monatliche Wartungsarbeiten: Null- und Referenzpunktkontrolle mit Prüfgasen, Sichtprüfung des Systems, Verschlauchung, Durchflussmesser, Temperaturregler und Pumpen.

Jährliche Wartungsarbeiten: Wechsel des Filterelements in der beheizten Sonde.

Ansonsten sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Im folgenden Prüfpunkt 6c.5 [7.5 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift] sind die Ergebnisse der regelmäßigen Prüfgasaufgaben während des Feldtests dargestellt.

6c.5 [7.5 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift]

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 Null- und Referenzpunkt darf 3,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert und für O₂ von 0,2 Vol.-% nicht überschreiten.

Gerätetechnische Ausstattung

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

Die Prüfung erfolgte mit den beschriebenen Justiermitteln (Nullgas/Prüfgas).

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 mindestens 10-mal überprüft. Bei Überschreitung der zulässigen Drift wurden die Geräte nachjustiert. Die vom Hersteller festgelegten Wartungsarbeiten wurden in den vorgegebenen Intervallen vorgenommen und in die Prüfung einbezogen.

Auswertung

Über 4 Wochen haben die Geräte die zulässigen Driften eingehalten.

Bewertung

Die Nullpunktdrift liegt über den gesamten Zeitraum für SO₂ unterhalb von 0,81 %, für CO unterhalb von -0,38 %, für NO unterhalb von 0,69 %, für den paramagnetischen O₂ Sensor unterhalb von -0,11 Vol.-% und für den Zirkondioxid-Sensor unterhalb von -0,09 Vol.-%.

Die Referenzpunktdrift liegt für SO₂ unterhalb von -2,37 %, für CO unterhalb von -2,31 %, für NO unterhalb von 2,81 %, für den paramagnetischen O₂ Sensor unterhalb von 0,19 Vol.-% und für den Zirkondioxid-Sensor unterhalb von -0,17 Vol.-%.

Damit ist die Mindestanforderung erfüllt

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von -2,67 mg/m³ für SO₂, -0,27 mg/m³ für CO, 1,07 mg/m³ für NO, -0,064 Vol.-% für den paramagnetischen O₂ Sensor und -0,052 für den Zirkondioxid-Sensor für die Nullpunktdrift und von -7,81 mg/m³ für SO₂, -1,67 mg/m³ für CO, 4,35 mg/m³ für NO, 0,110 Vol.-% für den paramagnetischen O₂ Sensor und -0,098 für den Zirkondioxid-Sensor für die Referenzpunktdrift eingesetzt.

Tabelle 120: Driftuntersuchungen für O₂ Zirkondioxid-Sensor während des Feldtests

Datum	Zeitintervall d	Messkomponente: O ₂ 0 bis 25 Vol.-%							
		Gerät 1							
		Nullpunkt				Referenzpunkt			
Istwert	Sollwert	Abw. in Vol.-% O ₂	Abgleich ja/nein	Istwert	Sollwert	Abw. in Vol.-% O ₂	Abgleich ja/nein		
mA	mA			mA	mA				
27.05.2009	0	5,24	5,29	-	nein	15,71	15,82	-	nein
08.06.2009	12	5,23	5,29	-0,09	nein	15,71	15,82	-0,17	nein
15.06.2009	7	5,24	5,29	-0,08	nein	15,80	15,82	-0,03	nein
30.06.2009	15	5,26	5,29	-0,05	nein	15,69	15,63	0,09	nein
09.07.2009	9	5,27	5,30	-0,05	nein	15,53	15,63	-0,16	nein
15.07.2009	6	5,29	5,30	-0,02	nein	15,67	15,63	0,06	nein
23.07.2009	8	5,31	5,30	0,02	nein	15,60	15,63	-0,05	ja
31.07.2009	8	5,29	5,30	-0,02	nein	15,61	15,63	-0,03	nein
17.08.2009	17	5,28	5,30	-0,03	nein	15,50	15,56	-0,09	nein
02.09.2009	16	5,29	5,30	-0,02	nein	15,53	15,56	-0,05	ja
15.09.2009	13	5,30	5,30	0,00	nein	15,54	15,56	-0,03	nein

Datum	Zeitintervall d	Gerät 2							
		Nullpunkt				Referenzpunkt			
		Istwert	Sollwert	Abw. in Vol.-% O ₂	Abgleich ja/nein	Istwert	Sollwert	Abw. in Vol.-% O ₂	Abgleich ja/nein
mA	mA			mA	mA				
27.05.2009	0	5,29	5,29	-	nein	15,82	15,82	-	nein
08.06.2009	12	5,30	5,29	0,02	nein	15,84	15,82	0,03	nein
15.06.2009	7	5,30	5,29	0,02	nein	15,90	15,82	0,13	nein
30.06.2009	15	5,31	5,29	0,03	nein	15,70	15,63	0,11	nein
09.07.2009	9	5,32	5,30	0,03	nein	15,64	15,63	0,02	nein
15.07.2009	6	5,30	5,30	0,00	nein	15,69	15,63	0,09	nein
23.07.2009	8	5,30	5,30	0,00	nein	15,61	15,63	-0,03	ja
31.07.2009	8	5,29	5,30	-0,02	nein	15,62	15,63	-0,02	nein
17.08.2009	17	5,29	5,30	-0,02	nein	15,52	15,56	-0,06	nein
02.09.2009	16	5,30	5,30	0,00	nein	15,56	15,56	0,00	ja
15.09.2009	13	5,29	5,30	-0,02	nein	15,55	15,56	-0,02	nein

maximaler Wert am Nullpunkt -0,09 Vol.-%

maximale Unsicherheit u = -0,052 Vol.-%

maximaler Wert am Referenzpunkt -0,17 Vol.-%

maximale Unsicherheit u = -0,098 Vol.-%

= max / √3

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 Feldtest erfolgte vom 27.05.2009 bis zum 30.09.2009. Dies entspricht einer Gesamtzeit von 3026 Stunden.

Externe Ausfälle aufgrund von 2 Stromausfällen beliefen sich auf 75,5 Stunden. Daher reduziert sich die Gesamtbetriebszeit auf 2950,5 Stunden.

Die Justierarbeiten an den Messsystemen im Rahmen der Eignungsprüfung nahmen insgesamt je ca. 47 Stunden in Anspruch.

Die automatische Nullpunktskalibrierung nimmt maximal 10 Minuten in Anspruch, daher führte Sie nicht zu ungünstigen Halbstundenmittelwerten. Um sicher zu gehen, dass kein Messwert hiervon beeinträchtigt wird, bietet es sich an, die Zeit für die Nullpunktskalibrierung auf 2 Halbstundenmittelwerte aufzuteilen.

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 für alle Komponenten 98,4 %.

Damit ist die Mindestanforderung erfüllt.

Tabelle 121: Verfügbarkeit für das Gesamtsystem ZRE/ZFK7

Messgerät: ZRE/ZFK7 im Feldtest

		Gerät 1	Gerät 2
Gesamtbetriebszeit t_{tot}	h	2950,5	2950,5
Ausfallzeit t_0			
- Geräteinterne Einstellzeiten	h	0	0
- Gerätestörungen und Reparaturen	h	0	0
- Wartung und Justierung	h	47	47
Verfügbarkeit V	%	98,4	98,4

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 O₂ 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.

Für die Komponente CO erfolgte die Auswertung für den eingestellten Messbereich 0-1250 mg/m³ und für alle Werte < 5,6 mA ebenfalls für den Zertifizierungsbereich 0-125 mg/m³.

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.

$s_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{1,i} - x_{2,i})^2}{2n}}$	mit
$R_{\text{field}} = t_{n-1; 0,95} \times s_D$	$x_{1,i}$ 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 für SO₂ bei 0,7 %, für CO bei 2,5 %, für NO bei 1,0 %, für den paramagnetischen O₂-Sensor bei 0,11 Vol.-% und für den Zirkondioxid-Sensor bei 0,10 Vol.-%. Das entspricht einem R_D-Wert von 138 für SO₂, 40 für CO, 103 für NO, 221 für den paramagnetischen O₂-Sensor und 249 für den Zirkondioxid-Sensor (nach VDI 4203).

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert der Standardabweichung aus Doppelbestimmungen R_f von 2,108 mg/m³ für SO₂, 1,604 mg/m³ für CO, 1,324 mg/m³ für NO, 0,058 Vol.-% für den paramagnetischen O₂-Sensor und 0,051 Vol.-% für den Zirkondioxid-Sensor verwendet.

Die Ergebnisse der Vergleichspräzision sind in den folgenden Tabellen und Abbildungen dargestellt.

Tabelle 122: Vergleichspräzision für SO₂

Komponente:	SO ₂		
Messgerät:	ZRE		
Messdatum:	27.05.2009 bis 30.09.2009		
Zertifizierungsbereich	ZB =	0 - 571	mg/m ³
Emissionsgrenzwert	GW =	0	mg/m ³
Konzentrationsbereich	Gerät 1 =	-12,7 - 544,7	mg/m ³
Konzentrationsbereich	Gerät 2 =	-12,9 - 543,4	mg/m ³
Mittelwert	Gerät 1 =	4,49	mg/m ³
Mittelwert	Gerät 2 =	4,99	mg/m ³
y = b* x + c Steigung	b =	0,9881	
	Ordinatenabstand	c =	2,2468 mg/m ³
Korrelationskoeffizient	r =	0,9937	
Stichprobenumfang	n =	5806	
t-Wert	t _{0,95,n} =	1,9604	
Std-Abw.aus Doppelbestimmungen	s _D =	2,108	mg/m ³
Vergleichspräzision (alle Punkte)	R _f =	4,132	mg/m ³
bezogen auf den ZB	R _{f%} =	0,7	%
Limit	=	3,3	%
maximale Unsicherheit	u = s_D =	2,108	mg/m³
RD alle Punkte nach VDI 4203	R _D =	138	

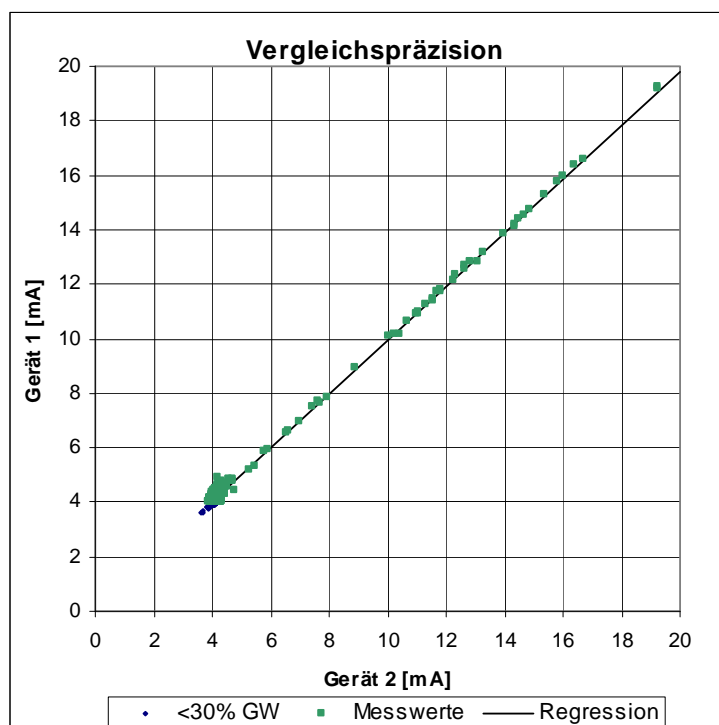


Abbildung 79: Darstellung der Vergleichspräzision für SO₂

Tabelle 123: Vergleichspräzision für CO Messbereich 0-125 mg/m³

Komponente:	CO		
Messgerät:	ZRE		
Messdatum:	27.05.2009 bis 30.09.2009		
Zertifizierungsbereich	ZB =	0 - 125	mg/m ³
Emissionsgrenzwert	GW =	50	mg/m ³
Konzentrationsbereich	Gerät 1 =	-6,2 - 129,3	mg/m ³
Konzentrationsbereich	Gerät 2 =	-3,4 - 121,7	mg/m ³
Mittelwert	Gerät 1 =	14,62	mg/m ³
Mittelwert	Gerät 2 =	16,54	mg/m ³
y = b* x + c Steigung	b =	1,0005	
Ordinatenabstand	c =	1,7410	mg/m ³
Korrelationskoeffizient	r =	0,9974	
Stichprobenumfang	n =	5769	
t-Wert	t _{0,95,n} =	1,9604	
Std-Abw.aus Doppelbestimmungen	s _D =	1,604	mg/m ³
Vergleichspräzision (alle Punkte)	R _f =	3,145	mg/m ³
bezogen auf den ZB	R _{f%} =	2,5	%
Limit	=	3,3	%
maximale Unsicherheit	u = s_D =	1,604	mg/m³
RD alle Punkte nach VDI 4203	R _D =	40	

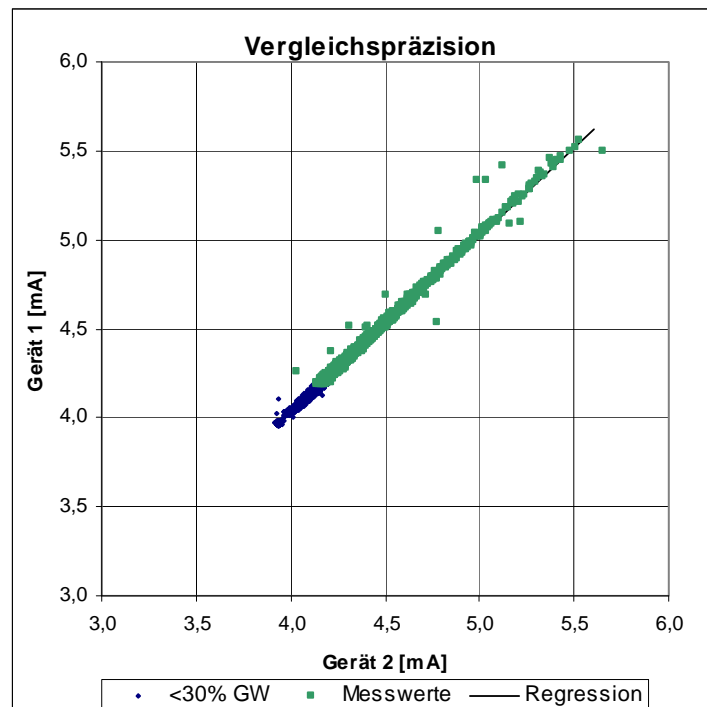

Abbildung 80: Darstellung der Vergleichspräzision für CO 0-125 mg/m³

Tabelle 124: Vergleichspräzision für CO 0-1250 mg/m³

Komponente:	CO		
Messgerät:	ZRE		
Messdatum:	27.05.2009 bis 30.09.2009		
Zertifizierungsbereich	ZB =	0 - 1250	mg/m ³
Emissionsgrenzwert	GW =	50	mg/m ³
Konzentrationsbereich	Gerät 1 =	-6,2 - 486,4	mg/m ³
Konzentrationsbereich	Gerät 2 =	-1,1 - 487,1	mg/m ³
Mittelwert	Gerät 1 =	15,75	mg/m ³
Mittelwert	Gerät 2 =	20,01	mg/m ³
y = b* x + c Steigung	b =	0,9969	
Ordinatenabstand	c =	5,2747	mg/m ³
Korrelationskoeffizient	r =	0,9984	
Stichprobenumfang	n =	5806	
t-Wert	t _{0,95,n} =	1,9604	
Std-Abw.aus Doppelbestimmungen	s _D =	3,151	mg/m ³
Vergleichspräzision (alle Punkte)	R _f =	6,178	mg/m ³
bezogen auf den ZB	R _{f%} =	0,5	%
Limit	=	3,3	%
maximale Unsicherheit	u = s_D =	3,151	mg/m³
RD alle Punkte nach VDI 4203	R _D =	202	

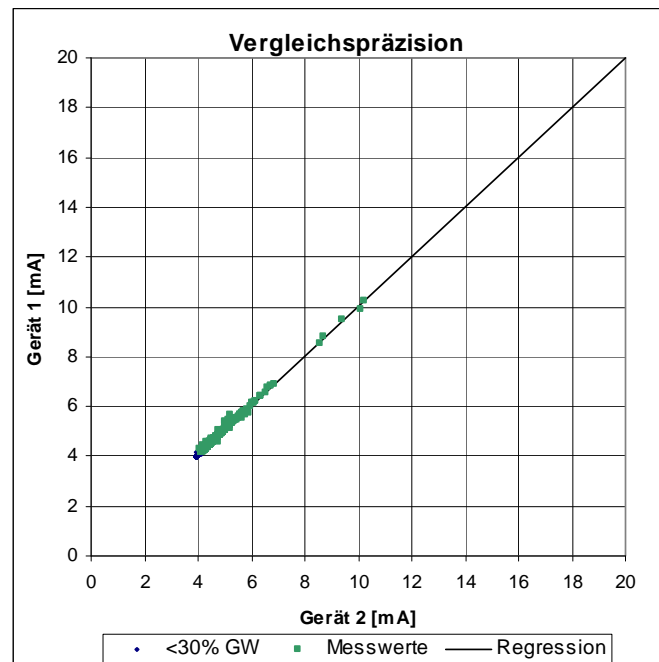


Abbildung 81: Darstellung der Vergleichspräzision für CO 0-1250 mg/m³

Tabelle 125: Vergleichspräzision für NO

Komponente:	NO		
Messgerät:	ZRE		
Messdatum:	27.05.2009 bis 30.09.2009		
Zertifizierungsbereich	ZB =	0 - 268	mg/m ³
Emissionsgrenzwert	GW =	0	mg/m ³
Konzentrationsbereich	Gerät 1 =	-5,3 - 273,2	mg/m ³
Konzentrationsbereich	Gerät 2 =	-3,5 - 270,3	mg/m ³
Mittelwert	Gerät 1 =	90,86	mg/m ³
Mittelwert	Gerät 2 =	91,24	mg/m ³
y = b* x + c Steigung	b =	0,9922	
Ordinatenabstand	c =	1,6030	mg/m ³
Korrelationskoeffizient	r =	0,9992	
Stichprobenumfang	n =	5806	
t-Wert	t _{0,95,n} =	1,9604	
Std-Abw.aus Doppelbestimmungen	s _D =	1,324	mg/m ³
Vergleichspräzision (alle Punkte)	R _f =	2,596	mg/m ³
bezogen auf den ZB	R _{f%} =	1	%
Limit	=	3,3	%
maximale Unsicherheit	u = s_D =	1,324	mg/m³
RD alle Punkte nach VDI 4203	R _D =	103	

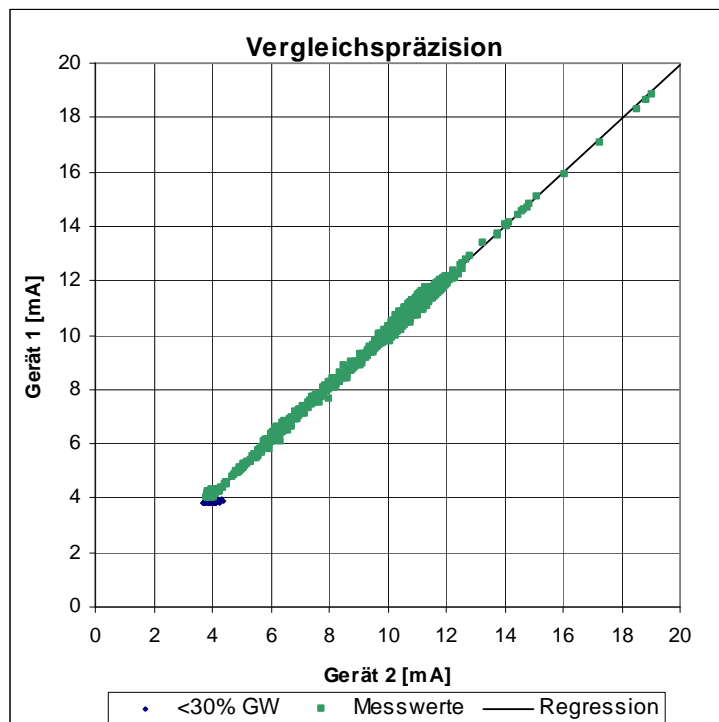

Abbildung 82: Darstellung der Vergleichspräzision für NO

Tabelle 126: Vergleichspräzision für O₂ paramagnetischer Sensor

Komponente:	O ₂		
Messgerät:	ZRE		
Messdatum:	27.05.2009 bis 30.09.2009		
Zertifizierungsbereich	ZB =	0 - 25	Vol.-%
Konzentrationsbereich	Gerät 2 =	0 - 21,2	Vol.-%
Mittelwert	Gerät 1 =	13,53	Vol.-%
Mittelwert	Gerät 2 =	13,54	Vol.-%
y = b* x + c Steigung	b =	0,9952	
	Ordinatenabstand	c =	0,1069 Vol.-%
Korrelationskoeffizient	r =	0,9998	
Stichprobenumfang	n =	5806	
t-Wert	t _{0,95,n} =	1,9604	
Std-Abw.aus Doppelbestimmungen	s _D =	0,058	Vol.-%
Vergleichspräzision (alle Punkte)	R _f =	0,11	Vol.-%
Limit	=	0,2	%
maximale Unsicherheit	u = s_D =	0,058	Vol.-%
RD alle Punkte nach VDI 4203	R _D =	221	

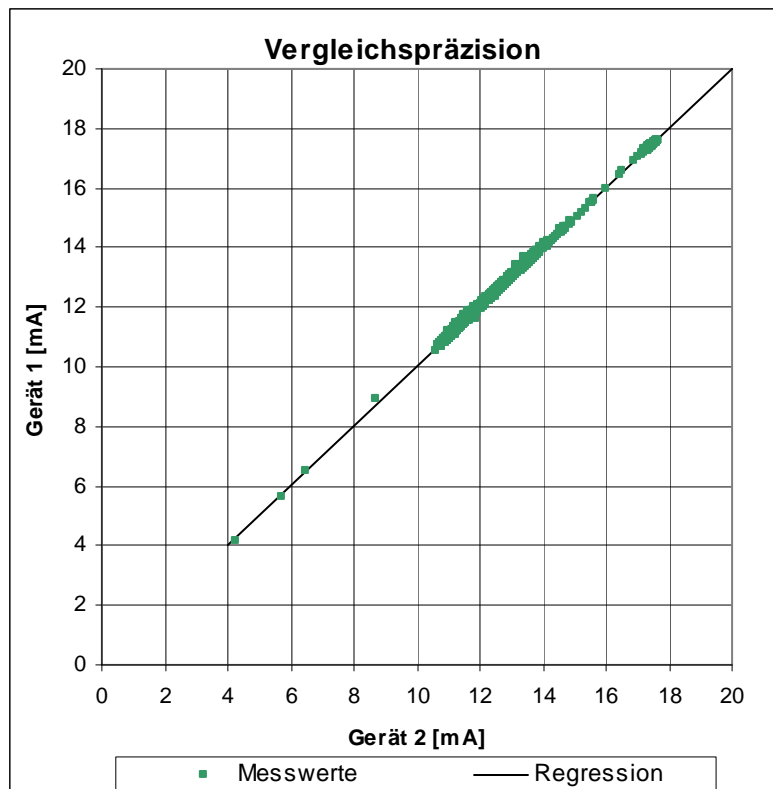
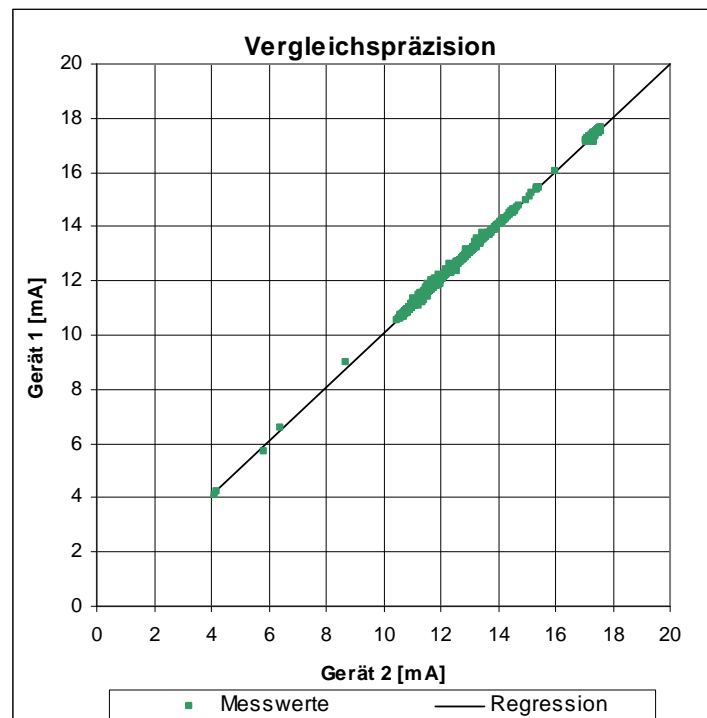


Abbildung 83: Darstellung der Vergleichspräzision für O₂ paramagnetischer Sensor

Tabelle 127: Vergleichspräzision für O₂ Zirkondioxid-Sensor

Komponente:	O ₂		
Messgerät:	ZFK7		
Messdatum:	27.05.2009 bis 30.09.2009		
Zertifizierungsbereich	ZB =	0 - 25	Vol.-%
Konzentrationsbereich	Gerät 2 =	0,1 - 21,3	Vol.-%
Mittelwert	Gerät 1 =	13,50	Vol.-%
Mittelwert	Gerät 2 =	13,56	Vol.-%
y = b* x + c	Steigung	b =	0,9952
	Ordinatenabstand	c =	0,1546
Korrelationskoeffizient	r =	1,0000	
Stichprobenumfang	n =	5806	
t-Wert	t _{0,95,n} =	1,9604	
Std-Abw. aus Doppelbestimmungen	s _D =	0,051	Vol.-%
Vergleichspräzision (alle Punkte)	R _f =	0,10	Vol.-%
Limit	=	0,2	%
maximale Unsicherheit	u = s _D =	0,051	Vol.-%
RD alle Punkte nach VDI 4203	R _D =	249	


Abbildung 84: Darstellung der Vergleichspräzision für O₂ Zirkondioxid-Sensor

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

Bei der AMS handelt es sich nicht um ein in-situ-Gerät.

Auswertung

Bei der AMS handelt es sich nicht um ein in-situ-Gerät.

Bewertung

Bei der AMS handelt es sich nicht um ein in-situ-Gerät.

Damit ist die Mindestanforderung hier nicht relevant.

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 Vergleichpräzision 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 NO, SO₂, CO, O₂ 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 Bezugsgrößen O₂ wird der Wert von 10 % als der schärfste Wert zu Grunde gelegt. Wenn kein Tagesgrenzwert festgelegt ist, wird die Rechnung auf den Zertifizierungsbereich bezogen.

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 (ab Tabelle 192) auf Basis der in der Richtlinie definierten Berechnungsformeln.

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

Die relative erweiterte Gesamtunsicherheit ist für alle geprüften Komponenten in Tabelle 128 dargestellt.

Tabelle 128: relative erweiterte Gesamtunsicherheit aller Komponenten

Komponente	Grenzwert	Anforderung	Anforderung in der EP*	Messunsicherheit
CO	120 mg/m ³	10 %	7,5 %	6,9 %
NO	125 mg/m ³	20 %	15 %	12,5 %
SO ₂	230 mg/m ³	20 %	15 %	14,7 %
O ₂ paramagnetisch	25 Vol.-%	10 %	7,5 %	2,6 %
O ₂ Zirkondioxid	25 Vol.-%	10 %	7,5 %	2,9 %

* 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 der einzelnen Komponenten sind ab Tabelle 192 dargestellt.

7. Wartungsarbeiten, Funktionsprüfung und Kalibrierung

7.1 Arbeiten im Wartungsintervall

- Regelmäßige Sichtkontrolle
 - Überprüfung des eingestellten Durchfluss am Rotameter,
 - Temperatur der Küvette Messgasleitung prüfen.
- Regelmäßige Kontrolle von Messgasfilter, Gasaufbereitungssystem, Messgasleitungen und Gasanschlüssen.
- Alle vier Wochen Durchführung einer Null- und Referenzpunktkontrolle durch Aufgabe von Prüfgasen.
- Im Übrigen sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten.

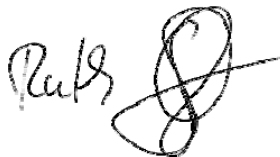
7.2 Funktionsprüfung und Kalibrierung

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

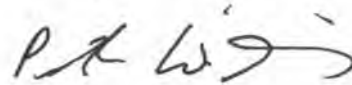
- Sichtprüfung des Gerätes und des Entnahmesystems (Filter, etc.),
- Kontrolle der Dichtheit durch Aufgabe von Nullgas und Prüfgas an der Sonde,
- Überprüfen der Linearität mit Null- und Prüfgas verschiedener Konzentrationen,
- Überprüfen der Nullpunkts- und Referenzpunktdrift nach 4 Wochen bei täglicher automatischer Justierung des Nullpunktes (Kontrolle der Langzeitdrift nach einer Grundkalibrierung),
- Ermitteln der Tot- und Einstellzeit,
- Überprüfen der Datenübertragung (Analog- und Statussignale) zum Auswertungssystem.

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

Köln, 21. Oktober 2009



Dipl.-Ing. Ruth Steinhagen



Dr. Peter Wilbring

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

9. Anhang

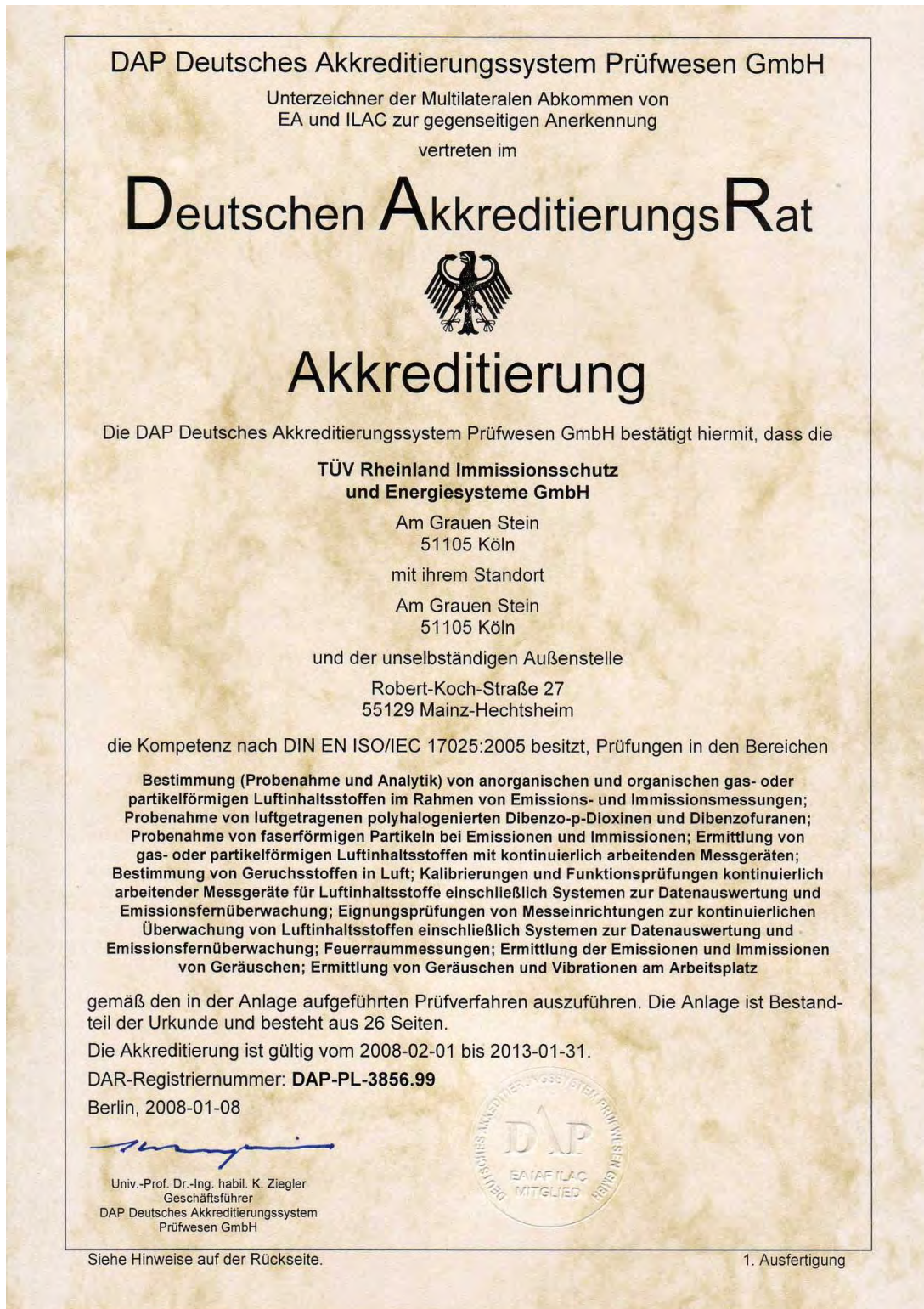


Abbildung 85: Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH (im folgenden DAP genannt) ist Unterzeichner des Multilateral Agreement for Testing Laboratories (MLA) der European co-operation for Accreditation (EA) und der Mutual Recognition Arrangement (MRA) der International Laboratory Accreditation Co-operation (ILAC). Für Prüflaboratorien wurden von EA weitere bilaterale Abkommen zur gegenseitigen Anerkennung abgeschlossen.

Die Unterzeichner dieser Abkommen aus den nachfolgend aufgeführten Staaten erkennen ihre Akkreditierungen von Prüflaboratorien gegenseitig an:

Ägypten – Argentinien – Australien – Belgien – Brasilien – Volksrepublik China – Costa Rica – Dänemark – Deutschland – Estland – Finnland – Frankreich – Griechenland – Großbritannien – Hongkong – Indien – Indonesien – Irland – Israel – Italien – Japan – Kanada – Republik Korea – Kuba – Lettland – Litauen – Malaysia – Mexico – Neuseeland – Niederlande – Norwegen – Österreich – Philippinen – Polen – Portugal – Rumänien – Schweden – Schweiz – Singapur – Slowakei – Slowenien – Spanien – Südafrika – Taiwan – Thailand – Tschechien – Türkei – USA – Vietnam.

Der aktuelle Stand der Mitgliedschaft kann der jeweiligen website entnommen werden:

EA - <http://www.european-accreditation.org>

ILAC - <http://www.ilac.org>

Die Akkreditierung erfolgt aufgrund einer Begutachtung und des mit dem DAP abgeschlossenen Vertrages über die Akkreditierung eines Prüflaboratoriums nach den Regeln und Verfahren des Deutschen Akkreditierungssystems, gemäß den Normen DIN EN ISO/IEC 17025 und DIN EN ISO/IEC 17011.

Die materiellen und personellen Voraussetzungen nach DIN EN ISO/IEC 17025 für die in der Akkreditierungsurkunde angegebenen Prüfgebiete sowie für die in der Anlage zur Akkreditierungsurkunde beschriebenen Verfahren sind erfüllt.

Angaben über den Umfang der Akkreditierung (Prüfgebiete, Verfahren und Spezifikationen) sind in der Anlage zu dieser Akkreditierungsurkunde aufgeführt.

Die Anlage sowie die eingereichten Unterlagen sind Bestandteil der Akkreditierung. Änderungen bedürfen der Schriftform.

Die Akkreditierung wird unter dem Vorbehalt des jederzeitigen Widerrufs bei Wegfall der im Vertrag sowie in der Anlage zu dieser Akkreditierungsurkunde festgelegten Voraussetzungen erteilt.

Akkreditierungsurkunden und Anlagen dürfen nur unverändert weiterverbreitet werden. Die auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Genehmigung des DAP.



Dieses Dokument ist Eigentum des DAP.

Abbildung 85: Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 - Seite 2

**EC DECLARATION OF CONFORMITY****Fuji Electric
Systems Co.,Ltd.**Your Ref. _____
Our Ref. _____

Date of issue : Jan,30, 2009
Equipment : Zirconia Oxygen Analyzer
Model / Type : ZFK7
Manufacturer : Fuji Electric Systems Co.,Ltd
Address : 1-11-2, Osaki, Shinagawa-ku, Tokyo, 141-0032, Japan

This is to certify that aforementioned equipment fully conforms to the protection requirements of the following EC Council Directives on the approximation of the laws of the member states relating to:

Applicable Directives 2004/108/EC Electromagnetic Compatibility

Applicable Standards : EN61326-1:2006
 EN61326-2-3:2006
 EN61000-3-2:2006

Technical Construction File : Ref. TN5A0019

Competent Body : IPS Corporation

Address : 1878-1, Harumiya, Ono, Tatsuno-machi, Kamiina-gun,
 Nagano-ken 399-0601 Japan

Report/Certificate No. : EMC09108,EMC05102,EMC06Z26

Applicable Directives 2006/95/EC Low Voltage

Applicable Standards : EN61010-1:2001

Technical Construction File : Ref. TN5A0019

Competent Body : IPS Corporation

Address : 1878-1, Harumiya, Ono, Tatsuno-machi, Kamiina-gun,
 Nagano-ken 399-0601 Japan

Report/Certificate No. : 2A04029

Manufacture: Fuji Electric Systems Co.,Ltd

Responsible person : Kazuyuki Kisa

Kazuyuki Kisa

Title : General Manager of Electronics&Environment Systems Dept.

Address : 1, Fuji-machi, Hino-city, Tokyo, 191-8502, Japan

Abbildung 86: CE-Prüfzertifikat ZFK7



EC DECLARATION OF CONFORMITY

**Fuji Electric
Systems Co.,Ltd.**

Your Ref. _____
Our Ref. _____

Date of issue : Jan,30, 2009
Equipment : Infrared Gas Analyzer
Model / Type : ZRE
Manufacturer : Fuji Electric Systems Co.,Ltd
Address : 1-11-2, Osaki, Shinagawa-ku, Tokyo, 141-0032, Japan

This is to certify that aforementioned equipment fully conforms to the protection requirements of the following EC Council Directives on the approximation of the laws of the member states relating to:

Applicable Directives 2004/108/EC Electromagnetic Compatibility

Applicable Standards : EN61326-1:2006
 EN61326-2-3:2006
 EN61000-3-2:2006

Technical Construction File : Ref. TN5A0323

Competent Body : IPS Corporation

Address : 1878-1, Harumiya, Ono, Tatsuno-machi, Kamiina-gun,
 Nagano-ken 399-0601 Japan

Report/Certificate No. : EMC 07320, EMC09105

Applicable Directives 2006/95/EC Safety

Applicable Standards : EN61010-1:2001

Technical Construction File : Ref. TN5A0323

Competent Body : IPS Corporation

Address : 1878-1, Harumiya, Ono, Tatsuno-machi, Kamiina-gun,
 Nagano-ken 399-0601 Japan

Report/Certificate No. : 2A07006

Manufacture: Fuji Electric Systems Co.,Ltd

Responsible person : Kazuyuki Kisa
 Kazuyuki Kisa

Title : General Manager of Electronics&Environment Systems Dept.

Address : No.1, Fuji-machi, Hino City, Tokyo, 191-8502, Japan

Abbildung 87: CE-Prüfzertifikat ZRE

Tabelle 129: Daten der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt für SO₂
Messgerät: ZRE im Labortest

Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)

Messdatum: 07.10.2008

	Nullpunkt		
	Uhrzeit hh:mm:ss	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
Start	12:15:00	-	-
1	12:23:00	3,89	3,92
2	12:25:00	3,89	3,92
3	12:27:00	3,88	3,92
4	12:29:00	3,88	3,92
5	12:31:00	3,88	3,91
6	12:33:00	3,88	3,92
7	12:35:00	3,88	3,92
8	12:37:00	3,88	3,92
9	12:39:00	3,88	3,92
10	12:41:00	3,88	3,92
11	12:43:00	3,88	3,92
12	12:45:00	3,88	3,92
13	12:47:00	3,88	3,92
14	12:49:00	3,88	3,92
15	12:51:00	3,88	3,92
16	12:53:00	3,88	3,92
17	12:55:00	3,88	3,92
18	12:57:00	3,88	3,92
19	12:59:00	3,88	3,92
20	13:01:00	3,88	3,92

Tabelle 130: Daten der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt für CO

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 125 mg/m³)
Messdatum: 07.10.2008

	Nullpunkt		
	Uhrzeit hh:mm:ss	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
Start	19:14:00	-	-
1	19:22:00	3,99	3,97
2	19:24:00	3,99	3,97
3	19:26:00	3,99	3,97
4	19:28:00	3,99	3,97
5	19:30:00	3,99	3,97
6	19:32:00	3,99	3,97
7	19:34:00	3,99	3,97
8	19:36:00	3,98	3,97
9	19:38:00	3,97	3,97
10	19:40:00	3,98	3,97
11	19:42:00	3,98	3,97
12	19:44:00	3,99	3,97
13	19:46:00	3,99	3,97
14	19:48:00	3,98	3,97
15	19:50:00	3,99	3,97
16	19:52:00	3,98	3,97
17	19:54:00	3,99	3,98
18	19:56:00	3,98	3,97
19	19:58:00	3,98	3,97
20	20:00:00	3,98	3,97

Tabelle 131: Daten der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt für NO

Messgerät: ZRE im Labortest

Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)

Messdatum: 07.10.2008

	Nullpunkt		
	Uhrzeit hh:mm:ss	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
Start	19:14:00	-	-
1	19:22:00	3,99	3,97
2	19:24:00	3,99	3,97
3	19:26:00	3,99	3,97
4	19:28:00	3,99	3,97
5	19:30:00	3,99	3,97
6	19:32:00	3,99	3,97
7	19:34:00	3,99	3,97
8	19:36:00	3,98	3,97
9	19:38:00	3,97	3,97
10	19:40:00	3,98	3,97
11	19:42:00	3,98	3,97
12	19:44:00	3,99	3,97
13	19:46:00	3,99	3,97
14	19:48:00	3,98	3,97
15	19:50:00	3,99	3,97
16	19:52:00	3,98	3,97
17	19:54:00	3,99	3,98
18	19:56:00	3,98	3,97
19	19:58:00	3,98	3,97
20	20:00:00	3,98	3,97

Tabelle 132: Daten der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt für O₂ paramagnetischer Sensor

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)
Messdatum: 07.10.2008

	Nullpunkt		
	Uhrzeit hh:mm:ss	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
Start	12:15:00	-	-
1	12:23:00	4,00	4,05
2	12:24:00	4,00	4,05
3	12:25:00	4,00	4,05
4	12:26:00	4,00	4,04
5	12:27:00	4,00	4,04
6	12:28:00	4,00	4,04
7	12:29:00	4,00	4,04
8	12:30:00	4,00	4,04
9	12:31:00	3,99	4,04
10	12:32:00	3,99	4,04
11	12:33:00	3,99	4,04
12	12:34:00	3,99	4,04
13	12:35:00	3,99	4,04
14	12:36:00	3,99	4,04
15	12:37:00	3,99	4,04
16	12:38:00	3,99	4,04
17	12:39:00	3,99	4,04
18	12:40:00	3,99	4,04
19	12:41:00	3,99	4,04
20	12:42:00	3,99	4,04

Tabelle 133: Daten der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt für O₂
 Zirkondioxid-Sensor Sensor

Messgerät: ZFK7 im Labortest

Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Messdatum: 07.10.2008

	Nullpunkt		
	Uhrzeit hh:mm:ss	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
Start	12:14:00	-	-
1	12:22:35	5,29	5,31
2	12:24:35	5,28	5,30
3	12:26:35	5,28	5,30
4	12:28:35	5,28	5,30
5	12:30:35	5,28	5,30
6	12:32:36	5,27	5,29
7	12:34:36	5,27	5,29
8	12:36:36	5,27	5,29
9	12:38:36	5,27	5,29
10	12:40:35	5,27	5,29
11	12:42:35	5,27	5,29
12	12:44:36	5,26	5,29
13	12:46:36	5,26	5,29
14	12:48:35	5,26	5,28
15	12:50:35	5,26	5,28
16	12:52:35	5,26	5,28
17	12:54:35	5,25	5,28
18	12:56:35	5,25	5,28
19	12:58:35	5,25	5,28
20	13:00:35	5,25	5,28

Tabelle 134: Daten der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt für SO₂

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)
Messdatum: 07.10.2008

	Referenzpunkt		
	Uhrzeit hh:mm:ss	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
Start	19:11:00	-	-
1	19:19:36	16,88	16,78
2	19:21:36	16,89	16,78
3	19:23:36	16,89	16,78
4	19:25:37	16,89	16,78
5	19:27:37	16,89	16,78
6	19:29:37	16,90	16,78
7	19:31:37	16,90	16,78
8	19:33:37	16,91	16,80
9	19:35:37	16,91	16,80
10	19:37:36	16,91	16,80
11	19:39:36	16,91	16,79
12	19:41:36	16,92	16,80
13	19:43:36	16,92	16,80
14	19:45:36	16,92	16,80
15	19:47:36	16,92	16,80
16	19:49:36	16,93	16,80
17	19:51:37	16,93	16,80
18	19:53:37	16,93	16,80
19	19:55:36	16,93	16,80
20	19:57:37	16,94	16,82

Tabelle 135: Daten der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt für CO

Messgerät: ZRE im Labortest

Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 125 mg/m³)

Messdatum: 07.10.2008

	Referenzpunkt		
	Uhrzeit hh:mm:ss	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
Start	17:31:00	-	-
1	17:39:26	16,67	16,72
2	17:41:26	16,66	16,72
3	17:43:26	16,67	16,72
4	17:45:26	16,66	16,72
5	17:47:26	16,67	16,72
6	17:49:26	16,67	16,72
7	17:51:26	16,67	16,72
8	17:53:26	16,67	16,72
9	17:55:26	16,67	16,72
10	17:57:26	16,67	16,73
11	17:59:26	16,67	16,73
12	18:01:26	16,67	16,73
13	18:03:26	16,67	16,73
14	18:05:26	16,67	16,73
15	18:07:26	16,67	16,73
16	18:09:26	16,67	16,73
17	18:11:26	16,67	16,73
18	18:13:26	16,67	16,73
19	18:15:26	16,67	16,73
20	18:17:26	16,67	16,73

Tabelle 136: Daten der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt für NO

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)
Messdatum: 07.10.2008

	Referenzpunkt		
	Uhrzeit hh:mm:ss	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
Start	15:21:00	-	-
1	15:29:02	16,70	16,65
2	15:31:02	16,70	16,65
3	15:33:02	16,71	16,66
4	15:35:02	16,71	16,66
5	15:37:02	16,71	16,66
6	15:39:01	16,71	16,67
7	15:41:02	16,71	16,67
8	15:43:02	16,71	16,67
9	15:45:01	16,71	16,68
10	15:47:01	16,71	16,68
11	15:49:01	16,72	16,68
12	15:51:01	16,72	16,69
13	15:53:01	16,72	16,69
14	15:55:01	16,72	16,69
15	15:57:01	16,72	16,69
16	15:59:01	16,72	16,70
17	16:01:01	16,72	16,70
18	16:03:02	16,73	16,70
19	16:05:01	16,73	16,71
20	16:07:01	16,73	16,71

Tabelle 137: Daten der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt für O₂
 paramagnetischer Sensor

Messgerät: ZRE im Labortest

Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

Messdatum: 07.10.2008

	Referenzpunkt		
	Uhrzeit hh:mm:ss	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
Start	11:25:00	-	-
1	11:33:00	15,53	15,54
2	11:34:00	15,53	15,54
3	11:35:00	15,53	15,54
4	11:36:00	15,53	15,54
5	11:37:00	15,52	15,54
6	11:38:00	15,52	15,54
7	11:39:00	15,52	15,54
8	11:40:00	15,52	15,54
9	11:41:00	15,53	15,54
10	11:42:00	15,53	15,54
11	11:43:00	15,53	15,54
12	11:44:00	15,53	15,54
13	11:45:00	15,53	15,54
14	11:46:00	15,53	15,54
15	11:47:00	15,53	15,54
16	11:48:00	15,53	15,54
17	11:49:00	15,53	15,54
18	11:50:00	15,53	15,54
19	11:51:00	15,53	15,54
20	11:52:00	15,53	15,54

Tabelle 138: Daten der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt für O₂ Zirkondioxid-Sensor

Messgerät: ZFK7 im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)
Messdatum: 07.10.2008

	Referenzpunkt		
	Uhrzeit hh:mm:ss	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
Start	11:18:00	-	-
1	11:26:35	15,52	15,54
2	11:28:35	15,52	15,55
3	11:30:35	15,52	15,54
4	11:32:35	15,52	15,54
5	11:34:36	15,52	15,54
6	11:36:35	15,52	15,54
7	11:38:35	15,52	15,54
8	11:40:35	15,52	15,54
9	11:42:35	15,52	15,54
10	11:44:36	15,52	15,54
11	11:46:35	15,52	15,54
12	11:48:36	15,52	15,54
13	11:50:36	15,52	15,54
14	11:52:36	15,53	15,55
15	11:54:35	15,52	15,54
16	11:56:35	15,52	15,54
17	11:58:36	15,52	15,54
18	12:00:35	15,52	15,54
19	12:02:35	15,52	15,54
20	12:04:35	15,53	15,55

Tabelle 139: Daten der Linearitätsprüfung für SO₂, Messbereich 0-571 mg/m³

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)
Messdatum: 04.12.2008 mit einem Durchgang

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
16:09	Start						
16:16	7	4,00	4,05	4,03	4,04	4,04	1,43
16:27	11	15,20	15,18	15,18	15,19	15,18	399,1
16:37	10	10,40	10,43	10,41	10,41	10,42	229,0
16:48	11	4,00	4,06	4,04	4,04	4,05	1,67
17:00	12	13,60	13,58	13,61	13,62	13,60	342,7
17:12	12	5,60	5,63	5,65	5,62	5,63	58,29
17:24	12	8,80	8,82	8,80	8,82	8,81	171,8
17:35	11	18,40	18,40	18,41	18,43	18,41	514,4
17:46	11	4,00	4,08	4,08	4,06	4,07	2,62

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
16:09	Start						
16:16	7	4,00	4,06	4,05	4,05	4,05	1,90
16:27	11	15,20	15,19	15,19	15,19	15,19	399,3
16:37	10	10,40	10,41	10,41	10,42	10,41	228,9
16:48	11	4,00	4,04	4,03	4,02	4,03	1,07
17:00	12	13,60	13,57	13,59	13,59	13,58	342,0
17:12	12	5,60	5,61	5,59	5,59	5,60	56,98
17:24	12	8,80	8,77	8,77	8,78	8,77	170,3
17:35	11	18,40	18,36	18,36	18,37	18,36	512,6
17:46	11	4,00	4,02	4,01	4,00	4,01	0,36

Tabelle 140: Daten der Linearitätsprüfung für SO₂, Messbereich 0-5710 mg/m³

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 5710 mg/m³)
Messdatum: 05.12.2008 mit einem Durchgang

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
14:55	Start						
15:05	10	4,00	4,08	4,08	4,08	4,08	28,55
15:17	12	15,20	15,20	15,21	15,22	15,21	4.001
15:29	12	10,40	10,41	10,40	10,40	10,40	2.285
15:41	12	4,00	4,08	4,08	4,07	4,08	27,36
15:53	12	13,60	13,78	13,77	13,77	13,77	3.488
16:05	12	5,60	5,66	5,66	5,67	5,66	593,6
16:17	12	8,80	8,79	8,80	8,80	8,80	1.712
16:29	12	18,40	18,46	18,47	18,47	18,47	5.163
16:41	12	4,00	4,10	4,10	4,10	4,10	35,69

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
14:55	Start						
15:05	10	4,00	4,14	4,10	4,09	4,11	39,26
15:17	12	15,20	15,12	15,14	15,15	15,14	3.974
15:29	12	10,40	10,38	10,38	10,38	10,38	2.277
15:41	12	4,00	4,08	4,07	4,06	4,07	24,98
15:53	12	13,60	13,70	13,71	13,71	13,71	3.464
16:05	12	5,60	5,63	5,62	5,61	5,62	578,1
16:17	12	8,80	8,75	8,76	8,76	8,76	1.698
16:29	12	18,40	18,40	18,41	18,42	18,41	5.143
16:41	12	4,00	4,05	4,04	4,03	4,04	14,28

Tabelle 141: Daten der Linearitätsprüfung für CO, Messbereich 0-125 mg/m³

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 125 mg/m³)
Messdatum: 06.10.2008 mit einem Durchgang

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
9:55	Start						
10:03	8	4,00	3,87	3,87	3,87	3,87	-1,02
10:12	9	15,20	15,12	15,11	15,10	15,11	86,80
10:21	9	10,40	10,26	10,50	10,26	10,34	49,53
10:30	9	4,00	3,88	3,88	3,88	3,88	-0,94
10:39	9	13,60	13,47	13,48	13,47	13,47	74,01
10:48	9	5,60	5,43	5,43	5,43	5,43	11,17
10:57	9	8,80	8,63	8,63	8,64	8,63	36,20
11:06	9	18,40	18,26	18,27	18,27	18,27	111,5
11:15	9	4,00	3,86	3,86	3,86	3,86	-1,09

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
9:55	Start						
10:03	8	4,00	3,86	3,86	3,86	3,86	-1,09
10:12	9	15,20	15,12	15,12	15,12	15,12	86,88
10:21	9	10,40	10,24	10,25	10,25	10,25	48,80
10:30	9	4,00	3,85	3,85	3,85	3,85	-1,17
10:39	9	13,60	13,47	13,47	13,48	13,47	74,01
10:48	9	5,60	5,41	5,41	5,40	5,41	10,99
10:57	9	8,80	8,62	8,63	8,63	8,63	36,15
11:06	9	18,40	18,26	18,26	18,26	18,26	111,4
11:15	9	4,00	3,85	3,84	3,84	3,84	-1,22

Tabelle 142: Daten der Linearitätsprüfung für CO, Messbereich 0-1250 mg/m³, Gerät 1

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 1250 mg/m³)
Messdatum: 06.10.2008 bis 07.10.2008 mit drei Durchgängen

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
12:51	Start						
12:57	6	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
13:06	9	15,20	15,26	15,26	15,26	15,26	879,7
13:15	9	10,40	10,37	10,37	10,37	10,37	497,7
13:24	9	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
13:33	9	13,60	13,59	13,60	13,59	13,59	749,5
13:42	9	5,60	5,58	5,58	5,58	5,58	123,4
13:51	9	8,80	8,77	8,77	8,77	8,77	372,7
14:00	9	18,40	18,56	18,56	18,55	18,56	1.137
14:09	9	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00

Gerät 1 2. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
15:47	Start						
15:53	6	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
16:02	9	15,20	14,96	14,96	14,97	14,96	856,5
16:11	9	10,40	10,22	10,22	10,22	10,22	485,9
16:20	9	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
16:29	9	13,60	13,39	13,39	13,39	13,39	733,6
16:38	9	5,60	5,54	5,54	5,54	5,54	120,3
16:47	9	8,80	8,65	8,65	8,65	8,65	363,3
16:56	9	18,40	18,33	18,33	18,33	18,33	1.120
17:05	9	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00

Gerät 1 3. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
8:01	Start						
8:07	6	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
8:16	9	15,20	15,11	15,10	15,10	15,10	867,4
8:25	9	10,40	10,26	10,26	10,26	10,26	489,1
8:34	9	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
8:43	9	13,60	13,45	13,45	13,45	13,45	738,3
8:52	9	5,60	5,54	5,54	5,54	5,54	120,3
9:01	9	8,80	8,67	8,66	8,66	8,66	364,3
9:10	9	18,40	18,52	18,52	18,51	18,52	1.134
9:19	9	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00

Tabelle 143: Daten der Linearitätsprüfung für CO, Messbereich 0-1250 mg/m³, Gerät 2

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 1250 mg/m³)
Messdatum: 06.10.2008 bis 07.10.2008 mit drei Durchgängen

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
12:51	Start						
12:57	6	4,00	3,99	3,98	3,98	3,98	-1,30
13:06	9	15,20	15,39	15,39	15,38	15,39	889,6
13:15	9	10,40	10,35	10,35	10,35	10,35	496,1
13:24	9	4,00	3,98	3,98	3,98	3,98	-1,56
13:33	9	13,60	13,64	13,64	13,64	13,64	753,1
13:42	9	5,60	5,57	5,56	5,56	5,56	122,1
13:51	9	8,80	8,73	8,73	8,73	8,73	369,5
14:00	9	18,40	18,91	18,90	18,91	18,91	1.165
14:09	9	4,00	3,98	3,98	3,98	3,98	-1,56

Gerät 2 2. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
15:47	Start						
15:53	6	4,00	3,98	3,98	3,98	3,98	-1,56
16:02	9	15,20	15,02	15,02	15,02	15,02	860,9
16:11	9	10,40	10,18	10,18	10,19	10,18	483,1
16:20	9	4,00	3,98	3,98	3,98	3,98	-1,56
16:29	9	13,60	13,39	13,39	13,39	13,39	733,6
16:38	9	5,60	5,52	5,52	5,52	5,52	118,8
16:47	9	8,80	8,62	8,62	8,61	8,62	360,7
16:56	9	18,40	18,53	18,54	18,53	18,53	1.135
17:05	9	4,00	3,98	3,98	3,98	3,98	-1,56

Gerät 2 3. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
8:01	Start						
8:07	6	4,00	3,98	3,98	3,98	3,98	-1,56
8:16	9	15,20	15,05	15,05	15,05	15,05	863,3
8:25	9	10,40	10,20	10,20	10,19	10,20	484,1
8:34	9	4,00	3,98	3,98	3,98	3,98	-1,56
8:43	9	13,60	13,39	13,39	13,40	13,39	733,9
8:52	9	5,60	5,52	5,52	5,52	5,52	118,8
9:01	9	8,80	8,61	8,61	8,61	8,61	360,2
9:10	9	18,40	18,53	18,55	18,54	18,54	1.136
9:19	9	4,00	3,98	3,98	3,98	3,98	-1,56

Tabelle 144: Daten der Linearitätsprüfung für NO, Messbereich 0-268 mg/m³

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)
Messdatum: 02.10.2008

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
13:09	Start						
13:14	6	4,00	4,11	4,11	4,11	4,11	1,84
13:29	14	15,20	15,15	15,14	15,14	15,14	186,7
13:39	10	10,40	10,43	10,42	10,41	10,42	107,5
13:50	11	4,00	4,10	4,10	4,09	4,10	1,62
14:00	10	13,60	13,56	13,56	13,57	13,56	160,2
14:10	10	5,60	5,66	5,65	5,65	5,65	27,69
14:20	10	8,80	8,83	8,85	8,83	8,84	81,01
14:30	10	18,40	18,28	18,28	18,28	18,28	239,2
14:40	10	4,00	4,11	4,11	4,10	4,11	1,79

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
13:09	Start						
13:14	6	4,00	4,02	4,02	4,02	4,02	0,33
13:29	14	15,20	15,07	15,05	15,07	15,06	185,3
13:39	10	10,40	10,32	10,33	10,32	10,32	105,9
13:50	11	4,00	4,01	4,01	4,01	4,01	0,17
14:00	10	13,60	13,50	13,50	13,50	13,50	159,1
14:10	10	5,60	5,59	5,59	5,59	5,59	26,63
14:20	10	8,80	8,76	8,77	8,77	8,77	79,84
14:30	10	18,40	18,23	18,23	18,24	18,23	238,4
14:40	10	4,00	4,04	4,04	4,04	4,04	0,67

Tabelle 145: Daten der Linearitätsprüfung für NO, Messbereich 0-2680 mg/m³

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 2680 mg/m³)
Messdatum: 06.10.2008

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
10:33	Start						
10:38	6	4,00	4,00	3,99	4,00	4,00	-0,56
10:47	8	15,20	14,94	14,94	14,94	14,94	1.832
10:56	9	10,40	10,22	10,23	10,22	10,22	1.042
11:05	9	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
11:14	9	13,60	13,39	13,39	13,39	13,39	1.573
11:23	9	5,60	5,55	5,55	5,55	5,55	259,6
11:32	9	8,80	8,66	8,65	8,66	8,66	780,0
11:41	9	18,40	18,32	18,31	18,31	18,31	2.397
11:51	10	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
10:33	Start						
10:38	6	4,00	4,00	4,00	4,02	4,01	1,12
10:47	8	15,20	14,95	14,95	14,93	14,94	1.833
10:56	9	10,40	10,23	10,23	10,19	10,22	1.041
11:05	9	4,00	4,00	4,00	4,02	4,01	1,12
11:14	9	13,60	13,41	13,41	13,39	13,40	1.575
11:23	9	5,60	5,54	5,53	5,55	5,54	258,0
11:32	9	8,80	8,65	8,65	8,70	8,67	781,7
11:41	9	18,40	18,40	18,36	18,32	18,36	2.405
11:51	10	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00

Tabelle 146: Daten der Linearitätsprüfung für O₂, Messbereich 0-10 Vol.-%
(paramagnetischer Sensor)

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 10 Vol.-%)
Messdatum: 07.10.2008 mit drei Durchgängen

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
13:50	Start						
14:01	11	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
14:11	10	15,20	15,13	15,13	15,14	15,13	6,96
14:21	10	10,40	10,32	10,32	10,32	10,32	3,95
14:31	10	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
14:41	10	13,60	13,52	13,52	13,52	13,52	5,95
14:51	10	5,60	5,53	5,53	5,53	5,53	0,96
15:01	10	8,80	8,71	8,71	8,71	8,71	2,94
15:11	10	18,40	18,35	18,35	18,35	18,35	8,97
15:21	10	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
13:50	Start						
14:01	11	4,00	4,01	4,01	4,01	4,01	0,01
14:11	10	15,20	15,02	15,02	15,02	15,02	6,89
14:21	10	10,40	10,27	10,27	10,27	10,27	3,92
14:31	10	4,00	4,01	4,01	4,00	4,01	0,00
14:41	10	13,60	13,43	13,43	13,43	13,43	5,89
14:51	10	5,60	5,53	5,53	5,53	5,53	0,96
15:01	10	8,80	8,67	8,67	8,67	8,67	2,92
15:11	10	18,40	18,22	18,22	18,22	18,22	8,89
15:21	10	4,00	4,01	4,01	4,01	4,01	0,01

Tabelle 147: Daten der Linearitätsprüfung für O₂, Messbereich 0-25 Vol.-%
 (paramagnetischer Sensor)

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)
Messdatum: 07.10.2008

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
9:22	Start						
9:27	6	4,00	4,01	4,01	4,01	4,01	0,02
9:37	9	15,20	15,18	15,17	15,17	15,17	17,46
9:47	10	10,40	10,35	10,35	10,35	10,35	9,92
9:57	10	4,00	4,01	4,00	4,00	4,00	0,01
10:07	10	13,60	13,57	13,57	13,57	13,57	14,95
10:17	10	5,60	5,55	5,55	5,56	5,55	2,43
10:27	10	8,80	8,74	8,75	8,75	8,75	7,42
10:37	10	18,40	18,42	18,42	18,42	18,42	22,53
10:47	10	4,00	4,01	4,00	4,00	4,00	0,01

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
9:22	Start						
9:27	6	4,00	4,01	4,01	4,01	4,01	0,02
9:37	9	15,20	15,18	15,18	15,18	15,18	17,47
9:47	10	10,40	10,36	10,36	10,36	10,36	9,94
9:57	10	4,00	4,01	4,01	4,01	4,01	0,02
10:07	10	13,60	13,57	13,58	13,58	13,58	14,96
10:17	10	5,60	5,56	5,56	5,56	5,56	2,44
10:27	10	8,80	8,75	8,75	8,75	8,75	7,42
10:37	10	18,40	18,43	18,43	18,43	18,43	22,55
10:47	10	4,00	4,01	4,01	4,01	4,01	0,02

Tabelle 148: Daten der Linearitätsprüfung für O₂, Messbereich 0-10 Vol.-% (Zirkondioxid-Sensor)

Messgerät: ZFK7 im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 10 Vol.-%)
Messdatum: 07.10.2008

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
13:50	Start						
14:01	11	4,00	4,21	4,20	4,21	4,21	0,13
14:11	10	15,20	15,11	15,11	15,11	15,11	6,94
14:21	10	10,40	10,36	10,36	10,36	10,36	3,98
14:31	10	4,00	4,20	4,21	4,21	4,21	0,13
14:41	10	13,60	13,52	13,52	13,52	13,52	5,95
14:51	10	5,60	5,65	5,64	5,63	5,64	1,03
15:01	10	8,80	8,77	8,77	8,77	8,77	2,98
15:11	10	18,40	18,28	18,28	18,28	18,28	8,93
15:21	10	4,00	4,20	4,20	4,20	4,20	0,13

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
13:50	Start						
14:01	11	4,00	4,22	4,21	4,20	4,21	0,13
14:11	10	15,20	15,14	15,14	15,14	15,14	6,96
14:21	10	10,40	10,37	10,37	10,37	10,37	3,98
14:31	10	4,00	4,20	4,20	4,20	4,20	0,13
14:41	10	13,60	13,54	13,54	13,54	13,54	5,96
14:51	10	5,60	5,64	5,64	5,64	5,64	1,03
15:01	10	8,80	8,78	8,79	8,79	8,79	2,99
15:11	10	18,40	18,32	18,32	18,32	18,32	8,95
15:21	10	4,00	4,21	4,20	4,20	4,20	0,13

Tabelle 149: Daten der Linearitätsprüfung für O₂, Messbereich 0-25 Vol.-%
 (Zirkondioxid-Sensor)

Messgerät: ZFK7 im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)
Messdatum: 07.10.2008 mit drei Durchgängen

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
13:56	Start						
14:01	6	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
14:11	9	15,20	15,13	15,13	15,14	15,13	17,40
14:21	10	10,40	10,32	10,32	10,32	10,32	9,88
14:31	10	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
14:41	10	13,60	13,52	13,52	13,52	13,52	14,88
14:51	10	5,60	5,53	5,53	5,53	5,53	2,39
15:01	10	8,80	8,71	8,71	8,71	8,71	7,36
15:11	10	18,40	18,35	18,35	18,35	18,35	22,42
15:21	10	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
13:56	Start						
14:01	6	4,00	4,01	4,01	4,01	4,01	0,02
14:11	9	15,20	15,02	15,02	15,02	15,02	17,22
14:21	10	10,40	10,27	10,27	10,27	10,27	9,80
14:31	10	4,00	4,01	4,01	4,01	4,01	0,02
14:41	10	13,60	13,43	13,43	13,43	13,43	14,73
14:51	10	5,60	5,53	5,53	5,53	5,53	2,39
15:01	10	8,80	8,67	8,67	8,67	8,67	7,30
15:11	10	18,40	18,22	18,20	18,22	18,21	22,21
15:21	10	4,00	4,01	4,01	4,01	4,01	0,02

Tabelle 150: Daten der Linearitätsprüfung für SO₂ zu Beginn des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 1
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)
Messdatum: 16.06.2009 mit einem Durchgang

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
11:45	Start						
11:53	8	4,00	3,86	3,84	3,84	3,85	-5,47
12:35	42	15,21	14,91	14,92	14,95	14,93	389,9
13:51	76	10,40	10,25	10,25	10,25	10,25	223,0
14:15	24	4,00	3,95	3,94	3,94	3,94	-2,02
15:00	45	13,60	13,39	13,37	13,38	13,38	334,7
15:38	38	5,61	5,48	5,49	5,49	5,49	53,06
16:13	35	8,81	8,61	8,59	8,61	8,60	164,3
16:53	40	18,41	18,03	18,09	18,04	18,05	501,5
17:46	53	4,00	3,91	3,94	3,92	3,92	-2,74

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
11:45	Start						
11:53	8	4,00	3,97	3,95	3,96	3,96	-1,43
12:35	42	15,21	14,94	14,96	14,96	14,95	390,9
13:51	76	10,40	10,26	10,27	10,27	10,27	223,6
14:15	24	4,00	3,95	3,96	3,96	3,96	-1,55
15:00	45	13,60	13,34	13,33	13,34	13,34	333,2
15:38	38	5,61	5,60	5,58	5,58	5,59	56,62
16:13	35	8,81	8,66	8,66	8,66	8,66	166,3
16:53	40	18,41	18,01	18,04	18,05	18,03	500,8
17:46	53	4,00	4,01	4,01	4,01	4,01	0,36

Tabelle 151: Daten der Linearitätsprüfung für SO₂ am Ende des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 2
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)
Messdatum: 30.09.2009 mit einem Durchgang

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
11:40	Start						
11:50	10	4,00	4,05	4,05	4,05	4,05	1,78
12:57	67	15,21	15,14	15,15	15,14	15,14	397,7
13:08	11	10,40	10,49	10,45	10,40	10,45	230,1
13:22	14	4,00	4,05	4,05	4,05	4,05	1,78
13:48	26	13,60	13,40	13,42	13,41	13,41	335,8
14:01	13	5,61	5,49	5,49	5,49	5,49	53,17
14:16	15	8,81	8,60	8,60	8,60	8,60	164,2
14:28	12	18,41	18,11	18,11	18,11	18,11	503,6
14:40	12	4,00	4,10	3,99	3,95	4,01	0,48

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
11:40	Start						
11:50	10	4,00	3,86	3,87	3,86	3,86	-4,88
12:57	67	15,21	15,22	15,21	15,20	15,21	400,1
13:08	11	10,40	10,50	10,50	10,50	10,50	232,0
13:22	14	4,00	3,95	3,96	3,96	3,96	-1,55
13:48	26	13,60	13,54	13,53	13,53	13,53	340,2
14:01	13	5,61	5,70	5,70	5,70	5,70	60,67
14:16	15	8,81	8,81	8,81	8,81	8,81	171,7
14:28	12	18,41	18,20	18,20	18,20	18,20	506,8
14:40	12	4,00	4,01	4,01	4,01	4,01	0,36

Tabelle 152: Daten der Linearitätsprüfung für CO zu Beginn des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 1
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 1250 mg/m³)
Messdatum: 16.06.2009 mit einem Durchgang

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
09:45	Start						
09:53	8	4,00	3,96	3,97	3,97	3,97	-2,60
10:07	14	15,20	15,36	15,37	15,36	15,36	887,8
10:21	14	10,40	10,33	10,33	10,33	10,33	494,5
10:34	13	4,00	3,96	3,94	3,97	3,96	-3,39
10:47	13	13,60	13,60	13,60	13,61	13,60	750,3
11:00	13	5,60	5,52	5,55	5,55	5,54	120,3
11:13	13	8,80	8,69	8,70	8,71	8,70	367,2
11:26	13	18,40	18,67	18,65	18,67	18,66	1.146
11:36	10	4,00	3,97	3,96	3,96	3,96	-2,86

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
09:45	Start						
09:53	8	4,00	3,95	3,95	3,95	3,95	-3,91
10:07	14	15,20	15,15	15,15	15,16	15,15	871,4
10:21	14	10,40	10,31	10,31	10,31	10,31	493,0
10:34	13	4,00	3,99	3,99	3,99	3,99	-0,78
10:47	13	13,60	13,52	13,52	13,52	13,52	743,8
11:00	13	5,60	5,58	5,58	5,58	5,58	123,4
11:13	13	8,80	8,71	8,72	8,70	8,71	368,0
11:26	13	18,40	18,56	18,56	18,56	18,56	1.138
11:36	10	4,00	3,99	3,99	3,99	3,99	-0,78

Tabelle 153: Daten der Linearitätsprüfung für CO am Ende des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 2
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 1250 mg/m³)
Messdatum: 30.09.2009 mit einem Durchgang

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
10:24	Start						
10:30	6	4,00	3,97	3,95	3,96	3,96	-3,13
10:40	10	15,20	14,94	14,93	14,92	14,93	853,9
10:50	10	10,40	10,23	10,21	10,22	10,22	485,9
11:00	10	4,00	3,97	3,96	3,97	3,97	-2,60
11:10	10	13,60	13,30	13,30	13,30	13,30	726,6
11:20	10	5,60	5,57	5,52	5,52	5,54	120,1
11:30	10	8,80	8,64	8,63	8,62	8,63	361,7
11:40	10	18,40	17,86	17,86	17,86	17,86	1.083
11:50	10	4,00	3,97	3,98	3,97	3,97	-2,08

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
10:24	Start						
10:30	6	4,00	3,99	3,99	3,99	3,99	-0,78
10:40	10	15,20	15,05	15,04	15,03	15,04	862,5
10:50	10	10,40	10,29	10,29	10,29	10,29	491,4
11:00	10	4,00	3,99	3,99	3,99	3,99	-0,78
11:10	10	13,60	13,45	13,46	13,44	13,45	738,3
11:20	10	5,60	5,52	5,58	5,57	5,56	121,6
11:30	10	8,80	8,71	8,71	8,70	8,71	367,7
11:40	10	18,40	18,23	18,23	18,23	18,23	1.112
11:50	10	4,00	3,99	3,99	3,99	3,99	-0,78

Tabelle 154: Daten der Linearitätsprüfung für NO zu Beginn des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 1
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)
Messdatum: 16.06.2009 mit einem Durchgang

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
09:45	Start						
09:53	8	4,00	4,10	4,09	4,09	4,09	1,56
10:07	14	15,20	15,13	15,14	15,13	15,13	186,5
10:21	14	10,40	10,39	10,39	10,42	10,40	107,2
10:34	13	4,00	4,13	4,13	4,12	4,13	2,12
10:47	13	13,60	13,55	13,55	13,57	13,56	160,1
11:00	13	5,60	5,72	5,70	5,70	5,71	28,59
11:13	13	8,80	8,81	8,81	8,82	8,81	80,62
11:26	13	18,40	18,29	18,27	18,29	18,28	239,2
11:40	14	4,00	4,03	4,07	4,05	4,05	0,84

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
09:45	Start						
09:53	8	4,00	4,12	4,11	4,11	4,11	1,90
10:07	14	15,20	15,19	15,19	15,17	15,18	187,3
10:21	14	10,40	10,45	10,44	10,41	10,43	107,8
10:34	13	4,00	4,11	4,12	4,12	4,12	1,95
10:47	13	13,60	13,62	13,62	13,61	13,62	161,1
11:00	13	5,60	5,73	5,74	5,74	5,74	29,09
11:13	13	8,80	8,86	8,87	8,87	8,87	81,52
11:26	13	18,40	18,46	18,47	18,48	18,47	242,4
11:40	14	4,00	4,14	4,13	4,12	4,13	2,18

Tabelle 155: Daten der Linearitätsprüfung für NO am Ende des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 2
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)
Messdatum: 30.09.2009 mit einem Durchgang

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
10:24	Start						
10:30	6	4,00	4,08	4,08	4,08	4,08	1,34
10:40	10	15,20	15,22	15,20	15,19	15,20	187,7
10:50	10	10,40	10,48	10,48	10,47	10,48	108,5
11:00	10	4,00	4,05	4,06	4,03	4,05	0,78
11:10	10	13,60	13,60	13,61	13,62	13,61	161,0
11:20	10	5,60	5,65	5,64	5,64	5,64	27,53
11:30	10	8,80	8,85	8,84	8,84	8,84	81,13
11:40	10	18,40	18,21	18,22	18,22	18,22	238,1
11:50	10	4,00	4,03	4,03	4,03	4,03	0,50

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
10:24	Start						
10:30	6	4,00	4,17	4,17	4,17	4,17	2,85
10:40	10	15,20	15,36	15,38	15,40	15,38	190,6
10:50	10	10,40	10,59	10,61	10,57	10,59	110,4
11:00	10	4,00	4,14	4,12	4,13	4,13	2,18
11:10	10	13,60	13,75	13,76	13,74	13,75	163,3
11:20	10	5,60	5,73	5,71	5,72	5,72	28,81
11:30	10	8,80	8,94	8,95	8,94	8,94	82,80
11:40	10	18,40	18,47	18,47	18,47	18,47	242,4
11:50	10	4,00	4,09	4,09	4,11	4,10	1,62

Tabelle 156: Daten der Linearitätsprüfung für O₂ paramagnetischer Sensor zu Beginn des Feldtests

Messgerät: ZRE im Feldtest 1
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)
Messdatum: 15.06.2009 mit einem Durchgang

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
13:11	Start						
13:19	8	4,00	3,94	3,93	3,92	3,93	-0,11
13:33	14	15,20	15,08	15,12	15,09	15,10	17,34
13:46	13	10,40	10,30	10,33	10,32	10,32	9,87
13:58	12	4,00	3,93	3,94	3,93	3,93	-0,10
14:10	12	13,60	13,48	13,47	13,47	13,47	14,80
14:22	12	5,60	5,52	5,52	5,52	5,52	2,38
14:34	12	8,80	8,71	8,70	8,71	8,71	7,35
14:46	12	18,40	18,30	18,25	18,25	18,27	22,29
14:58	12	4,00	3,94	3,94	3,94	3,94	-0,09

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
13:11	Start						
13:19	8	4,00	4,02	4,02	4,02	4,02	0,03
13:33	14	15,20	15,19	15,19	15,19	15,19	17,48
13:46	13	10,40	10,40	10,40	10,40	10,40	10,00
13:58	12	4,00	4,02	4,02	4,02	4,02	0,03
14:10	12	13,60	13,58	13,58	13,52	13,56	14,94
14:22	12	5,60	5,59	5,59	5,59	5,59	2,48
14:34	12	8,80	8,78	8,78	8,79	8,78	7,47
14:46	12	18,40	18,36	18,36	18,37	18,36	22,44
14:58	12	4,00	4,02	4,01	4,02	4,02	0,03

Tabelle 157: Daten der Linearitätsprüfung für O₂ paramagnetischer Sensor
 am Ende des Feldtests

Messgerät: ZRE Pa im Feldtest 2
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)
Messdatum: 30.09.2009 mit drei Durchgängen

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
11:40	Start						
11:50	10	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
12:57	67	15,20	15,22	15,22	15,22	15,22	17,53
13:08	11	10,40	10,44	10,44	10,43	10,44	10,06
13:22	14	4,00	3,99	4,00	3,99	3,99	-0,01
13:48	26	13,60	13,60	13,61	13,61	13,61	15,01
14:01	13	5,60	5,61	5,61	5,60	5,61	2,51
14:16	15	8,80	8,83	8,85	8,84	8,84	7,56
14:28	12	18,40	18,36	18,33	18,33	18,34	22,41
14:40	12	4,00	4,00	3,99	3,99	3,99	-0,01

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
11:40	Start						
11:50	10	4,00	3,99	3,99	3,99	3,99	-0,02
12:57	67	15,20	15,21	15,20	15,20	15,20	17,51
13:08	11	10,40	10,45	10,46	10,45	10,45	10,08
13:22	14	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
13:48	26	13,60	13,65	13,65	13,65	13,65	15,08
14:01	13	5,60	5,60	5,60	5,60	5,60	2,50
14:16	15	8,80	8,84	8,83	8,84	8,84	7,56
14:28	12	18,40	18,34	18,34	18,34	18,34	22,41
14:40	12	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00

Tabelle 158: Daten der Linearitätsprüfung für O₂ Zirkondioxid-Sensor zu Beginn des Feldtests

Messgerät: ZFK7 im Feldtest 1
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)
Messdatum: 15.06.2009 mit einem Durchgang

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
13:11	Start						
13:19	8	4,00	4,04	4,04	4,04	4,04	0,06
13:33	14	15,20	15,03	15,07	15,05	15,05	17,27
13:46	13	10,40	10,27	10,25	10,24	10,25	9,77
13:58	12	4,00	4,04	4,04	4,04	4,04	0,06
14:10	12	13,60	13,47	13,44	13,44	13,45	14,77
14:22	12	5,60	5,50	5,50	5,51	5,50	2,35
14:34	12	8,80	8,61	8,64	8,64	8,63	7,23
14:46	12	18,40	18,22	18,18	18,22	18,21	22,20
14:58	12	4,00	4,04	4,04	4,04	4,04	0,06

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
13:11	Start						
13:19	8	4,00	4,09	4,08	4,08	4,08	0,13
13:33	14	15,20	15,16	15,16	15,18	15,17	17,45
13:46	13	10,40	10,36	10,36	10,37	10,36	9,94
13:58	12	4,00	4,09	4,08	4,08	4,08	0,13
14:10	12	13,60	13,55	13,55	13,55	13,55	14,92
14:22	12	5,60	5,55	5,56	5,56	5,56	2,43
14:34	12	8,80	8,70	8,70	8,71	8,70	7,35
14:46	12	18,40	18,30	18,29	18,30	18,30	22,34
14:58	12	4,00	4,03	4,03	4,03	4,03	0,05

Tabelle 159: Daten der Linearitätsprüfung für O₂ Zirkondioxid-Sensor
 am Ende des Feldtests

Messgerät: ZFK7 im Feldtest 2
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)
Messdatum: 30.09.2009 mit einem Durchgang

Gerät 1 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
11:40	Start						
11:50	10	4,00	4,08	4,08	4,07	4,08	0,12
12:57	67	15,20	15,15	15,16	15,15	15,15	17,43
13:08	11	10,40	10,38	10,41	10,41	10,40	10,00
13:22	14	4,00	4,07	4,07	4,07	4,07	0,11
13:48	26	13,60	13,61	13,59	13,57	13,59	14,98
14:01	13	5,60	5,62	5,62	5,62	5,62	2,53
14:16	15	8,80	8,82	8,82	8,82	8,82	7,53
14:28	12	18,40	18,33	18,32	18,35	18,33	22,40
14:40	12	4,00	4,07	4,07	4,07	4,07	0,11

Gerät 2 1. Durchgang

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
11:40	Start						
11:50	10	4,00	4,06	4,06	4,06	4,06	0,09
12:57	67	15,20	15,20	15,20	15,21	15,20	17,51
13:08	11	10,40	10,45	10,45	10,46	10,45	10,08
13:22	14	4,00	4,07	4,07	4,07	4,07	0,11
13:48	26	13,60	13,64	13,65	13,65	13,65	15,07
14:01	13	5,60	5,62	5,62	5,62	5,62	2,53
14:16	15	8,80	8,84	8,84	8,84	8,84	7,56
14:28	12	18,40	18,38	18,37	18,37	18,37	22,46
14:40	12	4,00	4,07	4,07	4,07	4,07	0,11

Bericht über die Eignungsprüfung der Messeinrichtung ZRE und ZRE/ZFK7 der Firma Fuji Electric Systems Co., Ltd. für die Komponenten NO, SO₂, CO und O₂, Bericht-Nr.: 936/21210059/A

Seite 253 von 380

Tabelle 160: Daten der Klimaprüfung für SO₂

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)
Messdatum: 10.12.2008 bis 17.12.2008 mit drei Durchgängen

Gerät 1		Nullpunkt				Soll mg/m ³	Referenzpunkt			
1. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	8:01	4,00	4,01	4,01	4,01	456,8	16,70	16,75	16,73	16,73
5	15:50	3,73	3,73	3,73	3,73	456,8	16,49	16,55	16,53	16,52
20	6:41	4,08	4,08	4,08	4,08	456,8	16,79	16,79	16,78	16,79
40	14:41	4,63	4,62	4,62	4,62	456,8	17,27	17,29	17,34	17,30
20	7:12	4,00	4,00	3,99	4,00	456,8	16,90	16,90	16,90	16,90

Gerät 2		Nullpunkt				Soll mg/m ³	Referenzpunkt			
1. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	8:01	4,16	4,15	4,16	4,16	456,8	16,71	16,76	16,74	16,74
5	15:50	3,86	3,85	3,86	3,86	456,8	16,46	16,48	16,47	16,47
20	6:41	4,27	4,27	4,27	4,27	456,8	16,77	16,77	16,77	16,77
40	14:41	4,78	4,78	4,78	4,78	456,8	17,33	17,34	17,35	17,34
20	7:12	4,24	4,23	4,22	4,23	456,8	16,97	16,96	16,97	16,97

Gerät 1		Nullpunkt				Soll mg/m ³	Referenzpunkt			
2. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	7:12	4,00	4,00	3,99	4,00	456,8	16,90	16,90	16,90	16,90
5	15:00	3,71	3,71	3,71	3,71	456,8	16,59	16,60	16,62	16,60
20	7:54	4,04	4,03	4,04	4,04	456,8	16,75	16,80	16,82	16,79
40	7:05	4,50	4,50	4,49	4,50	456,8	17,20	17,21	17,20	17,20
20	16:57	3,89	3,89	3,90	3,89	456,8	16,81	16,81	16,81	16,81

Gerät 2		Nullpunkt				Soll mg/m ³	Referenzpunkt			
2. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	7:12	4,24	4,23	4,22	4,23	456,8	16,97	16,96	16,97	16,97
5	15:00	3,88	3,87	3,87	3,87	456,8	16,61	16,63	16,66	16,63
20	7:54	4,26	4,26	4,27	4,26	456,8	16,89	16,93	16,93	16,92
40	7:05	4,46	4,45	4,45	4,45	456,8	17,15	17,18	17,16	17,16
20	16:57	3,95	3,95	3,95	3,95	456,8	16,84	16,84	16,84	16,84

Gerät 1		Nullpunkt				Soll mg/m ³	Referenzpunkt			
3. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	16:57	3,89	3,89	3,90	3,89	456,8	16,81	16,81	16,81	16,81
5	7:33	3,71	3,71	3,71	3,71	456,8	16,58	16,58	16,58	16,58
20	16:12	4,03	4,03	4,03	4,03	456,8	16,88	16,88	16,88	16,88
40	7:40	4,48	4,48	4,48	4,48	456,8	17,35	17,35	17,35	17,35
20	16:28	3,86	3,88	3,87	3,87	456,8	16,79	16,78	16,78	16,78

Gerät 2		Nullpunkt				Soll mg/m ³	Referenzpunkt			
3. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	16:57	3,95	3,95	3,95	3,95	456,8	16,84	16,84	16,84	16,84
5	7:33	3,62	3,62	3,62	3,62	456,8	16,50	16,50	16,51	16,50
20	16:12	4,00	4,00	4,00	4,00	456,8	16,84	16,84	16,84	16,84
40	7:40	4,40	4,40	4,40	4,40	456,8	17,18	17,18	17,18	17,18
20	16:28	3,96	3,97	3,99	3,97	456,8	17,20	17,20	17,20	17,20

Tabelle 161: Daten der Klimaprüfung für CO

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 125 mg/m³)
Messdatum: 10.12.2008 bis 17.12.2008 mit drei Durchgängen

Gerät 1		Nullpunkt				Soll mg/m ³	Referenzpunkt			
1. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	8:01	3,98	3,97	3,97	3,97	100	16,75	16,75	16,75	16,75
5	15:50	4,38	4,38	4,38	4,38	100	17,17	17,18	17,18	17,18
20	6:41	4,00	4,00	4,00	4,00	100	16,78	16,79	16,79	16,79
40	14:41	3,56	3,56	3,56	3,56	100	16,24	16,24	16,24	16,24
20	7:12	3,95	3,95	3,95	3,95	100	16,77	16,79	16,80	16,79

Gerät 2		Nullpunkt				Soll mg/m ³	Referenzpunkt			
1. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	8:01	4,12	4,12	4,11	4,12	100	16,72	16,72	16,72	16,72
5	15:50	4,52	4,52	4,52	4,52	100	17,15	17,15	17,15	17,15
20	6:41	4,21	4,20	4,20	4,20	100	16,81	16,81	16,81	16,81
40	14:41	3,91	3,89	3,91	3,90	100	16,51	16,53	16,51	16,52
20	7:12	4,12	4,11	4,12	4,12	100	16,74	16,76	16,76	16,75

Gerät 1		Nullpunkt				Soll mg/m ³	Referenzpunkt			
2. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	7:12	3,95	3,95	3,95	3,95	100	16,77	16,79	16,80	16,79
5	15:00	4,35	4,34	4,34	4,34	100	17,18	17,21	17,20	17,20
20	7:54	3,93	3,93	3,94	3,93	100	16,67	16,69	16,68	16,68
40	7:05	3,28	3,28	3,28	3,28	100	15,94	15,94	15,92	15,93
20	16:57	3,72	3,72	3,72	3,72	100	16,57	16,57	16,57	16,57

Gerät 2		Nullpunkt				Soll mg/m ³	Referenzpunkt			
2. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	7:12	4,12	4,11	4,12	4,12	100	16,74	16,76	16,76	16,75
5	15:00	4,52	4,50	4,52	4,51	100	17,19	17,21	17,20	17,20
20	7:54	4,15	4,13	4,14	4,14	100	16,71	16,71	16,70	16,71
40	7:05	3,47	3,48	3,47	3,47	100	15,81	15,81	15,81	15,81
20	16:57	3,70	3,70	3,70	3,70	100	16,38	16,37	16,37	16,37

Gerät 1		Nullpunkt				Soll mg/m ³	Referenzpunkt			
3. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	16:57	3,72	3,72	3,72	3,72	100	16,57	16,57	16,57	16,57
5	7:33	4,28	4,28	4,29	4,28	100	17,10	17,11	17,12	17,11
20	16:12	3,89	3,89	3,88	3,89	100	16,69	16,68	16,69	16,69
40	7:40	3,45	3,45	3,45	3,45	100	16,09	16,09	16,08	16,09
20	16:28	3,85	3,86	3,86	3,86	100	16,66	16,66	16,66	16,66

Gerät 2		Nullpunkt				Soll mg/m ³	Referenzpunkt			
3. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	16:57	3,70	3,70	3,70	3,70	100	16,38	16,37	16,37	16,37
5	7:33	4,29	4,29	4,29	4,29	100	16,96	16,96	16,96	16,96
20	16:12	3,98	3,98	3,97	3,98	100	16,58	16,57	16,57	16,57
40	7:40	4,60	4,60	4,60	4,60	100	16,16	16,16	16,16	16,16
20	16:28	3,87	3,88	3,88	3,88	100	16,59	16,60	16,60	16,60

Tabelle 162: Daten der Klimaprüfung für NO

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)
Messdatum: 10.12.2008 bis 17.12.2008 mit drei Durchgängen

Gerät 1		Nullpunkt				Soll mg/m ³	Referenzpunkt			
1. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	8:01	4,15	4,15	4,14	4,15	214,4	16,91	16,90	16,91	16,91
5	15:50	3,69	3,67	3,68	3,68	214,4	16,42	16,42	16,42	16,42
20	6:41	3,98	3,97	3,97	3,97	214,4	16,91	16,90	16,91	16,91
40	14:41	4,72	4,72	4,71	4,72	214,4	17,55	17,54	17,54	17,54
20	7:12	4,15	4,15	4,14	4,15	214,4	16,91	16,90	16,91	16,91

Gerät 2		Nullpunkt				Soll mg/m ³	Referenzpunkt			
1. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	8:01	4,11	4,11	4,11	4,11	214,4	16,79	16,79	16,79	16,79
5	15:50	3,58	3,57	3,57	3,57	214,4	16,23	16,23	16,23	16,23
20	6:41	4,08	4,08	4,08	4,08	214,4	16,80	16,80	16,80	16,80
40	14:41	4,58	4,58	4,58	4,58	214,4	17,32	17,32	17,32	17,32
20	7:12	4,17	4,17	4,17	4,17	214,4	16,90	16,90	16,90	16,90

Gerät 1		Nullpunkt				Soll mg/m ³	Referenzpunkt			
2. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	7:12	4,15	4,15	4,14	4,15	214,4	16,91	16,90	16,91	16,91
5	15:00	3,72	3,73	3,72	3,72	214,4	16,53	16,54	16,55	16,54
20	7:54	4,03	4,06	4,03	4,04	214,4	16,78	16,79	16,80	16,79
40	7:05	4,80	4,80	4,80	4,80	214,4	17,60	17,60	17,61	17,60
20	16:57	4,15	4,15	4,14	4,15	214,4	16,99	16,98	16,98	16,98

Gerät 2		Nullpunkt				Soll mg/m ³	Referenzpunkt			
2. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	7:12	4,17	4,17	4,17	4,17	214,4	16,90	16,90	16,90	16,90
5	15:00	3,61	3,61	3,61	3,61	214,4	16,31	16,31	16,31	16,31
20	7:54	4,09	4,11	4,10	4,10	214,4	16,79	16,80	16,79	16,79
40	7:05	4,59	4,60	4,59	4,59	214,4	17,30	17,30	17,30	17,30
20	16:57	4,19	4,19	4,19	4,19	214,4	16,95	16,95	16,95	16,95

Gerät 1		Nullpunkt				Soll mg/m ³	Referenzpunkt			
3. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	16:57	4,15	4,15	4,14	4,15	214,4	16,99	16,98	16,98	16,98
5	7:33	3,77	3,77	3,77	3,77	214,4	16,56	16,56	16,57	16,56
20	16:12	4,09	4,09	4,09	4,09	214,4	16,87	16,87	16,87	16,87
40	7:40	4,80	4,80	4,80	4,80	214,4	17,62	17,62	17,62	17,62
20	16:28	4,16	4,16	4,17	4,16	214,4	16,97	16,97	16,97	16,97

Gerät 2		Nullpunkt				Soll mg/m ³	Referenzpunkt			
3. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	16:57	4,19	4,19	4,19	4,19	214,4	16,95	16,95	16,95	16,95
5	7:33	3,58	3,56	3,58	3,57	214,4	16,30	16,30	16,30	16,30
20	16:12	4,09	4,09	4,06	4,08	214,4	16,81	16,79	16,79	16,80
40	7:40	4,58	4,58	4,58	4,58	214,4	17,33	17,33	17,33	17,33
20	16:28	4,22	4,22	4,23	4,22	214,4	17,19	17,18	17,18	17,18

Tabelle 163: Daten der Klimaprüfung für O₂ (paramagnetischer Sensor)

Messgerät: ZRE Pa im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)
Messdatum: 10.12.2008 bis 17.12.2008 mit drei Durchgängen

Gerät 1		Nullpunkt				Soll Vol.-%	Referenzpunkt			
1. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	8:01	4,01	4,01	4,01	4,01	18,1	15,49	15,50	15,50	15,50
5	15:50	4,00	4,00	4,00	4,00	18,1	15,46	15,46	15,46	15,46
20	6:41	4,01	4,01	4,00	4,01	18,1	15,56	15,56	15,57	15,56
40	14:41	4,02	4,01	4,01	4,01	18,1	15,70	15,70	15,70	15,70
20	7:12	4,01	4,01	4,01	4,01	18,1	15,61	15,61	15,61	15,61

Gerät 2		Nullpunkt				Soll Vol.-%	Referenzpunkt			
1. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	8:01	4,02	4,02	4,02	4,02	18,1	15,55	15,56	15,56	15,56
5	15:50	4,04	4,04	4,04	4,04	18,1	15,47	15,47	15,47	15,47
20	6:41	4,01	4,01	4,01	4,01	18,1	15,56	15,56	15,56	15,56
40	14:41	4,08	4,08	4,08	4,08	18,1	15,82	15,82	15,82	15,82
20	7:12	4,01	4,01	4,01	4,01	18,1	15,61	15,61	15,61	15,61

Gerät 1		Nullpunkt				Soll Vol.-%	Referenzpunkt			
2. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	7:12	4,01	4,01	4,01	4,01	18,1	15,61	15,61	15,61	15,61
5	15:00	4,00	4,00	4,00	4,00	18,1	15,56	15,56	15,56	15,56
20	7:54	4,01	4,00	4,00	4,00	18,1	15,54	15,54	15,53	15,54
40	7:05	4,00	4,00	4,00	4,00	18,1	15,69	15,69	15,69	15,69
20	16:57	4,01	4,00	4,00	4,00	18,1	15,60	15,60	15,60	15,60

Gerät 2		Nullpunkt				Soll Vol.-%	Referenzpunkt			
2. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	7:12	4,01	4,01	4,01	4,01	18,1	15,61	15,61	15,61	15,61
5	15:00	4,03	4,03	4,03	4,03	18,1	15,62	15,62	15,62	15,62
20	7:54	4,02	4,02	4,02	4,02	18,1	15,54	15,54	15,54	15,54
40	7:05	4,08	4,08	4,08	4,08	18,1	15,81	15,81	15,81	15,81
20	16:57	4,02	4,02	4,02	4,02	18,1	15,60	15,60	15,61	15,60

Gerät 1		Nullpunkt				Soll Vol.-%	Referenzpunkt			
3. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	16:57	4,01	4,00	4,00	4,00	18,1	15,60	15,60	15,60	15,60
5	7:33	3,99	3,99	3,99	3,99	18,1	15,51	15,51	15,51	15,51
20	16:12	4,00	4,00	4,00	4,00	18,1	15,55	15,55	15,55	15,55
40	7:40	4,00	4,00	4,00	4,00	18,1	15,66	15,66	15,66	15,66
20	16:28	4,00	4,00	4,00	4,00	18,1	15,53	15,53	15,54	15,53

Gerät 2		Nullpunkt				Soll Vol.-%	Referenzpunkt			
3. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	16:57	4,02	4,02	4,02	4,02	18,1	15,60	15,60	15,61	15,60
5	7:33	4,04	4,04	4,04	4,04	18,1	15,57	15,57	15,57	15,57
20	16:12	4,01	4,01	4,01	4,01	18,1	15,56	15,56	15,56	15,56
40	7:40	4,07	4,07	4,07	4,07	18,1	15,78	15,78	15,78	15,78
20	16:28	4,01	4,01	4,01	4,01	18,1	15,59	15,59	15,59	15,59

Tabelle 164: Daten der Klimaprüfung für O₂ (Zirkondioxid-Sensor)

Messgerät: ZFK7 im Labortest
Komponente: O2 (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)
Messdatum: 10.12.2008 bis 17.12.2008 mit drei Durchgängen

Gerät 1		Nullpunkt				Soll Vol.-%	Referenzpunkt			
1. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	8:18	5,28	5,28	5,28	5,28	18,1	15,60	15,59	15,59	15,59
5	16:06	5,27	5,27	5,27	5,27	18,1	15,46	15,46	15,46	15,46
20	6:56	5,28	5,28	5,28	5,28	18,1	15,56	15,56	15,56	15,56
40	14:58	5,31	5,31	5,31	5,31	18,1	15,87	15,87	15,87	15,87
20	7:28	5,27	5,27	5,27	5,27	18,1	15,56	15,56	15,56	15,56

Gerät 2		Nullpunkt				Soll Vol.-%	Referenzpunkt			
1. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	8:18	5,30	5,30	5,30	5,30	18,1	15,58	15,58	15,58	15,58
5	16:06	5,31	5,31	5,31	5,31	18,1	15,47	15,47	15,47	15,47
20	6:56	5,29	5,29	5,29	5,29	18,1	15,56	15,56	15,56	15,56
40	14:58	5,33	5,31	5,31	5,32	18,1	15,86	15,85	15,86	15,86
20	7:28	5,30	5,30	5,30	5,30	18,1	15,57	15,57	15,57	15,57

Gerät 1		Nullpunkt				Soll Vol.-%	Referenzpunkt			
2. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	7:28	5,27	5,27	5,27	5,27	18,1	15,56	15,56	15,56	15,56
5	15:15	5,27	5,26	5,27	5,27	18,1	15,44	15,45	15,44	15,44
20	8:12	5,28	5,27	5,27	5,27	18,1	15,54	15,54	15,56	15,55
40	7:12	5,31	5,31	5,31	5,31	18,1	15,86	15,87	15,87	15,87
20	17:14	5,28	5,28	5,28	5,28	18,1	15,57	15,57	15,56	15,57

Gerät 2		Nullpunkt				Soll Vol.-%	Referenzpunkt			
2. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	7:28	5,30	5,30	5,30	5,30	18,1	15,57	15,57	15,57	15,57
5	15:15	5,32	5,32	5,32	5,32	18,1	15,48	15,48	15,48	15,48
20	8:12	5,29	5,29	5,29	5,29	18,1	15,55	15,55	15,56	15,55
40	7:12	5,33	5,33	5,33	5,33	18,1	15,86	15,86	15,86	15,86
20	17:14	5,31	5,31	5,30	5,31	18,1	15,58	15,58	15,58	15,58

Gerät 1		Nullpunkt				Soll Vol.-%	Referenzpunkt			
3. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	17:14	5,28	5,28	5,28	5,28	18,1	15,57	15,57	15,56	15,57
5	7:50	5,26	5,26	5,26	5,26	18,1	15,41	15,41	15,41	15,41
20	16:33	5,28	5,28	5,28	5,28	18,1	15,52	15,52	15,54	15,53
40	7:57	5,31	5,31	5,31	5,31	18,1	15,82	15,82	15,82	15,82
20	16:44	5,28	5,28	5,28	5,28	18,1	15,57	15,57	15,59	15,58

Gerät 2		Nullpunkt				Soll Vol.-%	Referenzpunkt			
3. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	17:14	5,31	5,31	5,30	5,31	18,1	15,58	15,58	15,58	15,58
5	7:50	5,32	5,32	5,32	5,32	18,1	15,44	15,44	15,44	15,44
20	16:33	5,30	5,30	5,30	5,30	18,1	15,52	15,52	15,54	15,53
40	7:57	5,33	5,33	5,33	5,33	18,1	15,82	15,82	15,82	15,82
20	16:44	5,31	5,31	5,31	5,31	18,1	15,66	15,66	15,65	15,66

Tabelle 165: Daten der Volumenstromprüfung für SO₂

Messwert ZRE im Labortest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)
Messdatum: 02.03.2009 mit einem Durchgang

Nullpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang l/min	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
2,5	12:56	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00	3,98	3,97	3,98	3,98	-0,83
2	13:18	4,01	4,01	4,01	4,01	0,36	3,98	3,98	3,98	3,98	-0,71

Referenzpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang l/min	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
2,5	15:48	17,56	17,63	17,59	17,59	485,11	17,70	17,74	17,72	17,72	489,63
2	16:09	17,56	17,57	17,58	17,57	484,28	17,63	17,64	17,64	17,64	486,66

Tabelle 166: Daten der Volumenstromprüfung für CO

Messwert ZRE im Labortest
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 125 mg/m³)
Messdatum: 02.03.2009 bis 03.03.2009 mit einem Durchgang

Nullpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang l/min	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
2,5	12:56	3,99	4,00	4,01	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
2	13:18	4,03	4,03	4,03	4,03	0,23	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00

Referenzpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang l/min	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
2,5	14:05	18,42	18,41	18,37	18,40	112,50	18,48	18,47	18,44	18,46	112,99
2	14:14	18,33	18,33	18,30	18,32	111,88	18,44	18,37	18,37	18,39	112,45

Tabelle 167: Daten der Volumenstromprüfung für NO

Messwert ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)
Messdatum: 02.03.2009 bis 03.03.2009 mit einem Durchgang

Nullpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang l/min	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
2,5	12:56	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
2	13:18	3,99	3,99	3,99	3,99	-0,17	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00

Referenzpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang l/min	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
2,5	10:27	17,93	17,93	17,92	17,93	233,27	17,92	17,92	17,92	17,92	233,16
2	10:40	17,94	17,94	17,93	17,94	233,44	17,92	17,92	17,91	17,92	233,10

Tabelle 168: Daten der Volumenstromprüfung für O₂ paramagnetischer Sensor

Messwert ZRE im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)
Messdatum: 03.03.2009 mit einem Durchgang

Nullpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang l/min	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
2,5	12:42	4,08	4,09	4,09	4,09	0,14	4,09	4,10	4,10	4,10	0,15
2	12:56	4,09	4,08	4,08	4,08	0,13	4,10	4,10	4,10	4,10	0,16

Referenzpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang l/min	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
2,5	12:13	15,18	15,16	15,15	15,16	17,44	15,19	15,19	15,19	15,19	17,48
2	11:22	15,22	15,21	15,22	15,22	17,53	15,27	15,27	15,28	15,27	17,61

Tabelle 169: Daten der Volumenstromprüfung für O₂ Zirkondioxid-Sensor

Messwert ZFK7 im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)
Messdatum: 03.03.2009 mit einem Durchgang

Nullpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang l/min	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
2,5	11:07	5,18	5,18	5,18	5,18	1,84	5,22	5,22	5,22	5,22	1,91
2	10:53	5,20	5,20	5,20	5,20	1,88	5,23	5,23	5,23	5,23	1,92

Referenzpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang l/min	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
2,5	12:13	15,11	15,10	15,10	15,10	17,35	15,16	15,16	15,16	15,16	17,44
2	11:22	15,17	15,16	15,17	15,17	17,45	15,23	15,23	15,23	15,23	17,55

Tabelle 170: Daten der Netzspannungsprüfung für SO₂

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)
Messdatum: 19.06.2007 bis 20.06.2007 mit einem Durchgang

Nullpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang	Uhrzeit	1.	2.	3.	∅	∅	1.	2.	3.	∅	∅
Volt	hh:mm	mA	mA	mA	mA	mg/m ³	mA	mA	mA	mA	mg/m ³
230	8:55	4,02	4,02	4,02	4,02	0,71	3,93	3,94	3,94	3,94	-2,26
242	9:24	4,02	4,02	4,02	4,02	0,71	3,93	3,93	3,93	3,93	-2,50
253	9:33	4,02	4,02	4,02	4,02	0,71	3,93	3,93	3,93	3,93	-2,50
219	9:01	4,02	4,01	4,02	4,02	0,59	3,96	3,96	3,96	3,96	-1,43
207	9:06	4,02	4,02	4,02	4,02	0,71	3,95	3,96	3,95	3,95	-1,67
196	9:15	4,02	4,01	4,02	4,02	0,59	3,95	3,95	3,95	3,95	-1,78

Referenzpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang	Uhrzeit	1.	2.	3.	∅	∅	1.	2.	3.	∅	∅
Volt	hh:mm	mA	mA	mA	mA	mg/m ³	mA	mA	mA	mA	mg/m ³
230	14:09	15,21	15,22	15,23	15,22	400,4	15,21	15,21	15,22	15,21	400,2
242	14:17	15,24	15,23	15,24	15,24	401,0	15,22	15,22	15,22	15,22	400,4
253	14:25	15,25	15,24	15,24	15,24	401,2	15,22	15,23	15,23	15,23	400,7
219	14:41	15,21	15,21	15,20	15,21	399,9	15,19	15,19	15,18	15,19	399,2
207	14:49	15,21	15,21	15,20	15,21	399,9	15,21	15,20	15,21	15,21	399,9
196	14:57	15,22	15,23	15,21	15,22	400,4	15,21	15,22	15,22	15,22	400,3

Tabelle 171: Daten der Netzspannungsprüfung für CO

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 125 mg/m³)
Messdatum: 19.06.2007

Nullpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang	Uhrzeit	1.	2.	3.	∅	∅	1.	2.	3.	∅	∅
Volt	hh:mm	mA	mA	mA	mA	mg/m ³	mA	mA	mA	mA	mg/m ³
230	8:55	3,92	3,91	3,91	3,91	-0,68	3,80	3,83	3,81	3,81	-1,46
242	9:24	3,90	3,90	3,91	3,90	-0,76	3,82	3,83	3,83	3,83	-1,35
253	9:33	3,91	3,89	3,91	3,90	-0,76	3,80	3,79	3,80	3,80	-1,59
219	9:01	3,95	3,95	3,94	3,95	-0,42	3,86	3,85	3,85	3,85	-1,15
207	9:06	3,95	3,95	3,93	3,94	-0,44	3,85	3,84	3,84	3,84	-1,22
196	9:15	3,94	3,91	3,93	3,93	-0,57	3,82	3,82	3,84	3,83	-1,35

Referenzpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang	Uhrzeit	1.	2.	3.	∅	∅	1.	2.	3.	∅	∅
Volt	hh:mm	mA	mA	mA	mA	mg/m ³	mA	mA	mA	mA	mg/m ³
230	9:02	16,36	16,37	16,37	16,37	96,6	16,59	16,55	16,55	16,56	98,2
242	9:31	16,35	16,34	16,34	16,34	96,4	16,59	16,55	16,55	16,56	98,2
253	9:40	16,35	16,35	16,34	16,35	96,5	16,56	16,55	16,56	16,56	98,1
219	9:08	16,33	16,33	16,33	16,33	96,3	16,50	16,51	16,50	16,50	97,7
207	9:13	16,33	16,33	16,33	16,33	96,3	16,49	16,49	16,49	16,49	97,6
196	9:22	16,33	16,33	16,34	16,33	96,4	16,53	16,53	16,52	16,53	97,9

Bericht über die Eignungsprüfung der Messeinrichtung ZRE und ZRE/ZFK7 der Firma Fuji Electric Systems Co., Ltd. für die Komponenten NO, SO₂, CO und O₂, Bericht-Nr.: 936/21210059/A

Seite 261 von 380

Tabelle 172: Daten der Netzspannungsprüfung für NO

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)
Messdatum: 19.06.2007

Nullpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang	Uhrzeit	1.	2.	3.	∅	∅	1.	2.	3.	∅	∅
Volt	hh:mm	mA	mA	mA	mA	mg/m ³	mA	mA	mA	mA	mg/m ³
230	8:55	4,03	4,03	4,03	4,03	0,50	4,05	4,04	4,06	4,05	0,84
242	9:24	4,03	4,03	4,03	4,03	0,50	4,06	4,06	4,05	4,06	0,95
253	9:33	4,03	4,03	4,02	4,03	0,45	4,06	4,06	4,05	4,06	0,95
219	9:01	4,03	4,07	4,05	4,05	0,84	4,06	4,06	4,06	4,06	1,00
207	9:06	4,05	4,05	4,06	4,05	0,89	4,06	4,07	4,07	4,07	1,12
196	9:15	4,06	4,04	4,04	4,05	0,78	4,06	4,06	4,06	4,06	1,00

Referenzpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang	Uhrzeit	1.	2.	3.	∅	∅	1.	2.	3.	∅	∅
Volt	hh:mm	mA	mA	mA	mA	mg/m ³	mA	mA	mA	mA	mg/m ³
230	13:04	15,86	15,86	15,85	15,86	198,6	15,96	15,95	15,95	15,95	200,2
242	9:31	15,85	15,85	15,85	15,85	198,5	15,93	15,93	15,93	15,93	199,8
253	9:40	15,85	15,86	15,87	15,86	198,7	15,95	15,95	15,95	15,95	200,2
219	9:08	15,83	15,83	15,83	15,83	198,2	15,91	15,91	15,90	15,91	199,4
207	9:13	15,83	15,85	15,84	15,84	198,3	15,91	15,91	15,91	15,91	199,5
196	9:22	15,83	15,83	15,83	15,83	198,2	15,94	15,95	15,95	15,95	200,1

Tabelle 173: Daten der Netzspannungsprüfung für O₂ paramagnetischer Sensor

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)
Messdatum: 19.06.2007

Nullpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang	Uhrzeit	1.	2.	3.	∅	∅	1.	2.	3.	∅	∅
Volt	hh:mm	mA	mA	mA	mA	Vol.-%	mA	mA	mA	mA	Vol.-%
230	9:44	3,99	3,99	3,98	3,99	-0,02	3,97	3,97	3,96	3,97	-0,05
242	10:52	3,99	3,98	3,98	3,98	-0,03	3,98	3,97	3,97	3,97	-0,04
253	11:06	3,98	3,98	3,98	3,98	-0,03	3,97	3,97	3,96	3,97	-0,05
219	11:20	3,99	3,99	3,99	3,99	-0,02	3,98	3,98	3,98	3,98	-0,03
207	11:34	3,99	3,99	3,99	3,99	-0,02	3,98	3,98	3,98	3,98	-0,03
196	11:48	3,99	3,99	3,99	3,99	-0,02	3,98	3,98	3,98	3,98	-0,03

Referenzpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang	Uhrzeit	1.	2.	3.	∅	∅	1.	2.	3.	∅	∅
Volt	hh:mm	mA	mA	mA	mA	Vol.-%	mA	mA	mA	mA	Vol.-%
230	10:45	17,46	17,46	17,46	17,46	21,03	17,43	17,43	17,43	17,43	20,98
242	10:59	17,46	17,45	17,46	17,46	21,03	17,43	17,43	17,43	17,43	20,98
253	11:13	17,45	17,45	17,45	17,45	21,02	17,43	17,43	17,43	17,43	20,98
219	11:27	17,44	17,44	17,44	17,44	21,00	17,43	17,44	17,44	17,44	20,99
207	11:41	17,44	17,44	17,44	17,44	21,00	17,43	17,43	17,43	17,43	20,98
196	11:55	17,45	17,46	17,46	17,46	21,03	17,43	17,43	17,43	17,43	20,98

Tabelle 174: Daten der Netzspannungsprüfung für O₂ Zirkondioxid-Sensor

Messgerät: ZFK7 im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)
Messdatum: 19.06.2007

Nullpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang	Uhrzeit	1.	2.	3.	∅	∅	1.	2.	3.	∅	∅
Volt	hh:mm	mA	mA	mA	mA	Vol.-%	mA	mA	mA	mA	Vol.-%
230	9:44	5,28	5,28	5,28	5,28	2,00	5,26	5,26	5,26	5,26	1,97
242	10:52	5,28	5,28	5,28	5,28	2,00	5,26	5,26	5,26	5,26	1,97
253	11:06	5,28	5,28	5,28	5,28	2,00	5,26	5,26	5,26	5,26	1,97
219	11:20	5,27	5,27	5,27	5,27	1,98	5,25	5,25	5,25	5,25	1,95
207	11:34	5,27	5,26	5,27	5,27	1,98	5,25	5,25	5,25	5,25	1,95
196	11:48	5,30	5,31	5,32	5,31	2,05	5,27	5,28	5,23	5,26	1,97

Referenzpunkt		Gerät 1					Gerät 2				
1. Durchgang	Uhrzeit	1.	2.	3.	∅	∅	1.	2.	3.	∅	∅
Volt	hh:mm	mA	mA	mA	mA	Vol.-%	mA	mA	mA	mA	Vol.-%
230	10:45	17,43	17,43	17,43	17,43	20,98	17,42	17,42	17,42	17,42	20,97
242	10:59	17,43	17,43	17,43	17,43	20,98	17,42	17,42	17,42	17,42	20,97
253	11:13	17,43	17,43	17,43	17,43	20,98	17,43	17,43	17,43	17,43	20,98
219	11:27	17,43	17,43	17,43	17,43	20,98	17,43	17,43	17,43	17,43	20,98
207	11:41	17,43	17,43	17,43	17,43	20,98	17,43	17,43	17,43	17,43	20,98
196	11:55	17,44	17,44	17,44	17,44	21,00	17,44	17,43	17,43	17,43	20,99

Bericht über die Eignungsprüfung der Messeinrichtung ZRE und ZRE/ZFK7 der Firma Fuji Electric Systems Co., Ltd. für die Komponenten NO, SO₂, CO und O₂, Bericht-Nr.: 936/21210059/A

Seite 263 von 380

Tabelle 175: Daten der Querempfindlichkeit für SO₂, Gerät 1

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)
Messdatum: 27.01.2008 bis 04.12.2009

Messgerät 1			Sollwert mg/m ³	Nullpunkt				
				1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
Begleitstoff								
O ₂	21	Vol.-%	-0,48	3,99	3,99	4,00	3,99	-0,24
O ₂	3	Vol.-%	-0,48	3,97	3,97	3,98	3,97	-0,95
H ₂ O	30	Vol.-%	-0,71	3,98	4,00	3,98	3,99	-0,48
CO	300	mg/m ³	-0,48	3,99	4,00	3,99	3,99	-0,24
CO ₂	15	Vol.-%	-0,48	4,11	4,11	4,09	4,10	3,69
CH ₄	50	mg/m ³	-0,48	4,01	4,01	4,01	4,01	0,36
N ₂ O	100	mg/m ³	-0,12	3,96	3,97	3,97	3,97	-1,19
NO	300	mg/m ³	-0,48	3,98	3,98	3,98	3,98	-0,71
NO ₂	30	mg/m ³	-0,48	3,97	3,97	3,97	3,97	-1,07
NH ₃	20	mg/m ³	-0,48	3,97	3,98	3,96	3,97	-1,07
HCl	200	mg/m ³	-0,48	4,00	4,01	3,97	3,99	-0,24

Messgerät 1			Sollwert mg/m ³	Referenzpunkt				
				1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
Begleitstoff								
O ₂	21	Vol.-%	499,98	18,07	18,07	18,07	18,07	502,12
O ₂	3	Vol.-%	512,83	18,38	18,38	18,38	18,38	513,19
H ₂ O	30	Vol.-%	455,73	16,78	16,83	16,82	16,81	457,16
CO	300	mg/m ³	515,21	18,41	18,39	18,39	18,40	513,78
CO ₂	15	Vol.-%	475,71	17,56	17,55	17,57	17,56	483,92
CH ₄	50	mg/m ³	506,05	18,37	18,40	18,41	18,39	513,66
N ₂ O	100	mg/m ³	505,34	18,13	18,14	18,14	18,14	504,50
NO	300	mg/m ³	513,54	18,29	18,31	18,34	18,31	510,81
NO ₂	30	mg/m ³	516,04	18,43	18,42	18,42	18,42	514,73
NH ₃	20	mg/m ³	518,06	18,61	18,59	18,59	18,60	520,92
HCl	200	mg/m ³	509,97	18,30	18,32	18,31	18,31	510,69

Tabelle 176: Daten der Querempfindlichkeit für SO₂, Gerät 2

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)
Messdatum: 27.01.2008 bis 04.12.2009

Messgerät 2			Sollwert mg/m ³	Nullpunkt				
				1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
Begleitstoff								
O ₂	21	Vol.-%	-1,07	3,99	3,99	3,99	3,99	-0,36
O ₂	3	Vol.-%	-1,07	3,98	3,98	3,98	3,98	-0,71
H ₂ O	30	Vol.-%	-2,26	3,94	3,94	3,94	3,94	-2,14
CO	300	mg/m ³	-1,07	3,99	3,99	3,99	3,99	-0,36
CO ₂	15	Vol.-%	-1,07	4,07	4,07	4,07	4,07	2,50
CH ₄	50	mg/m ³	-1,07	3,99	4,01	3,99	4,00	-0,12
N ₂ O	100	mg/m ³	-0,59	3,96	3,96	3,96	3,96	-1,43
NO	300	mg/m ³	-1,07	3,99	3,98	3,98	3,98	-0,59
NO ₂	30	mg/m ³	-1,07	3,99	3,98	3,98	3,98	-0,59
NH ₃	20	mg/m ³	-1,07	3,96	3,98	3,98	3,97	-0,95
HCl	200	mg/m ³	-1,07	3,98	3,99	3,98	3,98	-0,59

Messgerät 2			Sollwert mg/m ³	Referenzpunkt				
				1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
Begleitstoff								
O ₂	21	Vol.-%	500,22	18,12	18,13	18,12	18,12	504,03
O ₂	3	Vol.-%	513,54	18,40	18,41	18,40	18,40	514,02
H ₂ O	30	Vol.-%	454,66	16,79	16,90	16,85	16,85	458,47
CO	300	mg/m ³	519,37	18,55	18,41	18,53	18,50	517,35
CO ₂	15	Vol.-%	481,19	17,66	17,66	17,67	17,66	487,61
CH ₄	50	mg/m ³	509,97	18,44	18,45	18,47	18,45	515,80
N ₂ O	100	mg/m ³	509,26	18,26	18,27	18,27	18,27	509,14
NO	300	mg/m ³	519,37	18,45	18,48	18,48	18,47	516,40
NO ₂	30	mg/m ³	520,56	18,60	18,54	18,54	18,56	519,61
NH ₃	20	mg/m ³	517,11	18,56	18,55	18,57	18,56	519,61
HCl	200	mg/m ³	514,61	18,44	18,45	18,45	18,45	515,57

Bericht über die Eignungsprüfung der Messeinrichtung ZRE und ZRE/ZFK7 der Firma Fuji Electric Systems Co., Ltd. für die Komponenten NO, SO₂, CO und O₂, Bericht-Nr.: 936/21210059/A

Seite 265 von 380

Tabelle 177: Daten der Querempfindlichkeit für SO₂ im hohen Messbereich

Messgerät: Fuji ZRE im Labortest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 5710 mg/m³)
Messdatum: 30.03.2009 bis 30.03.2009

Messgerät 1			Referenzpunkt					
			Sollwert mg/m ³	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
O ₂	21	Vol.-%	5.171	18,60	18,60	18,58	18,59	5.208
CH ₄	50	mg/m ³	5.229	18,70	18,70	18,71	18,70	5.247

Messgerät 2			Referenzpunkt					
			Sollwert mg/m ³	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
O ₂	21	Vol.-%	5.139	18,50	18,52	18,50	18,51	5.177
CH ₄	50	mg/m ³	5.179	18,49	18,60	18,61	18,57	5.198

Tabelle 178: Daten der Querempfindlichkeit für CO, Gerät 1

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 125 mg/m³)
Messdatum: 13.11.2008 bis 04.12.2009

Messgerät 1			Sollwert mg/m ³	Nullpunkt				
				1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
Begleitstoff								
O ₂	21	Vol.-%	-0,63	3,92	3,94	3,91	3,92	-0,60
O ₂	3	Vol.-%	-0,63	3,89	3,89	3,88	3,89	-0,89
H ₂ O	30	Vol.-%	0,13	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
CO ₂	15	Vol.-%	-0,63	4,05	4,05	4,05	4,05	0,39
CH ₄	50	mg/m ³	-0,63	3,91	3,91	3,89	3,90	-0,76
N ₂ O	20	mg/m ³	-0,03	4,14	4,14	4,14	4,14	1,09
NO	300	mg/m ³	-0,63	3,91	3,91	3,91	3,91	-0,70
NO ₂	30	mg/m ³	-0,63	3,89	3,88	3,87	3,88	-0,94
NH ₃	20	mg/m ³	-0,63	3,90	3,91	3,91	3,91	-0,73
SO ₂	1000	mg/m ³	-0,63	3,93	3,91	3,93	3,92	-0,60
HCl	200	mg/m ³	-0,63	3,88	3,89	3,88	3,88	-0,91

Messgerät 1			Sollwert mg/m ³	Referenzpunkt				
				1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
Begleitstoff								
O ₂	21	Vol.-%	108,26	18,14	18,12	18,12	18,13	110,36
O ₂	3	Vol.-%	107,81	17,83	17,82	17,85	17,83	108,07
H ₂ O	30	Vol.-%	110,68	18,18	18,17	18,17	18,17	110,73
CO ₂	15	Vol.-%	111,95	18,42	18,42	18,41	18,42	112,63
CH ₄	50	mg/m ³	110,63	18,07	18,10	18,07	18,08	110,00
N ₂ O	20	mg/m ³	107,19	17,86	17,86	17,86	17,86	108,28
NO	300	mg/m ³	110,29	18,12	18,14	18,13	18,13	110,39
NO ₂	30	mg/m ³	110,91	18,23	18,22	18,22	18,22	111,12
NH ₃	20	mg/m ³	111,35	18,21	18,21	18,20	18,21	110,99
SO ₂	1000	mg/m ³	110,60	18,15	18,14	18,14	18,14	110,49
HCl	200	mg/m ³	109,82	18,01	18,00	18,01	18,01	109,43

Bericht über die Eignungsprüfung der Messeinrichtung ZRE und ZRE/ZFK7 der Firma Fuji Electric Systems Co., Ltd. für die Komponenten NO, SO₂, CO und O₂, Bericht-Nr.: 936/21210059/A

Seite 267 von 380

Tabelle 179: Daten der Querempfindlichkeit für CO, Gerät 2

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 125 mg/m³)
Messdatum: 13.11.2008 bis 04.12.2009

Messgerät 2			Sollwert mg/m ³	Nullpunkt				
				1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
Begleitstoff								
O ₂	21	Vol.-%	-0,55	3,96	3,96	3,96	3,96	-0,31
O ₂	3	Vol.-%	-0,55	3,91	3,92	3,91	3,91	-0,68
H ₂ O	30	Vol.-%	-0,21	3,99	3,98	3,99	3,99	-0,10
CO ₂	15	Vol.-%	-0,55	4,02	4,02	4,02	4,02	0,16
CH ₄	50	mg/m ³	-0,55	3,92	3,93	3,92	3,92	-0,60
N ₂ O	20	mg/m ³	-0,36	4,10	4,10	4,10	4,10	0,78
NO	300	mg/m ³	-0,55	3,93	3,93	3,93	3,93	-0,55
NO ₂	30	mg/m ³	-0,55	3,96	3,93	3,91	3,93	-0,52
NH ₃	20	mg/m ³	-0,55	3,93	3,91	3,92	3,92	-0,63
SO ₂	1000	mg/m ³	-0,55	3,92	3,92	3,92	3,92	-0,63
HCl	200	mg/m ³	-0,55	3,91	3,91	3,91	3,91	-0,70

Messgerät 2			Sollwert mg/m ³	Referenzpunkt				
				1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
Begleitstoff								
O ₂	21	Vol.-%	110,03	18,35	18,34	18,34	18,34	112,06
O ₂	3	Vol.-%	109,53	18,05	18,05	18,05	18,05	109,77
H ₂ O	30	Vol.-%	109,95	18,05	18,07	18,07	18,06	109,87
CO ₂	15	Vol.-%	111,93	18,43	18,43	18,40	18,42	112,66
CH ₄	50	mg/m ³	110,94	18,10	18,11	18,10	18,10	110,18
N ₂ O	20	mg/m ³	107,08	17,85	17,84	17,84	17,84	108,15
NO	300	mg/m ³	112,06	18,35	18,35	18,35	18,35	112,11
NO ₂	30	mg/m ³	112,63	18,46	18,47	18,42	18,45	112,89
NH ₃	20	mg/m ³	112,55	18,43	18,42	18,41	18,42	112,66
SO ₂	1000	mg/m ³	112,32	18,38	18,38	18,37	18,38	112,32
HCl	200	mg/m ³	111,61	18,24	18,22	18,24	18,23	111,20

Tabelle 180: Daten der Querempfindlichkeit für NO, Gerät 1

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)
Messdatum: 04.12.2008 bis 10.02.2009

Messgerät 1			Sollwert mg/m ³	Nullpunkt				
				1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
Begleitstoff								
O ₂	21	Vol.-%	1,67	3,97	3,99	3,99	3,98	-0,28
O ₂	3	Vol.-%	1,67	4,08	4,07	4,05	4,07	1,12
H ₂ O	30	Vol.-%	0,28	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
CO	300	mg/m ³	1,67	4,07	4,08	4,09	4,08	1,34
CO ₂	15	Vol.-%	1,67	4,31	4,32	4,31	4,31	5,25
CH ₄	50	mg/m ³	1,67	4,09	4,09	4,09	4,09	1,51
N ₂ O	100	mg/m ³	-0,39	3,97	3,98	3,98	3,98	-0,39
NO ₂	30	mg/m ³	-0,45	3,99	3,97	3,99	3,98	-0,28
NH ₃	20	mg/m ³	1,67	4,10	4,09	4,09	4,09	1,56
SO ₂	1000	mg/m ³	1,67	4,07	4,07	4,09	4,08	1,28
HCl	200	mg/m ³	1,67	4,14	4,12	4,11	4,12	2,07

Messgerät 1			Sollwert mg/m ³	Referenzpunkt				
				1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
Begleitstoff								
O ₂	21	Vol.-%	241,54	18,36	18,36	18,36	18,36	240,53
O ₂	3	Vol.-%	234,84	17,90	17,90	17,89	17,90	232,77
H ₂ O	30	Vol.-%	236,68	18,16	18,17	18,16	18,16	237,24
CO	300	mg/m ³	238,69	18,23	18,24	18,22	18,23	238,35
CO ₂	15	Vol.-%	234,28	18,11	18,13	18,11	18,12	236,45
CH ₄	50	mg/m ³	237,63	18,17	18,17	18,17	18,17	237,35
N ₂ O	100	mg/m ³	242,04	18,40	18,41	18,40	18,40	241,26
NO ₂	30	mg/m ³	237,24	18,15	18,15	18,14	18,15	236,96
NH ₃	20	mg/m ³	240,08	18,32	18,30	18,30	18,31	239,64
SO ₂	1000	mg/m ³	238,86	18,25	18,25	18,25	18,25	238,69
HCl	200	mg/m ³	234,89	18,04	18,03	18,03	18,03	235,06

Bericht über die Eignungsprüfung der Messeinrichtung ZRE und ZRE/ZFK7 der Firma Fuji Electric Systems Co., Ltd. für die Komponenten NO, SO₂, CO und O₂, Bericht-Nr.: 936/21210059/A

Seite 269 von 380

Tabelle 181: Daten der Querempfindlichkeit für NO, Gerät 2

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)
Messdatum: 04.12.2008 bis 10.02.2009

Messgerät 2			Sollwert mg/m ³	Nullpunkt				
				1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
Begleitstoff								
O ₂	21	Vol.-%	2,40	4,03	4,01	4,01	4,02	0,28
O ₂	3	Vol.-%	2,40	4,12	4,12	4,12	4,12	2,01
H ₂ O	30	Vol.-%	-0,45	3,99	3,98	3,99	3,99	-0,22
CO	300	mg/m ³	2,40	4,14	4,12	4,12	4,13	2,12
CO ₂	15	Vol.-%	2,40	4,33	4,34	4,34	4,34	5,64
CH ₄	50	mg/m ³	2,40	4,12	4,12	4,12	4,12	2,01
N ₂ O	100	mg/m ³	-0,50	3,96	3,96	3,96	3,96	-0,67
NO ₂	30	mg/m ³	0,00	4,00	3,99	4,00	4,00	-0,06
NH ₃	20	mg/m ³	2,40	4,15	4,12	4,13	4,13	2,23
SO ₂	1000	mg/m ³	2,40	4,12	4,12	4,13	4,12	2,07
HCl	200	mg/m ³	2,40	4,15	4,15	4,14	4,15	2,46

Messgerät 2			Sollwert mg/m ³	Referenzpunkt				
				1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ mg/m ³
Begleitstoff								
O ₂	21	Vol.-%	243,10	18,45	18,45	18,44	18,45	241,98
O ₂	3	Vol.-%	236,18	17,98	18,02	18,00	18,00	234,50
H ₂ O	30	Vol.-%	237,35	18,19	18,19	18,19	18,19	237,68
CO	300	mg/m ³	238,86	18,24	18,27	18,24	18,25	238,69
CO ₂	15	Vol.-%	234,95	18,16	18,16	18,18	18,17	237,29
CH ₄	50	mg/m ³	237,18	18,17	18,17	18,16	18,17	237,29
N ₂ O	100	mg/m ³	243,15	18,50	18,46	18,46	18,47	242,43
NO ₂	30	mg/m ³	238,46	18,22	18,21	18,23	18,22	238,19
NH ₃	20	mg/m ³	240,98	18,35	18,33	18,33	18,34	240,14
SO ₂	1000	mg/m ³	239,13	18,24	18,23	18,23	18,23	238,41
HCl	200	mg/m ³	235,11	18,07	18,05	18,04	18,05	235,39

Tabelle 182: Daten der Querempfindlichkeit für NO im hohen Messbereich

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 2680 mg/m³)
Messdatum: 30.03.2009 bis 30.03.2009

Messgerät 1			Nullpunkt					
			Sollwert	1.	2.	3.	∅	∅
Begleitstoff			mg/m ³	mA	mA	mA	mA	mg/m ³
CO ₂	15	Vol.-%	-25,13	3,88	3,88	3,87	3,88	-20,66

Messgerät 2			Nullpunkt					
			Sollwert	1.	2.	3.	∅	∅
Begleitstoff			mg/m ³	mA	mA	mA	mA	mg/m ³
CO ₂	15	Vol.-%	5,03	4,07	4,07	4,06	4,07	11,17

Bericht über die Eignungsprüfung der Messeinrichtung ZRE und ZRE/ZFK7 der Firma Fuji Electric Systems Co., Ltd. für die Komponenten NO, SO₂, CO und O₂, Bericht-Nr.: 936/21210059/A

Seite 271 von 380

Tabelle 183: Daten der Querempfindlichkeit für O₂ (paramagnetischer Sensor), Gerät 1

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)
Messdatum: 30.01.2008 bis 10.02.2009

Messgerät 1			Nullpunkt					
			Sollwert	1.	2.	3.	∅	∅
Begleitstoff			Vol.-%	mA	mA	mA	mA	Vol.-%
H ₂ O	30	Vol.-%	0,01	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
CO	300	mg/m ³	-0,03	3,97	3,96	3,97	3,97	-0,05
CO ₂	15	Vol.-%	-0,03	3,95	3,95	3,95	3,95	-0,08
CH ₄	50	mg/m ³	-0,03	3,96	3,96	3,96	3,96	-0,06
N ₂ O	100	mg/m ³	-0,03	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
NO	300	mg/m ³	-0,03	3,97	3,97	3,97	3,97	-0,05
NO ₂	30	mg/m ³	-0,03	3,98	3,98	3,98	3,98	-0,03
NH ₃	20	mg/m ³	-0,01	3,99	3,99	3,99	3,99	-0,02
SO ₂	1000	mg/m ³	-0,03	3,97	3,97	3,97	3,97	-0,05
HCl	200	mg/m ³	-0,03	3,97	3,97	3,96	3,97	-0,05

Messgerät 1			Referenzpunkt					
			Sollwert	1.	2.	3.	∅	∅
Begleitstoff			Vol.-%	mA	mA	mA	mA	Vol.-%
H ₂ O	30	Vol.-%	18,94	16,13	16,13	16,13	16,13	18,95
CO	300	mg/m ³	19,86	16,71	16,70	16,70	16,70	19,85
CO ₂	15	Vol.-%	19,27	16,31	16,31	16,31	16,31	19,23
CH ₄	50	mg/m ³	19,48	16,46	16,46	16,46	16,46	19,47
N ₂ O	100	mg/m ³	19,70	16,59	16,60	16,59	16,59	19,68
NO	300	mg/m ³	19,49	16,47	16,46	16,60	16,51	19,55
NO ₂	30	mg/m ³	19,41	16,51	16,51	16,51	16,51	19,55
NH ₃	20	mg/m ³	19,53	16,50	16,50	16,50	16,50	19,53
SO ₂	1000	mg/m ³	19,48	16,47	16,47	16,47	16,47	19,48
HCl	200	mg/m ³	19,35	16,36	16,36	16,36	16,36	19,31

Tabelle 184: Daten der Querempfindlichkeit für O₂
 (paramagnetischer Sensor), Gerät 2

Messgerät: ZRE im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)
Messdatum: 30.01.2008 bis 10.02.2009

Messgerät 2			Sollwert Vol.-%	Nullpunkt				
				1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
Begleitstoff								
H ₂ O	30	Vol.-%	0,01	4,01	4,00	4,00	4,00	0,01
CO	300	mg/m ³	0,02	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
CO ₂	15	Vol.-%	0,02	3,99	3,99	3,99	3,99	-0,02
CH ₄	50	mg/m ³	0,02	3,96	3,96	3,96	3,96	-0,06
N ₂ O	100	mg/m ³	0,02	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
NO	300	mg/m ³	0,02	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
NO ₂	30	mg/m ³	0,02	4,01	4,01	4,01	4,01	0,02
NH ₃	20	mg/m ³	0,02	4,01	4,01	4,01	4,01	0,02
SO ₂	1000	mg/m ³	0,02	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
HCl	200	mg/m ³	0,02	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00

Messgerät 2			Sollwert Vol.-%	Referenzpunkt				
				1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
Begleitstoff								
H ₂ O	30	Vol.-%	18,97	16,14	16,14	16,15	16,14	18,97
CO	300	mg/m ³	19,86	16,70	16,70	16,70	16,70	19,84
CO ₂	15	Vol.-%	19,30	16,34	16,33	16,34	16,34	19,28
CH ₄	50	mg/m ³	19,60	16,53	16,52	16,52	16,52	19,57
N ₂ O	100	mg/m ³	19,69	16,58	16,59	16,60	16,59	19,67
NO	300	mg/m ³	19,52	16,48	16,48	16,48	16,48	19,50
NO ₂	30	mg/m ³	19,50	16,45	16,45	16,45	16,45	19,45
NH ₃	20	mg/m ³	19,56	16,52	16,52	16,52	16,52	19,56
SO ₂	1000	mg/m ³	19,52	16,49	16,49	16,49	16,49	19,52
HCl	200	mg/m ³	19,38	16,38	16,38	16,38	16,38	19,34

Bericht über die Eignungsprüfung der Messeinrichtung ZRE und ZRE/ZFK7 der Firma Fuji Electric Systems Co., Ltd. für die Komponenten NO, SO₂, CO und O₂, Bericht-Nr.: 936/21210059/A

Seite 273 von 380

Tabelle 185: Daten der Querempfindlichkeit für O₂
Zirkondioxid-Sensor, Gerät 1

Messgerät: ZFK7 im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)
Messdatum: 30.01.2008 bis 10.02.2009

Messgerät 1			Nullpunkt					
			Sollwert	1.	2.	3.	∅	∅
Begleitstoff			Vol.-%	mA	mA	mA	mA	Vol.-%
H ₂ O	30	Vol.-%	1,84	5,17	5,18	5,17	5,17	1,83
CO	300	mg/m ³	1,89	5,19	5,19	5,19	5,19	1,86
CO ₂	15	Vol.-%	1,82	5,20	5,20	5,20	5,20	1,88
CH ₄	50	mg/m ³	1,89	5,20	5,20	5,20	5,20	1,88
N ₂ O	100	mg/m ³	1,89	5,21	5,21	5,21	5,21	1,89
NO	300	mg/m ³	1,88	5,19	5,20	5,19	5,19	1,86
NO ₂	30	mg/m ³	1,89	5,20	5,20	5,20	5,20	1,88
NH ₃	20	mg/m ³	1,92	5,21	5,22	5,21	5,21	1,90
SO ₂	1000	mg/m ³	1,91	5,21	5,21	5,21	5,21	1,89
HCl	200	mg/m ³	1,89	5,20	5,20	5,20	5,20	1,88

Messgerät 1			Referenzpunkt					
			Sollwert	1.	2.	3.	∅	∅
Begleitstoff			Vol.-%	mA	mA	mA	mA	Vol.-%
H ₂ O	30	Vol.-%	19,41	16,42	16,42	16,42	16,42	19,41
CO	300	mg/m ³	19,52	16,48	16,47	16,47	16,47	19,49
CO ₂	15	Vol.-%	19,30	16,50	16,50	16,51	16,50	19,54
CH ₄	50	mg/m ³	19,42	16,42	16,42	16,42	16,42	19,41
N ₂ O	100	mg/m ³	19,36	16,38	16,38	16,40	16,39	19,35
NO	300	mg/m ³	19,56	16,51	16,49	16,51	16,50	19,54
NO ₂	30	mg/m ³	19,53	16,51	16,51	16,51	16,51	19,55
NH ₃	20	mg/m ³	19,60	16,54	16,54	16,54	16,54	19,59
SO ₂	1000	mg/m ³	19,56	16,53	16,52	16,52	16,52	19,57
HCl	200	mg/m ³	19,44	16,42	16,42	16,42	16,42	19,41

Tabelle 186: Daten der Querempfindlichkeit für O₂
 Zirkondioxid-Sensor, Gerät 2

Messgerät: ZFK7 im Labortest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)
Messdatum: 30.01.2008 bis 10.02.2009

Messgerät 2			Sollwert Vol.-%	Nullpunkt				
				1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
Begleitstoff								
H ₂ O	30	Vol.-%	1,90	5,22	5,22	5,22	5,22	1,91
CO	300	mg/m ³	1,95	5,23	5,23	5,23	5,23	1,92
CO ₂	15	Vol.-%	1,86	5,22	5,22	5,22	5,22	1,91
CH ₄	50	mg/m ³	1,94	5,23	5,23	5,23	5,23	1,92
N ₂ O	100	mg/m ³	1,94	5,24	5,24	5,24	5,24	1,94
NO	300	mg/m ³	1,94	5,23	5,23	5,23	5,23	1,92
NO ₂	30	mg/m ³	1,95	5,21	5,21	5,21	5,21	1,89
NH ₃	20	mg/m ³	1,97	5,25	5,26	5,25	5,25	1,96
SO ₂	1000	mg/m ³	1,95	5,25	5,24	5,24	5,24	1,94
HCl	200	mg/m ³	1,92	5,24	5,23	5,23	5,23	1,93

Messgerät 2			Sollwert Vol.-%	Referenzpunkt				
				1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Vol.-%
Begleitstoff								
H ₂ O	30	Vol.-%	19,47	16,47	16,47	16,46	16,47	19,48
CO	300	mg/m ³	19,61	16,53	16,53	16,53	16,53	19,58
CO ₂	15	Vol.-%	19,36	16,56	16,55	16,55	16,55	19,61
CH ₄	50	mg/m ³	19,45	16,44	16,45	16,45	16,45	19,45
N ₂ O	100	mg/m ³	19,42	16,44	16,44	16,43	16,44	19,43
NO	300	mg/m ³	19,67	16,58	16,58	16,58	16,58	19,66
NO ₂	30	mg/m ³	19,72	16,59	16,59	16,59	16,59	19,67
NH ₃	20	mg/m ³	19,72	16,62	16,62	16,62	16,62	19,72
SO ₂	1000	mg/m ³	19,66	16,59	16,58	16,59	16,59	19,67
HCl	200	mg/m ³	19,56	16,50	16,50	16,50	16,50	19,53

Bericht über die Eignungsprüfung der Messeinrichtung ZRE und ZRE/ZFK7 der Firma Fuji Electric Systems Co., Ltd. für die Komponenten NO, SO₂, CO und O₂, Bericht-Nr.: 936/21210059/A

Seite 275 von 380

Tabelle 187: Daten der Kalibrierungen für SO₂

Messgerät: ZRE im Feldtest
Komponente: SO₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 571 mg/m³)

1. Kalibrierung

Nr.	Datum	Uhrzeit Beginn hh:mm	Dauer min	Volumen Gasuhr l	Luft- druck hPa	Temp. °C	Analyse SO ₂ mg /Probe	SRM ntr mg/m ³	Gerät 1 mg/m ³	Gerät 2 mg/m ³
1	24.6.09	10:50	30	58,3	1011	26,7	0,0312	0,6	2,86	2,86
2	24.6.09	11:50	30	83,5	1011	27,8	0,008	0,1	2,86	2,86
3	24.6.09	12:50	30	88,4	1011	28,9	0,008	0,1	2,86	3,47
4	24.6.09	13:50	30	87,9	1011	29,7	0,008	0,1	2,86	5,35
5	24.6.09	14:50	30	95,8	1011	30,7	0,0408	0,5	2,86	6,47
6	25.6.09	8:14	30	94	1005	26,9	0,0092	0,1	2,86	2,86
7	25.6.09	9:14	30	94,4	1005	26,8	0,008	0,1	2,86	2,86
8	25.6.09	10:14	30	93,6	1005	26,7	0,008	0,1	2,86	2,86
9	25.6.09	11:14	30	94,1	1005	27,6	0,0196	0,2	2,86	2,86
10	25.6.09	12:14	30	93,5	1005	28,4	0,008	0,1	2,86	3,75
11	26.6.09	7:00	30	87,9	1003	25,2	0,008	0,1	2,86	2,86
12	26.6.09	10:42	30	88,4	1003	27,3	20,21	254,0	267,07	265,18
13	26.6.09	11:49	30	89,7	1003	27,8	33,83	419,7	453,41	447,88
14	26.6.09	12:55	30	90,9	1003	28,7	26,165	321,3	342,83	340,38
15	26.6.09	13:56	30	91	1003	28,7	15,944	195,6	199,89	199,98

2. Kalibrierung

Nr.	Datum	Uhrzeit Beginn hh:mm	Dauer min	Volumen Gasuhr l	Luft- druck hPa	Temp. °C	Analyse SO ₂ mg /Probe	SRM ntr mg/m ³	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
1	22.9.09	11:25	30	56,5	1013	35	0,018	0	4,41	4,35
2	22.9.09	12:38	30	57,4	1013	42	0,0122	0	4,46	4,34
3	22.9.09	13:53	30	57,5	1013	45	0,5832	0	4,65	4,40
4	22.9.09	15:06	30	58,2	1013	47	0,0194	0	4,42	4,52
5	22.9.09	16:19	30	56,8	1013	49	0,0353	0	4,38	4,48
6	23.9.09	8:59	30	56,2	1015	30	0,0439	0	4,30	4,27
7	23.9.09	10:12	30	56	1015	39	0,0225	0	4,28	4,24
8	23.9.09	11:29	30	57,1	1015	43	0,0096	0	4,27	4,25
9	23.9.09	12:48	30	58,3	1015	42	0,008	0	4,21	4,17
10	23.9.09	14:01	30	58,2	1015	43	0,008	0	4,22	4,16
11	24.9.09	9:05	30	59,6	1013	35	0,0096	0	4,24	4,29
12	24.9.09	10:16	30	59,7	1013	43	0,008	0	4,23	4,19
13	24.9.09	11:30	30	62	1013	45	0,008	0	4,24	4,35
14	24.9.09	12:42	30	59,9	1013	44	0,0098	0	4,20	4,35
15	24.9.09	13:52	30	58,5	1013	44	0,0269	0	4,20	4,37

Tabelle 188: Daten der Kalibrierungen für CO

Messgerät: ZRE im Feldtest
Komponente: CO (Zertifizierungsbereich = 0 - 1250 mg/m³)

1. Kalibrierung

Nr.	Datum	Uhrzeit Beginn hh:mm	Dauer min	SRM ntr mg/m ³	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
1	24.6.09	10:50	30	24,0	4,22	4,27
2	24.6.09	11:50	30	18,7	4,19	4,23
3	24.6.09	12:50	30	17,4	4,17	4,22
4	24.6.09	13:50	30	12,5	4,11	4,16
5	24.6.09	14:50	30	13,3	4,12	4,17
6	25.6.09	8:14	30	8,9	4,07	4,12
7	25.6.09	9:14	30	9,8	4,09	4,13
8	25.6.09	10:14	30	14,1	4,14	4,19
9	25.6.09	11:14	30	11,8	4,11	4,16
10	25.6.09	12:14	30	10,7	4,10	4,16
11	26.6.09	7:00	30	16,8	4,16	4,21
12	26.6.09	10:42	30	62,7	4,76	4,81
13	26.6.09	11:49	30	99,2	5,22	5,28
14	26.6.09	12:55	30	99,1	5,22	5,28
15	26.6.09	13:56	30	44,5	4,53	4,59

2. Kalibrierung

Nr.	Datum	Uhrzeit Beginn hh:mm	Dauer min	SRM ntr mg/m ³	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
1	22.9.09	11:25	30	30,2	4,30	4,39
2	22.9.09	12:38	30	14,2	4,15	4,23
3	22.9.09	13:53	30	23,0	4,25	4,33
4	22.9.09	15:06	30	17,9	4,18	4,27
5	22.9.09	16:19	30	18,5	4,19	4,27
6	23.9.09	8:59	30	11,9	4,10	4,18
7	23.9.09	10:12	30	18,2	4,18	4,26
8	23.9.09	11:29	30	72,2	4,89	4,97
9	23.9.09	12:48	30	10,0	4,06	4,13
10	23.9.09	14:01	30	45,7	4,53	4,61
11	24.9.09	9:05	30	14,8	4,12	4,20
12	24.9.09	10:16	30	13,7	4,10	4,18
13	24.9.09	11:30	30	18,6	4,16	4,24
14	24.9.09	12:42	30	17,8	4,16	4,24
15	24.9.09	13:52	30	17,7	4,16	4,24

Bericht über die Eignungsprüfung der Messeinrichtung ZRE und ZRE/ZFK7 der Firma Fuji Electric Systems Co., Ltd. für die Komponenten NO, SO₂, CO und O₂, Bericht-Nr.: 936/21210059/A

Seite 277 von 380

Tabelle 189: Daten der Kalibrierungen für NO

Messgerät: ZRE im Feldtest
Komponente: NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 268 mg/m³)

1. Kalibrierung

Nr.	Datum	Uhrzeit Beginn hh:mm	Dauer min	SRM ntr mg/m ³	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
1	24.6.09	10:50	30	92,5	10,19	10,22
2	24.6.09	11:50	30	93,3	10,26	10,32
3	24.6.09	12:50	30	93,2	10,25	10,35
4	24.6.09	13:50	30	99,2	10,63	10,77
5	24.6.09	14:50	30	97,3	10,48	10,67
6	25.6.09	8:14	30	104,5	10,92	10,88
7	25.6.09	9:14	30	104,2	10,88	10,86
8	25.6.09	10:14	30	95,8	10,37	10,38
9	25.6.09	11:14	30	101,8	10,74	10,76
10	25.6.09	12:14	30	99,8	10,61	10,69
11	26.6.09	7:00	30	109,7	11,15	11,12
12	26.6.09	10:42	30	99,5	10,55	10,56
13	26.6.09	11:49	30	96,0	10,32	10,35
14	26.6.09	12:55	30	97,3	10,40	10,47
15	26.6.09	13:56	30	98,5	10,48	10,59

2. Kalibrierung

Nr.	Datum	Uhrzeit Beginn hh:mm	Dauer min	SRM ntr mg/m ³	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
1	22.9.09	11:25	30	199,2	17,34	17,14
2	22.9.09	12:38	30	205,2	18,91	18,66
3	22.9.09	13:53	30	182,0	16,52	16,46
4	22.9.09	15:06	30	174,0	16,00	15,90
5	22.9.09	16:19	30	143,7	14,05	14,03
6	23.9.09	8:59	30	101,7	11,27	11,17
7	23.9.09	10:12	30	100,1	11,21	11,13
8	23.9.09	11:29	30	95,2	10,84	10,75
9	23.9.09	12:48	30	94,9	10,78	10,68
10	23.9.09	14:01	30	104,5	11,41	11,29
11	24.9.09	9:05	30	110,3	11,82	11,72
12	24.9.09	10:16	30	89,1	10,39	10,31
13	24.9.09	11:30	30	95,5	10,90	10,82
14	24.9.09	12:42	30	94,3	10,78	10,72
15	24.9.09	13:52	30	103,0	11,35	11,28

Tabelle 190: Daten der Kalibrierungen für O₂, paramagnetischer Sensor

Messgerät: ZRE im Feldtest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

1. Kalibrierung

Nr.	Datum	Uhrzeit Beginn hh:mm	Dauer min	SRM ntr Vol.-%	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
1	24.6.09	10:50	30	13,5	12,66	12,77
2	24.6.09	11:50	30	12,9	12,25	12,37
3	24.6.09	12:50	30	12,8	12,18	12,30
4	24.6.09	13:50	30	12,1	11,74	11,86
5	24.6.09	14:50	30	12,2	11,81	11,93
6	25.6.09	8:14	30	11,9	11,63	11,73
7	25.6.09	9:14	30	11,8	11,58	11,69
8	25.6.09	10:14	30	12,4	11,97	12,08
9	25.6.09	11:14	30	12,7	12,13	12,24
10	25.6.09	12:14	30	12,0	11,69	11,81
11	26.6.09	7:00	30	11,5	11,38	11,48
12	26.6.09	10:42	30	11,5	11,37	11,46
13	26.6.09	11:49	30	11,1	11,11	11,21
14	26.6.09	12:55	30	11,3	11,25	11,35
15	26.6.09	13:56	30	12,1	11,72	11,82

2. Kalibrierung

Nr.	Datum	Uhrzeit Beginn hh:mm	Dauer min	SRM ntr Vol.-%	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
1	22.9.09	11:25	30	12,2	11,85	11,76
2	22.9.09	12:38	30	12,7	11,66	11,58
3	22.9.09	13:53	30	12,5	11,98	11,90
4	22.9.09	15:06	30	11,5	11,41	11,33
5	22.9.09	16:19	30	12,7	12,14	12,08
6	23.9.09	8:59	30	11,1	11,21	11,14
7	23.9.09	10:12	30	12,2	11,90	11,84
8	23.9.09	11:29	30	11,8	11,64	11,57
9	23.9.09	12:48	30	12,8	12,35	12,31
10	23.9.09	14:01	30	11,6	11,55	11,49
11	24.9.09	9:05	30	11,2	11,25	11,17
12	24.9.09	10:16	30	12,6	12,21	12,15
13	24.9.09	11:30	30	13,0	12,38	12,32
14	24.9.09	12:42	30	12,3	11,99	11,91
15	24.9.09	13:52	30	11,6	11,50	11,42

Bericht über die Eignungsprüfung der Messeinrichtung ZRE und ZRE/ZFK7 der Firma Fuji Electric Systems Co., Ltd. für die Komponenten NO, SO₂, CO und O₂, Bericht-Nr.: 936/21210059/A

Seite 279 von 380

Tabelle 191: Daten der Kalibrierungen für O₂, Zirkondioxid-Sensor

Messgerät: ZRE im Feldtest
Komponente: O₂ (Zertifizierungsbereich = 0 - 25 Vol.-%)

1. Kalibrierung

Nr.	Datum	Uhrzeit Beginn hh:mm	Dauer min	SRM ntr Vol.-%	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
1	24.6.09	10:50	30	13,5	12,56	12,69
2	24.6.09	11:50	30	12,9	12,16	12,29
3	24.6.09	12:50	30	12,8	12,08	12,21
4	24.6.09	13:50	30	12,1	11,66	11,79
5	24.6.09	14:50	30	12,2	11,74	11,87
6	25.6.09	8:14	30	11,9	11,61	11,73
7	25.6.09	9:14	30	11,8	11,57	11,69
8	25.6.09	10:14	30	12,4	11,96	12,09
9	25.6.09	11:14	30	12,7	12,13	12,26
10	25.6.09	12:14	30	12,0	11,72	11,84
11	26.6.09	7:00	30	11,5	11,42	11,52
12	26.6.09	10:42	30	11,5	11,41	11,51
13	26.6.09	11:49	30	11,1	11,15	11,25
14	26.6.09	12:55	30	11,3	11,28	11,39
15	26.6.09	13:56	30	12,1	11,75	11,87

2. Kalibrierung

Nr.	Datum	Uhrzeit Beginn hh:mm	Dauer min	SRM ntr Vol.-%	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
1	22.9.09	11:25	30	12,2	11,81	11,76
2	22.9.09	12:38	30	12,7	11,62	11,58
3	22.9.09	13:53	30	12,5	11,93	11,90
4	22.9.09	15:06	30	11,5	11,36	11,32
5	22.9.09	16:19	30	12,7	12,09	12,05
6	23.9.09	8:59	30	11,1	11,17	11,13
7	23.9.09	10:12	30	12,2	11,85	11,82
8	23.9.09	11:29	30	11,8	11,59	11,55
9	23.9.09	12:48	30	12,8	12,32	12,29
10	23.9.09	14:01	30	11,6	11,52	11,48
11	24.9.09	9:05	30	11,2	11,23	11,18
12	24.9.09	10:16	30	12,6	12,19	12,15
13	24.9.09	11:30	30	13,0	12,36	12,31
14	24.9.09	12:42	30	12,3	11,96	11,91
15	24.9.09	13:52	30	11,6	11,47	11,42

Tabelle 192: Gesamtunsicherheitsberechnung für SO₂
Berechnung der Gesamtunsicherheit für die QAL1 Prüfung nach EN 14181 und EN 15267-3
Hersteller-Angaben

Hersteller	Fuji Electric Systems Co., Ltd
Bezeichnung Messgerät	ZRE
Seriennummer	100AC01 / 100AC02
Messprinzip	NDIR

TÜV-Auftrag

Prüf-Bericht	936/21210059/A / 2009-10-21
--------------	-----------------------------

Bearbeiter

Datum	Steinhagen 2009-10-19
-------	--------------------------

Messkomponente

Zertifizierungsbereich	SO ₂ 571 mg/m ³
------------------------	--

Bewertung der Querempfindlichkeiten (QE)

Summe positive QE am Null-Punkt	3,60 mg/m ³
Summe negative QE am Null-Punkt	0,00 mg/m ³
Summe positive QE am Ref.-Punkt	19,87 mg/m ³
Summe negative QE am Ref.-Punkt	-2,97 mg/m ³
Maximale Summe von Querempfindlichkeiten	19,87 mg/m ³
Messunsicherheit der Querempfindlichkeit	11,47 mg/m ³

Berechnung der erweiterten Messunsicherheit
Prüfgröße

	u	u ²
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen *	u _D 2,108 mg/m ³	4,444 (mg/m ³) ²
Linearität / Lack-of-fit	u _{lof} 0,635 mg/m ³	0,403 (mg/m ³) ²
Nullpunktdrift aus Feldtest	u _{d,z} -2,670 mg/m ³	7,129 (mg/m ³) ²
Referenzpunktdrift aus Feldtest	u _{d,s} -7,810 mg/m ³	60,996 (mg/m ³) ²
Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	u _t 8,307 mg/m ³	69,006 (mg/m ³) ²
Einfluss der Netzspannung	u _v 0,500 mg/m ³	0,250 (mg/m ³) ²
Querempfindlichkeit	u _i 11,472 mg/m ³	131,616 (mg/m ³) ²
Einfluss des Probegasvolumenstrom	u _p -1,717 mg/m ³	2,948 (mg/m ³) ²
Unsicherheit des Referenzmaterials bei 70% des ZB	u _{rm} 4,615 mg/m ³	21,301 (mg/m ³) ²

* Der Größere der Werte: "Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt" oder "Standardabweichung aus Doppelbestimmungen"

 Kombinierte Standardunsicherheit (u_c)

$$u_c = \sqrt{\sum (u_{\max, j})^2} \quad 17,27 \text{ mg/m}^3$$

Erweiterte Unsicherheit

$$U = u_c \cdot k = u_c \cdot 1,96 \quad 33,84 \text{ mg/m}^3$$

Relative erweiterte Messunsicherheit
Anforderung nach 2000/76/EG und 2001/80/EG

Anforderung nach DIN EN 15267-3

U in % vom Grenzwert 230 mg/m³ 14,7
U in % vom Grenzwert 230 mg/m³ 20,0

 U in % vom Grenzwert 230 mg/m³ 15,0

Tabelle 193: Gesamtunsicherheitsberechnung für CO

Berechnung der Gesamtunsicherheit für die QAL1 Prüfung nach EN 14181 und EN 15267-3

Hersteller-Angaben

Hersteller	Fuji Electric Systems Co., Ltd
Bezeichnung Messgerät	ZRE
Seriennummer	100AC01 / 100AC02
Messprinzip	NDIR

TÜV-Auftrag

Prüf-Bericht	936/21210059/A / 2009-10-21
--------------	-----------------------------

Bearbeiter

Steinhagen

Datum

2009-10-19

Messkomponente

Zertifizierungsbereich	CO
	125 mg/m ³

Bewertung der Querempfindlichkeiten (QE)

Summe positive QE am Null-Punkt	2,15 mg/m ³
Summe negative QE am Null-Punkt	0,00 mg/m ³
Summe positive QE am Ref.-Punkt	3,86 mg/m ³
Summe negative QE am Ref.-Punkt	-0,63 mg/m ³
Maximale Summe von Querempfindlichkeiten	3,86 mg/m ³
Messunsicherheit der Querempfindlichkeit	2,23 mg/m ³

Berechnung der erweiterten Messunsicherheit

Prüfgröße

	u	u ²
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen *	u _D 1,604 mg/m ³	2,573 (mg/m ³) ²
Linearität / Lack-of-fit	u _{lof} 0,289 mg/m ³	0,084 (mg/m ³) ²
Nullpunktdrift aus Feldtest	u _{d,z} -0,274 mg/m ³	0,075 (mg/m ³) ²
Referenzpunktdrift aus Feldtest	u _{d,s} -1,667 mg/m ³	2,779 (mg/m ³) ²
Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	u _t 2,498 mg/m ³	6,240 (mg/m ³) ²
Einfluss der Netzspannung	u _v 0,346 mg/m ³	0,120 (mg/m ³) ²
Querempfindlichkeit	u _i 2,230 mg/m ³	4,973 (mg/m ³) ²
Einfluss des Probengasvolumenstrom	u _p -0,361 mg/m ³	0,130 (mg/m ³) ²
Unsicherheit des Referenzmaterials bei 70% des ZB	u _{rm} 1,010 mg/m ³	1,021 (mg/m ³) ²

* Der Größere der Werte: "Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt" oder "Standardabweichung aus Doppelbestimmungen"

Kombinierte Standardunsicherheit (u _c)	$u_c = \sqrt{\sum (u_{max,j})^2}$	4,24 mg/m ³
Erweiterte Unsicherheit	$U = u_c * k = u_c * 1,96$	8,31 mg/m ³

Relative erweiterte Messunsicherheit

Anforderung nach 2000/76/EG und 2001/80/EG	U in % vom Grenzwert 120 mg/m³	6,9
Anforderung nach DIN EN 15267-3	U in % vom Grenzwert 120 mg/m ³	10,0
	U in % vom Grenzwert 120 mg/m ³	7,5

Tabelle 194: Gesamtunsicherheitsberechnung für NO
Berechnung der Gesamtunsicherheit für die QAL1 Prüfung nach EN 14181 und EN 15267-3
Hersteller-Angaben

Hersteller	Fuji Electric Systems Co., Ltd
Bezeichnung Messgerät	ZRE
Seriennummer	100AC01 / 100AC02
Messprinzip	NDIR

TÜV-Auftrag

Prüf-Bericht	936/21210059/A / 2009-10-21
--------------	-----------------------------

Bearbeiter	Steinhagen
Datum	2009-10-19

Messkomponente

Zertifizierungsbereich	NO
	268 mg/m ³

Bewertung der Querempfindlichkeiten (QE)

Summe positive QE am Null-Punkt	3,59 mg/m ³
Summe negative QE am Null-Punkt	-1,96 mg/m ³
Summe positive QE am Ref.-Punkt	2,17 mg/m ³
Summe negative QE am Ref.-Punkt	-2,06 mg/m ³
Maximale Summe von Querempfindlichkeiten	3,59 mg/m ³
Messunsicherheit der Querempfindlichkeit	2,07 mg/m ³

Berechnung der erweiterten Messunsicherheit

Prüfgröße	u	u ²
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen *	u _D 1,324 mg/m ³	1,753 (mg/m ³) ²
Linearität / Lack-of-fit	u _{lof} 0,242 mg/m ³	0,059 (mg/m ³) ²
Nullpunktdrift aus Feldtest	u _{d,z} 1,070 mg/m ³	1,145 (mg/m ³) ²
Referenzpunktdrift aus Feldtest	u _{d,s} 4,350 mg/m ³	18,923 (mg/m ³) ²
Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	u _t 5,689 mg/m ³	32,365 (mg/m ³) ²
Einfluss der Netzspannung	u _v 0,462 mg/m ³	0,213 (mg/m ³) ²
Querempfindlichkeit	u _i 2,073 mg/m ³	4,299 (mg/m ³) ²
Einfluss des Probengasvolumenstrom	u _p 0,097 mg/m ³	0,009 (mg/m ³) ²
Unsicherheit des Referenzmaterials bei 70% des ZB	u _{rm} 2,166 mg/m ³	4,693 (mg/m ³) ²

* Der Größere der Werte: "Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt" oder "Standardabweichung aus Doppelbestimmungen"

Kombinierte Standardunsicherheit (u _c)	$u_c = \sqrt{\sum (u_{\max, j})^2}$	7,97 mg/m ³
Erweiterte Unsicherheit	$U = u_c * k = u_c * 1,96$	15,61 mg/m ³

Relative erweiterte Messunsicherheit

Anforderung nach 2000/76/EG und 2001/80/EG	U in % vom Grenzwert 125 mg/m ³	12,5
Anforderung nach DIN EN 15267-3	U in % vom Grenzwert 125 mg/m ³	20,0
	U in % vom Grenzwert 125 mg/m ³	15,0

Tabelle 195: Gesamtunsicherheitsberechnung für O₂, paramagnetischer Sensor

Berechnung der Gesamtunsicherheit für die QAL1 Prüfung nach EN 14181 und EN 15267-3

Hersteller-Angaben

Hersteller	Fuji Electric Systems Co., Ltd
Bezeichnung Messgerät	ZRE
Seriennummer	100AC01 / 100AC02
Messprinzip	Paramagnetismus

TÜV-Auftrag

Prüf-Bericht	936/21210059/A / 2009-10-21
--------------	-----------------------------

Bearbeiter

Datum	Steinhagen 2009-10-19
-------	--------------------------

Messkomponente

Zertifizierungsbereich	O ₂ 25 Vol.-%
------------------------	-----------------------------

Bewertung der Querempfindlichkeiten (QE)

Summe positive QE am Null-Punkt	0,00 Vol.-%
Summe negative QE am Null-Punkt	0,00 Vol.-%
Summe positive QE am Ref.-Punkt	0,14 Vol.-%
Summe negative QE am Ref.-Punkt	0,00 Vol.-%
Maximale Summe von Querempfindlichkeiten	0,14 Vol.-%
Messunsicherheit der Querempfindlichkeit	0,08 Vol.-%

Berechnung der erweiterten Messunsicherheit

Prüfgröße

	u	u ²
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen *	u _D 0,058 Vol.-%	0,003 (Vol.-%) ²
Linearität / Lack-of-fit	u _{lof} 0,040 Vol.-%	0,002 (Vol.-%) ²
Nullpunktdrift aus Feldtest	u _{d,z} -0,064 Vol.-%	0,004 (Vol.-%) ²
Referenzpunktdrift aus Feldtest	u _{d,s} 0,110 Vol.-%	0,012 (Vol.-%) ²
Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	u _t 0,184 Vol.-%	0,034 (Vol.-%) ²
Einfluss der Netzspannung	u _v 0,020 Vol.-%	0,000 (Vol.-%) ²
Querempfindlichkeit	u _i 0,081 Vol.-%	0,007 (Vol.-%) ²
Einfluss des Probengasvolumenstrom	u _p 0,075 Vol.-%	0,006 (Vol.-%) ²
Unsicherheit des Referenzmaterials bei 70% des ZB	u _{rm} 0,202 Vol.-%	0,041 (Vol.-%) ²

* Der Größere der Werte: "Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt" oder "Standardabweichung aus Doppelbestimmungen"

Kombinierte Standardunsicherheit (u _c)	$u_c = \sqrt{\sum (u_{max, j})^2}$	0,33 Vol.-%
Erweiterte Unsicherheit	$U = u_c * k = u_c * 1,96$	0,65 Vol.-%

Relative erweiterte Messunsicherheit

Anforderung nach 2000/76/EG und 2001/80/EG*¹	U in % vom Messbereich 25 Vol.-%	2,6
Anforderung nach DIN EN 15267-3	U in % vom Messbereich 25 Vol.-%	7,5
Anforderung für Standardreferenzmessverfahren	U in % vom Messbereich 25 Vol.-%	6,0

*¹Für 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.

Tabelle 196: Gesamtunsicherheitsberechnung für O₂,
 Zirkondioxid-Sensor

Berechnung der Gesamtunsicherheit für die QAL1 Prüfung nach EN 14181 und EN 15267-3
Hersteller-Angaben

Hersteller	Fuji Electric Systems Co., Ltd
Bezeichnung Messgerät	ZFK7
Seriennummer	100AC01 / 100AC02
Messprinzip	Zirkondioxid

TÜV-Auftrag

Prüf-Bericht	936/21210059/A / 2009-10-21
--------------	-----------------------------

Bearbeiter

Datum	Steinhagen 2009-10-19
-------	--------------------------

Messkomponente

Zertifizierungsbereich	O ₂ 25 Vol.-%
------------------------	-----------------------------

Bewertung der Querempfindlichkeiten (QE)

Summe positive QE am Null-Punkt	0,00	Vol.-%
Summe negative QE am Null-Punkt	0,00	Vol.-%
Summe positive QE am Ref.-Punkt	0,25	Vol.-%
Summe negative QE am Ref.-Punkt	0,00	Vol.-%
Maximale Summe von Querempfindlichkeiten	0,25	Vol.-%
Messunsicherheit der Querempfindlichkeit	0,14	Vol.-%

Berechnung der erweiterten Messunsicherheit
Prüfgröße

	u	u ²
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen *	u _D 0,051 Vol.-%	0,003 (Vol.-%) ²
Linearität / Lack-of-fit	u _{lof} -0,040 Vol.-%	0,002 (Vol.-%) ²
Nullpunktdrift aus Feldtest	u _{d,z} -0,052 Vol.-%	0,003 (Vol.-%) ²
Referenzpunktdrift aus Feldtest	u _{d,s} 0,098 Vol.-%	0,010 (Vol.-%) ²
Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	u _t 0,231 Vol.-%	0,053 (Vol.-%) ²
Einfluss der Netzspannung	u _v 0,023 Vol.-%	0,001 (Vol.-%) ²
Querempfindlichkeit	u _i 0,144 Vol.-%	0,021 (Vol.-%) ²
Einfluss des Probengasvolumenstrom	u _p 0,063 Vol.-%	0,004 (Vol.-%) ²
Unsicherheit des Referenzmaterials bei 70% des ZB	u _{rm} 0,202 Vol.-%	0,041 (Vol.-%) ²

* Der Größere der Werte: "Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt" oder "Standardabweichung aus Doppelbestimmungen"

 Kombinierte Standardunsicherheit (u_c)

$$u_c = \sqrt{\sum (u_{\max, j})^2} \quad 0,37 \text{ Vol.-%}$$

Erweiterte Unsicherheit

$$U = u_c \cdot k = u_c \cdot 1,96 \quad 0,72 \text{ Vol.-%}$$

Relative erweiterte Messunsicherheit
U in % vom Messbereich 25 Vol.-% **2,9**
Anforderung nach 2000/76/EG und 2001/80/EG
U in % vom Messbereich 25 Vol.-% **10,0**
Anforderung nach DIN EN 15267-3
U in % vom Messbereich 25 Vol.-% **7,5**

*1 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

SYSTEMBESCHREIBUNG BEDIENUNGS- UND WARTUNGSHANDBUCH

ANALYTISCHES SYSTEM ZRE/ZFK7 O₂ ZIRKONIUM-SENSOR UND ZRE PARAMAGNETISCHER O₂-SENSOR FÜR NO_x/SO₂/CO/O₂

1. Einführung

- 1.1 Einleitung
- 1.2 Messprinzip

2. Systembeschreibung

3. Installation

- 2.1 Auspacken
- 2.2 Zusammenbau

4. Inbetriebnahme

- 4.1 Elektrische Installation
- 4.2 Installation Gaswege

5. Herunterfahren

6. Kalibrierung

- 6.1 Statische Kalibrierung
- 6.2 Dynamische Kalibrierung

7. Störung

- 7.1 Sicherheitsalarm
- 7.2 Meldealarm

8. Wartung

- 8.1 Normale Wartung

9. Anhang: Datenblätter des Geräts

- 9.1 Probenahmesonde
- 9.2 Probenahmeleitung
- 9.3 Kühler
- 9.4 NO₂/NO-Konverter
- 9.4 IR-Analysator ZRE und O₂-Sensor ZFK7

Fuji Electric France S.A.S

46, rue Georges Besse – ZI du Brézet
63039 Clermont-Ferrand CEDEX 2 - FRANCE



10. Optionen

- 10.1 Klimaanlage
- 10.2 NO₂/NO-Konverter
- 10.3 NH₃-Wäscher

11. Wartungszeitpläne

12. Abmessungen des Gehäuses

13. Gehäusestatus

14. Gehäusealarm

15. Analog-Ausgänge

16. Status- und Alarm-Ausgänge

1 Einführung

Dieser Abschnitt dient als erste Beschreibung des Systems, um ein besseres Verständnis gewährleisten zu können.

1.1 Vorläufige Bemerkungen

Dieses Handbuch beschreibt das FUJI-System zur Emissionsmessung im Abgas einer Verbrennungsanlage.

Das System dient zur kontinuierlichen Messung der Konzentrationen der folgenden Abgasbestandteile: NO_x, CO, SO₂ und O₂.

Die Probenahme erfolgt mittels einer Probenahmesonde und einer beheizten Leitung, mit einer Temperatur von 180 °C.

Eine Gesamtansicht des Systems ist in der Zeichnung "Pneumatisches Diagramm" Nr. TUV201-100 Blatt.2 am Ende dieses Handbuchs zu finden.

1.2 Messprinzip

Das vom Analysator in diesem System eingesetzte Messprinzip wird in der folgenden Tabelle dargestellt.

Komponente	Messprinzip	Hersteller	Kleinster Messbereich		Kalibriermodus	Kennzeichnung
CO	NDIR	FUJI-ZRE	0-125 mg/Nm ³	0-100 ppm	Gaszylinder	AIT 101/B
NO	NDIR	FUJI-ZRE	0-268 mg/Nm ³	0-200 ppm	Gaszylinder	AIT 101/A
SO ₂	NDIR	FUJI-ZRE	0-572 mg/Nm ³	0-200 ppm	Gaszylinder	AIT 101/B
O ₂	Zirkon-Sauerstoff	FUJI-ZFK7	0-10% Vol		Gaszylinder	AIT 103
O ₂	Paramagnetischer Sauerstoff	FUJI-ZRE	0-10% Vol		Gaszylinder	AIT 102

Die Ergebnisse der Messungen sind als elektrische Signale von 4-20mA auf dem Analogboard BNA verfügbar.

Als Option kann man die korrigierten Werte für NO, CO und SO₂ (O₂-Korrektur) über das Analogboard des Analysators ZRE auslesen.

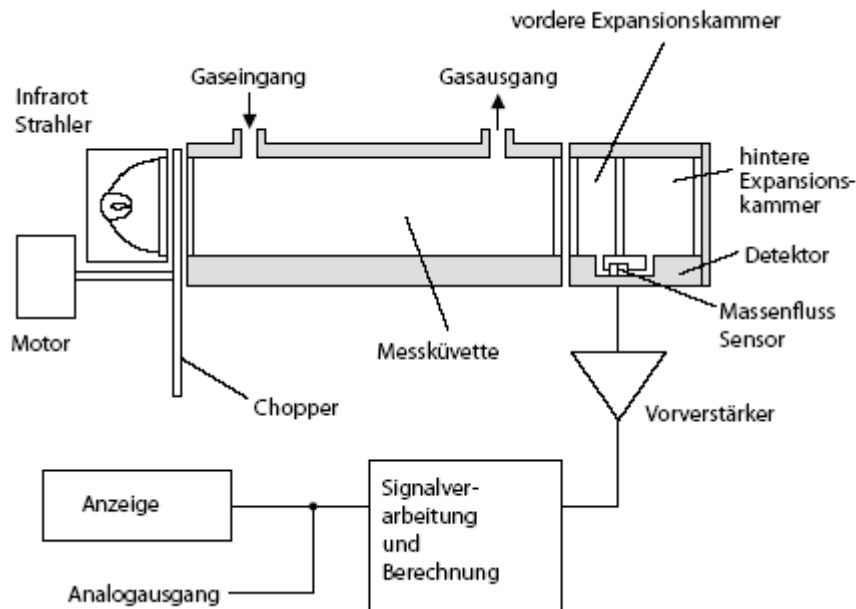
ACHTUNG:

Dieses Handbuch vor dem Gebrauch des Systems bitte sorgfältig durchlesen. Ein falscher oder unsachgemäßer Einsatz kann Komponenten dieses Systems beschädigen. Schadensfälle die durch falschen oder unsachgemäßen Gebrauch entstehen sind von Garantieleistungen auch während des Garantzeitraums ausgeschlossen. Die Firma FUJI Electric haftet nicht für Schäden, die durch falschen oder unsachgemäßen Gebrauch entstehen, sowohl vor als auch nach Ablauf der Garantiedauer.

Dieser Analysator kann bis zu 5 Komponenten messen: NO, SO₂, CO₂, CO und O₂.

Zur Messung von NO, SO₂ und CO wird die Nichtdispersive Infrarotmethode (NDIR) eingesetzt.

Im Analysator befinden sich 2 optische Bänke; jede Bank hat eine Infrarot-Quelle, eine Messzelle und einen Strahl, wie in der folgenden Zeichnung dargestellt.

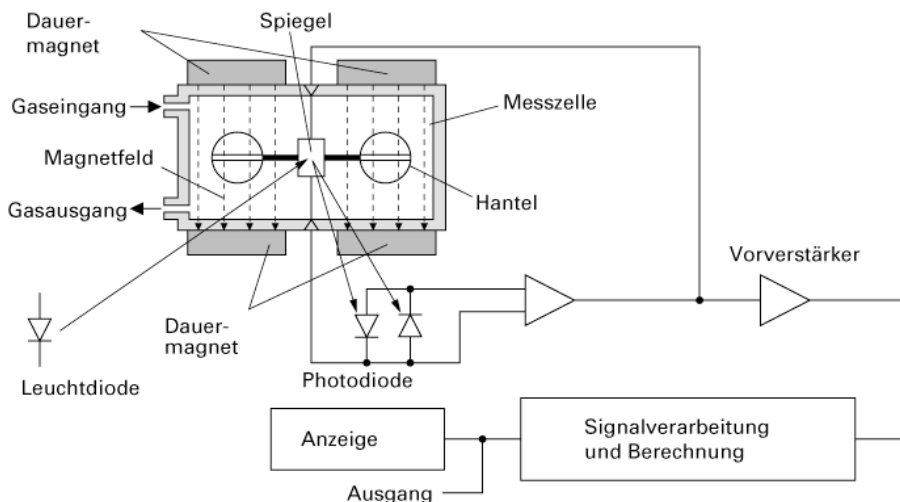


Der O₂ Gehalt kann mittels der folgenden Sensoren gemessen werden:

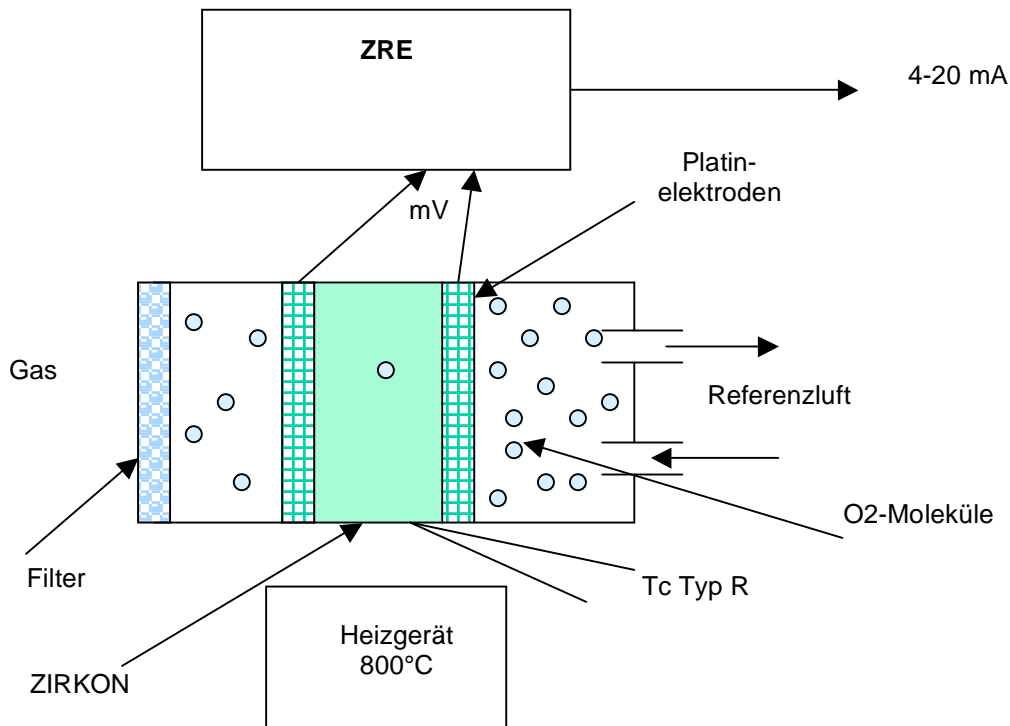
- externer Zirkondioxidsensor Modell ZFK7
- oder interner paramagnetischer Sensor.

Beide Sensoren messen O₂ trocken, daher kann der ZRE-Analysator die NO-, CO- und SO₂-Konzentrationen anhand des O₂ Gehalts korrigieren: 3% für Gas- oder Flüssigbrennstoff, 6% für Kohle...

Paramagnetischer Sensor:



Zirkonsensor ZFK7:



Das angewendete Prinzip beruht auf der Gleichung nach Nernst:

$$mV = KT \cdot \log(P1/P2) + C$$

Wobei:

K = Gaskonstante

T = Zirkondioxidtemperatur °K

P1 = Partialdruck O₂ in Luft

P2 = Partialdruck O₂ in Gas

C = Zellkonstante

Kommt die Option "O₂-Korrektur" zum Einsatz, wird die nachstehende Formel angewendet.

Korrekturformel:

$$C = \frac{21 - O_n}{21 - O_s} \times C_s$$

C : Gaskonzentration nach O₂-Korrektur

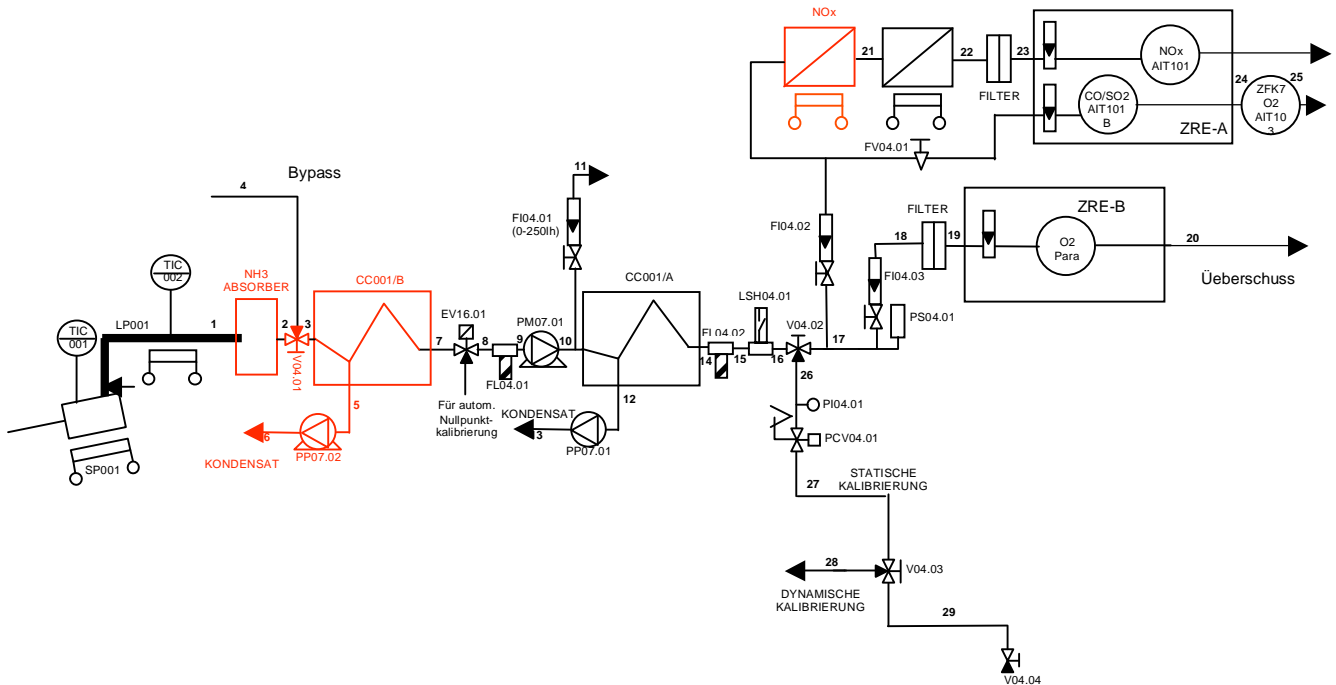
C_s : Gemessene Konzentration der Gasprobe

O_s : Gemessene O₂-Konzentration (Einstellbereich: 1 bis 20% O₂)

O_v : Referenz O₂-Konzentration

(Wert von 0 bis 19% O₂ einstellbar)

2 Systembeschreibung



Zeichnung des Gasstroms

(Die Optionen sind in rot gezeichnet)

Das Probegas wird durch die beheizte Probensonde SP001 gesaugt und bis zum Analysenschrank durch die beheizte Leitung LP001 geleitet.

Im Analysenschrank wird das Probegas im Kühler CO001A gekühlt und die Feuchtigkeit entfernt.

Das Kondensat wird fortlaufend mittels der peristaltischen Pumpe PP07.01. abgeführt.

Am Auslass des Kühlers befindet sich ein 3-Wege-Magnetventil, welches zur automatischen Nullpunktskalibrierung eingesetzt wird. Diese Nullpunktskalibrierung erfolgt alle 24 Stunden.

Der Filter FL04.01 wird angewendet, um feinen Staub aus dem Probegas zu entfernen.

Bei der Pumpe PM07.01 handelt es sich um eine Membranpumpe, die das Gas aus dem Prozess saugt und in den Analysenkreislauf befördert.

Nach der Pumpe wird das Gas auf 2 Wege aufgeteilt: einer für den Analysator, der andere ist ein Überschuss.

Der Volumenstrom der durch die Pumpe generiert wird ist höher als der für die Analysatoren erforderliche Volumenstrom. Daher wird ein Teil des Flusses in den Überschuss durch den Durchflussmesser FI04.01 befördert.

Am Auslass der Pumpe befindet sich ein Nebelabscheider, um flüssige Partikel zu entfernen, diese entstehen besonders bei Brennstoffen die Schwefel enthalten (Heizöl, Kohle...).

Fuji Electric France S.A.S

46, rue Georges Besse – ZI du Brézet
63039 Clermont-Ferrand CEDEX 2 - FRANCE



Der LSH04.01 ist ein Flüssigkeitsdetektor, der die Pumpe stoppt, wenn Feuchtigkeit erkannt wird, um den Analysator vor Nässe zu schützen.

Über das 3-Wege-Ventil V04.02 werden Gase zur statischen Kalibrierung angeboten.

Nach diesem Ventil wird der Gasfluss auf 2 Wege aufgeteilt: ein Weg für den IR-Analysator ZRE-A, einschließlich des O₂-Sensors ZFK7, der andere Weg für den im ZRE-B errichteten paramagnetischen Sensor. Das Ventil FV04.01 dient dazu dem Gasfluss auf beiden Wegen konstant zu halten.

Die 2 Gaswege nach der Pumpe werden durch 2 Durchflussmesser kontrolliert: FI04.02 und FI04.03.

Der Druckschalter PS04.01 dient zur Kontrolle, dass die Pumpe läuft und die Filter nicht verstopft sind.

Falls die Pumpe versagt oder ein Filter verstopft wird, hält der Druckschalter die Pumpe an.

Vor dem Gaseingang der optischen NO-Bank befindet sich ein NO₂/NO-Konverter, um das NO₂ umzuwandeln.

Für Optionen siehe Kapitel 8: OPTIONEN.

3 Installation

Dieser Abschnitt beschreibt die Schritte, die für eine korrekte Installation des Systems erforderlich sind.

3.1 Auspacken

Prüfen Sie nach Erhalt des Systems die Verpackung auf mögliche Defekte oder Schäden und benachrichtigen Sie umgehend den Hersteller darüber.

Installieren Sie das System an einem sauberen, trockenen und vibrationsfreien Ort; achten Sie darauf das Gehäuse nicht zu zerkratzen. Fahren Sie daraufhin mit der Installation des Systems fort.

3.2 Zusammenbau

- **Mechanisch**

Der Analysenschrank sollte auf eine ebene feste Fläche an einem trockenen, wettergeschützten Ort aufgestellt werden.

- **Elektrisch**

Im Gehäuse befinden sich mehrere elektrische Anschlussleisten als Schnittstelle für den Kunden (Dokument C0708-892 Blatt 28, 29 und 30)

Die Anschlussleiste BN1 dient der Stromversorgung.

Die Analogausgänge, 4-20mA der Analysatoren, befinden sich auf der Anschlussleiste BNA.

Die digitalen Ausgänge befinden sich auf der Anschlussleiste BNI mit den Warnmeldungen aus den Analysatoren und dem Probenahmesystem.

Die Statusausgänge befinden sich auf der Anschlussleiste BNI: Analyse, Wartung, Kalibrierung

Die Anschlussleiste BNLC sind für den Anschluss der beheizten Sonde, der beheizten Leitung und des NH₃ Wäschers bestimmt.

- **Pneumatisch**

Zur pneumatischen Montage müssen die Sonden am Kamin montiert werden, die beheizte Leitung an der Sonde angeschlossen werden, die beheizte Leitung am Gehäuse und die Kalibrier-Gaseinlässe und der Überschuss angeschlossen werden (für Gas und Kondensat).

-Beheizte Sonde montieren

Beim Flansch der Sonde handelt es sich um einen DN65 PN6 Flansch. Stellen Sie sicher, dass der Gegenflansch passt und legen Sie einen geeigneten O-Ring/Dichtung ein. Die Sonde sollte in einem Winkel von 10° gegenüber der Horizontalen montiert werden, damit Kondensat und Staub in den Abgaskanal zurückgeführt werden können.

Fuji Electric France S.A.S

46, rue Georges Besse – ZI du Brézet
63039 Clermont-Ferrand CEDEX 2 - FRANCE



Das im Abgaskanal montierte Rohr sollte das erste Drittel des Abgaskanals erreichen. Falls es zu lang ist, sollte es durch zuschneiden angepasst werden.

- *Beheizte Leitung*

Schließen Sie die beheizte Leitung an den Gasaustritt der Sonde an. Der Gaseinlass zur Kalibrierung kann mittels eines PTFE-Rohres für dynamische Kalibrierungen am Gehäuse angeschlossen werden.

Die beheizte Leitung muss senkrecht montiert werden, ohne bis zum Gehäuse anzusteigen oder abzufallen. Schließen Sie innerhalb des Gehäuses das PTFE-Rohr für das Probegas am Kühler oder dem NH₃-Wäscher (Option) und das zweite PTFE-Rohr am V04.03 (Rohr 28) zur dynamischen Kalibrierung an.

Sobald die pneumatischen Anschlüsse erfolgreich gelegt sind, fahren Sie mit den elektrischen Verbindungen fort.

- *Ableitung von Abgas und Kondensat*

Benutzen Sie für die Ableitung des Abgases einen Schlauch mit einem Mindestdurchmesser von 1 Zoll. Stellen Sie sicher, dass das Abgas in einen belüfteten Bereich abgeführt wird. Den Schlauch zur Kondensat Ableitung führen Sie bitte in eine Wasserfalle.

ACHTUNG: das Kondensat könnte einen ph-Wert im sauren Bereich haben.

Am Einlass des Kalibriergases müssen zur Null- und Referenzpunktkalibrierung geeignete Gase angeschlossen sein.

4 Inbetriebnahme

4.1 Kreislauf der elektrischen Stromversorgung

Vergewissern Sie sich, dass die Stromversorgung auf der Anschlussklemme BN1 stimmt: diese sollte 230V 50 Hz betragen.

Schalten Sie den Schalter IG05.01 32A innerhalb des Gehäuses aus und prüfen Sie die Spannung am Schalter, schalten Sie daraufhin alle Schalter aus: von D05.01 bis D06.07.

Prüfen Sie, ob alle Instrumente eingeschaltet sind, betätigen Sie andernfalls den Netzschalter des einzelnen Instruments. (Zum Beispiel: Analysator)

Sobald sich alle Instrumente in der EIN-Position befinden, **warten Sie ungefähr 4 Stunden um danach die pneumatischen Wege zu überprüfen.**

Fuji Electric France S.A.S

46, rue Georges Besse – ZI du Brézet
63039 Clermont-Ferrand CEDEX 2 - FRANCE



Während der Inbetriebnahme leuchtet die Systemfehler-Lampe bis alle Geräte die eingestellten Temperaturen erreichen. Sobald diese Leuchte erlischt, drücken Sie auf den "Reset"-Knopf, um die Pumpe zu starten.

Falls etwas nicht stimmt (Neustart-Leuchte immer noch AN), versuchen Sie, den Fehler anhand der elektrischen Zeichnungen zu finden.

Wenden Sie sich im Falle eines ernsthaften Problems an FUJI (Adresse, Telefon und E-Mail-Adresse sind am Ende dieses Dokuments aufgeführt).

4.2 Pneumatik

Zu allererst ist es erforderlich, die Ströme in den Analysatoren zu regulieren. Öffnen Sie unter Anwendung des pneumatischen Diagramms das Ventil am Durchflussanzeiger FI04.01.

Regulieren Sie daraufhin die Ströme an den Durchflussanzeigern im Analysator ZRE (Kugel im gelben Bereich) mittels der Ventile FI04.02, FI04.03 und FV04.01.

Senken Sie bei Bedarf den Durchfluss bei FI04.01, um die Durchflüsse in den Analysatoren zu steigern.

Prüfen Sie jetzt den pneumatischen Kreislauf auf mögliche Lecks.

Trennen Sie bei laufendem System (Analysemodus) in der Nähe der beheizten Sonde das PTFE-Rohr von der beheizten Leitung und schließen Sie das Rohr mit einem Stöpsel (6x4 mm).

Falls kein Leck vorhanden ist beginnt die Druckleuchte im Gehäuse zu leuchten und den ausgegebenen Kontakt auf dem Rangierverteiler BN1-9-10 schließen.

Wird dieser Alarm ausgegeben, dann ist kein Leck vorhanden. Andernfalls liegt ein Leck vor. Prüfen Sie in diesem Fall den Kreislauf Punkt für Punkt mittels des Dokuments: C0708-892 Blatt 4.

Der zweite Test ist die Überprüfung des Kreislaufes zur Kalibrierung.

Schließen Sie bei im Messmodus laufendem System einen Gaszylinder an den Kalibrations-Gaseinlass und öffnen Sie die Ventile des Zylinders. Stellen Sie den Druck beim Druckminderer PCV04.01 auf 0,5 Bar. Prüfen Sie nach wenigen Minuten den Druck am Druckminderer. Falls der Druck konstant bleibt, liegt kein Leck vor.

Falls ein Leck im pneumatischen Kreislauf vorliegt, wenden Sie folgendes Dokument an: C0708-892 Blatt 4, und prüfen Sie diesen Kreislauf Punkt für Punkt.

5 Herunterfahren

Falls die Anlage (Brenner, Ofen...) für einen kurzen Zeitraum gestoppt wird (jedes Wochenende oder weniger als 2 Wochen) wird empfohlen, das System weiterhin so mit Strom zu versorgen, dass ein Abkühlen aller Geräte verhindert wird.

Falls der Generator für einen längeren Zeitraum (über 2 Wochen) gestoppt wird, wird empfohlen, das System auszuschalten.

- 1- Trennen Sie die beheizte Leitung von der beheizten Sonde und reinigen Sie das System, indem Sie 30 Minuten lang Umgebungsluft ansaugen.
- 2- Schalten Sie das System ab.
- 3- Wenn die erhitzte Sonde abgekühlt ist, entnehmen Sie den Filter, reinigen Sie ihn und setzen Sie ihn wieder in die Sonde ein.
Dies ist erforderlich, um eine Reaktion der Feuchtigkeit mit Staub zu vermeiden.

Schließen Sie die beheizte Leitung vor der Inbetriebnahme wieder an die Sonde an.

6 Kalibrierung

Das System benötigt eine minimale Wartung und muss vor allem kalibriert werden. Die Verfahrensweise wird in der Betriebsanleitung des Analysators beschrieben. Im Folgenden wird das Verfahren beschrieben, um die Ventile für die Kalibrierung zu regulieren.

Bevor Sie mit der Kalibrierung beginnen, müssen Sie unbedingt die ZRE Betriebsanleitung gründlich lesen.

Wählen Sie mit dem Ventil V04.03 die Art der Kalibrierung: STATISCH oder DYNAMISCH.

6.1 STATISCHE KALIBRIERUNG

Stellen Sie den Schalter (Nr. 10 C0708-892 Blatt 38) auf die Position KALIBRIERUNG. Dieser Status wird auf dem Rangierverteiler BNI – 3-4 ausgegeben.

Aufgabe der Kalibriergase.

Stellen Sie das 3-Wege-Ventil V04.03 auf die Position STATISCHE KALIBRIERUNG.

Schließen Sie den Gaszylinder an den Kalibriergaseinlass an. Öffnen Sie die Ventile des Druckminderers, der sich auf dem Zylinder befindet

Öffnen Sie das Ventil V04.04 und stellen Sie das Ventil V04.02 auf die Kalibriersposition.

Passen Sie das strömende Gas in den Analysatoren anhand des Druckminderers innerhalb des Gehäuses (PCV04.01) an, damit die Durchflüsse in den Analysatoren mit dem Probengas-Durchfluss übereinstimmen (ungefähr 0,5 l/min) und sich am Ventil dieses

Fuji Electric France S.A.S

46, rue Georges Besse – ZI du Brézet
63039 Clermont-Ferrand CEDEX 2 - FRANCE



Druckminderers anstauen. **Diese Anpassung ist nur für die statische Kalibrierung erforderlich.**

WICHTIG: VERSTELLEN SIE, UM DIE DURCHFLÜSSE ANZUPASSEN, NICHT DIE VENTILE DER DURCHFLUSSANZEIGEN FI04.02 UND FI04.03, DA DIESE VENTILE FÜR DEN ANALYSEMODUS EINGESTELLT WERDEN.

Nullkalibrierung

Wenden Sie für NO, SO₂, CO und die paramagnetische O₂ Bestimmung N₂ als Nullgas an.

Wenden Sie für die O₂-Zirkondioxidbestimmung reine, trockene und ölfreie Druckluft oder synthetische Luft an.

Mittels der Konfiguration (siehe ZRE-Bedienungsanleitung: Nullkalibrierung) ist es möglich, alle Gase simultan zu kalibrieren.

Für NO, SO₂, CO und paramagnetischer O₂ Bestimmung sollte dann die folgende Konfiguration gewählt sein: **GLEICHZEITIG.**

Für O₂-Zirkondioxidbestimmung muss es die folgende sein: **EINZELN.**

Wenn das Nullgas strömt, drücken Sie auf die Taste zur Nullpunktskalibrierung auf dem Frontpaneel des Analysators ZRE.

Warten Sie ungefähr 10 bis 15 Minuten (je nach Gas), um einen konstanten Wert zu erreichen, und fahren Sie mit der Nullpunktskalibrierung fort (siehe ZRE-Bedienungsanleitung: Nullpunktskalibrierung), indem Sie auf die ENTER-Taste drücken.

Kalibrierung des Spanpunktes

Im Anschluss kalibrieren die Spanpunkte.

Schließen Sie die Prüfgasflasche des Gases, das Sie kalibrieren möchten, an den Kalibriergaseinlass an.

Drücken Sie auf die Taste zur Spanpunktkalibrierung auf dem Frontpaneel des Analysators ZRE und wählen Sie das zu kalibrierende Gas, zum Beispiel CO (siehe ZRE-Bedienungsanleitung: Kalibrierung des Spanpunktes).

Warten Sie ungefähr 10 bis 15 Minuten, bis der Messwert konstant ist, und fahren Sie mit der Kalibrierung des Spanpunktes des gewählten Gases fort (siehe ZRE-Bedienungsanleitung: Kalibrierung des Spanpunktes), indem Sie auf die ENTER-Taste drücken.

Wiederholen Sie diesen Vorgang für die Kalibrierung der Spanpunkte der anderen Gase.

Wenden Sie die Dokumente C0708-892 Blatt 4 und die ZRE-Bedienungsanleitung für das Kalibrierverfahren an.

Stellen Sie, nachdem die Kalibrierung abgeschlossen ist, das Ventil V04.02 auf die ANALYSE-Position, schließen Sie das Ventil V04.04 und stellen Sie den Schalter (Nr.10

C0708-892 Blatt 38) auf die ANALYSE-Position (6). Das System wird zum ANALYSEMODUS zurückkehren.

6.2 DYNAMISCHE KALIBRIERUNG

Schalten Sie zur dynamischen Kalibrierung das Ventil V04.03 auf die Position DYNAMISCH, schalten Sie den Schalter (Nr.10 C0708-892 Blatt 38) auf die Position KALIBRIERUNG (7), schließen Sie die Gasflasche an den Kalibriergaseinlass an, öffnen Sie das Ventil der Gasflasche und öffnen Sie das Ventil V04.04.

Während der dynamischen Kalibrierung verbleibt das Ventil V04.02 in der Position ANALYSE.

Dieser Kalibriermodus wird im Allgemeinen angewendet, um alle Systeme zu verifizieren und die Lecks im pneumatischen Kreislauf zu überprüfen. Das Referenzgas wird direkt an der Probensonde eingeführt.

In diesem Betriebsmodus zeigt der Durchflussanzeiger FI04.01 den Durchfluss im Bypass an, während die Durchflussanzeiger FI04.02 und FI04.03 den Durchfluss in den Analysatoren anzeigen.

Falls die Durchflüsse zu niedrig sind, können Sie den Bypass-Fluss anhand des Ventils des Durchflussanzeigers FI04.01 vermindern oder den Druck am Druckminderer der Gaszylinder erhöhen. Die Pumpe saugt das Gas an und es ist erforderlich, die Probensonde zu sättigen.

Stellen Sie nach Abschluss der dynamischen Kalibrierung das 3-Wege-Ventil V04.03 auf die STATISCH-Position und den Schalter (Nr.10 C0708-892 Blatt 38) auf die ANALYSE-Position (6), und schließen Sie das Ventil V04.04.

Falls sich die Durchflussrate des Bypass verändert hat, stellen Sie sie so ein, dass die Durchflussraten in den Analysatoren ungefähr 0,5 l/min betragen.

Wenden Sie die Dokumente C0708-892 Blatt 4 und die ZRE-Bedienungsanleitung zur einfachen Bedienung an.

ACHTUNG:

Falls der Druck in den Gasflaschen weniger als 10 Bar beträgt, bestellen Sie neue Gasflaschen oder füllen Sie sie wieder auf.

7 Störung

Das System verfügt über mehrere Störungsmeldungen mit verschiedenen Funktionen.

7.1 Sicherheitsalarm

Bei bestimmten Alarmmeldungen wird die Pumpe gestoppt:

- zu hohe Temperatur im Kühler
- Feuchte vorhanden
- zu niedrige Temperatur in der Sonde
- zu niedrige Temperatur in der Leitung
- Störung des Analysators

Einige Alarmmeldungen werden an der Anschlussleiste BNI ausgegeben.

Alle Warnmeldungen werden durch LEDs auf dem Gehäuse und/oder auf den Geräten (Kühler, Temperaturkontrolle der Sonde and der Leitung, Feuchtigkeitsdetektor) angezeigt.

Der Alarm niedriger Druck wird durch eine LED auf dem Gehäuse angezeigt und auf der Anschlussleiste BNI ausgegeben.

Falls dieser Alarm auftritt bedeutet das, dass der Filter innerhalb der Probensonde verstopft ist.

Falls eine der Warnmeldungen auftritt (Feuchtigkeit, Temperatur oder Druck), geht das System in einen Standby-Modus über, die Pumpe wird ausgeschaltet und die Lichtanzeige RESET MODUS wird aktiviert.

Beheben Sie den Fehler. Das System verbleibt im Standby-Modus bis der Bediener auf den Befehl RESET (Druckknopf 9) drückt. Hiernach wird das System neu gestartet und die Lichtanzeige MODUS ZURÜCKSETZEN schaltet sich aus.

HINWEIS: Im Fehlermodus verbleibt das System im Standby-Modus, es ist aber möglich, die Analysatoren mittels des Modus STATISCHE KALIBRIERUNG zu kalibrieren. Eine DYNAMISCHE KALIBRIERUNG ist nicht möglich, weil die Pumpe ausgeschaltet ist.

7.2 Meldealarme.

Das System verfügt über 3 Meldealarme:

- Systemausfall
- Ausfall der beheizten Sonde
- zu niedriger Druck

Die 3 Warnmeldungen werden durch Leuchten angezeigt und an den Anschlussleiste BNI ausgegeben.

Fuji Electric France S.A.S

46, rue Georges Besse – ZI du Brézet
63039 Clermont-Ferrand CEDEX 2 - FRANCE



Weitere Warn- oder Statusmeldungen können ausgegeben werden:

- Ausfall des Klimaanlage (Option)
- Ausfall des NH₃-Wäschers (Option)
- Ausfall des NO₂/NO-Konverters
- Kalibrierfehler
- Nullpunktkalibrierung wird durchgeführt
- Reset aktiv
- Analysemodus
- Kalibriermodus
- Wartungsmodus

Falls die Analysatoren ausfallen, erscheint eine Fehlermeldung auf dem Bildschirm des ZRE-Analysators.

Schalten Sie in diesem Fall den Schalter 10 auf WARTUNGSMODUS (Position 8), fahren Sie mit der Überprüfung und Reparatur fort.

Im Falle eines NIEDRIGER DRUCK-Alarms, schalten Sie das System auf den WARTUNGSMODUS (Schalter 10 auf Position 8), prüfen Sie die Pumpe und den pneumatischen Kreislauf, führen Sie die Reparatur durch oder ersetzen Sie defekte Teile.

Schalten Sie nach der Reparatur den Schalter 10 auf ANALYSEMODUS (Position 6).

Hinweis: Der NIEDRIGER DRUCK ALARM kann nach Wunsch eingestellt werden und muss 0,2 l/min oder weniger unter dem totalen Durchfluss in den Analysatoren liegen.

8 Wartung

Das System besteht aus Komponenten, die eine regelmäßige Wartung erforderlich machen. Nachfolgend wird die normale Wartung beschrieben.

Das Lesen dieses Handbuchs befreit den Kunden nicht davon, die Bedienungsanleitungen der einzelnen Komponenten dieses Systems zu lesen.

Vor jeglicher Handlung außer beim Überschreiben der Katalysator der NO₂/NO Konverte am System muss der Schalter 10 auf die Wartungsposition gestellt werden. Diese Information wird auf der Anschlussklemme BNI ausgegeben.

a. Normale Wartung

Die Hauptteile des Systems sind die folgenden: die Sonde, das Probenahmesystem und die Analytoren.

- **DIE BEHEIZTE SONDE:** in der beheizten Sonde befindet sich ein Keramikfilter (2 μ). Reinigen Sie ihn mit Luft und wechseln Sie ihn jedes Jahr aus. Prüfen Sie daraufhin, ob sich Wasser in der Sonde befindet.
Achtung: die Sonde ist sehr heiß: 180°C!!!! NICHT DIREKT BERÜHREN!!!!
- **DAS PROBENAHMESYSTEM:** im Probenahmesystem müssen mehrere Komponenten überprüft werden. Einmal pro Monat müssen die Schläuche der peristaltischen Pumpen (PP07.01 und PP07.02) und die Durchflussanzeiger vor dem Gehäuse überprüft werden. Falls ein niedriger Druck-Alarm auftritt, prüfen Sie die Pumpe (PM07.01) und den pneumatischen Kreislauf. Reinigen Sie den Filter der Klimaanlage (Option). Überprüfen Sie die Temperatur des Kühlers und am NO₂/NO-Konverter einmal pro Woche. Prüfen Sie das Filtergehäuse (FL04.01, FL04.02) und wechseln Sie die Filterkartusche, falls diese schmutzig oder gefärbt ist. Prüfen Sie täglich die Leuchte RESET und falls diese aufleuchtet, suchen Sie nach möglichen Fehlern. Falls der Feuchtealarm auftritt, prüfen Sie den gesamten pneumatischen Kreislauf und reinigen Sie ihn mit Trockenluft, prüfen Sie hiernach den Kühler. Falls ein ernster Fehler auftritt, nehmen Sie mit dem Service-Büro von FUJI ELECTRIC Kontakt auf.
- **DIE ANALYSATOREN:** die einzige durchzuführende Handlung ist die Kalibrierung (siehe die ZRE-Bedienungsanleitung). Falls eine Fehlermeldung auf der Anzeige erscheint, identifizieren Sie den Fehler mittels der Bedienungsanleitung, beheben Sie ihn oder nehmen Sie mit dem Service-Büro von FUJI ELECTRIC Kontakt auf.
- **NO₂/NO KONVERTE :** Katalysator und Filter sollte durch neue ersetzt werden, sobald alle 4 Wochen

Austausch des katalysators NO₂/NO Konverter

- (1) Versorgungsspannung abschalten.
- (2) Nach 30 Minuten Abkühlung den Temperaturregler und die Abdeckung abnehmen. Die Abdeckung ist mit den seitlichen Schrauben befestigt.
- (3) Entfernen der oberen und unteren Endabschlüsse (1) wie in Fig.3 dargestellt. Jeder Endabschluß kann durch schrittweises verschieben mit einem breiten Schraubendreher abgenommen werden. Es muß jedoch darauf geachtet werden, daß keine Beschädigungen am Keramischen Heizerverursacht werden.
- (4) Entfernen der Haltevorrichtung (2) durch senkrecht herausziehen.
[WARNUNG] Gefahr von herausfallendem Katalysator (3) und Filter (4), Auffangbehälter unterhalten.
- (5) Filter (4) am oberen Ende der Haltevorrichtung (2) ansetzen und von unten einschieben. Neuen Katalysator (3) mit einem Trichter einfüllen.
- (6) Am oberen Ende den Filter (4) wieder einsetzen und den Endabschluß montieren. Nach Wiederherstellen der Gasanschlüsse die Versorgungsspannung wieder einschalten.

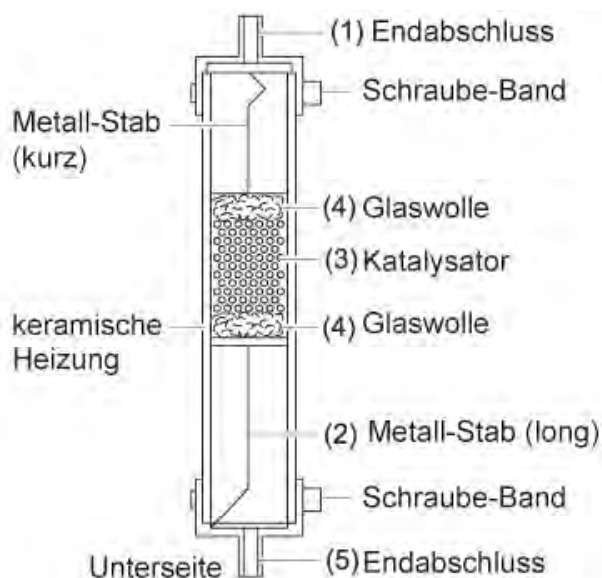


Fig.2 Katalysatorbefüllung

ANHANG

9 Datenblätter des Geräts

9.1 Probenahmesonde

Die Probenahmesonde gewährleistet eine simple Montage, einen sicheren Betrieb und eine problemlose Wartung.

Das kompakte Design erfordert nur einen begrenzten Platz.

Die Gas-Probenahmesonde ist mit einer Schutzabdeckung ausgestattet, welche auch für die Außenmontage angewendet wird.

Für den Austausch des äußeren Filterelements sind keine Werkzeuge bzw. eine Demontierung der Probenleitung erforderlich. Der gesamte Filterbausatz wird aus dem Sondenkopf entnommen. Dies vereinfacht die Prüfung des Filterelements und der Dichtungen. Der Filterbereich des Sondenkopfes bzw. das Sondenrohr in situ kann sehr leicht gereinigt werden, ohne die Probensonde zu demontieren.

Technische Daten:

Schutzabdeckung	JA
Schutzgrad	IP55
Sondenrohr in situ	Edelstahl 316
Probentemperatur	Max. 600°C
Probendruck	0,4 bis 2 Bar abs.
Umgebungstemperatur	-20°C bis +60°C
Staubbelastung	Max. 1g/m ³
Volumen der Filterkammer	100 ml
Filterelement	Filterstärke 2µm, Keramik
Sondenerhitzung	+180°C reguliert
Unterer Alarmkontakt, Alarmpunkt	< 160°C NO, einstellbar
Anschlüsse	250V, 3A AC; 30V, 3A DC
Verbindung Probengasauslass	¼" NPT für 4/6mm Rohr
Verbindung Kalibriergas	¼" NPT für 4/6 mm Rohr
Stromversorgung	240V 50/60Hz
Stromverbrauch	ausgelastet: 400VA, normal: 70VA
Stromanschluss	Anschlussklemmen höchst. 2.5mm ² , 2xPG11
Montageflansch	Kabeldurchführung
Material der Probengasberührenden Teile	DN65 PN6, Sst AISI 316 Sst AISI 316, FPM, Keramik

9.2 Probenahmeleitung

Die Probenahmeleitung besteht aus einer glatten PTFE (4/6 mm) Innenteil, welche mit einem verstärkten Geflecht aus Edelstahl umhüllt ist. Die Leitung wird standardmäßig mit einem Pt100 Sensor geliefert. Probenleitungen werden entsprechend den Kundenanforderungen komplett im Werk mit Anschlüssen und Endungen in einer vorgegebenen Länge geliefert. Der äußere Isolierbelag ist mit einem Schutznetz aus Nylon ausgestattet.

Technische Daten:

Betriebstemperatur	Max. 200°C
Stromverbrauch	110 W/m
Druck	Max. 3 Bar
Umgebungstemperatur	-20°C bis +60°C
Rohr DN	4/6 mm
Stromversorgung	230V AC

9.3 Kühler

Der Gaskühler wird bei der Gasanalyse angewendet, um den Taupunkt des Feuchtgases zu senken und eine Kondensation im Analysator zu vermeiden. Ein extrem konstanter und niedriger Taupunkt des Gases vermeidet eine Querempfindlichkeit mit Wasserdampf und volumetrische Fehler.

Technische Daten:

Durchflussrate des Probengases:	Minimum 150 NI/h
Einlass-Taupunkt des Probengases:	Max. 80°C
Einlass-Temperatur des Probengases:	Max. 180°C
Druck des Probengases	Max. 3 Bar
Umgebungstemperatur	Max. 45°C
Auslass-Taupunkt des Probengases:	Max. +5°C
Kontaktmaterial :	Glas
Volumen:	Max. 60 ml (Wärmeaustauscher)
Stromversorgung:	230V AC, 50/60 Hz
Alarmstatus:	1 Kontakt NO oder NF, potenzialfrei, 250V ac, 2A
Gasanschluss:	Gaseinlass / -auslass: DN4/6

9.4 NO₂/NO-Konverter

Siehe ZDL-Datenblatt TN1ZDL02-E

9.5 IR-Analysator ZRE und O₂-Sensor ZFK7

Siehe ZRE: INZ-TN1ZREtuv-E
Und ZFK7: INZ-TN1ZFK3b-E

10 Optionen

10.1 Klimaanlage

Falls die Umgebungstemperatur um das Gehäuse über 35°C beträgt oder das Gehäuse direktem Sonnenlicht ausgesetzt ist, ist es notwendig, eine Klimaanlage zu installieren, um die Temperatur innerhalb des Gehäuses unter 35°C zu halten.

10.2 NO₂/NO-Konverter

Falls die Konzentration von NO₂ bei unter 100 ppm liegt, ist nur ein NO₂/NO-Konverter erforderlich, um NO₂ mit einer Effizienz von über 95% in NO zu konvertieren. Im Allgemeinen macht die Konzentration von NO₂ bei Verbrennungsprozessen ungefähr 5% des gesamten NO_x aus, was 5ppm NO₂ je 100 ppm NO_x bedeutet.

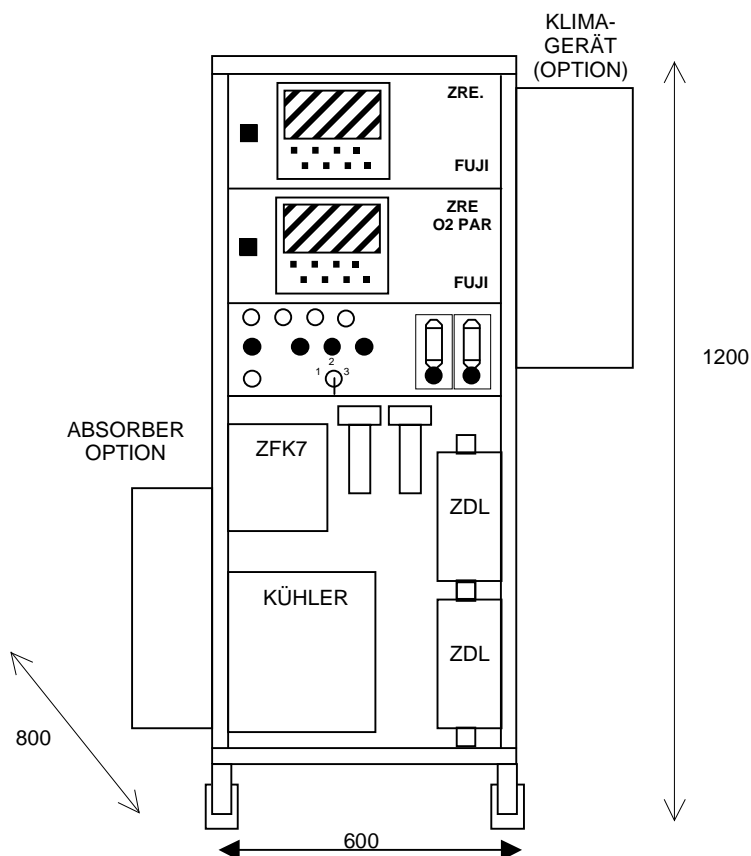
Für Vorgänge, bei denen die NO₂-Konzentration höher als 100 ppm ist, sind zwei Konverter erforderlich, um eine Effizienz von 95% zu erreichen.

10.3 NH₃-Wäscher

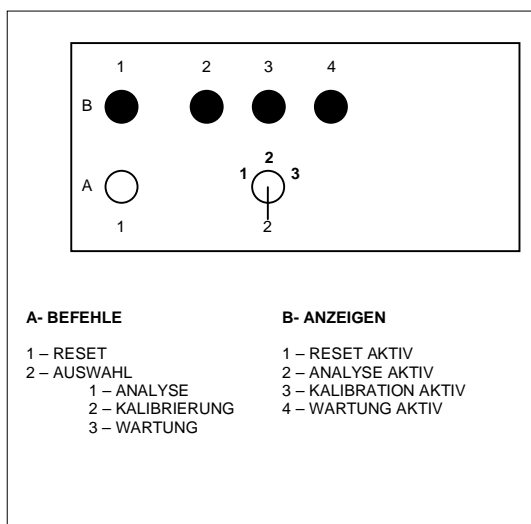
Wenn NH₃ in den Gasen vorhanden ist (DeNO_x- oder DeSO_x-Vorgänge), ist es notwendig, einen NH₃-Wäscher zu nutzen, welcher zwischen der beheizten Leitung und dem Kühler so eingerichtet werden muss, dass er NH₃ abscheidet, um eine Reaktion mit SO₂ nach dem Kühler zu vermeiden.

Falls kein NH₃ vorhanden ist (nicht DeNO_x- oder DeSO_x-Vorgänge), ist der Wäscher nicht erforderlich.

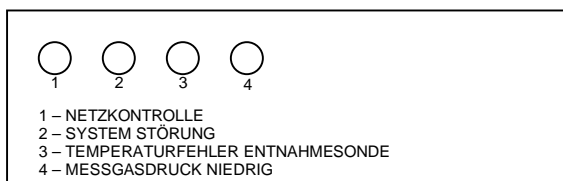
12 - ABMESSUNGEN DES GEHÄUSES



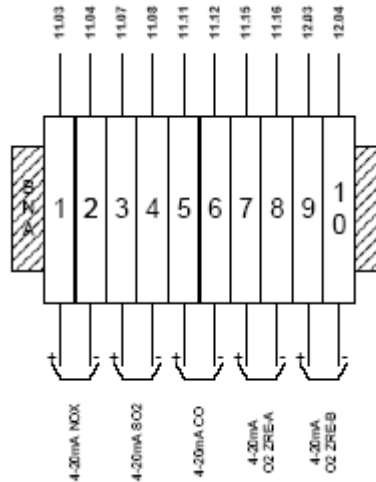
13 - MESSSCHRANKSTATUS



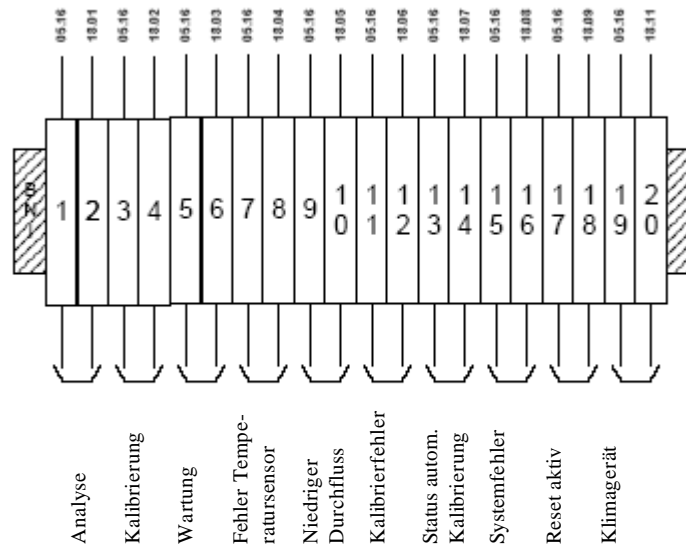
14 - MESSSCHRANKALARME



15 – ANALOG ANSCHLUSSLEISTE



16 – ANSCHLUSSLEISTE STATUS UND ALARME





Betriebsanleitung

GAS ANALYSATOR

TYPE: ZRE



INHALT

INHALT.....	i
1. ÜBERSICHT.....	1-1
2. INBETRIEBNAHME.....	2-1
3. ANZEIGEN UND TASTEN.....	3-1
3.1 Beschreibung Bedienpanel	3-1
3.2 Übersicht Bedienoberfläche	3-2
3.3 Übersicht Bildschirmdarstellungen.....	3-3
3.4 Meßbetrieb.....	3-5
4. KONFIGURATION UND KALIBRIERUNG.....	4-1
4.1 Meßbereichswahl.....	4-1
4.1.1 Umschaltmodus.....	4-1
4.1.2 Manuelle Bereichswahl	4-2
4.2 Kalibrierparameter.....	4-3
4.2.1 Eingabe Kalibriergaskonzentration	4-3
4.2.2 Konfiguration manuelle Nullpunktkalibrierung	4-5
4.2.3 Konfiguration Meßbereichskalibration	4-7
4.2.4 Komponenten und Meßbereichswahl autom. Kalibrierung	4-9
4.3 Parameter automatische Nullpunktkalibrierung	4-11
4.3.1 Intervall Nullpunktkalibrierung	4-11
4.3.2 Start/Stop automatische Nullpunktkalibrierung	4-13
4.4 Parameterkonfiguration	4-16
4.5 Diagnose	4-23
4.6 Kalibrierung	4-27
4.6.1 Manuelle Nullpunktkalibrierung.....	4-27
4.6.2 Manuelle Empfindlichkeitskalibrierung.....	4-28
5. FEHLERMELDUNGEN.....	5-1
6. TECHNISCHE DATEN	6-1
6.1 Spezifikationen	6-1

1. ÜBERSICHT

Der Infrarot-Gasanalysator (IR-Analysator) vom Typ Fuji ZRE mißt die Konzentration von NO, SO₂, CO₂, CO und CH₄ in gasförmigen Medien. Die Konzentration der Substanzen kann aus dem Grad der Absorption von mehratomigen Molekülen im IR-Spektrum gemäß dem Lambert-Beer'schen Gesetz bestimmt werden.

Zusätzlich kann mittels eines kompakten internen Sensors Sauerstoff (O₂) gemessen werden oder das Signal eines externen Zirkoniumdioxid Sauerstoffsensors eingespeist werden. Die Mikroprozessor gesteuerte Elektronik kann bis zu 5 Komponenten simultan auswerten (4 IR-Kanäle plus O₂). Die Meßwerte werden auf einer großen, hintergrundbeleuchteten LCD Anzeige gut lesbar dargestellt, darüber hinaus zeichnet das Gerät Flexibilität und hohe Genauigkeit aus.

Dieses Gerät ist optimal geeignet zur Messung von Abgasen von Dampfkesseln oder Müllverbrennungen, Entschwefelungs- und Entstickungsanlagen, Gasen in der Stahlindustrie (Hochofen, Stahlkonverter, Sinterprozesse, thermische Behandlungen, Kokereien), Lagerhäusern (Obst und Gemüse), biochemischen Prozessen (Fermentationen) automotive Anwendungen, Schutzeinrichtungen (Detektion brennbarer oder giftiger Gase), Gewächshäuser, chemische und petrochemische Industrie (Raffinerien, Gaserzeugung), Umweltschutz (Überwachung von Mülldeponien, Tunneln, Parkhäusern und Garagen sowie von Gebäuden) und zahlreichen physikalischen und chemischen Forschungsapplikationen.

2. INBETRIEBNAHME

(1) Inbetriebnahme

1) Netzschalter einschalten. Nach 1-2s erscheint der Meßbildschirm auf der LCD-Anzeige.

2) Analysator 4 Stunden aufwärmen.

Etwa 4 Stunden sind zum Erreichen und Stabilisieren der Betriebstemperatur und zum Erhalt genauer Meßwerte erforderlich.

Anm.) Während des Aufwärmens kann die angezeigte Konzentration über oder unter den Meßbereichsgrenzen liegen.

 Meßbereich überschritten

 Meßbereich unterschritten.

Dies ist in dieser Phase normal und kein Fehler.

3) Konfiguration der erforderlichen Parameter gemäß Kapitel 4 "Konfiguration und Kalibrierung".

4) Null- und Endpunktkalibrierung

Ausführen einer Null- und Endpunktkalibrierung nach vollständigem aufwärmen und stabilisieren, siehe Kapitel 4.6. "Kalibrierung".

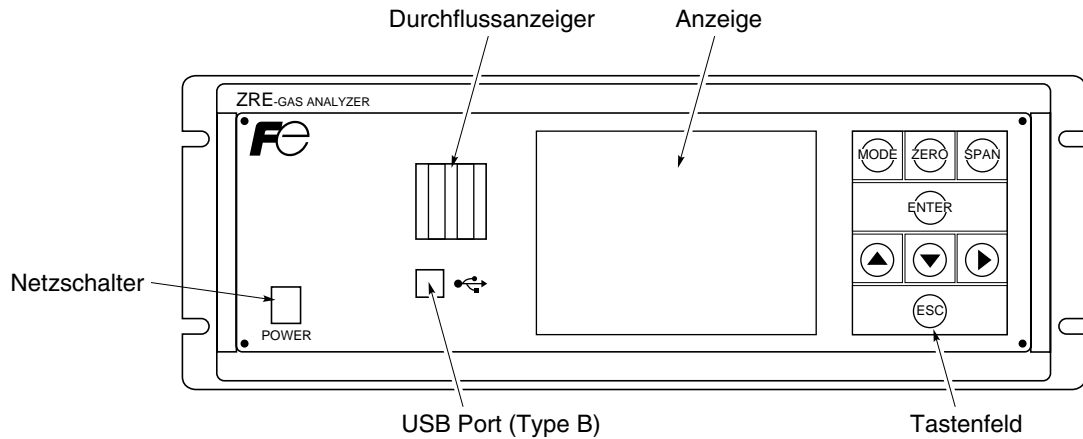
5) Aufgabe Meßgas

Beginn der Messung durch Zuführen des zu messenden Gases.

3. ANZEIGEN UND TASTEN

In diesem Kapitel wird die Anzeige, die Tastatur und die Funktion der einzelnen Bedienelemente beschrieben.

3.1 Beschreibung Bedienpanel



- Anzeige : Darstellung der Meßwerte und Bedienoberfläche.
- Tasten : Siehe unten angeführte Erläuterungen.

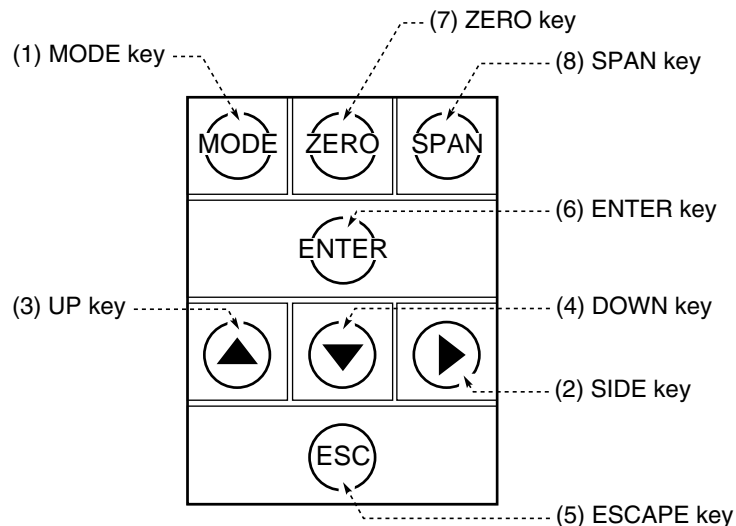


Fig. 3-1

Bezeichnung	Funktion	Bezeichnung	Funktion
(1) MODE key	Wechsel zwischen Menüs	(5) ESC key	Eine Menüebene zurück oder Abbruch der aktuellen Eingabe.
(2) SIDE key	Steuerung Cursor	(6) ENT key	Übernahme eingegebener Parameter oder aufrufen von Menüpunkten und Start Kalibrierung.
(3) UP key	Auswahl Menüpunkt und erhöhen der ausgewählten Ziffer.	(7) ZERO key	Modus Nullpunktkalibrierung
(4) DOWN key	Auswahl Menüpunkt und verringern der ausgewählten Ziffer.	(8) SPAN key	Modus Endpunktkalibrierung

3.2 Übersicht Bedienoberfläche

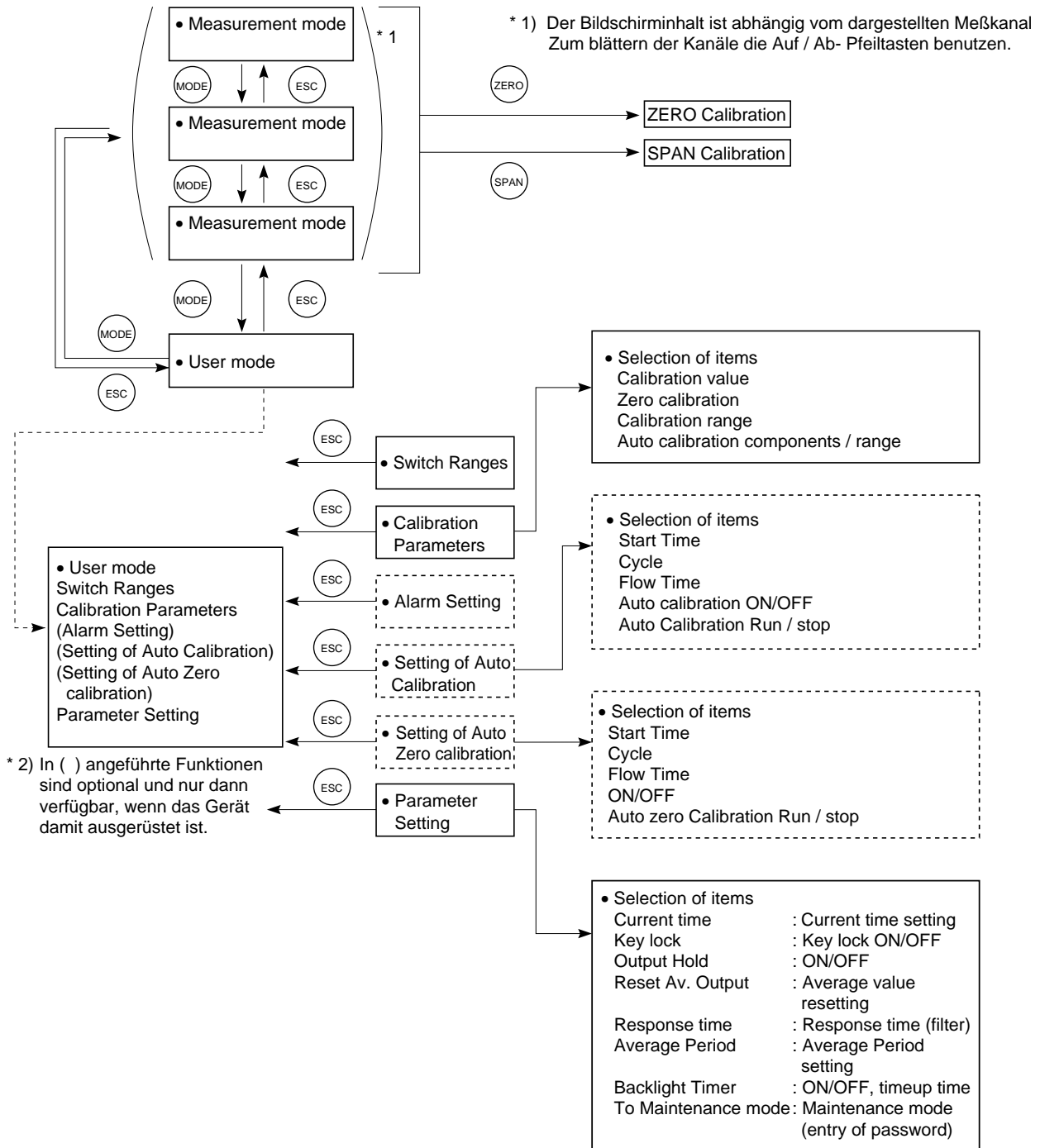


Fig. 3-2

3.3 Übersicht Bildschirmdarstellungen

(1) Meßbildschirm

Nach dem einschalten erscheint der Meßbildschirm. Die Anzeigen sind von der Anzahl der gemessenen Komponenten abhängig. Das folgende Beispiel zeigt die Darstellung von NO, SO₂, CO₂, CO and O₂ (Ausgang: 12 Kanäle).

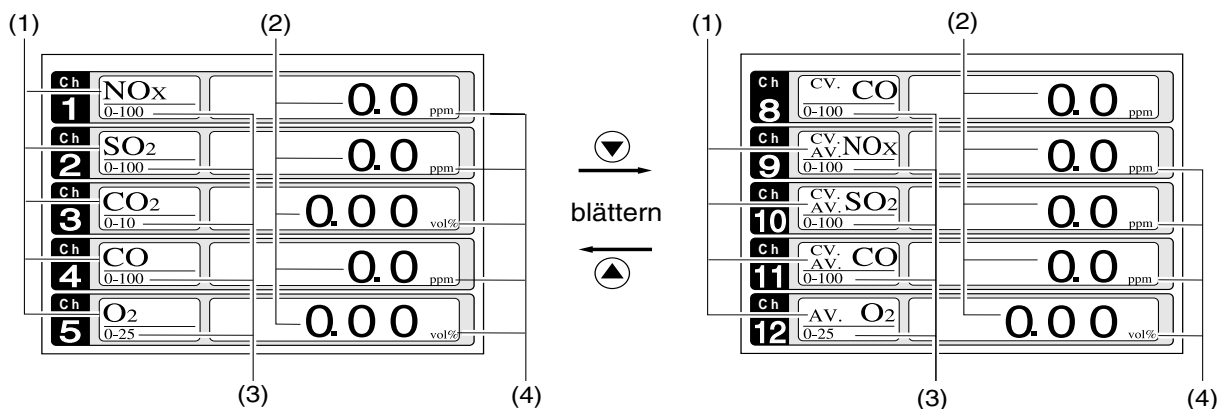


Fig. 3-3 Anzeigenehalte Meßmodus

* For outputs of more than 5 channels, scroll the arrow key or to view.

Bezeichnung	Funktion
Anzeige Komponente	Darstellung von Momentanwert, bezogener Meßwert, gemittelter Meßwert, usw.
Konzentrationsanzeige	Numerische Darstellung der gemessenen Konzentration.
Meßbereich	Skalierung Meßbereich.
Einheit	Konzentrationseinheit ppm oder Vol%.

- **Meßwertmomentananzeige:**

Die an der Anzeige neben der Kanal (CH)- und Komponentenbezeichnung ausgegebenen Konzentrationen der gemessenen Komponenten wie z.B. "CO₂", "CO" oder "O₂" stellen die aktuellen Meßwerte dar.

- **O₂ Bezugswertberechnung:**

CH (Komponenten) die zusätzlich mit einem "cv**" auf der Anzeige dargestellt werden (z.B. "cv CO") sind nach der folgenden Formel berechnet. Es werden die Komponente, der O₂ Meßwert (fester oder gemessener Wert) und der O₂ Bezugswert in Relation gesetzt (siehe Kapitel 4.5).

$$\frac{21 - O_n}{21 - O_s} \times C_s$$

On: Bezugskonzentration O₂
(applikationsabhängig)

Os: Sauerstoff-Konzentration (%)

Cs: Konzentration Meßkomponente.

Darauf achten, daß Os nicht den eingestellten O₂ Grenzwert in "Other Parameter" (4.5, Diagnose) überschreitet.

Nur die Komponenten NO_x, SO₂ und CO können korrigiert werden.

- **Mittelwert O₂ bezogene Komponenten:**

Bei CH (Komponenten), die zusätzlich mit einem "CV_{AV}**" gekennzeichnet sind, z.B. "CV_{AV} CO" und O₂ Mittelwerte (O₂ Konzentrationen oder O₂ bezogene Komponente) werden die Meßwerte in 30s Intervallen aktualisiert ausgegeben.

Die Zeit zur Mittelwertberechnung kann zwischen 1 - 59 Minuten oder 1 - 4 Stunden parametrisiert werden (siehe Kapitel 4.4 Parameterkonfiguration).

(Die gewählte Zeit, z.B. 1 h wird im Segment Meßbereichskalierung dargestellt.)

* Die Skalierung des Meßbereichs der gemittelten O₂ Konzentration entspricht dem der gemessenen O₂ Konzentration. Der Meßbereich einer O₂ bezogenen (O₂ gemittelt oder Momentanwert) Komponente entspricht dem eingestellten, nicht bezogenen Meßbereich der jeweiligen Komponente.

(2) Auswahl und Eingabebildschirm

Der Auswahl/Eingabebildschirm setzt sich wie folgt zusammen:

- Statusbereich, Anzeige des momentanen Gerätezustands.
- Meldungsbereich, Anzeige von Betriebszustandsmeldungen.
- Auswahl/Eingabebereich, Anzeige von Ziffern oder Menüs nach Bedarf.

Den Cursor mit den Pfeiltasten AUF, AB, SEITE zum gewünschten Menü bewegen.

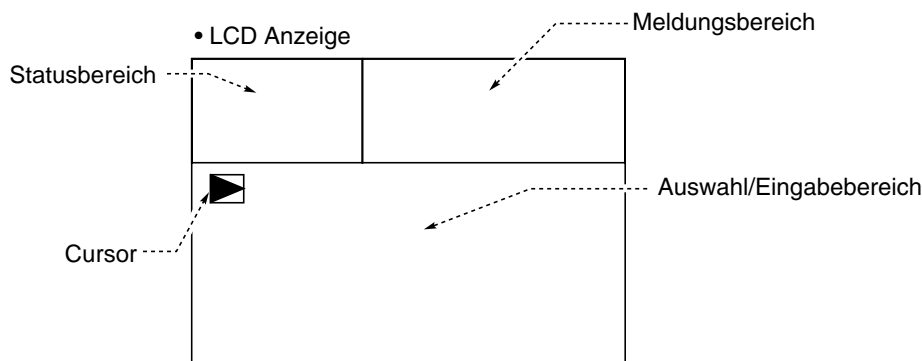




Fig. 3-4

3.4 Meßbetrieb

• **Meßmenü**

Im Meßmodus können bis zu 5 Kanäle auf einer Seite dargestellt werden. Zur Anzeige weiterer Kanäle mit den  oder  Tasten blättern.

Ch 1	NOx 0-100	0.0 ppm
Ch 2	SO2 0-100	0.0 ppm
Ch 3	CO2 0-10	0.00 vol%
Ch 4	CO 0-100	0.0 ppm
Ch 5	O2 0-25	0.00 vol%



Ch 5	NOx 0-100	0.0 ppm
Ch 6	SO2 0-100	0.0 ppm
Ch 7	CO2 0-10	0.00 vol%
Ch 8	CO 0-100	0.0 ppm
Ch 9	O2 0-25	0.00 vol%



Ch 9	CV. NOx AV. NOx 0-100	0.0 ppm
Ch 10	CV. SO2 AV. SO2 0-100	0.0 ppm
Ch 11	CV. CO AV. CO 0-100	0.0 ppm
Ch 12	AV. O2 0-25	0.00 vol%
PEARK COUNTER		
CO	500ppm	0 times/H

ZERO

⇒ Nullpunkt-
kalibrierung
siehe 4.6.1

⇒ Empfindlichkeits-
kalibrierung
Siehe 4.6.2.

SPAN

ESC

MODE

• **Anzeigen Benutzermenü;**

- Meßbereichsumschaltung
- Kalibrierparameter
- Alarme
- Parameter autom. Kalibrierung
- Parameter autom. Nullabgleich
- Parameter eingaben

Zur Parametrierung siehe Kapitel 4. "Konfiguration und Kalibrierung".

User Mode	Select an item with UP/DOWN and ENT Back with ESC
<ul style="list-style-type: none"> Switch Ranges Calibration Parameters Alarm Setting Setting of Auto Calibration Setting of Auto Zero Calibration Parameter Setting 	





Meßmodus

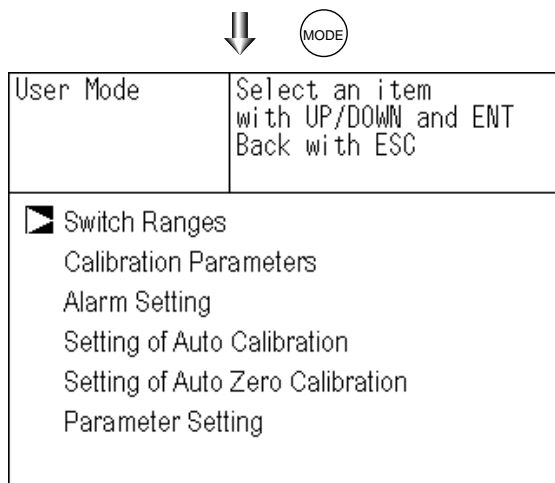
4. KONFIGURATION UND KALIBRIERUNG





4.1 Meßbereichswahl

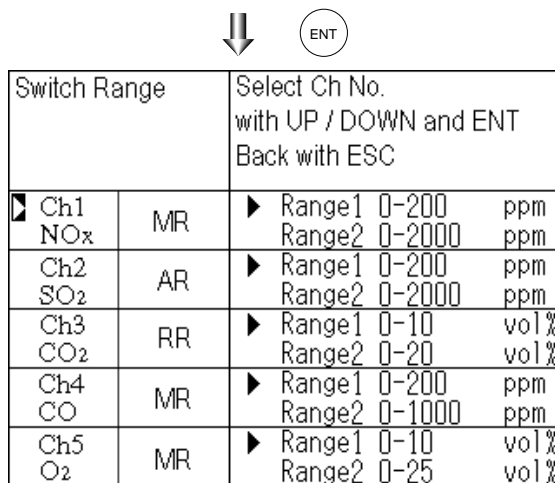
4.1.1 Umschaltmodus



Der gewünschte Meßbereich kann wie nachfolgend beschrieben ausgewählt werden.

- (1) Im Meßmenü die  Taste drücken um in das Benutzermenü (User Mode) zu gelangen.
- (2) Mit dem Cursor "Switch Ranges" markieren und die  Taste drücken.



- (3) Das "Channel Selection" Menü erscheint und den Cursor  mit den Tasten  oder  zur gewünschten Meßkomponente (CH) bewegen.
- (4) Auswahl mit  bestätigen.

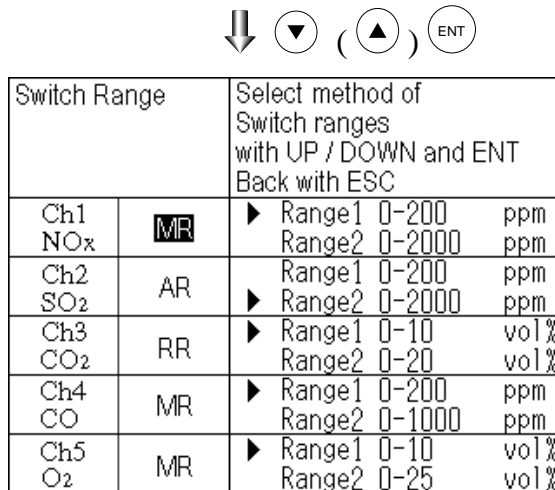



- (5) Der Umschaltmodus der gewählten Komponente wird invertiert dargestellt. Mit den Tasten  oder  den gewünschten Modus auswählen.

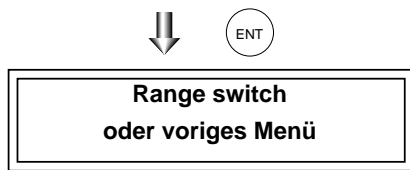
Umschaltfunktionen

MR: Manuelle Meßbereichswahl
 RR: Meßbereichswahl durch externen potentialfreien Kontakt (Digitaler Eingang)
 AR: Automatische Meßbereichsumschaltung von Bereich 1 zu 2 wenn der Meßwert 90% von Meßbereich 1 übersteigt.
 Automatische Meßbereichsumschaltung von Bereich 2 zu 1 wenn der Meßwert 80% von Meßbereich 1 unterschreitet.

* Die Charakteristik kann für jeden Meßkanal individuell gewählt werden.




- (6) Auswahl mit  bestätigen.
 Wurde "MR" gewählt, so wechselt der Cursor automatisch zu "Range Switch."

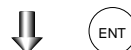





4.1.2 Manuelle Meßbereichswahl

Der gewünschte Meßbereich kann manuell wie nachfolgend beschrieben ausgewählt werden.

- (1) "MR" auswählen und mit der  Taste bestätigen.


Switch Range		Select method of Switch ranges with UP / DOWN and ENT Back with ESC
Ch1 NO _x	MR	▶ Range1 0-200 ppm Range2 0-2000 ppm
Ch2 SO ₂	AR	▶ Range1 0-200 ppm Range2 0-2000 ppm
Ch3 CO ₂	RR	▶ Range1 0-10 vol% Range2 0-20 vol%
Ch4 CO	MR	▶ Range1 0-200 ppm Range2 0-1000 ppm
Ch5 O ₂	MR	▶ Range1 0-10 vol% Range2 0-25 vol%



- (2) Den Cursor zur Bereichsauswahl bewegen und den gewünschten Bereich mit den Tasten  oder  auswählen. (Das  markiert den gewählten Bereich.)

Switch Range		Select range with UP/DOWN and ENT Back with ESC
Ch1 NO _x	MR	▣ Range1 0-200 ppm Range2 0-2000 ppm
Ch2 SO ₂	AR	▶ Range1 0-200 ppm Range2 0-2000 ppm
Ch3 CO ₂	RR	▶ Range1 0-10 vol% Range2 0-20 vol%
Ch4 CO	MR	▶ Range1 0-200 ppm Range2 0-1000 ppm
Ch5 O ₂	MR	▶ Range1 0-10 vol% Range2 0-25 vol%




- (3) Die Eingabe mit der  Taste bestätigen.

Anm.) Ist "RR" oder "AR" gewählt, so kann der Meßbereich nicht manuell gewählt werden.

Die Meßbereiche für O₂ bezogene Komponenten, O₂ bezogene Mittelwerte und O₂ Mittelwerte werden bei Umschaltung der korrespondierenden Komponente automatisch umgeschaltet.

Ende Meßbereichswahl

Eingabe beenden

Zum Beenden oder Abbrechen der Eingaben zur Meßbereichswahl und zurückkehren zum vorherigen Menü die  Taste drücken.

Funktion Me Bereichskennung

Der Kontakt zur Meßbereichskennung einer Komponente (CH) ist bei Meßbereich 1 geschlossen und bei Meßbereich 2 geöffnet, unabhängig von der gewählten Umschaltcharakteristik.




Erfolgt der Meßbereichwechsel während der Analogausgang gehalten wird (durch ext. Kontakt oder während einer Kalibrierung), so behält der Kontakt den Status unmittelbar vor dem Halten bei. Nach beenden des Haltezustands nimmt der Kontakt den aktuellen Zustand an.

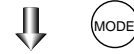
4.2 Kalibrierparameter

In diesem Menü werden die Kalibriergaskonzentrationen, Meßbereiche und Abläufe bei Kalibrierung von Nullpunkt und Empfindlichkeit sowie bei automatischer Kalibrierung konfiguriert.

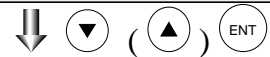
4.2.1 Eingabe Kalibriergaskonzentration




Eingabe der Konzentrationen der verwendeten Kalibriergase eines jeden Meßkanals zur Null- und Empfindlichkeitskalibrierung.

- (1) Im Meßmenü die  Taste drücken um ins Benutzermenü zu gelangen.
- (2) Den Cursor mit den Tasten  oder  zum Menü "Calibration Parameters"

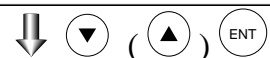





User Mode	Select an item with UP/DOWN and ENT Back with ESC
Switch Ranges <input checked="" type="checkbox"/> Calibration Parameters Alarm Setting Setting of Auto Calibration Setting of Auto Zero Calibration Parameter Setting	



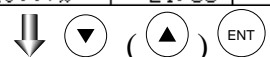
- (3) Im Menü "Calibration Parameters" den Cursor mit den Tasten  oder  zum Menü "Calibration Value" bewegen und mit  bestätigen.





Cal. Parameters	Select an item with UP/DOWN and ENT Back with ESC
<input checked="" type="checkbox"/> Calibration Valve About ZERO Calibration About Calibration Range Auto Calibration Components / Range	



- (4) Im Menü "Calibration Concentration Ch Selection" mit dem Cursor den Meßkanal (CH), bei dem die Eingabe erfolgen soll mit den Tasten  oder  auswählen und mit  bestätigen.





Cal. Settings	Select Ch No. for setting calibration value		
Cal. Value			
CH	RANGE	ZERO	SPAN
<input checked="" type="checkbox"/> Ch1	0-200ppm	+0000.0	0200.0
NO _x	0-2000ppm	+00000	02000
Ch2	0-200ppm	+0000.0	0200.0
SO ₂	0-2000ppm	+00000	02000
Ch3	0-10vol%	+000.00	010.00
CO ₂	0-20vol%	+000.00	020.00
Ch4	0-200ppm	+0000.0	0200.0
CO	0-1000ppm	+00000	01000
Ch5	0-10vol%	21.00	01.00
O ₂	0-25vol%	21.00	01.00



(5) Im Menü “Calibration Concentration Selection” die zu ändernde Konzentration mit den Tasten , ,  markieren und durch drücken der  Taste auswählen.

Cal. Settings		Select setting value	
Cal. Value			
CH	RANGE	ZERO	SPAN
Ch1	0-200ppm	+0000.0	0200.0
NO _x	0-2000ppm	+00000	02000
Ch2	0-200ppm	+0000.0	0200.0
SO ₂	0-2000ppm	+00000	02000
Ch3	0-10vol%	+000.00	010.00
CO ₂	0-20vol%	+000.00	020.00
Ch4	0-200ppm	+0000.0	0200.0
CO	0-1000ppm	+00000	01000
Ch5	0-10vol%	21.00	01.00
O ₂	0-25vol%	21.00	01.00



(6) Im Menü “Calibration Concentration Value Setting” die Konzentrationen zur Nullpunkt und Empfindlichkeitskalibrierung eingeben. Durch drücken der  oder  Taste wird der Wert um 1 erhöht oder verringert, mit der Taste  kann die Stelle gewechselt werden. Die Eingaben mit  bestätigen. Die übernommenen Werte werden bei der nächsten Kalibrierung angewendet.

Cursor zur Eingabe


Cal. Settings		Set calibration value	
Cal. Value			
CH	RANGE	ZERO	SPAN
Ch1	0-200ppm	+0000.0	0200.0
NO _x	0-2000ppm	+00000	02000
Ch2	0-200ppm	+0000.0	0200.0
SO ₂	0-2000ppm	+00000	02000
Ch3	0-10vol%	+000.00	010.00
CO ₂	0-20vol%	+000.00	020.00
Ch4	0-200ppm	+0000.0	0200.0
CO	0-1000ppm	+00000	01000
Ch5	0-10vol%	21.00	01.00
O ₂	0-25vol%	21.00	01.00



Anm.)Eingabe der Sollwerte für jeden Meßbereich. Wird ein Zirkonia O₂ Sensor eingesetzt, so muß im Feld “Zero” 21.00 (bei Verwendung von Luft) oder bei Verwendung einer Gasflasche der Gehalt laut Zertifikat eingegeben werden.

**Ende Konzentrationseingaben
Kalibriergase**

Eingabe Beenden

Zum Beenden oder Abbrechen der Eingabe der Kalibriergaskonzentrationen und zurückkehren zum vorherigen Menü die  Taste drücken.

Konzentrationsbereiche

NO_x, SO₂, CO₂, CO, CH₄, externe O₂ Messung und interner paramagnetischer O₂ Sensor

Kalibriergas: 1 bis 105% des Meßbereichs





Externe Zirkonia O₂ Messung



Nullgas: 5 bis 25 Vol%
Kalibriergas: 0.01 bis 5 Vol%

Eingaben außerhalb dieser Grenzen sind nicht möglich.




4.2.2 Konfiguration manuelle Nullpunktkalibrierung





Bei manuell ausgeführter Nullpunktkalibrierung (nicht zeitgesteuert) kann festgelegt werden, ob alle Komponenten gemeinsam oder einzeln justiert werden sollen.

- (1) Im Meßmenü die  Taste drücken um in das Benutzermenü zu gelangen.
 (2) Den Cursor mit den Tasten  oder  zum Menü "Calibration Parameters" bewegen und Auswahl mit  bestätigen.




 





User Mode	Select an item with UP/DOWN and ENT Back with ESC
Switch Ranges <input checked="" type="checkbox"/> Calibration Parameters Alarm Setting Setting of Auto Calibration Setting of Auto Zero Calibration Parameter Setting	

- (3) Im Menü "Calibration Parameters" den Cursor mit den Tasten  oder  zum Menü "About ZERO Calibration" bewegen und Auswahl mit  bestätigen.


  () 




Cal. Parameters	Select an item with UP/DOWN and ENT Back with ESC
Calibration Valve <input checked="" type="checkbox"/> About ZERO Calibration About Calibration Range Auto Calibration Components / Range	

- (4) Im Menü "Manual ZERO Calibration Ch Selection" mit den Tasten  oder  den Cursor zu der Komponente (CH) bewegen, bei der die Eingabe vorgenommen werden soll und mit  bestätigen.

  () 

Cal. Settings ZERO Cal.	Select Ch No.		
<input checked="" type="checkbox"/> Ch1 NO _x	Range1 0-200 ppm Range2 0-2000 ppm		at once
Ch2 SO ₂	Range1 0-200 ppm Range2 0-2000 ppm		at once
Ch3 CO ₂	Range1 0-10 vol% Range2 0-20 vol%		at once
Ch4 CO	Range1 0-200 ppm Range2 0-1000 ppm		at once
Ch5 O ₂	Range1 0-10 vol% Range2 0-25 vol%		each


  () 

- (5) Im Menü "Manual ZERO Calibration Selection" mit den Tasten  oder  "at once" oder "each" auswählen. Bei Eingabe von "at once" werden alle Komponenten gemeinsam kalibriert, bei "each" muß jede Komponente einzeln kalibriert werden. Die Eingaben mit  bestätigen.

Cal. Settings ZERO Cal.		Set each or both Ch at ZERO Calibration	
Ch1 NO _x	Range1 0-200 ppm Range2 0-2000 ppm		at once
Ch2 SO ₂	Range1 0-200 ppm Range2 0-2000 ppm		at once
Ch3 CO ₂	Range1 0-10 vol% Range2 0-20 vol%		at once
Ch4 CO	Range1 0-200 ppm Range2 0-1000 ppm		at once
Ch5 O ₂	Range1 0-10 vol% Range2 0-25 vol%		each



Eingabe beenden

Zum Beenden oder Abbrechen der Konfiguration der manuellen Nullpunktkalibrierung und zurückkehren zum vorherigen Menü die  Taste drücken.

**Ende Konfiguration
manuelle Nullpunktkalibrierung**

Beispiel

Für jede Komponente (CH) kann entweder "each" oder "at once" eingegeben werden.

•Eingabe "each"

Nach Auswahl der Meßkomponente (CH) wird nur bei der gewählten Komponente der Nullpunkt kalibriert.

•Eingabe "at once"

Bei einer manuellen Kalibrierung wird für alle Komponenten, bei denen "at once" eingegeben ist, der Nullpunkt gleichzeitig kalibriert.

*** Wird synthetische Luft oder Umgebungsluft als Nullgas verwendet, dann muß "at once" eingegeben werden.**

Schirm manuelle Kalibrierung

• Einstellung "each" alle Komponenten:

ZERO Cal.	ENT : Go on Calibration of selected Ch ESC : Not calibration	
Ch1 NO _x	▶Range1 0-200 ppm ▶Range2 0-2000 ppm	▢ -2.1
Ch2 SO ₂	▶Range1 0-200 ppm ▶Range2 0-2000 ppm	-0.5
Ch3 CO ₂	▶Range1 0-10 vol% ▶Range2 0-20 vol%	0.00
Ch4 CO	▶Range1 0-200 ppm ▶Range2 0-1000 ppm	0.0
Ch5 O ₂	▶Range1 0-10 vol% ▶Range2 0-25 vol%	21.00

Ein einziger Cursor erscheint.





• Einstellung "at once" alle Komponenten:



ZERO Cal.	ENT : Go on Calibration of selected Ch ESC : Not calibration	
Ch1 NO _x	▶Range1 0-200 ppm ▶Range2 0-2000 ppm	▢ 0.0
Ch2 SO ₂	▶Range1 0-200 ppm ▶Range2 0-2000 ppm	▢ 0.3
Ch3 CO ₂	▶Range1 0-10 vol% ▶Range2 0-20 vol%	▢ 0.00
Ch4 CO	▶Range1 0-200 ppm ▶Range2 0-1000 ppm	▢ -0.1
Ch5 O ₂	▶Range1 0-10 vol% ▶Range2 0-25 vol%	▢ 21.00

Cursor erscheint bei allen Komponenten, die auf "at once" gesetzt sind.




4.2.3 Konfiguration Meßbereichskalibrierung





In diesem Menü kann ausgewählt werden, ob die Meßbereiche einer Komponente (CH) bei einer Nullpunkt oder Empfindlichkeitskalibrierung (automatische oder manuelle Durchführung) einzeln oder gemeinsam kalibriert werden.

- (1) Im Meßmenü die  Taste drücken um in das Benutzermenü zu gelangen.
- (2) Den Cursor mit den Tasten  oder  zum Menü "Calibration Parameters" bewegen und Auswahl mit  bestätigen.




 





User Mode	Select an item with UP/DOWN and ENT Back with ESC
Switch Ranges <input checked="" type="checkbox"/> Calibration Parameters Alarm Setting Setting of Auto Calibration Setting of Auto Zero Calibration Parameter Setting	

- (3) Im Menü "Calibration Parameters" den Cursor mit den Tasten  oder  zum Menü "About Calibration Range" bewegen und Auswahl mit  bestätigen.

  () 



Cal. Parameters	Select an item with UP/DOWN and ENT Back with ESC
Calibration Valve About ZERO Calibration <input checked="" type="checkbox"/> About Calibration Range Auto Calibration Components / Range	

- (4) Im Menü "Calibration Range CH Selection" mit den Tasten  oder  den Cursor zu der Komponente (CH) bewegen, bei der die Eingabe vorgenommen werden soll und mit  bestätigen.

  () 

Cal. Settings	Select Ch No.		
Cal. Range			
<input checked="" type="checkbox"/> Ch1 NO _x	Range1 0-200 ppm	Range2 0-2000 ppm	both
Ch2 SO ₂	Range1 0-200 ppm	Range2 0-2000 ppm	current
Ch3 CO ₂	Range1 0-10 vol%	Range2 0-20 vol%	current
Ch4 CO	Range1 0-200 ppm	Range2 0-1000 ppm	both
Ch5 O ₂	Range1 0-10 vol%	Range2 0-25 vol%	current

  () 

(5) Im Menü "calibration range selection" durch drücken der  oder  Taste "both" oder "current" wählen.

- Bei Eingabe von "both" werden der Null- oder Endpunkt der betreffenden Komponente des 1. oder 2. Meßbereichs gemeinsam kalibriert.
- Bei Eingabe von "current" wird eine Null- oder Endpunktkalibrierung im angezeigten Meßbereich der jeweiligen Komponente durchgeführt.


Auswahl mit  bestätigen.

Cal. Settings		Set calibration range	
Cal. Range		current or both range	
Ch1 NOx	Range1 0-200 ppm Range2 0-2000 ppm	both	
Ch2 SO2	Range1 0-200 ppm Range2 0-2000 ppm	current	
Ch3 CO2	Range1 0-10 vol% Range2 0-20 vol%	current	
Ch4 CO	Range1 0-200 ppm Range2 0-1000 ppm	both	
Ch5 O2	Range1 0-10 vol% Range2 0-25 vol%	current	



Ende manuelle Kalibriereinstellungen

Eingabe beenden

Zum Beenden oder Abbrechen der "Meßbereichskalibrierung" und zurückkehren zum vorherigen Menü die  Taste drücken.

Beispiel

CH1 NOx	Range 1: 0 - 200 ppm Range 2: 0 - 2000 ppm	both
CH2 SO2	Range 1: 0 - 200 ppm Range 2: 0 - 2000 ppm	current











CH1: Range 1 und Range 2 werden gemeinsam kalibriert (Nullpunkt und Empfindlichkeit).
CH2: Nur der angezeigte Meßbereich wird kalibriert (Nullpunkt und Empfindlichkeit).

Hinweis

Bei Einstellung "both" muß bei beiden Meßbereichen die gleiche Kalibriergaskonzentration eingegeben werden.

Schirm Manual Calibration





Einstellung "both" bei NOx und CO



ZERO Cal.	ENT : Go on calibration of selected Ch ESC : Not calibration		
Ch1 NOx	▶ Range1 0-200 ppm ▶ Range2 0-2000 ppm	 	-0.6
Ch2 SO2	▶ Range1 0-200 ppm ▶ Range2 0-2000 ppm	 	0.4
Ch3 CO2	▶ Range1 0-10 vol% ▶ Range2 0-20 vol%	 	0.00
Ch4 CO	▶ Range1 0-200 ppm ▶ Range2 0-1000 ppm	 	-0.1
Ch5 O2	▶ Range1 0-10 vol% ▶ Range2 0-25 vol%	 	21.00

Jeder Bereich wird durch einen Cursor markiert (CH1 + CH4).

4.2.4 Komponenten- und Meßbereichswahl automatische Kalibrierung




In diesem Menü werden die Komponente (CH) und der Meßbereich in dem eine automatische Kalibrierung ausgeführt werden soll eingegeben. Ist für eine Komponente "AR" als Umschaltmodus gewählt, wird der Meßbereich kalibriert, der in diesem Menü parametrierbar ist.

- (1) Im Meßmenü die  Taste drücken um in das Benutzermenü zu gelangen.
- (2) Den Cursor mit den Tasten  oder  zum Menü "Calibration Parameters" bewegen und Auswahl mit  bestätigen.

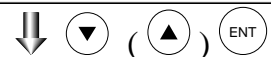
 




User Mode	Select an item with UP/DOWN and ENT Back with ESC
Switch Ranges <input checked="" type="checkbox"/> Calibration Parameters Alarm Setting Setting of Auto Calibration Setting of Auto Zero Calibration Parameter Setting	



- (3) Im Menü "Calibration Parameters" den Cursor mit den Tasten  oder  zum Menü "Auto Calibration Components / Range" bewegen und Auswahl mit  bestätigen.

Cal. Parameters	Select an item with UP/DOWN and ENT Back with ESC
Calibration Valve About ZERO Calibration About Calibration Range <input checked="" type="checkbox"/> Auto Calibration Components / Range	



- (4) Im Menü "Auto Calibration Components / Range" mit den Tasten  oder  den Cursor zu der Komponente (CH) bewegen, bei der die Eingabe vorgenommen werden soll und mit  bestätigen.

Cal. Settings Auto Cal.	Select Ch No.
<input checked="" type="checkbox"/> Ch1 NOx	▶Range1 0-200 ppm Range2 0-2000 ppm enable
Ch2 SO ₂	▶Range1 0-200 ppm Range2 0-2000 ppm enable
Ch3 CO ₂	▶Range1 0-10 vol% Range2 0-20 vol% enable
Ch4 CO	▶Range1 0-200 ppm Range2 0-1000 ppm enable
Ch5 O ₂	▶Range1 0-10 vol% ▶Range2 0-25 vol% enable



(5) Der Cursor neben der ausgewählten Komponente (CH) ist invers dargestellt. Den zu kalibrierenden Meßbereich mit den \uparrow oder \downarrow Tasten wählen.

(6) Auswahl mit ENT bestätigen.

Beenden "Komponenten/ Meßbereichswahl autom. Kalibrierung"

Bei automatischer Meßbereichsumschaltung "AR" einer Komponente, wird eine automatische oder manuelle Kalibrierung gemäß Einstellungen in diesem Menü ausgeführt. Während der Kalibrierung wird der Meßbereich automatisch gewählt und nach Beendigung wieder auf den Zustand vor der Kalibrierung gewechselt. Der aktuelle Meßbereich wird über den Kontakt zur Meßbereichskennung signalisiert. Ist die Funktion "Hold" aktiviert, behält der Kontakt den letzten Status vor der Kalibrierung.

(7) Durch drücken der Taste \rightarrow unter Punkt (5) kann das Feld "enable" (Ja) oder "disable" (Nein) autom. Kalibrierung gewählt werden.

(8) Auswahl von "enable" oder "disable" mit der Taste \uparrow oder \downarrow .

(9) Eingabe mit ENT bestätigen.
Eingabe beenden

Zum Beenden der Komponenten/Meßbereichsauswahl und zurückkehren zum vorherigen Menü die ESC Taste drücken.

Ablauf Kalibrierung

Regeln automatische Kalibrierung:

1. Bei allen Komponenten mit der Einstellung "enable" wird der Nullpunkt gleichzeitig zum Kalibrierzeitpunkt der Null- und Endpunktkalibrierung kalibriert.
2. Bei allen Komponenten mit der Einstellung "enable" wird der Endpunkt zum Kalibrierzeitpunkt in Reihe aufsteigender Meßkanalnummern kalibriert.

Hinweis

Bei Komponenten mit der Einstellung "enable" wird der Nullpunkt gleichzeitig während einer automatischen Kalibrierung kalibriert, unabhängig der Einstellungen in Kapitel "4.2.2 Konfiguration manuelle Nullpunktkalibrierung."

Cal. Settings Auto Cal.		Select a range for auto calibration		
Ch1 NO _x	\blacktriangleright Range1 0-200 ppm Range2 0-2000 ppm			enable
Ch2 SO ₂	\blacktriangleright Range1 0-200 ppm Range2 0-2000 ppm			enable
Ch3 CO ₂	\blacktriangleright Range1 0-10 vol% Range2 0-20 vol%			enable
Ch4 CO	\blacktriangleright Range1 0-200 ppm Range2 0-1000 ppm			enable
Ch5 O ₂	Range1 0-10 vol% \blacktriangleright Range2 0-25 vol%			enable



Cal. Settings Auto Cal.		Set enable or disable for auto calibration		
\blacktriangleright Ch1 NO _x	Range1 0-200 ppm Range2 0-2000 ppm			enable
Ch2 SO ₂	Range1 0-200 ppm Range2 0-2000 ppm			enable
Ch3 CO ₂	Range1 0-10 vol% Range2 0-20 vol%			enable
Ch4 CO	Range1 0-200 ppm Range2 0-1000 ppm			enable
Ch5 O ₂	Range1 0-10 vol% Range2 0-25 vol%			enable














Ende Komponentenwahl für automatische Kalibrierung

4.3 Parameter automatische Nullpunktkalibrierung

4.3.1 Intervall Nullpunktkalibrierung


Eine automatische Nullpunktkalibrierung wird ausgeführt, wenn die Parameter zur Nullpunktkalibrierung eingegeben sind. Die zu kalibrierenden Komponenten wie unter Kapitel 4.2.4. beschrieben auswählen. Vor Änderungen von Kalibrierparametern die Kalibrierfunktion ausschalten.


- (1) Im Meßmenü  Taste drücken und in das Benutzermenü wechseln. 
- (2) Den Cursor mit den Tasten  oder zum Menü "Setting of Auto Zero Calibration" bewegen und Auswahl mit  bestätigen.
- (3) Im "Setting of Auto Zero Calibration" Menü den Cursor mit den Tasten  oder  zur gewünschten Funktion bewegen und Auswahl mit  bestätigen.
- (4) Im angezeigten Menü "Setting of Auto Zero Calibration" die Zeitparameter der automatischen Kalibrierung eingeben. Durch drücken der  oder  Taste erhöht oder verringert sich der Wert der angewählten Stelle. Mit der Taste  kann die nächste Stelle ausgewählt werden. Die Eingaben mit  bestätigen. Die übernommenen Werte werden bei der nächsten Kalibrierung angewendet.

Funktionen Kalibrierintervall




- Start Time : Eingabe der ersten Kalibrierung (Eingabe : Tag, Stunde, Minute)
- Cycle : Periode zwischen der Startzeit und den darauffolgenden Kalibrierungen. (Eingabe : Stunde/Tag)
- Flow Time : Zeitdauer der Spülung mit Kalibriergas vor Durchführung der Kalibrierung.
- ON/OFF : automatische Kalibrierung EIN/AUS

Beenden "setting of Auto Zero Calibration"




Zum Beenden oder Abbrechen der " Setting of Auto Zero Calibration " und zur ckkehren zum vorherigen Men die  Taste dr cken.

↓ 



User Mode	Select an item with UP/DOWN and ENT Back with ESC
Switch Ranges Calibration Parameters Alarm Setting Setting of Auto Calibration <input checked="" type="checkbox"/> Setting of Auto Zero Calibration Parameter Setting	





↓  () 

Set Auto Zero Cal.	Select setting item
<input checked="" type="checkbox"/> Start Time SUN 12:00 Cycle 07 day Flow Time 300 sec. ON / OFF OFF Time : MON 12:34	
Auto Zero Calibration Run	

↓  () 

Set Auto Zero Cal.	Set Start Time
<input checked="" type="checkbox"/> Start Time SUN 12:00 Cycle 07 day Flow Time 300 sec. ON / OFF OFF Time : MON 12:34	
Auto Zero Calibration Run	

Press the  or the  key, and date and time are displayed alternately.

↓    

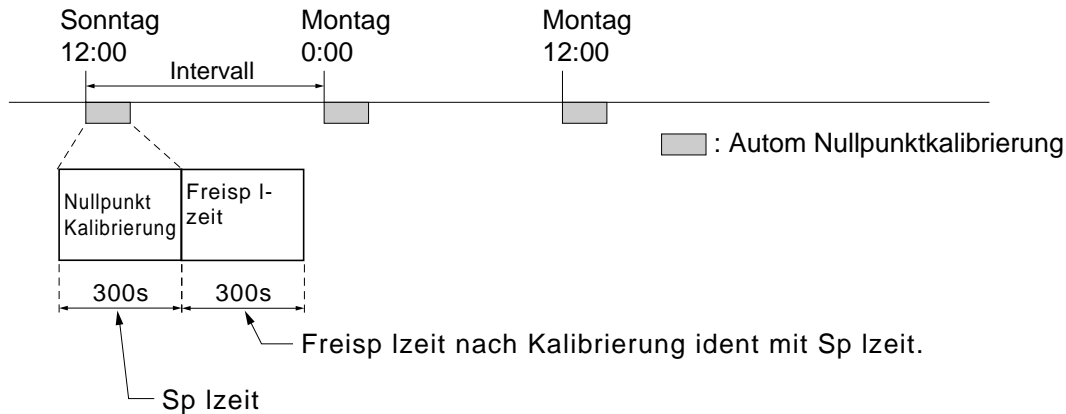
Ende Einst. autom.Nullpunktkal.

Der Statuskontakt "Automatische Kalibrierung" ist während des Ablaufs einer Nullpunktkalibrierung geschlossen

Example

Startzeit	SO	12:00
Intervall	12	Stunden
Spülzeit	300	s
ON/OFF	ON	

Kalibrierablauf nach obigen Angaben.



(Beispiel "Ch1: bis Ch5: enable," wie in Kapitel 4.2.4 "Komponenten und Meßbereichswahl automatische Kalibrierung").

Zeitbereiche

Intervall : 1 bis 99 Stunden oder 1 bis 40 Tage (Grundeinstellung 7 Tage)
 Spülzeit : 60 bis 900s (Grundeinstellung 300s)




Warnung

- Bei automatischer Kalibrierung wechselt die Anzeige in den Meßbildschirm.
- Während eine automatische Nullpunktkalibrierung abläuft, dürfen keine anderen Operationen ausgeführt werden, mit Ausnahme "Abbruch Nullpunktkalibrierung" (Kapitel 4.3.2). Bei gesperrter Tastatur (Key Lock ON) kann kein Abbruch herbeigeführt werden, zuvor muß die Tastatursperre deaktiviert werden.
- Überlappen sich die Intervalle der Nullpunkt- und Empfindlichkeitskalibrierung, dann hat die Empfindlichkeitskalibrierung Priorität gegenüber der Nullpunktkalibrierung (diese wird dann nicht ausgeführt).
- Nur bei aktivierter Funktion "Hold" (Analogausgang halten) werden der Analogausgang und der Statuskontakt "autom. Kalibrierung" für die eingestellte Dauer nach Beendigung der Kalibrierung gehalten.

4.3.2 Start / Abbruch automatische Nullpunktkalibrierung




In diesem Menü kann eine automatische Kalibrierung einmalig ausgeführt oder eine laufende Kalibrierung beendet werden.

4.3.2.1 Einmaliges ausführen einer automatischen Nullpunktkalibrierung

- (1) Im Benutzermenü den Cursor mit den Tasten  oder  zum Menü "Setting of Auto Zero Calibration" bewegen und mit  bestätigen.



User Mode	Select an item with UP/DOWN and ENT Back with ESC
Switch Ranges Calibration Parameters Alarm Setting Setting of Auto Calibration <input checked="" type="checkbox"/> Setting of Auto Zero Calibration Parameter Setting	



- (2) Den Cursor mit den Tasten  oder  zum Menü "Auto Zero Calibration Run" bewegen und Auswahl mit  bestätigen.

Set Auto Zero Cal.	Select setting item
Start Time	SUN 12:00
Cycle	07 day
Flow Time	300 sec.
ON / OFF	OFF
Time : MON 12:34	
<input checked="" type="checkbox"/> Auto Zero Calibration Run	






- (3) "Run" ist invertiert dargestellt und eine Meldung zur Bestätigung der Auslösung einer Nullpunktkalibrierung erscheint. Nach Bestätigung mit  wird eine Nullpunktkalibrierung ausgeführt. Das Menü mit  verlassen.

Set Auto Zero Cal.	Auto zero Run ENT : Run / Stop ESC : Cancel
Start Time	SUN 12:00
Cycle	07 day
Flow Time	300 sec.
ON / OFF	OFF
Time : MON 12:34	
Auto Zero Calibration Run	




4.3.2.2 Abbruch automatische Nullpunktkalibrierung

In diesem Menü kann eine laufende Kalibrierung unterbrochen werden.

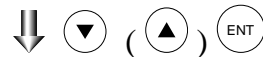
- (1) Im Benutzermenü den Cursor mit den Tasten  oder  zum Menü "Setting of Auto Zero Calibration" bewegen und Auswahl mit  bestätigen.



User Mode	Select an item with UP/DOWN and ENT Back with ESC
Switch Ranges Calibration Parameters Alarm Setting Setting of Auto Calibration <input checked="" type="checkbox"/> Setting of Auto Zero Calibration Parameter Setting	



- (2) Im Menü "Setting of Auto Zero Calibration" den Cursor mit den Tasten  oder  zur Funktion "Auto Zero Calibration Stop" bewegen und die Auswahl mit  bestätigen. ("Auto Zero Calibration Stop" erscheint nur bei laufender Kalibrierung.)

Set Auto Zero Cal.	Select setting item
Start Time SUN 12:00 Cycle 07 day Flow Time 300 sec. ON/OFF OFF Time : THU 10:56	
<input checked="" type="checkbox"/> Auto Zero Calibration Stop	



- (3) "Stop" ist invertiert dargestellt und eine Meldung zur Bestätigung der Beendigung der Nullpunktkalibrierung erscheint. Nach Bestätigung mit  wird die Nullpunktkalibrierung beendet. Das Menü mit  verlassen (Nullpunktkalibrierung wird nicht unterbrochen).

Set Auto Zero Cal.	Auto Zero Stop ENT : Run / Stop ESC : Cancel
Start Time SUN 12:00 Cycle 07 day Flow Time 300 sec. ON/OFF OFF Time : THU 10:56	
Auto Zero Calibration Stop	

Auto Zero Calibration Schirm

Beispiel

Kalibriereinstellungen: "CH1: enable" und "CH2: enable"

- Nullpunktkalibrierung

Die Meldung "Zero cal." blinkt bei CH1 und CH2.

Ch 1	ZERO cal.	0.5 ppm
Ch 2	ZERO cal.	0.3 ppm
Ch 3	CO ₂ 0-10	0.00 vol% ₅
Ch 4	CO 0-100	0.0 ppm
Ch 5	O ₂ 0-25	21.02 vol% ₅

Warnung

Während eine automatische Nullpunktkalibrierung abläuft, dürfen keine anderen Operationen ausgeführt werden, mit Ausnahme "Key lock ON/OFF" und "Stop Auto Zero Calibration". Bei gesperrter Tastatur (Key lock ON) kann die Funktion "Stop Auto Zero Calibration" nicht durchgeführt werden. Zum Abbrechen der laufenden Nullpunktkalibrierung muß zuerst die Tastensperre aufgehoben werden bevor der Befehl "Stop Auto Zero Calibration" ausgeführt werden kann.

4.4 Parameterkonfiguration




In diesem Menü können Parameter wie Zeit, Tastensperre usw. konfiguriert werden.
 Folgende Funktionen stehen zur Verfügung:

Beschreibung Einstellungen




- Current Time : Eingabe von Jahr, Monat, Wochentag, Stunde und Minute. (Anzeige in dieser Folge.)
 Anm.: Die eingegebenen Daten werden nach abschalten der Netzspannung für 2 Tage gespeichert. Nach längerer Abschaltung Datum neu eingeben.
- Key Lock : Tastensperre, bei gesperrten Tasten kann nur die Funktion "Key lock OFF" ausgeführt werden.
- Output Hold : Einfrieren der Analogausgänge auf den letzten Meßwert oder einen vorgewählten Ausgangsstrom während der Kalibrierung.
- Response time : Ansprechzeit (Dämpfung).
- Average Period : Mittelwertintegrationszeit.
- Backlight Timer : Zeitverzögerung automatische Abschaltung der Anzeigenhintergrundbeleuchtung.
- Maintenance mode : Passworteingabe Maintenance Modus.

* Maintenance Modus siehe Kapitel 4.5.

(1) Im Meßmenü  Taste drücken und in das Benutzermenü wechseln. 





(2) Den Cursor mit den Tasten  oder  zum Menü "Parameter Setting" bewegen und Auswahl mit  bestätigen

User Mode	Select an item with UP/DOWN and ENT Back with ESC
Switch Ranges Calibration Parameters Alarm Setting Setting of Auto Calibration Setting of Auto Zero Calibration <input checked="" type="checkbox"/> Parameter Setting	

(3) Im Menü "Parameter Setting" den Cursor mit den Tasten  oder  zur gewünschten Funktion bewegen und Auswahl mit  bestätigen.

Parameter	Select setting item
<input checked="" type="checkbox"/> Current Time	05/01/27 THU 13:50
Key Lock	OFF
Output Hold	OFF Current
Response Time	
Average Period	
Backlight Timer	ON 5 min
Contrast	
To Maintenance Mode	0000




(4) Im angezeigten Menü "Parameter Setting" die Funktionen aktivieren oder Zahlen eingeben. Durch drücken der  oder  Taste erhöht oder verringert sich der Wert der angewählten Stelle. Mit der Taste  kann die nächste Stelle ausgewählt werden. Die Eingaben mit  bestätigen.

Parameter	Set day of week
Current Time	05/01/27 THU 13:50
Key Lock	OFF
Output Hold	OFF Current
Response Time	
Average Period	
Backlight Timer	ON 5 min
Contrast	
To Maintenance Mode	0000



Ende Parametereingabe

Beenden Parameter Setting

Zum Beenden oder Abbrechen der "Parameter Eingabe" und zurückkehren zum vorherigen Menü die  Taste drücken.

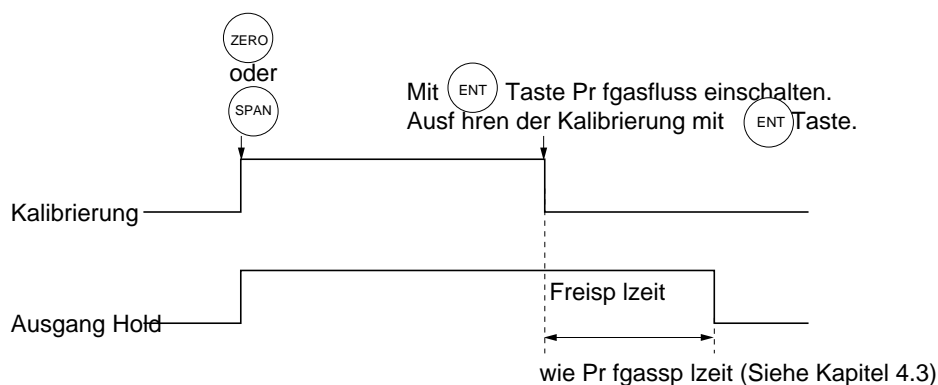
Einstellbereiche

- Hold setting : 0 bis 100% des Meßbereichs
- Response time : 1 bis 60s (Grundeinstellung: 15 s)
- Average period : 1 bis 59 min oder 1 bis 4 h (Grundeinstellung: 1 h)
Bei Eingabe die Einheiten beachten (Minuten oder Stunden)
- Backlight Timer : 1 bis 60 min (Grundeinstellung: 5 min)
- Maintenance mode : 0000 bis 9999 (Grundeinstellung: 0000)

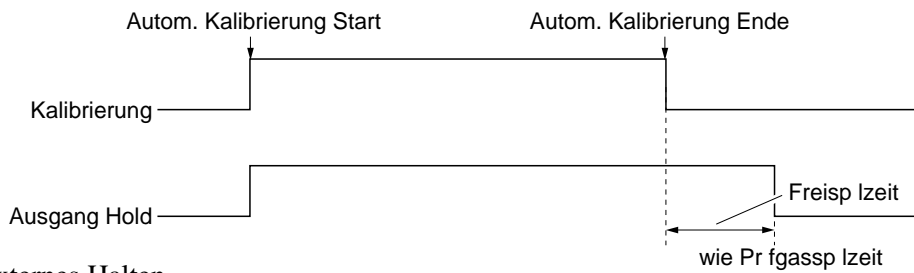
Ausgang Halten

Bei aktivierter Haltefunktion des Analogausgangs wird während einer Kalibrierung (manuell oder automatisch) und der Freispülzeit (siehe 4.3, Parameter automatische Empfindlichkeitskalibrierung) der letzte Meßwert gehalten. Unabhängig von der Haltefunktion kann ein Analogausgang mit einem angeschlossenen externen Kontakt eingefroren werden.

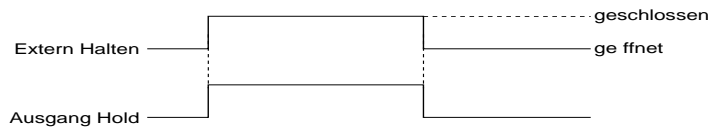
(1) Manuelle Kalibrierung



(2) Automatische Kalibrierung



(3) Externes Halten



(4) Bildschirmanzeigen während Ausgänge gehalten werden


Die Meldung "Holding" blinkt am Bildschirm.


Da der Meßbildschirm den Kalibrierstatus einer manuellen Kalibrierung darstellt, wird nicht die Meldung "Holding" sondern die Freispülzeit angezeigt.

(5) Nach Abbruch einer manuellen oder automatischen Kalibrierung nach Aufgabe des Kalibrier-gases wird der Ausgang über die Freispülzeit gehalten.




- (6) Der Analogausgangswert kann während einer Kalibrierung am letzten Meßwert oder auf einen vorgegebenen Wert gesetzt werden.


Zur Einstellung wie nachfolgend beschrieben verfahren.

- 1) Wenn sich der Cursor neben dem Feld "output Hold" befindet die Taste  drücken.




Parameter	Select setting item
Current Time	05/01/27 THU 13:50
Key Lock	OFF
 Output Hold	ON Current
Response Time	
Average Period	
Display OFF	ON 5 min
Contrast	
To Maintenance Mode	0000





- 2) "ON" oder "OFF" wird invers dargestellt. Mit den Tasten  oder  die Funktion Ein oder Aus schalten. Mit der Taste  das Feld verlassen und zu (1) zurückkehren.



Parameter	Select Hold ON or OFF
Current Time	05/01/27 THU 13:50
Key Lock	OFF
Output Hold	 ON Current
Response Time	
Average Period	
Display OFF	ON 5 min
Contrast	
To Maintenance Mode	0000







- 3) Durch drücken der Taste  bei inverser Anzeige von ON/OFF wird "current" oder "setting" invertiert. Auswahl von "current" oder "setting" mit den Tasten  oder .


Parameter	Select Hold setting
Current Time	05/01/27 THU 13:50
Key Lock	OFF
 Output Hold	ON  Setting
Response Time	
Average Period	
Display OFF	ON 5 min
Contrast	
To Maintenance Mode	0000







- 4) Durch drücken von  bei Anzeige "Current" gelangt man wieder zurück zu (1). Durch drücken von  bei Anzeige von "Setting" erscheint ein Menü zur Eingabe des Werts.
 "Current": Speichert den letzt gültigen Meßwert.
 "Setting": Ausgabe eines vom Anwender


- 5) Im Menü "Parameter Hold" den Cursor mit den Tasten  oder  zur gewünschten Komponente (CH) bewegen und Auswahl mit  bestätigen.


↓ 

Parameter Hold	Select Ch No.		
 Ch1	NO _x	010	%FS
Ch2	SO ₂	020	%FS
Ch3	CO ₂	015	%FS
Ch4	CO	012	%FS
Ch5	O ₂	022	%FS

- 6) Die invers dargestellte Stelle zeigt an, daß eine Eingabe erfolgen kann. Den erforderlichen Wert mit den Tasten  oder  eingeben, mit der Taste  zur nächsten Stelle nach rechts wechseln.

↓ 


Parameter Hold	Set Hold value 0 to 100%FS		
Ch1	NO _x	 10	%FS
Ch2	SO ₂	020	%FS
Ch3	CO ₂	015	%FS
Ch4	CO	012	%FS
Ch5	O ₂	022	%FS

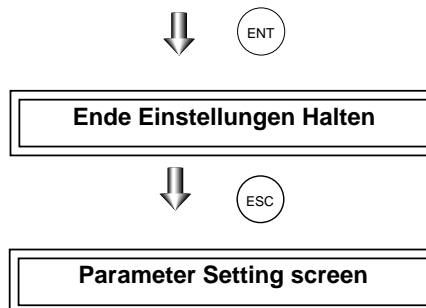
- 7) Die Eingaben mit  bestätigen.

Vorgabewerte

Die Vorgabewerte sind Prozentangaben bezogen auf beide Meßbereiche.

Ist der Meßbereich z.B. 0 bis 1000 ppm und 10% als Haltewert eingestellt, so wird ein Analogwert entsprechend 100ppm ausgegeben, unabhängig von der gemessenen Konzentration.

- 8) Das Menü mit  verlassen.



Funktionen Haltemodus

- Die Momentanwerte der Anzeige werden nicht gehalten (nur Ausgänge).
- Ist die Funktion Ausgänge Halten auf "Setting" gesetzt, so wird für O₂ bezogene Komponenten der vorgegebene Haltewert zur Berechnung eingesetzt.
- Die Kontakte zur Meßbereichskennung sind während eines Haltezustands inaktiv und ändern ihren Zustand nicht, auch wenn in dieser Zeit der Meßbereich geändert wird.

Ansprechzeit

Die Ansprechzeit kann getrennt für jede einzelne Meßkomponente den Anforderungen angepasst werden.

Anm.) Die dargestellten Werte sind ausschließlich informativ und dienen zur Orientierung.


Die Anpassung an den Prozeß ist vom Betreiber vorzunehmen.

Parameter Response Time	Select Ch No.		
▣ Ch1	NO _x	10	sec.
Ch2	SO ₂	20	sec.
Ch3	CO ₂	15	sec.
Ch4	CO	12	sec.
Ch5	O ₂	22	sec.

Mittelwertdauer

Eingabe der Integrationszeit zur Mittelberechnung des O₂ Korrekturwerts.

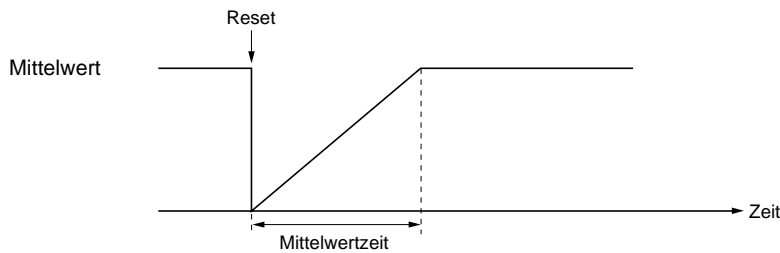
Es können Zeiten von 1 bis 59 Minuten oder 1 bis 4 Stunden in Schritten von 1 Minute oder 1 Stunde konfiguriert werden.

Eine Veränderung der Integrationszeit setzt den O₂ Mittelwert und O₂ Korrektur Mittelwert zurück. Es wird nur die Komponente zurückgesetzt, bei der die Veränderung mit  vorgenommen wurde.

Parameter Average Period	Select Ch No.		
▣ Ch9	% _{CU} NO _x	01	hour
Ch10	% _{CU} SO ₂	01	hour
Ch11	% _{CU} CO ₂	01	hour
Ch12	% O ₂	01	hour
Reset	Av.	Output	Reset

Beispiel Mittelwertfunktion

Annahme 1 Stunden Mittelwert.



- Die Neuberechnung erfolgt alle 30s.
- Die Mittelwertausgabe wird alle 30s aktualisiert.
- Nach zur cksetzen (Reset) beginnt der Mittelwert bei "0". F r eine korrekte Ausgabe mu eine ganze Integrationsperiode (1h) abgewartet werden.

Backlight Timer

Die Hintergrundbeleuchtung der Anzeige kann automatisch abgeschaltet werden.

Nach Ablauf einer einstellbaren Zeit nach der letzten Tastenbetätigung schaltet sich die Beleuchtung selbständig aus. Durch drücken einer beliebigen Taste wird die Beleuchtung wieder eingeschaltet.

Die verbleibende Zeit bis zur Abschaltung wird rechts neben ON angezeigt (bei aktivierter Funktion). Durch drücken der Taste kann die Zeit mit den Tasten oder eingestellt werden. Eingaben mit bestätigen.

Ist OFF eingestellt, wird die Beleuchtung nicht abgeschaltet.

Parameter	Select ON or OFF
Current Time	05/01/27 THU 13:50
Key Lock	OFF
Output Hold	ON Previous value
Response Time	
Average Period	
Backlight Timer	<input checked="" type="checkbox"/> ON 5 min
Contrast	
To Maintenance Mode	0000

Kontrast

Der Anzeigenkontrast kann mit den Tasten oder eingestellt werden.




Parameter	
Current Time	05/01/27 THU 13:50
Key Lock	OFF
Output Hold	ON Previous value
Response Time	
Average Period	
Backlight Timer	ON 5 min
Contrast	
To Maintenance Mode	0000

Diagnose Menü

Um in das Diagnosemenü zu gelangen ist die Eingabe eines Passworts erforderlich. Nach Passworteingabe mit fortsetzen. Bei Auslieferung ist das Passwort "0000" und wird benötigt um im Menü "Maintenance Mode" einen anderen Code einzugeben.

4.5 Diagnose

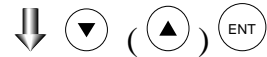
In diesem Menü können die Sensorsignale geprüft, Fehlermeldungen und Historie ausgelesen sowie das Passwort geändert werden. Es wird empfohlen, das zum Zeitpunkt der Auslieferung eingestellte Passwort zu ändern. Das Menü ist über "Parameter Setting" zu erreichen (siehe Kapitel 4.4).

- (1) Im Menü "Parameter Setting" den Punkt "To Maintenance Mode" wählen.
- (2) Nach Eingabe des Passworts ist das Diagnosemenü zugänglich. Den Cursor mit den Tasten  oder  zur gewünschten Funktion bewegen und Auswahl mit  bestätigen.
- (3) Die Diagnosewerte bzw. Eingabemöglichkeiten werden angezeigt.

Anm.) "To Factory Mode" ist ausschließlich für FUJI Servicetechniker vorbehalten.

- (4) Mit der Taste  die einzelnen Diagnosefelder wieder verlassen.

Maintenance Mode	Select operating item
<input checked="" type="checkbox"/> 1. Sensor Input Value 2. Error Log 3. Cal. Log 4. Output Adj. 5. Other Parameter 6. To Factory Mode	



Einzelne "Maintenance" Menüs

- Anzeige Sensoreingang


Beschreibung Men Sensoreingang

- Input 1 bis 4 : Digitales Rohsignal des NDIR Sensor
- Input 5 : Digitales Rohsignal des O₂ Sensor

Maintenance Sensor Input	ENT :

- Error Log Menü

Beschreibung Men Error Log

Fehlerspeicher der letzten 14 detektierten Fehler. Fehler werden mit Fehlernummer, Datum und Zeit (Jahr, Monat, Tag, Dauer) des Auftretens erfasst, Details siehe Kapitel 5.1 Fehlermeldungen. Mit "Clear Error Log" und drücken von  wird der Fehlerspeicher gelöscht.

Maintenance Mode Error Log	ENT : Clear Error Log ESC : Back																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Error No.</th> <th>Y</th> <th>M</th> <th>D</th> <th>H</th> <th>M</th> <th>Ch</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No. 4</td> <td>04</td> <td>2</td> <td>11</td> <td>18</td> <td>10</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>No. 1</td> <td>04</td> <td>1</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>No. 6</td> <td>03</td> <td>12</td> <td>1</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>No. 9</td> <td>03</td> <td>12</td> <td>1</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>No. 5</td> <td>03</td> <td>12</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>No. 9</td> <td>03</td> <td>12</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Next page</td> <td>Page 1</td> </tr> </tbody> </table>	Error No.	Y	M	D	H	M	Ch	No. 4	04	2	11	18	10	5	No. 1	04	1	10	12	2	1	No. 6	03	12	1	10	10	2	No. 9	03	12	1	10	10	2	No. 5	03	12	1	0	0	2	No. 9	03	12	1	0	0	2	Next page						Page 1	
Error No.	Y	M	D	H	M	Ch																																																			
No. 4	04	2	11	18	10	5																																																			
No. 1	04	1	10	12	2	1																																																			
No. 6	03	12	1	10	10	2																																																			
No. 9	03	12	1	10	10	2																																																			
No. 5	03	12	1	0	0	2																																																			
No. 9	03	12	1	0	0	2																																																			
Next page						Page 1																																																			
<input checked="" type="checkbox"/> Clear Error Log																																																									

• Menü Kalibrierhistorie

Beschreibung Kalibrierhistorie

Sensoreingang, Konzentration und Datum der letzten 10 Null- und Endpunktkalibrierungen einer Komponente (CH) werden gespeichert.

Zum löschen des Speichers mit dem Cursor "Clear Calibration Log" wählen und mit **ENT** bestätigen.

Z1 : Nullpunktkalibrierung (Z) Meßbereich 1

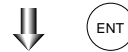
S1 : Endpunktkalibrierung (S) Meßbereich 1

M : Detektorsignal zum Zeitpunkt der Kalibrierung

C : Signal Interferenzkompensation zum Zeitpunkt der Kalibrierung

Con : Meßwert vor Kalibrierung

Maintenance Cal. Log	Select Ch No.
<input checked="" type="checkbox"/> Ch1 NOx <input type="checkbox"/> Ch2 SO2 <input type="checkbox"/> Ch3 CO2 <input type="checkbox"/> Ch4 CO <input type="checkbox"/> Ch5 O2	
Clear Error Log	



Maintenance Cal. Log	Ch1 NOx				
	R	M	C	Con	Y D H M
	Z1	00023	00045	-0.2	12111810
	S1	05439	01254	189.5	12111810

Warnung





Der nachfolgend beschriebene Abgleich beeinflusst das Meßverhalten signifikant und muß daher mit äußerster Sorgfalt durchgeführt werden.




- Menü Abgleich Analogausgänge


Beschreibung Abgleich Analogausgänge


Menü Analog output adjustment.

Am Ausgang, der justiert werden soll, ein Digitalmultimeter anschließen und den Nullpunkt auf 4mA (oder 0V) und den Endwert auf 20mA (oder 1V) einstellen.

Den Cursor mit den Tasten , , oder  zu dem Analogausgang bewegen, der justiert werden soll und Nullpunkt (zero) oder Endpunkt (Span) mit  wählen.

Das gewählte Feld wird invertiert dargestellt. Den Analogausgang mit den Tasten  oder  einstellen. Mit der Taste  zur nächsten Stelle springen.

Nach Beendigung des Abgleichs die  Taste drücken.

Maintenance Mode Output Adj.			Adjust OUTPUT ZERO and SPAN		
OUT	Zero	Span	OUT	Zero	Span
1	 0600	03700	7	00600	03700
2	00600	03700	8	00600	03700
3	00600	03700	9	00600	03700
4	00600	03700	10	00600	03700
5	00600	03700	11	00600	03700
6	00600	03700	12	00600	03700



Maintenance Mode Output Adj.			Zero / Span adjustment		
OUT	Zero	Span	OUT	Zero	Span
1	00600	03700	7	00600	03700
2	00600	03700	8	00600	03700
3	00600	03700	9	00600	03700
4	00600	03700	10	00600	03700
5	00600	03700	11	00600	03700
6	00600	03700	12	00600	03700

- Weitere Parameter

Beschreibung weitere Parameter

Password Set : Eingabemöglichkeit eines Passworts um das Diagnosemenü zu öffnen. Eine beliebige 4 stellige Zahl kann vergeben werden.

O2 ref. Value : Bezugskonzentration für Sauerstoffkorrektur.
Eingabebereich 0 bis 19Vol%.



Limit : Grenzwert Konzentration Sauerstoff für Sauerstoffkorrektur.
Eingabebereich 0 bis 20%.

* Siehe O2 Bezugswertberechnung in Kapitel "5.3 Übersicht Bildschirmdarstellungen" für weitere Angaben zur Berechnung.




Station No. : MODBUS Adresse,
Eingabebereich 00 bis 32.

Range setting : Wechsel in das Menü zur Konfiguration der Meßbereiche.

Maintenance Mode setting	Select an item
Password Set	465
O2 ref. Value	12% O2 limit 20% O2
Station No. 01	
Range setting	

Mit den Tasten  oder  den Cursor zu dem Feld bewegen, in dem Einstellungen vorgenommen werden sollen.

Die Werte für Passwort, Sauerstoffbezugswert, Grenzwert und Stations Nr. werden invers angezeigt.

Mit den Tasten  oder  die erforderlichen Werte eingeben und mit  bestätigen.





Anm.: Das Passwort sicher aufbewahren!

Das Diagnosemenü kann ohne Passwort nicht eingesehen werden.

4.6 Kalibrierung


4.6.1 Manuelle Nullpunktkalibrierung

In diesem Menü kann der Nullpunkt justiert werden. Nullgasspezifikationen siehe Kapitel 6. Nur Nullgase entsprechend den Anforderungen der Anwendung gemäß Seite 6-3 verwenden.

- (1) Im Meßmenü die  Taste drücken um ins Menü "Zero Calibration" zu gelangen.
- (2) Die zu kalibrierende Komponente (CH) mit den  oder  Tasten wählen und mit  bestätigen. Mit der Bestätigung wird Nullgas aufgegeben.


Warnung

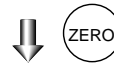
Sind Komponenten (CH) mit "both" im Menü "Zero Calibration" konfiguriert, so werden beide Meßbereiche der betreffenden Komponente gleichzeitig kalibriert.

- (3) Warten bis sich die Anzeige unter Nullgasbestromung stabilisiert hat. Den  Taste vornehmen. Der Nullpunkt wird in jenem Meßbereich, der durch den Cursor markiert ist kalibriert.

Anm: Bei Komponenten (CH) mit automatischer Meßbereichumschaltung (AR, s. 4.1.1 Umschaltmodus) zeigt der Cursor den gewählten Meßbereich an (siehe Kapitel 4.2.4 Komponenten und Meßbereichswahl autom. Kalibrierung) und es wird in diesem Bereich die Kalibrierung ausgeführt.

Beenden "Zero Calibration"

Zum Beenden oder Abbrechen von Zero Calibration und zur ckkehren zum vorherigen Men die  Taste dr cken.



ZERO Cal.		Select Ch No. with UP / DOWN and ENT Back with ESC	
<input type="checkbox"/> Ch1 NO _x	▶ Range1 0-200 ppm Range2 0-2000 ppm		0.0
<input type="checkbox"/> Ch2 SO ₂	▶ Range1 0-200 ppm Range2 0-2000 ppm		0.0
<input type="checkbox"/> Ch3 CO ₂	▶ Range1 0-10 vol% Range2 0-20 vol%		0.00
<input type="checkbox"/> Ch4 CO	▶ Range1 0-200 ppm Range2 0-1000 ppm		0.0
<input type="checkbox"/> Ch5 O ₂	▶ Range1 0-10 vol% ▶ Range2 0-25 vol%		20.09



ZERO Cal.		Select Ch No. Press the ENT key to feed calibration gas	
Ch1 NO _x	▶ Range1 0-100 ppm Range2 0-2000 ppm		0.0
<input checked="" type="checkbox"/> Ch2 SO ₂	▶ Range1 0-100 ppm Range2 0-2000 ppm		0.0
Ch3 CO ₂	▶ Range1 0-10 vol% Range2 0-20 vol%		0.00
Ch4 CO	▶ Range1 0-100 ppm Range2 0-2000 ppm		0.0
Ch5 O ₂	▶ Range1 0-10 vol% ▶ Range2 0-25 vol%		20.09



ZERO Cal.		ENT : Go on calibration of selected Ch. ESC : Not calibration	
Ch1 NO _x	▶ Range1 0-200 ppm Range2 0-2000 ppm	<input type="checkbox"/>	0.0
Ch2 SO ₂	▶ Range1 0-200 ppm Range2 0-2000 ppm	<input checked="" type="checkbox"/>	0.9
Ch3 CO ₂	▶ Range1 0-10 vol% Range2 0-20 vol%	<input type="checkbox"/>	0.34
Ch4 CO	▶ Range1 0-200 ppm Range2 0-1000 ppm	<input type="checkbox"/>	1.1
Ch5 O ₂	▶ Range1 0-10 vol% ▶ Range2 0-25 vol%	<input type="checkbox"/>	20.09






Zum Meßbildschirm nach manueller Nullpunktkalibrierung

4.6.2 Manuelle Empfindlichkeitskalibrierung


In diesem Menü kann die Empfindlichkeit kalibriert werden. Zur Durchführung der Kalibrierung müssen die eingestellten Sollwerte mit den Kalibriergasen übereinstimmen. Zur Kalibrierung von NO_x, SO₂, CO₂, CO muß das Kalibriergas im Bereich von 90 bis 100% des Meßbereichs liegen. Zur Kalibrierung von O₂ ist ein Kalibriergas mit ca. 2Vol% (ext. Zirkonia Sensor) bzw. ein Kalibriergas im Bereich von 90 bis 100% des Meßbereichs (interner O₂ Sensor) erforderlich.

- (1) Im Meßmenü die  Taste drücken um ins Menü "Span Calibration" zu gelangen.

- (2) Die zu kalibrierende Komponente (CH) mit den  oder  Tasten wählen und mit  bestätigen. Der dem Meßkanal entsprechende Relaiskontakt wird angesteuert und gibt das Kalibriergas frei.


Warnung


Sind Meßbereiche mit "both" im Menü "Calibration Range" konfiguriert, so werden beide Meßbereiche der betreffenden Komponente gleichzeitig kalibriert.

- (3) Warten bis sich die Anzeige unter Kalibriergasbestromung stabilisiert hat. Die Kalibrierung durch drücken der  Taste vornehmen. Die Empfindlichkeit wird in jenem Meßbereich, der durch den Cursor markiert ist, kalibriert.





Anm: Bei Komponenten (CH) mit automatischer Meßbereichsumschaltung (AR, siehe Kapitel 4.1.1) zeigt der Cursor den gewählten Meßbereich (siehe Kapitel 4.2.4). Es wird in diesem Bereich die Kalibrierung ausgeführt.

Beenden "Span Calibration"


Zum Beenden oder Abbrechen von "Span Calibration" und zurückkehren zum vorherigen Menü die  Taste drücken.

↓ 


SPAN Cal.		Select Ch No. with UP / DOWN and ENT Back with ESC	
<input type="checkbox"/> Ch1 NO _x	▶Range1 0-200 ppm ▶Range2 0-2000 ppm		0.0
Ch2 SO ₂	▶Range1 0-200 ppm ▶Range2 0-2000 ppm		0.0
Ch3 CO ₂	▶Range1 0-10 vol% ▶Range2 0-20 vol%		0.00
Ch4 CO	▶Range1 0-200 ppm ▶Range2 0-1000 ppm		0.0
Ch5 O ₂	▶Range1 0-10 vol% ▶Range2 0-25 vol%		20.09

↓   () 

SPAN Cal.		Select Ch No. with UP / DOWN and ENT Back with ESC	
Ch1 NO _x	▶Range1 0-200 ppm ▶Range2 0-2000 ppm		0.0
<input checked="" type="checkbox"/> Ch2 SO ₂	▶Range1 0-200 ppm ▶Range2 0-2000 ppm		0.0
Ch3 CO ₂	▶Range1 0-10 vol% ▶Range2 0-20 vol%		0.00
Ch4 CO	▶Range1 0-200 ppm ▶Range2 0-1000 ppm		0.0
Ch5 O ₂	▶Range1 0-10 vol% ▶Range2 0-25 vol%		20.09

↓ 

SPAN Cal.		ENT : Go on calibration of selected Ch. ESC : Not calibration	
Ch1 NO _x	▶Range1 0-200 ppm ▶Range2 0-2000 ppm	<input type="checkbox"/>	0.0
Ch2 SO ₂	▶Range1 0-200 ppm ▶Range2 0-2000 ppm	<input checked="" type="checkbox"/>	0.9
Ch3 CO ₂	▶Range1 0-10 vol% ▶Range2 0-20 vol%	<input type="checkbox"/>	0.34
Ch4 CO	▶Range1 0-200 ppm ▶Range2 0-1000 ppm	<input type="checkbox"/>	1.1
Ch5 O ₂	▶Range1 0-10 vol% ▶Range2 0-25 vol%	<input type="checkbox"/>	20.09

↓ 

**Zum Meßbildschirm nach manueller
Empfindlichkeitskalibrierung**

5 FEHLERMELDUNGEN

Bei auftreten von Störungen oder Fehlern werden folgende Meldungen angezeigt (Error):

Fehler	Bedeutung	mögliche Ursache
Fehler Nr.1	Blendenradmotor Motorlaufüberwachung defekt.	<ul style="list-style-type: none"> Motor läuft nicht synchron oder steht. Motorlaufüberwachung defekt. Anm) Blendenradmotor ist ein Verschleißteil. Austausch empfohlen alle 2 Jahre.
Fehler Nr.4	Toleranz Nullpunkt überschritten.	<ul style="list-style-type: none"> kein Nullgas aufgegeben. Meßküvette verschmutzt. Detektor defekt. Optischer Nullabgleich erforderlich.
Fehler Nr.5	Meßwert bei Nullgasbestromung vor Kalibrierung >50% des Meßbereichs.	
Fehler Nr.6	Toleranz Kalibrierung Endpunkt überschritten.	<ul style="list-style-type: none"> kein Kalibriergas aufgegeben. eingegabene Kalibriergaskonzentration stimmt nicht mit Prüfgas überein. Nullpunktkalibrierung nicht korrekt. Meßküvette verschmutzt. Detektorempfindlichkeit zu gering.
Fehler Nr.7	Differenz Ist- zu Sollwert bei Bestromung mit Kalibriergas >50% des Meßbereichs.	
Fehler Nr.8	Unstabile Meßwerte bei Null- und Endpunktkalibrierung.	<ul style="list-style-type: none"> kein Kalibriergas aufgegeben. Spülzeit Kalibriergas zu kurz.
Fehler Nr.9	Kalibrierabweichung bei automatischer Kalibrierung zu groß.	<ul style="list-style-type: none"> Fehler 4 - 8 während der automatischen Kalibrierung aufgetreten.
Fehler Nr.10	Kontaktfehler Analogausgangskabel	<ul style="list-style-type: none"> Verdrahtung defekt oder unterbrochen zwischen Analysator und Interfacemodul.

Bei Fehler Nr. 1 und 10 ist der Statuskontakt "Störung Analysator" geschlossen.



Bei Fehler Nr. 4 - 9 ist der Statuskontakt "Fehler Kalibrierung" geschlossen.

Fehlermeldungen auslesen

Bei Fehlern Nr. 1 - 4, 6, 8 - 10


Meßbildschirm

Error No. 9		00.8 ppm
2	SO ₂ 0-100	13.6 ppm
3	CO ₂ 0-10	0.000 vol%
4	CO 0-100	0.0 ppm
5	O ₂ 0-25	21.00 vol%

- Fehler löschen durch drücken der  Taste.
- Wird die  Taste vor Beseitigung der Ursache gedrückt, wird der Fehler erneut angezeigt.

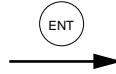
Fehlermeldung

Error No. 9	Auto Cal. error ESC:Back to MEAS.
SPAN NOX Calibration error Cause	
<ul style="list-style-type: none"> • Calibration gas is not flowing • Gas flowing time is short • Setting conc. is different from gas conc. • Dirt in sample cell 	

- Bei mehr als einem Fehler mit der  Taste blättern.

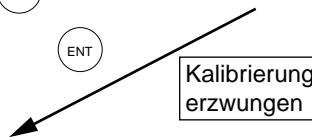
Bei Fehler Nr. 5 und 7

ZERO cal.		ENT:Go on calibration of selected CH ESC:Not calibration	
Ch1 NO _x	▶ Error No. 5	ppm ppm	3083
Ch2 SO ₂	▶ Range1 0-100 Range2 0-2000	ppm ppm	-13.6
Ch3 CO ₂	▶ Range1 0-10 Range2 0-20	vol% vol%	-0.006
Ch4 CO	▶ Range1 0-100 Range2 0-2000	ppm ppm	0.2
Ch5 O ₂	▶ Range1 0-10 Range2 0-25	vol% vol%	-0.09



Error No. 5	SPAN cal. error ENT:Force Cal. ESC:Stop cal. and back to MEAS.
NO _x Calibration error Cause	
<ul style="list-style-type: none"> • Span gas is not flowing • Deviation of zero point due to contamination • Low sensitivity of detector 	

- Löschen der Fehlermeldung mit



Kalibrierung wird fortgesetzt und beendet, sofern keine weiteren Kalibrierfehler erkannt werden.

Ch 1	NO ₂ 0-25	90.8 ppm
Ch 2	SO ₂ 0-100	13.6 ppm
Ch 3	CO ₂ 0-10	0.000 vol%
Ch 4	CO 0-100	0.0 ppm
Ch 5	O ₂ 0-25	0.09 vol%

Fehlerhistorie

Bei auftreten von Fehlern oder Störungen werden diese in einem Logbuch aufgezeichnet. Die Fehleraufzeichnung ist im Servicemodus abrufbar.

Fehlerlogbuch

Maintenance Mode	ENT : Clear Error Log					
Error Log	ESC : Back					
Error No.	Y	M	D	H	M	Ch
No. 4	04	2	11	18	10	5
No. 1	04	1	10	12	2	1
No. 6	03	12	1	10	10	2
No. 9	03	12	1	10	10	2
No. 5	03	12	1	0	0	2
No. 9	03	12	1	0	0	2
Next page						Page 1
<input type="checkbox"/> Clear Error Log						

Datum und Zeit des Fehlers
 betroffene Komponente
 aufgetretener Fehler
 Neu
 ↓
 Alt

* Bis zu maximal 14 Fehler werden im Speicher abgelegt und bei neuerlichen Fehlern rollierend aktualisiert (bei auftreten eines neuerlichen Fehlers wird der älteste Fehler überschrieben).

* Die Fehler bleiben auch nach abschalten der Hilfsenergie erhalten.

Fehlerhistorie löschen

Auf oben dargestellten Bildschirm die Taste betätigen. Die "Error Log Clear" Funktion wird invertiert dargestellt und bei neuerlichem betätigen der Taste der Fehlerspeicher gelöscht.

6. TECHNISCHE DATEN

6.1 Spezifikationen

1. Standardspezifikationen

Komponenten und Meßbereiche:

	min. Bereich	max. Bereich
NO	0 – 200ppm	0 – 5000ppm
SO ₂	0 – 200ppm	0 – 10vol%
CO ₂	0 – 100ppm	0 – 100vol%
CO	0 – 100ppm	0 – 100vol%
CH ₄	0 – 500ppm	0 – 100vol%
O ₂ (intern paramagnetisch)	0 – 5vol%	0 – 25vol%
O ₂ (Extern Zirkoniumoxid)	0 – 5vol%	0 – 25vol%
O ₂ (intern elektrochemisch)	0 – 10vol%	0 – 25vol%

- Max. 5 Komponente inkl. O₂.
- Verhältnis Meßbereichsumschaltungen
≤ 1:5 (O₂)
≤ 1:10
(Ausnahme O₂)
- 1 oder 2 Meßbereiche pro Kanal frei wählbar innerhalb der minimalen und maximalen Grenzen.

Meßprinzip:

NO, SO₂, CO₂, CO, CH₄ ;

Nichtdispersive Infrarotabsorption, Einstrahlverfahren (single beam)

- O₂ ; Paramagnetischer oder elektrochemischer O₂ Sensor (interner Sensor) oder externer Zirkoniumoxid O₂ Sensor

Meßwertanzeige:

- Digitalanzeige, 4-stellig (LCD mit Hintergrundbeleuchtung)
- Momentanwerte
- Momentanwert O₂ bezogen (NO, SO₂, CO in Verbindung mit O₂)
- Mittelwert O₂ bezogen (NO, SO₂, CO in Verbindung mit O₂)
- O₂ Mittelwert

Analoge Ausgangssignale:

- * Analoge Ein/Ausgänge verfügbar in Kombination mit externem Ein/Ausgangsmodul.
- max. 12 Ausgänge 4 - 20mA DC oder 0 - 1V DC galvanisch getrennt
- max. Bürde 550Ω. (4 - 20 mA DC)
- min. Bürde 100kΩ. (0 - 1V DC)

Analogeingang:

Eingang externer O₂ Sensor.

Signale:

- (1) Signal von Fuji Zirkonia O₂ Sensor (TYPE: ZFK7)
 - (2) 0 - 1V DC von externem O₂ Sensor
- Eingang nicht galvanisch getrennt; Signaleingang verfügbar wenn kein interner O₂ Sensor eingebaut ist. (O₂ Meßwertanzeige und Umrechnung abhängig vom Eingangssignal)

Relaisausgänge: (Option)

1c Kontakt (24V DC/1A, ohmsche Last max. 15 Ausgänge)

Gerätestörung, Störung Kalibrierung, Meßbereichskennung, Status autom. Kalibrierung, Meßgaspumpe EIN/AUS, High/Low Alarm, Alarm Spannungsausfall.
* Alle Kontakte sind von der Elektronik und untereinander isoliert.

Binäreingänge: (Option)

Kontakt (Versorgung 12 - 24V DC/15mA max. im durchgeschalteten Zustand) ext. Bereichsumschaltung, ext. Start automatische Kalibrierung, ext. Halten der Ausgänge, ext. Reset Mittelwert, Pumpe EIN/AUS.

Eingänge getrennt von der Signalverarbeitung über Optokoppler, Eingänge untereinander nicht getrennt.

Hilfsenergie:

Nennspannung ; 100V bis 240VAC
Betriebsspannung; 85V bis 264VAC
Frequenz ; 50Hz/60Hz
Leistungsaufnahme; 100VA max.

Klimatische Bedingungen:

Umgebungstemperatur; -5°C ... +45°C
Luftfeuchtigkeit; 90% RH max., nicht kondensierend

Lagerbedingungen:

Umgebungstemperatur; -20°C ... +60°C
Luftfeuchtigkeit; 100% RH max., nicht kondensierend

Abmessungen (H × B × T):

133 x 483 x 420mm

Gewicht:

ca. 12 kg

Farbe:

Frontpanel ; Schwarz (DIC P 1000-F)
Eisgrau (PANTON IC-F)

Gehäuse; Eisgrau (PANTON IC-F)

Gehäuse:

Stahlblech für Innenaufstellung

Medienberührte Materialien:

Gas Ein/Ausgang; SUS304
Meßzelle; SUS304, Chloroprene Gummi
IR-Fenster; CaF₂
O₂ Sensor Meßzelle: SUS316
Interne Verrohrung; Toaron, Teflon

Gas Ein/Ausgang: Rc1/4" oder NPT1/4" Innengewinde

Spülgasfluß: 1L/min (wenn benötigt)

2. Standardfunktionen

Ausgangssignale halten:

Die Ausgangssignale werden während einer manuellen oder automatischen Kalibrierung auf dem letzten Prozeßwert gehalten (bei aktivierter Funktion). Anzeigeninhalte werden nicht gehalten.

ext. Halten Ausgänge:

Ausgänge werden durch schließen eines externen Kontakts gehalten (für Schließdauer). Anzeigenwerte werden nicht gehalten.

Meßbereichsumschaltung:

Die Meßbereiche können manuell, automatisch oder extern, entsprechend der Geräteeinstellungen gewählt werden.

manuell: Meßbereichswahl über Tastatur.

automatisch: Automatischer Wechsel vom 1.Meßbereich in den 2.Meßbereich bei Überschreitung von 90% des 1.MB oder Wechsel vom 2. Meßbereich in den 1. Meßbereich bei Unterschreitung von 80% des 1.MB.

extern:
(Option) Externe Umschaltung der Meßbereiche mittels potentialfreiem Kontakt. Bei geschlossenem Kontakt am digitalen Eingang der jeweiligen Komponente ist der 1. Meßbereich gewählt.

3. Optionale Funktionen

ext. Halten Analogausgänge:

Analogausgänge werden durch schließen eines externen Kontakts am letzten Prozeßwert oder einem vorgegebenen Wert gehalten (für Kontaktschließdauer). Die Anzeigenwerte werden nicht beeinflusst.

Meßbereichskennung:

Der aktive Meßbereich ist durch einen Kontakt identifiziert.

Kontakt geschlossen 1.Meßbereich,
Kontakt geöffnet 2.Meßbereich.

Automatische Kalibrierung:

Eine automatische Kalibrierung erfolgt in vorgegebenen periodischen Intervallen. Über extern installierte Magnetventile können die erforderlichen Kalibriergase in den vorgewählten Intervallen zur automatischen Kalibrierung von Nullpunkt und Empfindlichkeit aufgeschaltet werden.

Kalibrierintervall:

Die automatische Kalibrierung ist folgenden Intervallen einstellbar:

1 bis 99 Stunden (in 1h Schritten) oder 1 bis 40 Tage (in 1Tage Schritten).

Spülzeit Kalibriergas:

Die Spülzeit für das Kalibriergas während einer automatischen Kalibrierung ist von 60 bis 900s vorwählbar (1s Schritte).

ext. Start automatische Kalibrierung:

Die automatische Kalibrierung wird nur nach schließen eines externen potentialfreien Kontakts ausgeführt. Der Kalibrierablauf ist analog der automatischen Kalibrierung einstellbar. Ein Rechteckimpuls mit mindestens 1,5s Dauer startet bei abfallender Flanke den automatischen Kalibrierablauf.

Automatische Nullpunktkalibrierung:

Der automatische Nullpunktgleich erfolgt in vorgegebenen periodischen Intervallen. Dieser Intervall arbeitet unabhängig zur automatischen Kalibrierung. Über ein extern installiertes Magnetventil kann Nullgas in den vorgewählten Intervallen zum automatischen Abgleich des Nullpunkts aufgeschaltet werden.

Kalibrierintervall Nullpunktgleich:

Ein automatischer Nullpunktgleich ist in folgenden Intervallen einstellbar:

1 bis 99 Stunden (in 1h Schritten) oder 1 bis 40 Tage (in 1Tage Schritten).

Spülzeit Nullgas:

Die Spülzeit für das Kalibriergas während der automatischen Kalibrierung ist von 60 bis 900 Sekunden vorwählbar (1s Schritte).

Konzentrationsalarme:

Ein Kontakt wird geschaltet, wenn der obere oder unter Grenzwert erreicht wird. Bei Überschreitung des oberen Grenzwerts oder Unterschreitung des unteren Grenzwerts schließt der jeweilige Kontakt.

Status Gerätestörung:

Der Kontakt wird geschlossen bei Fehler Nr. 1, 3 oder 10

Status Kalibrierfehler:

Der Kontakt wird geschlossen bei auftreten eines Fehlerzustands während einer manuellen oder automatischen Kalibrierung (Fehler Nr. 4 bis 9).

Status automatische Kalibrierung:

Kontakt ist während einer automatischen Kalibrierung geschlossen.

Pumpe EIN/AUS:

Dieser Kontakt ist im Meßmodus geschlossen und öffnet im Kalibriermodus. Die Meßgaspumpe kann damit während einer Kalibrierung abgeschaltet werden.

O₂ Korrektur: Die gemessenen Konzentrationen von NO, CO und SO₂ können auf einen definierten O₂ Bezugswert berechnet werden

Korrekturformel:

$$C = \frac{21 - O_n}{21 - O_s} \times C_s$$

C : Konzentration nach O₂ Korrektur

C_s : Meßwert, unkorrigiert

O_s : Meßwert O₂
(im Bereich von 1 - 20% O₂)

O_n: O₂ Bezugswert
(im Bereich von 1 - 19% O₂)

Mittelwert nach O₂ Korrektur und O₂ Mittelwertberechnung:

Die gemessene O₂ Konzentration oder der O₂ bezogene Konzentrationswert kann als Mittelwert ausgegeben werden. Der Mittelwert wird laufend in einem vorgegebenen Intervall berechnet und aktualisiert. Bei einem Mittelwertintervall von 30s wird der Analogausgang alle 30s aktualisiert. Der Mittelwertintervall ist wählbar zwischen 1 bis 59 Minuten (in 1 Minuten Schritten) oder zwischen 1 bis 4 Stunden (in 1 Stunden Schritten).

Mittelwertberechnung zurücksetzen:

Die Mittelwertberechnung des Analogausgangs kann über einen potentialfreien externen Kontakt zurückgesetzt werden. Bei schließen eines angeschlossenen Kontakts am entsprechenden Eingang für mindestens 1,5s wird der Mittelwert zurückgesetzt und der aktuelle Meßwert ausgegeben. Bei öffnen des Kontakts beginnt eine neuerliche Mittelwertbildung.

Serielle Schnittstelle:

RS-485 (9 polig Sub-D) oder
USB (Type-B)
Halbduplex Bit seriell
Start-Stop Synchronisierung
ModbusTM Protokoll

Funktionen : Lesen/Schreiben Parameter

Lesen Meßwerte und Gerätestatus.

Hinweis :

Zur Datenübertragung über eine RS-232C Schnittstelle ist ein RS-232C ↔ RS-485 Konverter erforderlich.

4. Meßeigenschaften

Reproduzierbarkeit:	±0.5% des Meßbereichs
Linearität:	±1% des Meßbereichs
Nullpunktdrift:	±1% des Meßbereichs/Woche (±2% des Meßbereichs/Woche; 0 bis 50ppm und 0 bis 200ppm Meßbereiche) (±2% des Meßbereichs/Tag; Meßbereiche < 0 bis 50ppm)
Empfindlichkeitsdrift:	±2% des Meßbereichs/Woche (±2% des Meßbereichs/Tag; Meßbereiche < 0 bis 50ppm)
Ansprechzeit (T90):	15 s elektronisch 60 s gesamt, inkl. Gasaustausch (bei 0,5L/min Durchfluß) Die Gasaustauschzeit ist abhängig von der Anzahl und den Meßbereichen der gemessenen Komponenten.

5. Standardbedingungen Meßgas

Flußrate:	0,5L / min ±0,2L / min
Temperatur:	0 bis 50°C
Druck:	max. 10 kPa (Gasausgang gegen Atmosphäre)
Staub:	100 µg/Nm ³ , Partikelgröße max. 1µm
Aerosole:	nicht zulässig
Feuchte:	Taupunkt <2°C (nicht kondensierend).
Korrosive Komponenten:	<1 ppm
Kalibriergase:	
Nullgas:	N ₂ trocken
Kalibriergas:	90 bis 100% des Meßbereichs (empfohlen) Konzentrationen größer 100% des Meßbereichs sind nicht zulässig.
	Bei Installation eines externen Zirkoniumoxid O ₂ Sensors werden die gleichen Gaswege verwendet:
Nullgas:	trockene Luft oder Umgebungsluft (nicht zulässig bei CO ₂ Messung)
Kalibriergas:	O ₂ Sensor, 1 bis 2 Vol% O ₂ Für alle anderen Komponenten 90 bis 100% des Meßbereichs.

Fuji Electric Systems Co., Ltd.

Head Office

6-17, Sanbancho, Chiyoda-ku, Tokyo 102-0075, Japan
<http://www.fesys.co.jp/eng>

Sales Div.

International Sales Dept.

No.1, Fuji-machi, Hino-city, Tokyo 191-8502, Japan
Phone: 81-42-585-6201, 6202 Fax: 81-42-585-6187
<http://www.fic-net.jp/eng>



Betriebsanleitung

**ZIRKONIUM SAUERSTOFF
ANALYSATOR**

TYPE: ZFK3
ZFK4
ZFK7

VORWORT

Wir bedanken uns, daß Sie sich für den Fuji Electric' s Zirkonium Sauerstoffanalysator (ZFK3, 4, 7) entschieden haben.

- Diese Anleitung muß vor Inbetriebnahme vollständig gelesen und verstanden sowie die darin enthaltenen Anweisungen für Installation, Betrieb und Wartung eingehalten werden. Nichtbeachtung der Vorschriften kann Verletzungen oder Unfälle verursachen.
- Die Spezifikationen sind vorbehaltlich und können jederzeit auf Grund technischer Verbesserungen und ohne vorherige Ankündigung geändert werden.
- Modifikationen des Sauerstoffanalysators sind ohne schriftliche Genehmigung von Fuji Electric strikt untersagt. Für etwaige Folgen nicht genehmigter Änderungen übernimmt Fuji Electric keine Haftung.
- Diese Anleitung soll von der Person verwahrt werden die das Gerät zur Zeit bedient.
- Nach dem Durchlesen ist diese Anleitung leicht erreichbar aufzubewahren.
- Diese Anleitung ist dem engültigen Anwender vollständig zu übergeben.

Hersteller: Fuji Electric Co., Ltd.
Type: gemäß Fuji Electric' s Typenschild am Gehäuse
Produktionsdatum: gemäß Fuji Electric' s Typenschild am Gehäuse
Ursprungsland: Japan

Lieferumfang:

Analysator	1 Set
Sicherungen	2 Stk
Betriebsanleitung	1 Stk

Hinweis

- Vervielfältigung dieser Betriebsanleitung, auch auszugsweise, ist nur nach schriftlicher Genehmigung durch Fuji Electric gestattet.
- Die Inhalte dieser Anleitung können jederzeit und ohne vorherige Ankündigung auf Grund technischer Verbesserungen geändert werden.




© Fuji Electric Co., Ltd. 1990

Ausgabe August, 1990
1. Revision Juli, 1994
2. Revision März, 2001




SICHERHEITSHINWEISE

Vor Gebrauch sind die Sicherheitshinweise zu lesen und während Installation, Betrieb und Wartung zu befolgen.

- Die angeführten Sicherheitshinweise sind in die Kategorien "GEFAHR" und "WARNUNG" aufgeteilt und müssen stetig beachtet werden.

 GEFAHR	<p>Falsche Handhabung kann eine gefährliche Situation mit Todesfolge oder einer schweren Verletzung verursachen.</p>
 WARNUNG	<p>Falsche Handhabung kann eine gefährliche Situation mit Gefährdung, Gefahr leichter Verletzungen oder physischen Schäden verursachen.</p>
 VERBOT	<p>Verbotene Vorgehensweisen oder Handlungen.</p>

Warnhinweise für Installation und elektrischen Anschluß des Analysators

 GEFAHR	<ul style="list-style-type: none"> • Dieses Gerät ist nicht explosionsgeschützt ausgeführt. Es darf nicht in Bereichen mit explosiven Gasen betrieben werden um Explosion, Feuer oder gefährliche Unfälle zu vermeiden.
 WARNUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Dieses Gerät muß an einem geeigneten Ort entsprechend den Angaben wie in dieser Anleitung beschrieben installiert werden. Bei Nichtbeachtung besteht die Gefahr von elektrischem Schlag, Feuer oder Fehlfunktion. • Während der Installationsarbeiten ist darauf zu achten, daß keine fremden Gegenstände oder Kabelreste eindringen. Diese könnten einen Brand, Beschädigung oder Ausfall verursachen. • Das Gerät muß wie beschrieben geerdet werden. Nichtbeachtung kann elektrischen Schlag, Fehlfunktion usw. zur Folge haben. • Vergewissern sie sich, daß die Spannungsversorgung den Spezifikationen entspricht. Nichtbeachtung kann einen Brand auslösen. • Elektrische Anschlußarbeiten dürfen zur Vermeidung von elektrischen Schlägen nur bei abgeschalteter Netzspannung ausgeführt werden. • Kabelquerschnitte entsprechend Leistungsaufnahme bemessen, bei zu geringen Querschnitten besteht die Gefahr eines Brandes. • Beim Hantieren des Analysators Schutzhandschuhe tragen, Verletzungsgefahr. • Zum Transport das Gehäuse gegen unbeabsichtigtes Öffnen sichern. Herabfallende Teile könnten Verletzungen verursachen.
 VERBOT	<ul style="list-style-type: none"> • Anschluß und Betrieb in Bereichen mit Auftreten von Wasser, Spritzwasser oder Regen ist verboten, Gefahr von elektrischem Schlag oder Geräteschäden.

Warnhinweise für Betrieb, Wartung und Überprüfung



- Enthält das Kalibriergas giftige Komponenten wie z.B. CO oder andere giftige Gase, so sind bei der Handhabung zur Vermeidung von Vergiftungen entsprechende Schutzmaßnahmen zu treffen.



- Zur Vermeidung elektrischer Schläge ist vor Arbeiten die Netzspannung abzuschalten.
- Zur Vermeidung von Verbrennungen ist vor Reinigung der Meßgasausgangsleitung die Netzspannung abzuschalten und das Abkühlen der Leitungen abzuwarten.



- Anschluß und Betrieb in Bereichen mit Auftreten von Wasser, Spritzwasser oder Regen ist verboten, Gefahr von elektrischem Schlag oder Geräteschäden.

Allgemein



- Enthält das zu messende Gas brennbare Anteile ist vor Beaufschlagung von Meßgas die Gaszusammensetzung auf Übereinstimmung mit den Gerätespezifikationen zu prüfen. Bei Nichtbeachtung besteht die Möglichkeit einer Explosion oder verminderter Geräteleistung.



- Kann ein Fehler nicht anhand dieser Beschreibung festgestellt oder behoben werden, kontaktieren Sie den Händler bei dem das Gerät erworben wurde oder die Fuji Electric Serviceabteilung. Bei geöffnetem Gerät besteht die Gefahr von Verletzungen oder von elektrischen Schlägen.
- Vom Hersteller nicht spezifizierte Ersatzteile dürfen nicht verwendet werden. Die Funktion und Sicherheit nicht spezifizierter Teile kann nicht garantiert werden.
- Ersatz- als auch Verschleißteile sind bei der Entsorgung als " nicht brennbar" zu deklarieren.

INHALT

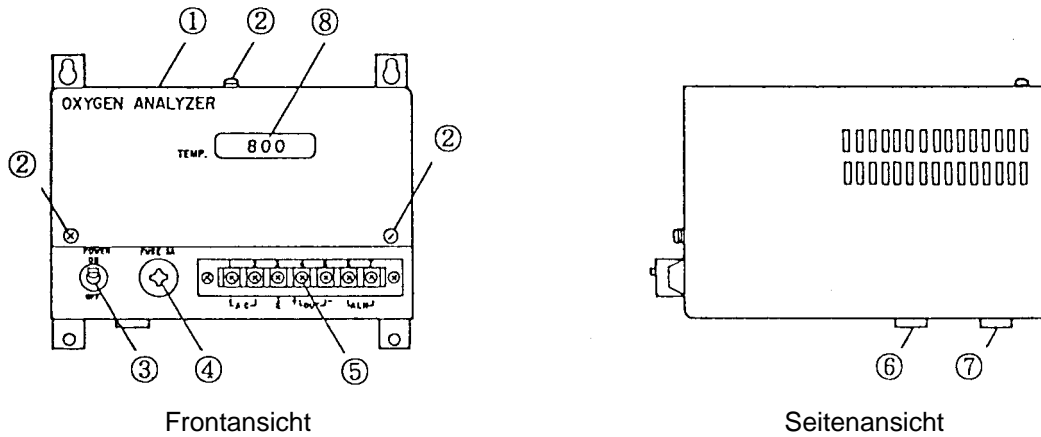
VORWORT	i
SICHERHEITSHINWEISE	ii
1. FUNKTIONSPRINZIP	1
2. GERÄTEAUFBAU	2
2.1 Gehäuse	2
2.2 Interner Aufbau	3
3. INSTALLATION	4
3.1 Einbau	4
3.2 Gasanschlüsse	5
3.3 Probenmessung	6
3.4 Elektrischer Anschluß	7
4. BETRIEB	8
4.1 Betriebshinweise	8
4.2 Meßvorbereitungen	8
4.3 Messbetrieb	8
4.4 Abschalten	8
5. WARTUNG	9
5.1 Tägliche Inspektionen	9
5.2 Reinigung Gasausgang	9
ANHANG	10
1. Technische Daten	10

1. FUNKTIONSPRINZIP

Der in diesem "Zirkonium" Sauerstoffanalysator eingesetzte Feststoffelektrolytsensor besteht hauptsächlich aus Zirkonium (ZrO_2), welches bei hohen Temperaturen Sauerstoffionen leitet. Dieser Sensor mißt, basierend auf dem Prinzip einer "Sauerstoffkonzentrations-Zelle", die entstehende Elektromotorische Kraft (EMK), hervorgerufen durch unterschiedliche Sauerstoffkonzentrationen an der Meß- und Referenzseite des Sensors. Durch Kombination dieses Sensors mit einem Probenaufbereitungssystem und einem Infrarot-Gasanalysengerät ist eine genaue Messung der Sauerstoffkonzentration in einer Vielzahl von Anwendungen möglich. Dies umfasst Bereiche wie Emissionsmessungen, Luftzerlegeranlagen und Laboranwendungen.

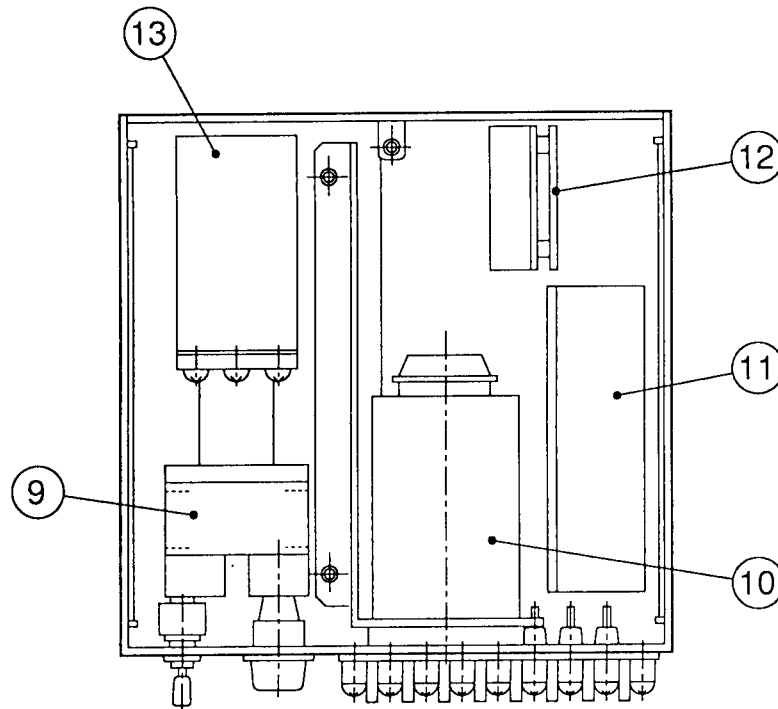
2. GERÄTEAUFBAU

2.1 Gehäuse



Nr.	Bezeichnung	Funktion
1	Gehäuse	Schutz der internen Komponenten.
2	Schraube	Fixierung Gehäuseabdeckung.
3	Hauptschalter	Spannungsversorgung.
4	Sicherung	3A
5	Anschlußklemmen	Anschluß Eingang/Ausgangssignale
6	Meßgaseingang	Anschluß Meßgaseingang.
7	Meßgasausgang	Anschluß Meßgasausgang.
8	Temperaturanzeige	Anzeige der Sensortemperatur.

2.2 Interner Aufbau

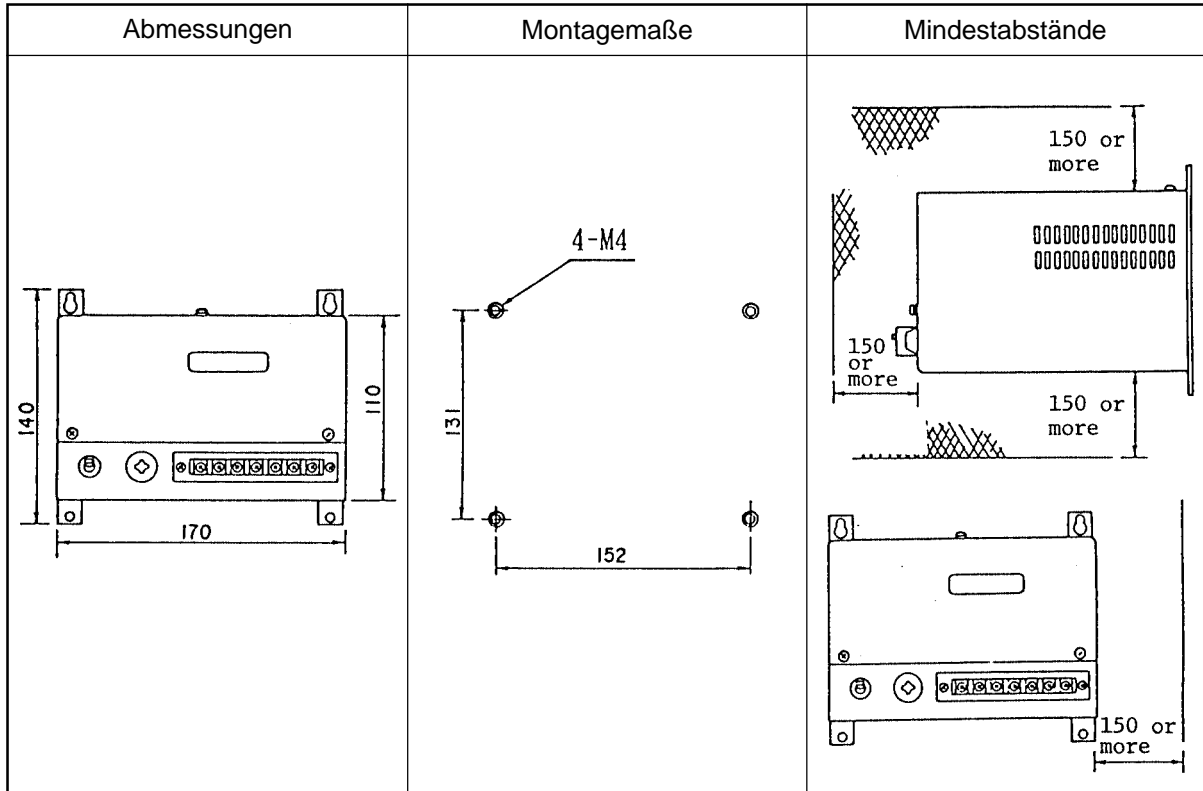


Nr.	Bezeichnung	Funktion
9	Sauerstoffsensor	Liefert ein sauerstoffgehaltabhängiges Signal.
10	Temperaturregler	Temperaturregelung der Sensorheizung auf 800°C
11	DC Netzteil	+12V DC-Versorgung der Verstärkerplatine.
12	Verstärker Platine	Liefert ein 0-1V Signal entsprechend 20,6 bis 0,05% O ₂ (ZFK 7: direkter Ausgang vom Sensor)
13	Gaszuführung	Probengaszuführung zum Sauerstoffsensor.

3. INSTALLATION

3.1 Einbau

(Einheit: mm)



- Installation an einer vertikalen Fläche mit nach unten zeigenden Gasanschlüssen.
- Allseitige Mindestabstände einhalten, diese sind erforderlich für ausreichende Wärmeabfuhr und Zugänglichkeit bei Wartungsarbeiten.
- Gerät nicht mit der Vorderseite nach oben weisend mit Spannung versorgen. Dies könnte den Sensor beschädigen.
- Gerät nur an einem sorgfältig ausgewählten Ort installieren.
- Der Installationsort sollte so gewählt werden, daß keine großen Temperaturschwankungen auftreten sowie stets normale Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit vorherrschen.
- Der Installationsort muß frei sein von direkter Sonnenbestrahlung und anderen Wärmequellen.
- Der Analysator ist für den "Indoor"-Bereich konzipiert. Bei Installation außerhalb umbauter Räume ist das Gerät entsprechend vor Regen und Feuchtigkeit zu schützen.
- Am Installationsort dürfen keine brennbaren oder korrosiven Gase vorhanden sein.

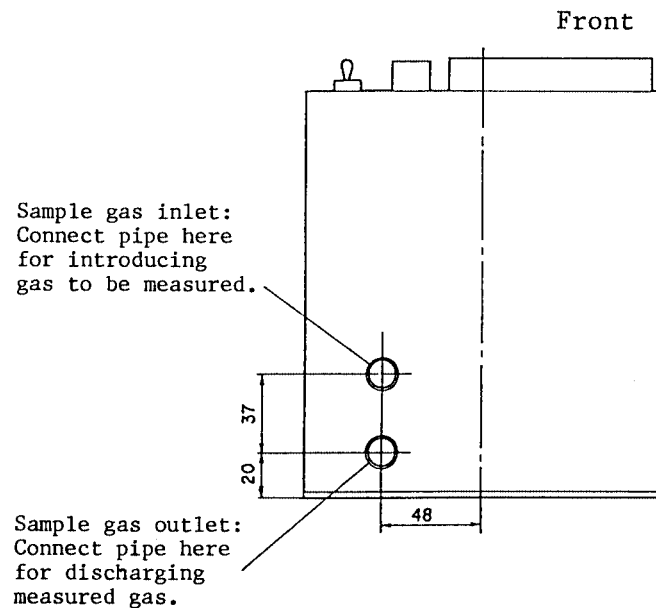
3.2 Gasanschlüsse

(1) Ausführung Gasanschlüsse

Die Gasleitungen für die Zu- und Abfuhr von Meßgas werden an der Unterseite hergestellt. Zum Anschluß stehen Rc 1/4" (NPT 1/4") Innengewinde zur Verfügung. Für Leitungen dürfen nur korrosionsbeständige Materialien wie z.B. Teflon, Edelstahl oder Polyethylen eingesetzt werden. Die Zuleitungen sollten einen Innendurchmesser von 4mm haben und so kurz als möglich sein, um die Totzeit möglichst gering zu halten. Die eingesetzten Leitungen und Verschraubungen müssen frei von Staub oder Partikeln sein, eindringende Fremdkörper können das Gerät beschädigen.

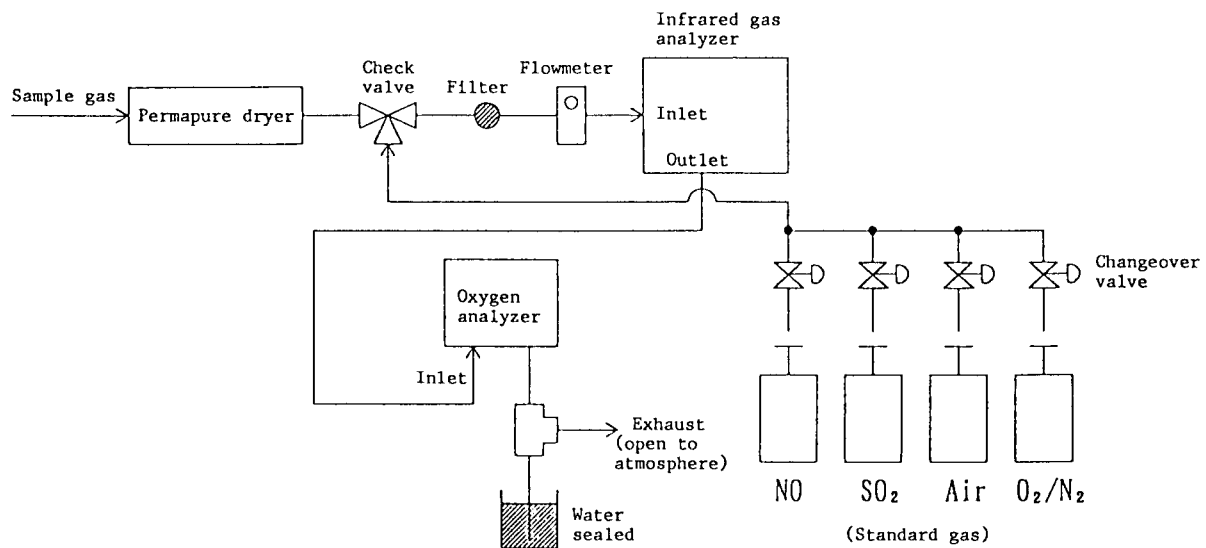
Da das Sensorabgas Anteile an Schwefelsäure und/oder verschiedenen Oxiden enthalten kann, die über die Abgasleitung abgeführt werden, ist ein Innendurchmesser von 8mm erforderlich. Die Leitung muß für Reinigungsarbeiten leicht erreichbar sein und es dürfen keine weiteren Analysatoren oder Probeaufbereitungskomponenten angeschlossen werden.

Ein Abscheider für etwaig anfallendes Kondensat (Verätzungsgefahr!) ist vorzusehen. Das über den Kondensatabscheider geführte Abgas des Sensors ist ins Freie abzuleiten.



(2) Verschlauchungskonfiguration

Nachfolgende Abbildung zeigt einen typischen Aufbau.



3.3 Probenmessung

! GEFAHR

- Dieses Gerät ist nicht explosionsgeschützt ausgeführt. Es darf nicht in Bereichen mit explosiven Gasen betrieben werden um Explosion, Feuer oder gefährliche Unfälle zu vermeiden.

3.3.1 Probengasanforderungen

- Der in der Probe enthaltene Staub muß vor der Analyse entfernt werden. Die letzte Filterstufe muß eine Feinheit von $0.3\mu\text{m}$ aufweisen.
- Der Taupunkt des Probengases muß unter der Umgebungstemperatur liegen, um Kondensation im Gerät zu vermeiden. Enthält das zu messende Gas Feuchtigkeit, so muß der Taupunkt mittels eines Meßgastrockners auf 0°C abgesenkt werden.
- Enthält das zu messende Gas SO_3 und/oder andere Aerosole, dann sind diese durch geeignete Säurefilter, Kühler oder andere Maßnahmen zu entfernen.
- Stark korrosive Gase im Meßgas wie z.B. Cl_2 , F_2 und HCl verkürzen die Sensorlebensdauer. Schädliche Gase wie z.B. Si-Dampf, Alkalimetalle, P, Pb und SO_2 (über 1000ppm) verkürzen ebenfalls die Sensorlebensdauer.
- Die Meßgastemperatur muß im Bereich von $0-50^\circ\text{C}$ liegen. Niemals Gase mit höher Temperatur zuführen.
- Brennbare Gase wie H_2 und CO verbrauchen O_2 durch Reaktion am Sensor und verursachen einen Meßfehler.

3.3.2 Probendurchfluß

Der Probendurchfluß durch den Sensor beträgt 0.5 ± 0.25 L/min.

3.3.3 Prüfgasanforderungen

Zur Kalibrierung sind folgende Gase erforderlich:

Nullgas (Spangas bezogen auf Messung)	Luft *
Spangas (Nullgas bezogen auf Messung)	1 bis 2% O ₂ /N ₂

* Bei Verwendung des 0 - 10% O₂ Bereichs kann ein Prüfgas mit 9 -10 % O₂/N₂ als Nullgas verwendet werden (Spangas bezogen auf Messung).

! WARNUNG

- Das Gerät muß vorschriftsmäßig geerdet werden. Bei nicht korrekter Erdung besteht die Gefahr von elektrischen Schlägen oder von Fehlfunktionen.

3.4 Elektrischer Anschluß

An der Gerätevorderseite sind außenliegende M4 Anschlußklemmen zur Herstellung der erforderlichen elektrischen Verbindungen vorhanden. Für die Verdrahtung des Ausgangssignals ist ein geschirmtes Kabel zur Reduktion von Störeinstreuungen erforderlich. Anschlüsse gemäß Fig. 3-1.

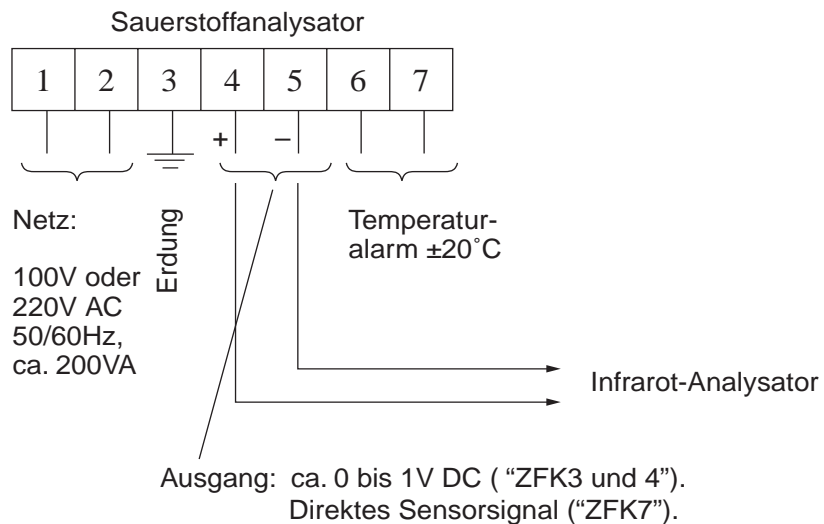


Fig. 3-1 Belegung Anschlußklemmen

4. BETRIEB

4.1 Betriebshinweise

Lesen Sie die Betriebsanleitung des Infrarot-Gasanalytators der in Kombination mit diesem Sauerstoffanalysator betrieben wird und beachten Sie die darin angeführten Hinweise. Die Aufwärmzeit des Sauerstoffanalytators beträgt mindestens 30 Minuten.

4.2 Meßvorbereitungen

(1) Installationsprüfung

Prüfung ob elektrische Anschlüsse und Verschlauchung korrekt durchgeführt wurden.

(2) Einschalten

Nach einschalten des Hauptschalters wird die aktuelle Sensortemperatur angezeigt.

Prüfen ob sich der Temperaturregler im PV (Prozess Variable) Modus befindet. Falls sich der Regler im SV (Set Variable) Modus befindet, ist die Gehäuseabdeckung abzunehmen und durch drücken der PV/SV Taste in den PV Modus zu wechseln.

(3) Aufheizen

Das Gerät mit Nullgas (Luft) beströmen und abwarten bis die Betriebstemperatur von $800\pm 5^{\circ}\text{C}$ (ca.30 Minuten) erreicht ist.

(4) Kalibrierung

Kalibrierung des Nullpunkts (Luft) und der Empfindlichkeit gemäß Betriebsanleitung des in Kombination verwendeten Infrarot-Gasanalytators.

4.3 Messbetrieb

Gerät mit dem zu messenden Gas beströmen.

4.4 Abschalten

Bevor das Gerät abgeschaltet werden kann, muß der Sensor mindestens für 5 Minuten mit sauberer Umgebungsluft beströmt werden um korrosive und kondensierbare Gasanteile auszuspülen. Anschließend mit dem Hauptschalter die Spannungsversorgung unterbrechen.

5. WARTUNG

GEFAHR

- Enthält das Kalibriergas giftige Komponenten wie z.B. CO oder andere giftige Gase, so sind bei der Handhabung zur Vermeidung von Vergiftungen entsprechende Schutzmaßnahmen zu treffen.

WARNUNG

- Zur Vermeidung elektrischer Schläge ist vor Arbeiten die Netzspannung abzuschalten.
- Zur Vermeidung von Verbrennungen ist vor Reinigung der Meßgasausgangsleitung die Netzspannung abzuschalten und das Abkühlen der Leitungen abzuwarten.

5.1 Tägliche Kontrollen

(1) Null- (Luft) und Endpunktkalibrierung

- ① Kalibrierung des Nullpunkts gemäß Betriebsanleitung des Infrarotanalysators.
- ② Kalibrierung der Empfindlichkeit (nach zuvor erfolgter Nullpunktkalibrierung).
- ③ Nullpunkt und Empfindlichkeit sollten wöchentlich oder nach Erfordernis kalibriert werden.

(2) Überprüfung Probendurchfluß

Tägliche Kontrolle ob der Probendurchfluß 0.5 ± 0.25 L/min beträgt.

(3) Überprüfung Ausgangsignal und Temperaturanzeige

(a) Sauerstoffausgangsignal

Bei keinem oder verzögerten Ansprechen auf Änderungen der Sauerstoffkonzentration ist die Verschlauchung auf Undichtigkeiten oder Verstopfungen zu kontrollieren.

(b) Temperaturanzeige

- Prüfen ob Regler den Ist-Wert (PV) anzeigt. Wird der Soll-Wert (SV) angezeigt, ist die Gehäuseabdeckung abzunehmen und der Regler durch drücken der PV/SV Taste in den Ist-Wert Modus zu schalten. Andere Tasten nicht betätigen.
- Temperatursollwert auf $800 \pm 5^\circ\text{C}$ einstellen.
- Wird auf der Anzeige des Temperaturreglers "UUUU" angezeigt, dann liegt ein Fehler in der Verdrahtung oder ein Defekt des Thermoelements vor.

In diesem Fall den Widerstand an den Anschlüssen 3 und 4 am Sauerstoffsensor prüfen. Es sollte ein Widerstand von ca. 2 bis 3Ω gemessen werden.

5.2 Reinigung Gasausgang

In Abhängigkeit von der Probengaszusammensetzung können sich Schwefelaerosole oder Oxide in der Meßgasausgangsleitung ablagern. Bevor die Ausgangsleitung gereinigt werden kann, ist aus sicherheitsgründen die Netzspannung abzuschalten und erst nach Abkühlung der Ausgangsleitung die Reinigung durchzuführen.

ANHANG

1. Technische Daten

Sensortyp:	Zirkoniumoxid Feststoffelektrolyt
Messbereich:	Kleinster Bereich 0 bis 5 Vol% , größter Bereich 0 bis 25 Vol% in Verbindung mit einem Infrarot-Gasanalysator
Meßkomponente:	Sauerstoff in nicht brennbaren Gasen oder Verbrennungsabgasen (bei Anwesenheit von brennbaren Gasen überhitzt der Sensor und es tritt ein Meßfehler auf)
Ausgangssignal:	4 - 20mA DC und 0 - 1V DC linear oder direktes Sensorsignal, in Verbindung mit einem Infrarot-Gasanalysator
Sensorsignal:	Zirkoniumsensor-Ausgangsspannung (bei einer Sensortemperatur von 800°C)
	$E = 50.74 \log \frac{20.6}{X} - B$ <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> E: Sensorsignal (mV) X: gemessene Konzentration (%O₂) </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> B: Offset (mV) </div>
Temperaturalarm:	Kontakt, Normal geschlossen, Belastbarkeit: 220V AC, 1A (ohmsche Last)
Reproduzierbarkeit:	±0.5% v. MB (bei angeschlossenem IR-Analysator)
Probenmenge:	0.5±0.25 Liter/Minute (bei angeschlossenem IR-Analysator)
Ansprechzeit:	T90 ca. 20s (bei angeschlossenem IR-Analysator)
Aufheizzeit:	ca. 30 Minuten
Umgebungstemperatur:	0 - 45°C
Feuchtigkeit:	90% RH, nicht kondensierend
Montageart:	Wandmontage (Indoor)
Gasanschlüsse:	Rc1/4" (NPT1/4" Innengewinde)
Abmessungen (HxBxT):	140x170x189.3mm
Gewicht:	ca. 3.5kg
Farbe:	Munsell 5Y7/1
Gerätecode:	siehe Tabelle

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Beschreibung	
Z	F	K		Y	Y		4		Y	0	Y	Y		
			3											Meßsystem, mit oder ohne Zulassung*
			4											Zirkonium Oxygen Analysator (ohne Zulassung)
			7											Zirkonium Oxygen Analysator (mit Zulassung)
														Zirkonium Oxygen Analysator (direkt. Sensorausgang)
														Spannung
						1								90 bis 126V AC, 50/60Hz
						3								200 bis 240V AC, 50/60Hz
														Gas Ein/Ausgang
								1						Rc1/4
								8						NPT1/4

* geprüft nach japanischen Richtlinien.

Fuji Electric Systems Co., Ltd.

Head office
6-17, Sanbancho, Chiyoda-ku, Tokyo 102-0075, Japan
<http://www.fesys.co.jp>

Fuji Electric Instruments Co., Ltd.

Sales Div.
International Sales Dept.
No.1, Fuji-machi, Hino-city, Tokyo 191-8502, Japan
Phone: 81-42-585-6201, 6202 Fax: 81-42-585-6187
<http://www.fic-net.co.jp>



BETRIEBSANLEITUNG

NO₂/NO KONVERTER
TYPE: ZDL021

TN1ZDL02-D

Fuji Electric Systems Co., Ltd.

Head office
6-17, Sanbancho, Chiyoda-ku, Tokyo 102-0075, Japan
<http://www.fesys.co.jp>

Fuji Electric Instruments Co., Ltd.

Sales Div.
International Sales Dept.
No.1, Fuji-machi, Hino-city, Tokyo 191-8502, Japan
Phone: 81-42-585-6201, 6202 Fax: 81-42-585-6187
<http://www.fic-net.co.jp/eng>

Wir bedanken uns, daß Sie sich für den Fuji Electric's NO₂/NO Konverter entschieden haben.
Vor Inbetriebnahme des Geräts ist diese Betriebsanleitung komplett zu lesen und muß verstanden werden.
Die nachfolgend angeführten Sicherheitshinweise müssen beachtet und vollständig eingehalten werden.

WARNUNG



Verbrennungsgefahr, heiße Oberfläche,
Konverterblock nicht berühren.

1. ÜBERSICHT

Der NO₂/NO Konverter ist in Verbindung mit einem NO_x oder NH₃ Gasanalysator, der für Verbrennungsabgase geeignet ist, einzusetzen. Der Konverter ist mit einem speziellen Katalysator zur effizienten Umsetzung von NO₂ zu NO befüllt.

2. SPEZIFIKATIONEN

Katalysator	: Kohlenstoff, Austausch alle 8 Monate
Gasfluß	: ca. 0.5L/min.
Betriebstemperatur	: 210±10°C
Temperaturfühler	: Thermoelement Type K
Spannung	: 100V AC, 50/60Hz
Leistungsaufnahme	: ca. 85VA
Gasanschlüsse, Ein/Aus	: 5.5mm Innen ϕ Steckanschluß zum Einführen von Schläuchen mit 6mm Aussen ϕ

3. AUFBAU

Der Konverter besteht aus einer Konvertereinheit und einem Temperaturregler.

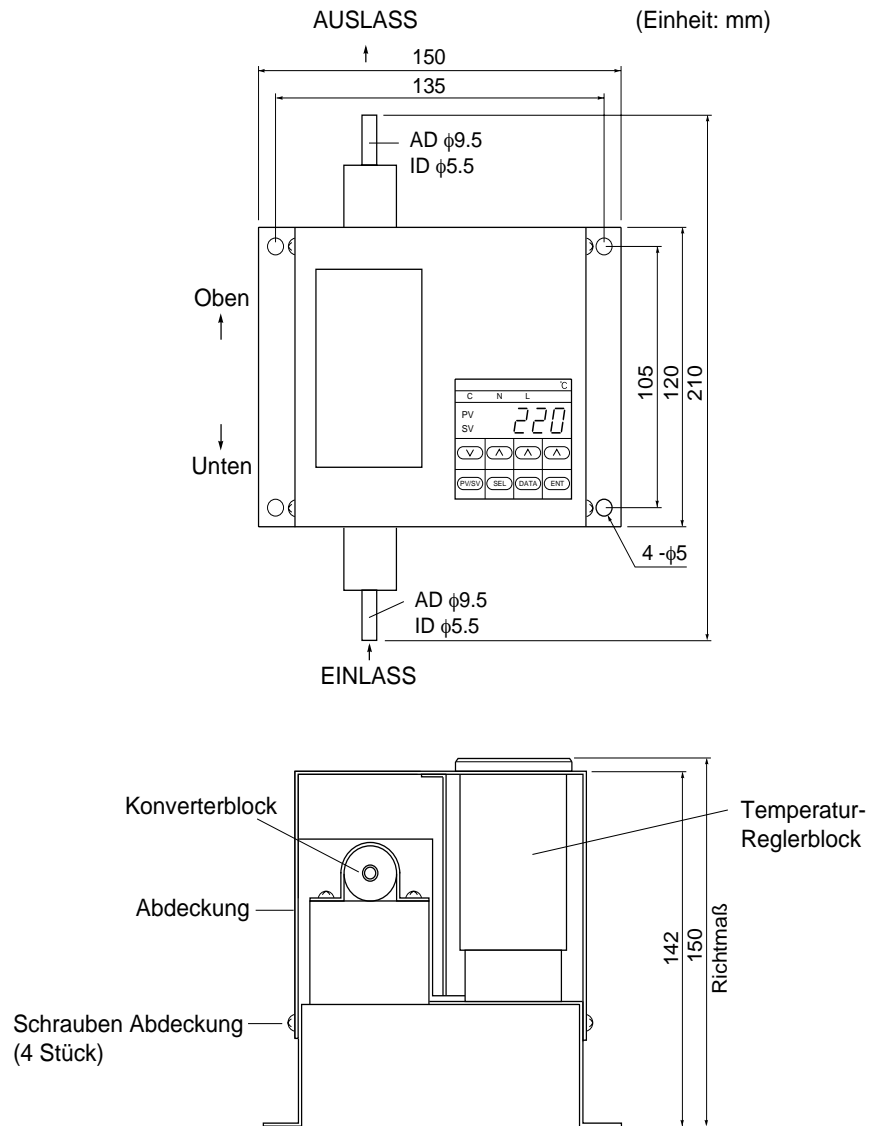


Fig. 1 Aufbau

4. ELEKTRISCHER ANSCHLUSS

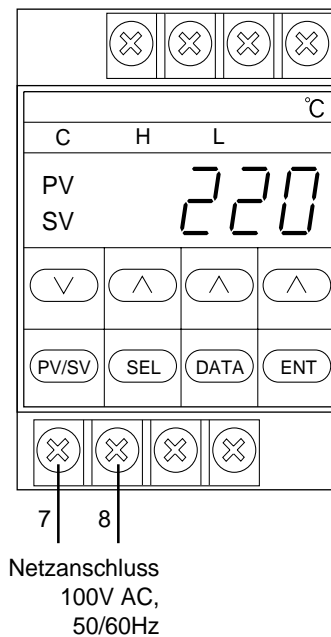


Fig. 2 Elektroanschluss

5. BETRIEB

- (1) Der Konverter ist ausschließlich senkrecht zu installieren, ein schräger oder oder seitlicher Einbau ist nicht zulässig.
- (2) Konverter mit Katalysator befüllen (siehe Kapitel "6 . Austausch des Katalysators").
- (3) Meßgasleitungen am Konverterblock anschließen, Flußrichtung von unten (Meßgaseingang) nach oben (Meßgasausgang), (siehe Kapitel "3. AUFBAU").
- (4) Anschluss der Versorgungsspannung gemäß Elektroanschlusschema. (siehe Kapitel "4. ELEKTRISCHER ANSCHLUSS").
- (5) Der Konverter beginnt zu arbeiten sobald Spannung angelegt wird. Der Sollwert des Temperaturreglers (*) ist werkseitig auf 220°C eingestellt und muß nicht verändert werden.
- (6) Katalysator und Filter müssen alle 8 Monate erneuert werden.

(*) Einstellung NO₂/NO Konvertertemperatur (PYZ4TCY2-0D).

- (a) Durch drücken der PV/SV Taste wird zwischen PV und SV Anzeigemodus umgeschaltet. (Normalanzeige ist PV (Prozess Variable)).
- (b) Im SV (Set Value) Modus 220°C durch drücken der oder Tasten einstellen und mit ENT Taste bestätigen. (200°C erforderlich für NO/CO Analysator.)
- (c) Weitere Parameter sind werkseitig konfiguriert und müssen nicht verändert werden.
- (d) Der Temperaturregler ist mit einem elektronischen Halbleiterrelais (SSR) ausgestattet.

6. AUSTAUSCH DES KATALYSATORS



Verbrennungsgefahr, geeignete Schutzausrüstung erforderlich, Katalysatorblock ist heiß.

- (1) Versorgungsspannung abschalten.
- (2) Nach 30 Minuten Abkühlung den Temperaturregler und die Abdeckung abnehmen. Die Abdeckung ist mit den seitlichen Schrauben befestigt.
- (3) Entfernen der oberen und unteren Endabschlüsse (1) wie in Fig. 3 dargestellt. Jeder Endabschluß kann durch schrittweises verschieben mit einem breiten Schraubendreher abgenommen werden. Es muß jedoch darauf geachtet werden, daß keine Beschädigungen am Keramischen Heizer verursacht werden.
- (4) Entfernen der Haltevorrichtung (2) durch senkrecht herausziehen.
[WARNUNG] Gefahr von herausfallendem Katalysator (3) und Filter (4), Auffangbehälter unterhalten.
- (5) Filter (4) am oberen Ende der Haltevorrichtung (2) ansetzen und von unten einschieben. Neuen Katalysator (3) mit einem Trichter einfüllen.
- (6) Am oberen Ende den Filter (4) wieder einsetzen und den Endabschluß montieren. Nach wiederherstellen der Gasanschlüsse die Versorgungsspannung wieder einschalten.

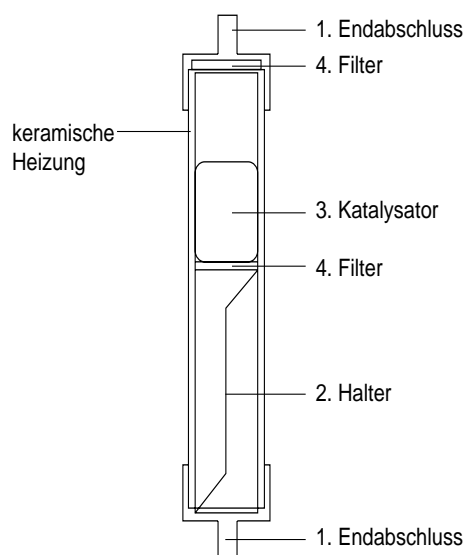


Fig. 3 Katalysatorbefüllung

7. VERSCHLEISSTEILE

- (1) NO₂/NO catalyst : TK726891C5 × 1
- (2) Filter ϕ 16 : TK7G7102P1 × 1