

**TÜV RHEINLAND
ENERGIE UND UMWELT GMBH**



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung AF 22e der Firma Environment S.A. für die Komponente SO₂

TÜV-Bericht: 936/21228317/C
Köln, 18. Dezember 2015

www.umwelt-tuv.de



teu-service@de.tuv.com

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

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Geruchsstoffen;
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung;
- Feuerraummessungen;
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung
- Bestimmung der Schornsteinhöhen und Immissionsprognosen für Schadstoffe und Geruchsstoffe;
- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen und Vibrationen, Bestimmung von Schalleistungspegeln und Durchführung von Schallmessungen an Windenergieanlagen

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Die Akkreditierung ist gültig bis 22-01-2018 und gilt für den unter der Urkundenanlage D-PL-11120-02-00 festgelegten Umfang.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

**TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
D - 51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-5200, Fax: 0221 806-1349**

Leerseite



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung AF 22e
der Firma Environnement S.A. für die Komponente SO₂

Geprüftes Gerät:	AF 22e
Hersteller:	Environnement S.A. 111, bd Robespierre 78304 Poissy Cedex Frankreich
Prüfzeitraum:	April 2015 bis Oktober 2015
Berichtsdatum:	18. Dezember 2015
Berichtsnummer:	936/21228317/C
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Martin Schneider Tel.: +49 221 806-1614 martin.schneider@de.tuv.com
Berichtsumfang:	Bericht: 115 Seiten Handbuch ab Seite 115 Handbuch mit 86 Seiten Gesamt 202 Seiten

Leerseite

Inhaltsverzeichnis

1.	KURZFASSUNG UND BEKANNTGABEVORSCHLAG	11
1.1	Kurzfassung	11
1.2	Bekanntgabevorschlag	12
1.3	Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse	13
2.	AUFGABENSTELLUNG.....	22
2.1	Art der Prüfung	22
2.2	Zielsetzung.....	22
3.	BESCHREIBUNG DER GEPRÜFTEN MESSEINRICHTUNG	23
3.1	Messprinzip	23
3.2	Umfang und Aufbau der Messeinrichtung.....	25
4.	PRÜFPROGRAMM	29
4.1	Allgemeines.....	29
4.2	Laborprüfung	30
4.3	Feldtest	30
5.	REFERENZMESSVERFAHREN	31
6.	PRÜFERGEBNISSE NACH VDI 4203 BLATT 3.....	32
6.1	4.1.1 Messwertanzeige	32
6.1	4.1.2 Wartungsfreundlichkeit.....	33
6.1	4.1.3 Funktionskontrolle.....	34
6.1	4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten	35
6.1	4.1.5 Bauart	36
6.1	4.1.6 Unbefugtes Verstellen.....	37
6.1	4.1.7 Messsignalausgang	38
6.1	5.1 Allgemeines	39



6.1	5.2.1 Zertifizierungsbereiche	40
6.1	5.2.2 Messbereich	41
6.1	5.2.3 Negative Messsignale	42
6.1	5.2.4 Stromausfall	43
6.1	5.2.5 Gerätefunktionen	44
6.1	5.2.6 Umschaltung	45
6.1	5.2.7 Wartungsintervall	46
6.1	5.2.8 Verfügbarkeit	47
6.1	5.2.9 Gerätesoftware	48
6.1	5.3.1 Allgemeines	49
6.1	5.3.2 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt	50
6.1	5.3.3 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt	51
6.1	5.3.4 Linearität (Lack-of-fit)	52
6.1	5.3.5 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks	53
6.1	5.3.6 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur	54
6.1	5.3.7 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	55
6.1	5.3.8 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	56
6.1	5.3.9 Querempfindlichkeit	57
6.1	5.3.10 Mittelungseinfluss	58
6.1	5.3.11 Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	59
6.1	5.3.12 Langzeitdrift	60
6.1	5.3.13 Kurzzeitdrift	61
6.1	5.3.14 Einstellzeit	62
6.1	5.3.15 Differenz zwischen Proben- und Kalibriereingang	63
6.1	5.3.16 Konverterwirkungsgrad	64
6.1	5.3.17 Anstieg der NO ₂ -Konzentration durch Verweilen im Messgerät	65
6.1	5.3.18 Gesamtunsicherheit	66

7.	PRÜFERGEBNISSE NACH DIN EN 14212 (2012)	67
7.1	8.4.3 Einstellzeit.....	67
7.1	8.4.4 Kurzzeitdrift.....	71
7.1	8.4.5 Wiederholstandardabweichung	75
7.1	8.4.6 Abweichung von der Linearität bei der Kalibrierfunktion	78
7.1	8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks	83
7.1	8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur	85
7.1	8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	87
7.1	8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	90
7.1	8.4.11 Störkomponenten.....	92
7.1	8.4.12 Mittelungsprüfung	95
7.1	8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang	98
7.1	8.5.4 Langzeitdrift	100
7.1	8.5.5 Vergleichstandardabweichung für SO ₂ unter Feldbedingungen	103
7.1	8.5.6 Kontrollintervall	105
7.1	8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes.....	106
7.1	8.6 Gesamtmessunsicherheit nach Anhang E der DIN EN 14212 (2012).....	108
8.	EMPFEHLUNGEN ZUM PRAXISEINSATZ.....	113
9.	LITERATURVERZEICHNIS	114
10.	ANLAGEN.....	115

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Geprüfter Messbereich.....	11
Tabelle 2:	Gerätetechnische Daten AF 22e (Herstellerangaben)	28
Tabelle 3:	Zertifizierungsbereiche VDI 4202-1 und DIN EN 14212.....	40
Tabelle 4:	Ermittlung der Verfügbarkeit.....	47
Tabelle 5:	Einstellzeiten der beiden Messeinrichtungen AF 22e für SO ₂	69
Tabelle 6:	Einzelwerte der Einstellzeit für die Komponente SO ₂	70
Tabelle 7:	Ergebnisse der Kurzzeitdrift	72
Tabelle 8:	Einzelwerte der Prüfung zur Kurzzeitdrift (Anfangswerte).....	73
Tabelle 9:	Einzelwerte der Prüfung zur Kurzzeitdrift (Endwerte)	74
Tabelle 10:	Wiederholstandardabweichung am Null- und Referenzpunkt	76
Tabelle 11:	Einzelergebnisse der Untersuchung zur Wiederholstandardabweichung.....	77
Tabelle 12:	Abweichungen der Analysenfunktion für SO ₂	80
Tabelle 13:	Einzelwerte „lack of fit“ Prüfung.....	82
Tabelle 14:	Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks	84
Tabelle 15:	Einzelwerte der Überprüfung der Empfindlichkeit gegen Änderungen des Probengasdrucks	84
Tabelle 16:	Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur	86
Tabelle 17:	Einzelwerte der Bestimmung des Einflusses des Probengastemperatur für SO ₂	86
Tabelle 18:	Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Null- und Referenzpunkt für Gerät 1 und Gerät 2	88
Tabelle 19:	Einzelwerte zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Umgebungstemperatur für SO ₂	89
Tabelle 20:	Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung am Null- und Referenzpunkt.....	91
Tabelle 21:	Einzelwerte der Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	91
Tabelle 22:	Störkomponenten nach DIN EN 14212	93
Tabelle 23:	Einfluss der geprüften Störkomponenten (c _t = 131 nmol/mol).....	93
Tabelle 24:	Einzelwerte der Untersuchung gegenüber Störkomponenten.....	94
Tabelle 25:	Einzelwerte der Untersuchung zum Mittelungseinfluss.....	97
Tabelle 26:	Einzelwerte der Prüfung der Differenz zwischen Proben und Kalibriergaseingang	99
Tabelle 27:	Ergebnisse der Langzeitdrift am Nullpunkt Komponente SO ₂	101
Tabelle 28:	Ergebnisse der Langzeitdrift am Referenzpunkt Komponente SO ₂	101
Tabelle 29:	Einzelwerte der Driftuntersuchungen.....	102
Tabelle 30:	Bestimmung der Vergleichsstandardabweichung auf Basis aller Daten aus dem Feldtest	103
Tabelle 31:	Verfügbarkeit des Messgerätes AF 22e	106
Tabelle 32:	Leistungsanforderungen nach DIN EN 14212	109
Tabelle 33:	Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung für Gerät 1 ..	111
Tabelle 34:	Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfung für Gerät 1	111
Tabelle 35:	Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung für Gerät 2 ..	112
Tabelle 36:	Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfung für Gerät 2	112
Tabelle 37:	Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Mai.....	115
Tabelle 38:	Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Juni	116
Tabelle 39:	Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Juli	117
Tabelle 40:	Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat August.....	118

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Darstellung des AF 22e Analysators	23
Abbildung 2:	Darstellung des AF 22e* Analysators	23
Abbildung 3:	Carbon Kicker	24
Abbildung 4:	Allgemeines Funktionsschema des AF 22e* Analysators	25
Abbildung 5:	Rückseite des AF 22e / AF 22e*	26
Abbildung 6:	Innenansicht des AF 22e	27
Abbildung 7:	AF 22e Testgeräte	29
Abbildung 8:	Anzeige der Softwareversion (hier 1.0.a) im Startmenü	48
Abbildung 9:	Veranschaulichung der Einstellzeit	68
Abbildung 10:	Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 1	80
Abbildung 11:	Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 2	81
Abbildung 12:	Konzentrationsänderung für die Prüfung des Mittelungseinflusses ($t_{SO_2} = t_{zero} = 45$ s)	96
Abbildung 13:	Grafische Darstellung der Vergleichsstandardabweichung im Feld	104

Leerseite

1. Kurzfassung und Bekanntgabevorschlag

1.1 Kurzfassung

Im Auftrag der Firma Environnement S.A. führte die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH die Eignungsprüfung der Messeinrichtung AF 22e für die Komponente SO₂ durch.

Die Prüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien und Anforderungen:

- VDI 4202 Blatt 1: Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung; Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen, vom September 2010
- VDI 4203 Blatt 3: Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen; Prüfprozeduren für Messeinrichtungen von gas- und partikelförmigen Immissionen, vom September 2010
- DIN EN 14212: Außenluft – Messverfahren zur Bestimmung von Schwefeldioxid mit Ultraviolett-Fluoreszenz, vom November 2012

Die Messeinrichtung AF 22e misst die Komponente SO₂ mittels der Ultraviolett-Fluoreszenz-Methode. Das Messprinzip entspricht somit dem EU-Referenzverfahren. Die Untersuchungen erfolgten im Labor und während eines dreimonatigen Feldtests in Köln. Der geprüfte Messbereich war wie folgt:

Tabelle 1: Geprüfter Messbereich

Messkomponente	Messbereich in [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ¹⁾	Messbereich in [ppb] bzw. [nmol/mol]
SO ₂	0 – 1000	0 - 376

¹⁾ Die Angaben beziehen sich auf 20 °C und 101,3 kPa

Bei der Eignungsprüfung wurden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Seitens der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH wird daher eine Veröffentlichung als eignungsgeprüfte Messeinrichtung zur laufenden Aufzeichnung der Immissionskonzentrationen von Schwefeldioxid vorgeschlagen.

1.2 Bekanntgabevorschlag

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

Messeinrichtung:

AF 22e für SO₂

Hersteller:

Environnement S.A., Poissy, Frankreich

Eignung:

zur kontinuierlichen Bestimmung der Immissionskonzentrationen von Schwefeldioxid in der Aussenluft im stationären Einsatz

Messbereiche in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
Schwefeldioxid	0 - 1000	µg/m ³

Softwareversion:

Firmware: 1.0.a

Einschränkungen:

keine

Hinweise:

1. Die Eignungsprüfung umfasst auch die Version AF 22e* (ohne eigenes Display) der Messeinrichtung. In diesem Fall erfolgt die Messwertanzeige über einen zur Messeinrichtung zugehörigen PC bzw. Laptop.
2. Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter www.gal1.de einsehbar.

Prüfbericht:

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Köln
Bericht-Nr.: 936/21228317/C vom 18. Dezember 2015

1.3 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
4 Bauartanforderungen				
4.1 Allgemeine Anforderungen				
4.1.1 Messwertanzeige	Muss vorhanden sein.	Die Messeinrichtung besitzt in der Version AF 22e eine Messwertanzeige. Die Version AF 22e* besitzt keine Messwertanzeige und muss über einen externen PC bedient werden.	ja	32
4.1.2 Wartungsfreundlichkeit	Wartungsarbeiten sollten ohne größeren Aufwand möglichst von außen durchführbar sein.	Wartungsarbeiten sind mit üblichen Werkzeugen und vertretbarem Aufwand von außen durchführbar.	ja	33
4.1.3 Funktionskontrolle	Spezielle Einrichtungen hierzu sind als zum Gerät gehörig zu betrachten, bei den entsprechenden Teilprüfungen einzusetzen und zu bewerten.	Das geprüfte Gerät besitzt keine interne Einrichtung zur Funktionskontrolle.	nicht zutreffend	34
4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten	Die Betriebsanleitung muss hierzu Angaben enthalten.	Die Rüst- und Einlaufzeiten wurden ermittelt.	ja	35
4.1.5 Bauart	Die Betriebsanleitung muss Angaben hierzu enthalten	Die in der Betriebsanleitung aufgeführten Angaben zur Bauart sind vollständig und korrekt.	ja	36
4.1.6 Unbefugtes Verstellen	Muss Sicherung dagegen enthalten.	Die Messeinrichtung ist gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen von Geräteparametern durch einen Passwortschutz gesichert.	ja	37
4.1.7 Messsignalausgang	Muss digital und/oder analog angeboten werden.	Die Messsignale werden analog (0 – 20 mA, 4 – 20 mA bzw. 0 – 1V, 0 – 10 V) und digital (über TCP/IP, RS 232, USB) angeboten.	ja	38

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5. Leistungsanforderungen				
5.1 Allgemeines	Herstellerangaben der Betriebsanleitung dürfen den Ergebnissen der Eignungsprüfung nicht widersprechen.	Differenzen zwischen Geräteausstattung und Handbüchern wurden nicht beobachtet.	ja	39
5.2 Allgemeine Anforderungen				
5.2.1 Zertifizierungsbereiche	Müssen den Anforderungen aus Tabelle 1 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 entsprechen.	Die Beurteilung der Messeinrichtung im Bereich der relevanten Grenzwerte ist möglich.	ja	40
5.2.2 Messbereich	Messbereichsendwert größer oder gleich der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs.	Es ist standardmäßig ein Messbereich von 0 – 1000 µg/m ³ für SO ₂ eingestellt. Andere Messbereiche bis zu maximal 0 – 10 ppm sind möglich. Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung ist größer als die jeweilige obere Grenze des Zertifizierungsbereichs.	ja	41
5.2.3 Negative Messsignale	Dürfen nicht unterdrückt werden (lebender Nullpunkt).	Die Messeinrichtung kann negative Messsignale ausgeben.	ja	42
5.2.4 Stromausfall	Unkontrolliertes Ausströmen von Betriebs- und Kalibriergas muss unterbunden sein; Geräteparameter müssen gegen Verlust durch Pufferung geschützt sein; messbereiter Zustand bei Spannungswiederkehr muss gesichert sein und Messung muss fortgesetzt werden.	Die Messeinrichtung befindet sich bei Spannungswiederkehr in störungsfreier Betriebsbereitschaft und führt selbstständig den Messbetrieb wieder fort.	ja	43
5.2.5 Gerätefunktionen	Müssen durch telemetrisch übermittelbare Statussignale überwachbar sein.	Die Messeinrichtung kann mittels verschiedener Anschlussmöglichkeiten von einem externen Rechner aus umfassend überwacht und gesteuert werden.	ja	44
5.2.6 Umschaltung	Messen/Funktionskontrolle und/oder Kalibrierung muss telemetrisch und manuell lösbar sein.	Grundsätzlich können alle notwendigen Arbeiten zur Funktionskontrolle direkt am Gerät oder aber per telemetrischer Fernbedienung überwacht werden.	ja	45
5.2.7 Wartungsintervall	Möglichst 3 Monate, mindestens 2 Wochen.	Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 4 Wochen.	ja	46

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.2.8 Verfügbarkeit	Mindestens 95 %.	Die Verfügbarkeit betrug für beide Geräte 100 % inkl. prüfungsbedingter Wartezeit.	ja	47
5.2.9 Gerätesoftware	Muss beim Einschalten angezeigt werden. Funktionsbeeinflussende Änderungen sind dem Prüfinstitut mitzuteilen.	Die Version der Gerätesoftware wird im Display angezeigt. Änderungen der Gerätesoftware werden dem Prüfinstitut mitgeteilt.	ja	48
5.3 Anforderungen an Messeinrichtungen für gasförmige Luftverunreinigungen				
5.3.1 Allgemeines	Mindestanforderungen gemäß VDI 4202 Blatt 1.	Die Prüfung und Auswertung erfolgte auf Basis der Mindestanforderungen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) sowie auf Basis der DIN EN 14212 (2012).	ja	49
5.3.2 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt	Die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt darf im Zertifizierungsbereich nach Tabelle 1 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Siehe Kapitel 7.1 8.4.5 Wiederholstandardabweichung.	ja	50
5.3.3 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt	Die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt darf im Zertifizierungsbereich nach Tabelle 1 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Siehe Kapitel 7.1 8.4.5 Wiederholstandardabweichung.	ja	51
5.3.4 Linearität (Lack-of-fit)	Der Zusammenhang zwischen dem Ausgangssignal und dem Wert des Luftbeschaffenheitsmerkmals muss mithilfe einer linearen Analysenfunktion darstellbar sein.	Siehe Kapitel 7.1 8.4.6 Abweichung von der Linearität bei der Kalibrierfunktion	ja	52
5.3.5 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks	Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Siehe Kapitel 7.1 8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks.	ja	53

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.3.6 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur	Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Siehe Kapitel 7.1 8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur.	ja	54
5.3.7 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	Der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Nullpunkt und am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Siehe Kapitel 7.1 8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur.	ja	55
5.3.8 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	Der Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten	Siehe Kapitel 7.1 8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung.	ja	56
5.3.9 Querempfindlichkeit	Die Änderung des Messwerts aufgrund von Störeinflüssen durch die Querempfindlichkeit gegenüber im Messgut enthaltenen Begleitstoffen darf am Nullpunkt und am Referenzpunkt die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Siehe Kapitel 7.1 8.4.11 Störkomponenten.	ja	57

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.3.10 Mittelungseinfluss	Für gasförmige Messkomponenten muss die Messeinrichtung die Bildung von Stundenmittelwerten ermöglichen. Der Mittelungseinfluss darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Siehe Kapitel 7.1 8.4.12 Mittelungsprüfung.	ja	58
5.3.11 Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	Die Standardabweichung aus Doppelbestimmungen ist mit zwei baugleichen Messeinrichtungen in der Feldprüfung zu ermitteln. Sie darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Siehe Kapitel 7.1 8.5.5 Vergleichstandardabweichung für SO ₂ unter Feldbedingungen.	ja	59
5.3.12 Langzeitdrift	Die Langzeitdrift am Nullpunkt und am Referenzpunkt darf in der Feldprüfung die die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Siehe Kapitel 7.1 8.5.4 Langzeitdrift.	ja	60
5.3.13 Kurzzeitdrift	Die Kurzzeitdrift am Nullpunkt und am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) in der Laborprüfung in 12 h (für Benzol in 24 h) und in der Feldprüfung in 24 h nicht überschreiten.	Siehe Kapitel 7.1 8.4.4 Kurzzeitdrift.	ja	61
5.3.14 Einstellzeit	Die Einstellzeit (Anstieg) der Messeinrichtung darf höchstens 180 s betragen. Die Einstellzeit (Abfall) der Messeinrichtung darf höchstens 180 s betragen. Die Differenz zwischen der Einstellzeit (Anstieg) und der Einstellzeit (Abfall) der Messeinrichtung darf maximal 10 % der Einstellzeit (Anstieg) oder 10 s betragen, je nachdem, welcher Wert größer ist.	Siehe Kapitel 7.1 8.4.3 Einstellzeit.	ja	62

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.3.15 Differenz zwischen Proben- und Kalibriereingang	Die Differenz zwischen den Messwerten bei Aufgabe am Proben- und Kalibriereingang darf den Wert der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Siehe Kapitel 7.1 8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang.	ja	63
5.3.16 Konverterwirkungsgrad	Bei Messeinrichtungen mit einem Konverter muss dessen Wirkungsgrad mindestens 98 % betragen.	Nicht zutreffend, da die Messeinrichtung nicht mit einem Konverter arbeitet.	Nicht zutreffend	64
5.3.17 Anstieg der NO ₂ -Konzentration durch Verweilen im Messgerät	Bei NO _x -Messeinrichtungen darf der Anstieg der NO ₂ -Konzentration durch Verweilen im Messgerät die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Nicht zutreffend, da die Messeinrichtung kein NO _x misst.	Nicht zutreffend	65
5.3.18 Gesamtunsicherheit	Die erweiterte Messunsicherheit der Messeinrichtung ist zu ermitteln. Dieser ermittelte Wert darf die in Anhang A, Tabelle A1 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) aufgeführten Vorgaben der anzuwendenden EU-Richtlinien zur Luftqualität nicht überschreiten.	Die Unsicherheitsbetrachtung wurde nach DIN EN 14212(2012) durchgeführt und ist in Kapitel 7.1 8.6 Gesamtmessunsicherheit nach Anhang E der DIN EN 14212 (2012) angegeben.	ja	66
8.4 Anforderungen der DIN EN 14212				
8.4.3 Einstellzeit	Einstellzeit (Anstieg) und Einstellzeit (Abfall) jeweils ≤ 180 s. Differenz zwischen Anstiegs- und Abfallzeit ≤ 10 % relative Differenz oder 10 s, je nachdem welcher Wert größer ist.	Die maximal zulässige Einstellzeit von 180 s wird in allen Fällen deutlich unterschritten. Die maximal ermittelte Einstellzeit beträgt für Gerät 1 43 s und für Gerät 2 46 s.	ja	67

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.4 Kurzzeitdrift	Die Kurzzeitdrift bei Null darf $\leq 2,0$ nmol/mol/12h (entspricht $5,32 \mu\text{g}/\text{m}^3/12\text{h}$) betragen. Die Kurzzeitdrift beim Span-Niveau darf $\leq 6,0$ nmol/mol/12h (entspricht $15,96 \mu\text{g}/\text{m}^3/12\text{h}$) betragen.	Es ergibt sich ein Wert für die Kurzzeitdrift am Nullpunkt von $-0,07$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $0,34$ nmol/mol für Gerät 2. Es ergibt sich ein Wert für die Kurzzeitdrift am Referenzpunkt von $-0,80$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $-0,37$ nmol/mol für Gerät 2.	ja	71
8.4.5 Wiederholstandardabweichung	Die Wiederholstandardabweichung muss sowohl das Leistungskriterium bei Null $\leq 1,0$ nmol/mol (entspricht $2,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$) als auch bei der Prüf-gaskonzentration am Referenzpunkt ≤ 3 nmol/mol (entspricht $7,98 \mu\text{g}/\text{m}^3$) erfüllen.	Es ergibt sich ein Wert für die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt von $0,33$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $0,34$ nmol/mol für Gerät 2. Für die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt ergibt sich ein Wert von $0,49$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $0,48$ nmol/mol für Gerät 2.	ja	75
8.4.6 Abweichung von der Linearität bei der Kalibrierfunktion	Die Abweichung von der Linearität bei der Kalibrierfunktion darf maximal 5 nmol/mol (entspricht $13,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) am Nullpunkt sowie maximal 4 % des Messwertes bei Konzentrationen größer Null betragen.	Für Gerät 1 ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von $-0,52$ nmol/mol am Nullpunkt und maximal $0,92$ % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null. Für Gerät 2 ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von $-0,36$ nmol/mol am Nullpunkt und maximal $0,96$ % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null.	ja	78
8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks	Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks muss $\leq 2,0$ nmol/mol/kPa (entspricht $5,32 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{kPa}$) betragen.	Für Gerät 1 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks von $0,27$ nmol/mol/kPa. Für Gerät 2 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks von $0,41$ nmol/mol/kPa.	ja	83

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur	Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur muss $\leq 1,0$ nmol/mol/K (entspricht $2,66 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{K}$) betragen.	Für Gerät 1 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur von $0,04$ nmol/mol/K. Für Gerät 2 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur von $0,01$ nmol/mol/K.	ja	85
8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	Der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur muss $\leq 1,0$ nmol/mol/K (entspricht $2,66 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{K}$) betragen.	Der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur überschreitet nicht die Anforderungen von maximal $1,0$ nmol/mol/K. In der Unsicherheitsberechnung wird für beide Geräte der größte Empfindlichkeitskoeffizient gewählt. Dies sind für Gerät 1 $0,316$ nmol/mol/K und für Gerät 2 $0,099$ nmol/mol/K.	ja	87
8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	Der Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung muss $\leq 0,30$ nmol/mol/V (entspricht $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{V}$) betragen.	Der Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung b_v überschreitet bei keinem Prüfpunkt die Anforderungen der DIN EN 14212 von maximal $0,30$ nmol/mol/V. In der Unsicherheitsberechnung wird für beide Geräte der größte b_v gewählt. Dies sind für Gerät 1 $0,01$ nmol/mol/V und für Gerät 2 $0,01$ nmol/mol/V.	ja	91
8.4.11 Störkomponenten	Störkomponenten bei Null und bei der Konzentration c_t (beim Niveau des 1-Stunden Grenzwerts = 131 nmol/mol für SO ₂). Die maximal erlaubten Abweichungen betragen für die Störkomponenten H ₂ O und m-Xylol je ≤ 10 nmol/mol und für H ₂ S, NH ₃ , NO und NO ₂ je $\leq 5,0$ nmol/mol.	Es ergibt sich ein Wert für die Querempfindlichkeit am Nullpunkt von $0,49$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $1,10$ nmol/mol für Gerät 2 bei H ₂ O, $-0,46$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $-0,63$ nmol/mol für Gerät 2 bei H ₂ S, $0,14$ nmol/mol für Gerät 1 wie $-0,11$ nmol/mol für Gerät 2 bei NH ₃ , $0,07$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $0,22$ nmol/mol für Gerät 2 bei NO, $0,37$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $0,39$ nmol/mol für Gerät 2 bei NO ₂ , $1,57$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $0,74$ nmol/mol für Gerät 2 bei m-Xylol. Für die Querempfindlichkeit am Grenzwert c_t ergibt sich ein Wert von $-3,48$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $-2,92$ nmol/mol für Gerät 2 bei H ₂ O, $0,32$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $1,57$ nmol/mol für Gerät 2 bei H ₂ S, $-0,59$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $-1,60$ nmol/mol für Gerät 2 bei NH ₃ , $-0,11$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $-1,64$ nmol/mol für Gerät 2 bei NO, $0,60$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $0,87$ nmol/mol für Gerät 2 bei NO ₂ , $3,27$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $3,16$ nmol/mol für Gerät 2 bei m-Xylol.	ja	92

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.12 Mittelungsprüfung	Der Mittelungseinfluss muss bei $\leq 7\%$ des Messwertes liegen.	Das Leistungskriterium der DIN EN 14212 wird mit 5,09 % für Gerät 1 und 5,25 % für Gerät 2 in vollem Umfang eingehalten.	ja	95
8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang	Die Differenz zwischen Proben- und Kalibriergaseingang muss $\leq 1\%$ sein.	Das Leistungskriterium der DIN EN 14212 wird mit -0,33 % für Gerät 1 und 0,06 % für Gerät 2 in vollem Umfang eingehalten.	ja	98
8.5.4 Langzeitdrift	Die Langzeitdrift bei Null darf maximal $\leq 5,0$ nmol/mol (entspricht 10,64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) betragen. Die Langzeitdrift beim Spannniveau darf maximal $\leq 5\%$ des Zertifizierungsbereiches (entspricht 18,8 nmol/mol bei einem Messbereich von 0 bis 376 nmol/mol) betragen.	Die maximale Langzeitdrift am Nullpunkt DI,z liegt bei 0,63 nmol/mol für Gerät 1 und 0,74 nmol/mol für Gerät 2. Die maximale Langzeitdrift am Referenzpunkt DI,s liegt bei 0,75 % für Gerät 1 und -0,57 % für Gerät 2.	ja	100
8.5.6 Kontrollintervall	Das Wartungsintervall muss mindestens 2 Wochen betragen.	Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 4 Wochen.	ja	105
8.5.5 Vergleichsstandardabweichung für SO ₂ unter Feldbedingungen	Die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen darf maximal $\leq 5\%$ des Mittels über eine Zeitspanne von 3 Monaten betragen.	Die Vergleichsstandardabweichung für SO ₂ unter Feldbedingungen betrug 1,24 % bezogen auf den Mittelwert über die Dauer des Feldtests von 3 Monaten. Damit sind die Anforderungen der DIN EN 14212 eingehalten.	ja	103
8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes	Die Verfügbarkeit des Messgerätes muss $\geq 90\%$ betragen	Die Verfügbarkeit beträgt 100 %. Somit ist die Anforderung der EN 14212 erfüllt.	ja	106

2. Aufgabenstellung

2.1 Art der Prüfung

Im Auftrag der Environnement S.A. wurde von der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH eine Eignungsprüfung für die Messeinrichtung AF 22e vorgenommen. Die Prüfung erfolgte als vollständige Eignungsprüfung.

2.2 Zielsetzung

Die Messeinrichtung soll den Gehalt an SO₂ in der Umgebungsluft in folgendem Konzentrationsbereich bestimmen:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
Schwefeldioxid	0 - 1000	µg/m ³

Die Messeinrichtung AF 22e misst die Komponente SO₂ mittels der Ultraviolett-Fluoreszenz-Methode.

Die Eignungsprüfung wurde anhand der aktuellen Richtlinien zur Eignungsprüfung unter Berücksichtigung der neuesten Entwicklungen durchgeführt.

Die Prüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien:

- VDI 4202 Blatt 1: Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung; Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen, vom September 2010
- VDI 4203 Blatt 3: Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen; Prüfprozeduren für Messeinrichtungen von gas- und partikelförmigen Immissionen, vom September 2010
- DIN EN 14212: Außenluft – Messverfahren zur Bestimmung von Schwefeldioxid mit Ultraviolett-Fluoreszenz, vom November 2012

3. Beschreibung der geprüften Messeinrichtung

Die Immissionsmesseinrichtung AF 22e ist ein kontinuierlicher Schwefeldioxid Analysator. Er verwendet das Messprinzip der UV-Fluoreszenz. Das Gerät wurde zur kontinuierlichen Messung von Schwefeldioxid in der Umgebungsluft entwickelt.



Abbildung 1: Darstellung des AF 22e Analysators



Abbildung 2: Darstellung des AF 22e* Analysators

3.1 Messprinzip

Das Messprinzip des AF 22e basiert auf dem Prinzip der UV-Fluoreszenz entsprechend dem Lambert-Beer'schen Gesetz.

Die Probenahme erfolgt über eine Pumpe am Kreislaufende über ein an der Rückseite des Gerätes angebrachtes Teflonrohr. Der Staubschutz ist durch einen Teflonfilter gewährleistet.

Die zu analysierende Probe wird zuerst durch einen Carbon-Kicker geleitet, der die enthaltenen aromatischen Kohlenwasserstoffe beseitigt. Dieser Carbon Kicker besteht aus zwei konzentrischen Röhren wobei das Innenrohr aus einem speziellen Polymer gefertigt ist.

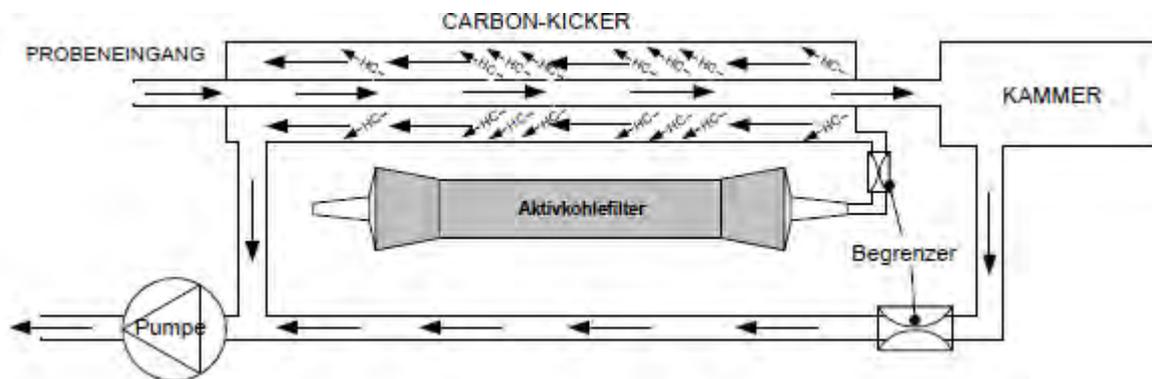


Abbildung 3: Carbon Kicker

Die zu analysierende mit aromatischem Kohlenwasserstoffen belastete Probe wird über das Innenrohr zugeführt. Die aromatischen Kohlenwasserstoffmoleküle gelangen durch Permeation zum externen, mit Nullluft gespülten, Rohr. Danach wird die kohlenwasserstofffreie Probe in eine Reaktionskammer geleitet, in der sie mit ultraviolettem Licht (zentriert auf 214 nm) bestrahlt wird. Die Wellenlänge von 214 nm entspricht der Absorptionswellenlänge von SO₂-Molekülen.

Eine Photodiode misst die von der UV Lampe erzeugte ultraviolette Strahlung. Diese Messung wird bei der Signalaufbereitung berücksichtigt, um eventuelle Schwankungen der UV Energie auszugleichen.

Die Moleküle geben im ultravioletten Licht eine spezifische Fluoreszenz ab, die am Ausgang optisch zwischen 300 und 400 nm gefiltert wird. Diese Fluoreszenz wird durch das PM-Rohr in der Nähe der Reaktionskammer visualisiert.

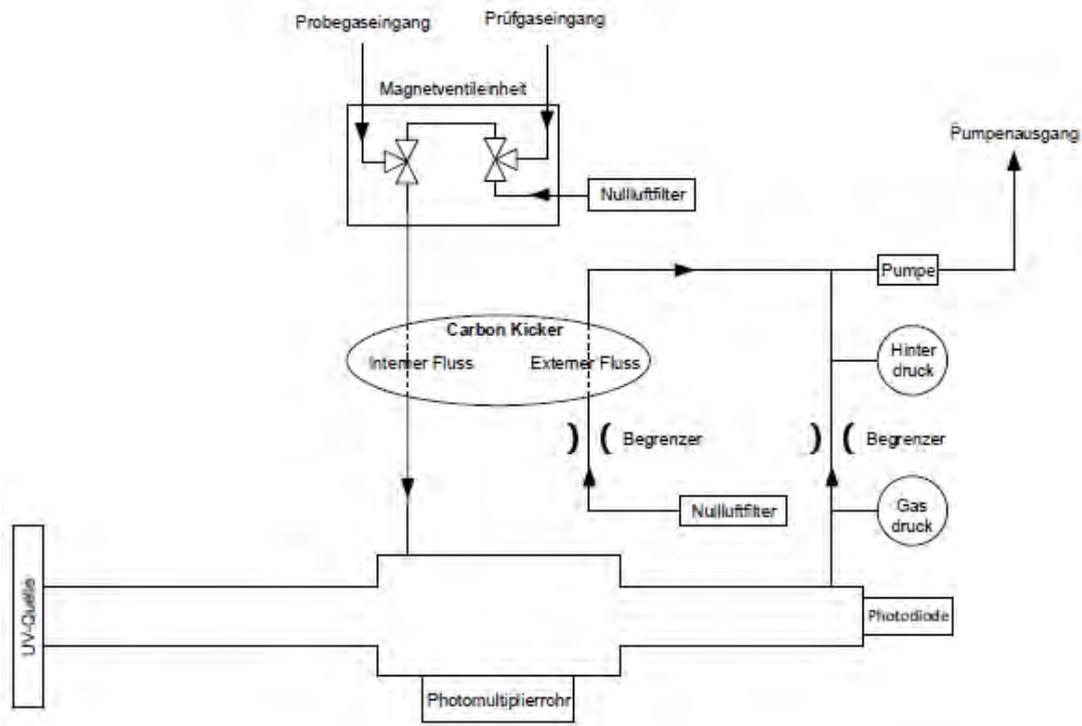


Abbildung 4: Allgemeines Funktionsschema des AF 22e* Analysators

3.2 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung

Auf der Vorderseite der Messeinrichtung befindet sich der Hauptschalter sowie ein TFT-LCD-Farbbildschirm mit Hintergrundbeleuchtung und Touch-Screen-Display. Die Bedienung des SO₂ Analysators AF 22e erfolgt über dieses Touch-Screen-Display. Die Version AF 22e* ist (bis auf die Vorderseite) identisch mit der Geräteversion AF 22e, besitzt aber kein eigenes Display. Die Bedienung der Geräteversion AF 22e* erfolgt ausschließlich via Ethernet an einem angeschlossenen externen PC.

Die Fluid Ein- und Ausgänge sowie die elektrischen Anschlüsse befinden sich auf der Rückseite des Analysators.



(1) Probegaseingang, (2) Pumpenausgang, (3) Prüfgaseingang, (5) dreipoliger Netzanschluss, (6) Hauptsicherung, (7) Ethernet-Ausgang, (8) zwei USB-Anschlüsse, (9) Ventilator, (10) Rückmeldung MV Nullluft und Prüfgas für das optionale externe Kalibrier-MV, (11) 24-V-Versorgung für optionale ESTEL-Karte.

Abbildung 5: Rückseite des AF 22e / AF 22e*

Im Inneren des Analysators befinden sich folgende Baugruppen:

- Der Staubfilter am Probegaseingang (1)
- Das Messmodul (2)
- Die Membranpumpe (3)
- Die HMI-Karte (4)
- Die Verbindungskarte (5)
- Das Gehäuse der 24 V Gleichspannungsversorgung (6)
- Die Messkarte (7)
- Drei Drucksensorkarten (8)
- Die Versorgungskarte der UV Lampe (9)
- Eine Filter-Magnetventil Einheit (13)

Nach Passieren des Staubfilters (1) wird die zu analysierende Probe durch das Innenrohr einer Vorrichtung zur Eliminierung der Kohlenwasserstoffe durch Permeation, den sogenannten Carbon-Kicker, geleitet. Das Außenrohr des Carbon-Kickers wird mit unter Druck stehender Nullluft gespült.

Die Probe wird anschließend in das eingehauste Messmodul (2) geleitet, welches von einem Flächenheizelement auf 45 °C temperiert wird. Dieses Messmodul umfasst:

- Die UV-Lampe, die von der UV-Versorgungskarte (9) versorgt wird. Ein von der Verbindungskarte (5) gesteuerter Verschluss (12) ermöglicht die Unterbrechung des von der Lampe ausgesendeten Strahls zur Messung des Dunkelstroms des Photomultipliers
- Eine Reaktionskammer, in der die Fluoreszenz stattfindet
- Das Detektormodul, bestehend aus einem Photomultiplierrohr und einer PM-Vorverstärkerkarte, die die von den SO₂-Molekülen ausgehende Fluoreszenz misst

- Das Referenzmodul-UV-Messmodul, bestehend aus einer Photodiode und der Photodiodenkarte, die die von der UV-Lampe abgegebene Beleuchtungsstärke misst

Eine Membranpumpe (3) saugt die Probe durch den Analysator.



(1) Staubfilter am Probeneingang, (2) Messmodul, (3) Membranpumpe, (4) HMI-Karte, (5) Verbindungskarte, (6) 24-V-Versorgung, (7) Messkarte, (8) Drucksensorkarten, (9) Versorgungskarte UV-Lampe, (11) UV-Lampe, (12) Verschluss, (13) Filter-Magnetventil-Einheit.

Abbildung 6: Innenansicht des AF 22e

Die Tabelle 2 enthält eine Auflistung wichtiger gerätetechnischer Kenndaten des AF 22e.

Tabelle 2: Gerätetechnische Daten AF 22e (Herstellerangaben)

Messbereich:	maximal 0 – 10 ppm (frei programmierbar)
Einheiten:	ppb oder µg/m ³
Gemessene Verbindungen:	SO ₂
Probenfluss:	ca. 0,5 Liter/min
Ausgänge:	<ul style="list-style-type: none"> • USB-Anschluss auf der Rückseite • TCP/IP Ethernet-Netzwerkverbindung • RJ45 Anschluss • 4 Analogausgänge (optional)
Stromversorgung	Spannung: 230 V oder 115 V Frequenz: 50 Hz oder 60 Hz
Stromverbrauch	ca. 110 Watt
Abmessungen (L x B x H) / Gewicht:	581 x 483 x 133 mm / ca. 9 kg

4. Prüfprogramm

4.1 Allgemeines

Die Eignungsprüfung erfolgte an zwei identischen Geräten mit den Seriennummern

Gerät 1: SN 12

Gerät 2: SN 14

Die Prüfung wurde mit der Softwareversion 1.0.a durchgeführt.

Die Prüfung umfasste einen Labortest zur Feststellung der Verfahrenskenngrößen sowie einen mehrmonatigen Feldtest.

Im folgenden Bericht wird in der Überschrift zu jedem Prüfpunkt die Mindestanforderung gemäß den berücksichtigten Richtlinien [1, 2, 3, 4] mit Nummer und Wortlaut angeführt.



Abbildung 7: AF 22e Testgeräte

4.2 Laborprüfung

Die Laborprüfung wurde mit zwei identischen Geräten des Typs AF 22e mit den Seriennummern SN: 12 und SN: 14 durchgeführt. Nach den Richtlinien [2, 3] ergab sich folgendes Versuchsprogramm im Labor:

- Beschreibung der Gerätefunktionen
- Allgemeine Anforderungen
- Anpassung der Kalibriergeraden
- Kurzzeitdrift
- Wiederholstandardabweichung
- Abhängigkeit vom Probengasdruck
- Abhängigkeit von der Probengastemperatur
- Abhängigkeit von der Temperatur der Umgebungsluft
- Abhängigkeit von der Spannung
- Querempfindlichkeiten
- Einstellzeit
- Differenz Proben-/Kalibriereingang

Die Aufzeichnung der Messwerte erfolgte mit einem externen Datenlogger.
Die Ergebnisse der Laborprüfungen sind unter Punkt 6 zusammengestellt.

4.3 Feldtest

Der Feldtest wurde mit 2 baugleichen Messeinrichtungen vom 06.05.2015 bis zum 12.08.2015 durchgeführt. Die eingesetzten Messgeräte waren identisch mit den während des Labortests geprüften Geräten. Die Seriennummern waren wie folgt:

Gerät 1: SN 12
Gerät 2: SN 14

Es ergab sich folgendes Prüfprogramm im Feldtest:

- Langzeitdrift
- Wartungsintervall
- Verfügbarkeit
- Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen

5. Referenzmessverfahren

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 einer Massenstromregler-Station verdünnt.)

Nullgas: Synthetische Luft

Prüfgas SO₂: **538 ppb in synth. Luft**

Flaschennummer: 2008525

Hersteller / Herstelldatum: Linde / 04.07.2014

Stabilitätsgarantie / zertifiziert: 12 Monate

Überprüfung des Zertifikates am / durch: 27.08.2014 / Eigenlabor

Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat: 2 %

Prüfgas SO₂: **336 ppb in synth. Luft**

Flaschennummer: 2739818

Hersteller / Herstelldatum: Linde / 01.09.2014

Stabilitätsgarantie / zertifiziert: 12 Monate

Überprüfung des Zertifikates am / durch: 11.09.2014 / Eigenlabor

Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat: 2 %

6. Prüfergebnisse nach VDI 4203 Blatt 3

6.1 4.1.1 Messwertanzeige

Die Messeinrichtung muss eine Messwertanzeige besitzen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zusätzliche Geräte werden nicht benötigt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde überprüft, ob die Messeinrichtung eine Messwertanzeige besitzt.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung ist in 2 Versionen verfügbar. Die Version AF 22e besitzt eine LCD Messwertanzeige. Die Version AF 22e* besitzt kein Display. Die Messwertanzeige sowie Bedienung erfolgt dabei über einen via Ethernet angeschlossenen externen PC.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung besitzt in der Version AF 22e eine Messwertanzeige. Die Version AF 22e* besitzt keine Messwertanzeige und muss über einen externen PC bedient werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

6.1 4.1.2 Wartungsfreundlichkeit

Die notwendigen Wartungsarbeiten an der Messeinrichtung sollten ohne größeren Aufwand möglichst von außen durchführbar sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zusätzliche Geräte werden nicht benötigt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die notwendigen regelmäßigen Wartungsarbeiten wurden nach den Anweisungen der Betriebsanleitung ausgeführt.

6.4 Auswertung

Folgende Wartungsarbeiten sind vom Benutzer durchzuführen:

1. Überprüfung des Gerätestatus
Der Gerätestatus kann durch visuelle Kontrolle am Display der Messeinrichtung überwacht und kontrolliert werden.
2. Kontrolle und Austausch des Partikelfilters am Probengaseingang. Die Austauschintervalle des Partikelfilters hängen vom Staubgehalt der Umgebungsluft ab.

6.5 Bewertung

Wartungsarbeiten sind mit üblichen Werkzeugen und vertretbarem Aufwand von außen durchführbar.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Arbeiten an den Geräten wurden während der Prüfung auf Basis der in den Handbüchern beschriebenen Arbeiten und Arbeitsabläufe durchgeführt. Bei Einhaltung der dort beschriebenen Vorgehensweise konnten keine Schwierigkeiten beobachtet werden. Alle Wartungsarbeiten ließen sich bisher problemlos mit herkömmlichen Werkzeugen durchführen.



6.1 4.1.3 Funktionskontrolle

Soweit zum Betrieb oder zur Funktionskontrolle der Messeinrichtung spezielle Einrichtungen erforderlich sind, sind diese als zum Gerät gehörig zu betrachten und bei den entsprechenden Teilprüfungen einzusetzen und mit in die Bewertung aufzunehmen.

Zur Messeinrichtung gehörende Prüfgaserzeugungssysteme müssen der Messeinrichtung ihre Betriebsbereitschaft über ein Statussignal anzeigen und über die Messeinrichtung direkt sowie auch telemetrisch angesteuert werden können.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bedienungshandbuch

6.3 Durchführung der Prüfung

Das geprüfte Gerät besitzt keine interne Einrichtung zur Funktionskontrolle. Der Gerätestatus der Messeinrichtung wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Warnungsmeldungen angezeigt.

Die Funktionskontrolle der Geräte wurde mit Hilfe von externen Prüfgasen durchgeführt.

6.4 Auswertung

Das geprüfte Gerät besitzt keine interne Einrichtung zur Funktionskontrolle. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Warnungsmeldungen angezeigt.

Eine externe Überprüfung des Null- und Referenzpunktes ist mit Hilfe von Prüfgasen möglich.

Optional ist eine Permeationseinheit zur SO₂ Referenzpunktüberprüfung erhältlich. Diese Permeationseinheit war nicht Bestandteil der Eignungsprüfung.

6.5 Bewertung

Das geprüfte Gerät besitzt keine interne Einrichtung zur Funktionskontrolle.

Mindestanforderung erfüllt? nicht zutreffend

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten

Die Rüst- und Einlaufzeiten der Messeinrichtung sind in der Betriebsanleitung anzugeben.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung dieser Mindestanforderung wurde zusätzlich eine Uhr bereitgestellt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messinstrumente wurden nach den Beschreibungen des Geräteherstellers in Betrieb genommen. Die erforderlichen Zeiten für Rüst- und Einlaufzeit wurden getrennt erfasst.

Erforderliche bauliche Maßnahmen im Vorfeld der Installation, wie z. B. die Einrichtung eines Probenahmesystems im Analysenraum, wurden hier nicht bewertet.

6.4 Auswertung

Zur Rüstzeit wird im Handbuch keine Angabe gemacht. Sie ist selbstverständlich abhängig von den Gegebenheiten am Einbauort sowie der örtlichen Spannungsversorgung. Da es sich beim AF 22e um einen kompakten Analysator handelt, besteht die Rüstzeit hauptsächlich aus:

- Herstellen der Spannungsversorgung
- Anschließen der Verschlauchung (Probenahme, Abluft)

Bei verschiedenen Positionsveränderungen im Labor (Ein/Ausbau in der Klimakammer) sowie Einbau am Feldteststandort wurde eine Rüstzeit von ca. 0,5 h ermittelt.

Bei Einschalten aus völlig kaltem Zustand benötigt das Gerät ca. 60 Minuten, bis sich der Messwert stabilisiert hat.

Das Messsystem muss witterungsunabhängig installiert werden, z. B. in einem klimatisierten Messcontainer.

6.5 Bewertung

Die Rüst- und Einlaufzeiten wurden ermittelt.

Die Messeinrichtung kann bei überschaubarem Aufwand an unterschiedlichen Messstellen betrieben werden. Die Rüstzeit beträgt ca. 0,5 Stunden und die Einlaufzeit je nach notwendiger Stabilisierungszeit 1 – 2 Stunden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.



6.1 4.1.5 Bauart

Die Betriebsanleitung muss Angaben des Herstellers zur Bauart der Messeinrichtung enthalten. Im Wesentlichen sind dies:

Bauform (z. B. Tischgerät, Einbaugerät, freie Aufstellung)

Einbaulage (z. B. horizontaler oder vertikaler Einbau)

Sicherheitsanforderungen

Abmessungen

Gewicht

Energiebedarf.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung wird eine Messeinrichtung zur Erfassung des Energieverbrauchs und eine Waage eingesetzt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Der Aufbau der übergebenen Geräte wurde mit der Beschreibung in den Handbüchern verglichen. Der angegebene Energieverbrauch wird über 24 h im Normalbetrieb während des Feldtests bestimmt.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung muss in horizontaler Einbaulage (z.B. auf einem Tisch oder in einem Rack) witterungsunabhängig installiert werden. Die Temperatur am Aufstellungsort muss im Bereich zwischen 0 °C bis 30 °C) liegen.

Die Abmessungen und das Gewichte der Messeinrichtung stimmen mit den Angaben aus dem Bedienungshandbuch überein.

Der Energiebedarf der Messeinrichtung wird vom Hersteller mit maximal 255 W angegeben. In einem 24-stündigen Test wurde der Gesamtenergiebedarf der Messeinrichtung ermittelt. Zu keinem Zeitpunkt wurde bei dieser Untersuchung der angegebene Wert überschritten.

6.5 Bewertung

Die in der Betriebsanleitung aufgeführten Angaben zur Bauart sind vollständig und korrekt.
Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 4.1.6 Unbefugtes Verstellen

Die Justierung der Messeinrichtung muss gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen gesichert werden können.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Bedienung des Messgerätes erfolgt über ein frontseitiges Display mit Bedienfeld oder über RS232- bzw. Ethernetschnittstelle von einem direkt angeschlossenen externen Rechner.

Das Gerät besitzt eine interne Funktion (Passwortschutz) gegen unbeabsichtigtes oder unbefugtes Verstellen. Eine Veränderung von Parametern oder die Justierung von Sensoren ist nur nach Eingabe des Passwortes möglich.

6.4 Auswertung

Geräteparameter, die Einfluss auf die Messeigenschaften haben, können sowohl bei Bedienung über das Display als auch über den externen PC nur nach Eingabe des richtigen Passwortes verändert werden.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung ist gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen von Geräteparametern durch einen Passwortschutz gesichert.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 4.1.7 Messsignalausgang

Die Messsignale müssen digital (z. B. RS 232) und/oder analog (z. B. 4 mA bis 20 mA) angeboten werden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

PC mit Netzwerkanschluss

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung verfügt über folgende Übertragungswege: RS232, USB, digitale und analoge Ein- und Ausgänge (optional), TCP/IP-Netzwerk. Die Messeinrichtung verfügt darüber hinaus auch über die Möglichkeit der Ausgabe von Analogsignalen (optional).

6.4 Auswertung

Die Messsignale werden auf der Geräterückseite folgendermaßen angeboten:

Analog: 0 – 20, 2 – 20, 4 – 20 mA oder 0 – 5 V, Konzentrationsbereich wählbar
Digital RS232, USB, digitale Ein- und Ausgänge, TCP/IP-Netzwerk

6.5 Bewertung

Die Messsignale werden analog (0 – 20 mA, 4 – 20 mA bzw. 0 – 1V, 0 – 10 V) und digital (über TCP/IP, RS 232, USB) angeboten.

Der Anschluss von zusätzlichen Mess- und Peripheriegeräten ist über entsprechende Anschlüsse an den Geräten möglich (z.B. Analogeingänge).

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 5.1 Allgemeines

Herstellerangaben der Betriebsanleitung dürfen den Ergebnissen der Eignungsprüfung nicht widersprechen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Ergebnisse der Prüfungen werden mit den Angaben im Handbuch verglichen.

6.4 Auswertung

Die gefundenen Abweichungen zwischen dem ersten Handbuchentwurf und der tatsächlichen Geräteausführung wurden behoben.

6.5 Bewertung

Differenzen zwischen Geräteausstattung und Handbüchern wurden nicht beobachtet.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.2.1 Zertifizierungsbereiche

Der für die Prüfung vorgesehene Zertifizierungsbereich ist zu ermitteln.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Der für die Prüfung vorgesehene Zertifizierungsbereich ist zu ermitteln.

6.4 Auswertung

Die Richtlinien VDI 4202, Blatt 1 sowie DIN EN 14212 enthalten folgende Mindestanforderungen für die Zertifizierungsbereiche von kontinuierlichen Immissionsmessgeräten für Schwefeldioxid:

Tabelle 3: Zertifizierungsbereiche VDI 4202-1 und DIN EN 14212

Messkomponente	Untere Grenze ZB	Obere Grenze ZB	Grenzwert	Beurteilungszeitraum
	in µg/m ³	in µg/m ³	in µg/m ³	
Schwefeldioxid	0	1000	350	1 h

6.5 Bewertung

Die Beurteilung der Messeinrichtung im Bereich der relevanten Grenzwerte ist möglich.
Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.2.2 Messbereich

Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung muss größer oder gleich der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde geprüft, ob der Messbereichsendwert der Messeinrichtung größer oder gleich der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs ist.

6.4 Auswertung

An der Messeinrichtung können theoretisch Messbereiche bis maximal 0 – 10 ppm eingestellt werden.

Möglicher Messbereich:	0 - 10 ppm
Obere Grenze des Zertifizierungsbereichs für SO ₂ :	1000 µg/m ³ (376 ppb oder nmol/mol)

6.5 Bewertung

Es ist standardmäßig ein Messbereich von 0 – 1000 µg/m³ für SO₂ eingestellt. Andere Messbereiche bis zu maximal 0 – 10 ppm sind möglich.

Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung ist größer als die jeweilige obere Grenze des Zertifizierungsbereichs.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.2.3 Negative Messsignale

Negative Messsignale oder Messwerte dürfen nicht unterdrückt werden (lebender Nullpunkt).

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde im Labor- wie auch Feldtest geprüft, ob die Messeinrichtung auch negative Messwerte ausgeben kann.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung kann negative Messwerte ausgeben.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung kann negative Messsignale ausgeben.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.2.4 Stromausfall

Bei Gerätestörungen und bei Stromausfall von bis zu 72 h muss ein unkontrolliertes Ausströmen von Betriebs- und Kalibriergas unterbunden sein. Die Geräteparameter sind durch eine Pufferung gegen Verlust durch Netzausfall zu schützen. Bei Spannungswiederkehr muss das Gerät automatisch wieder den messbereiten Zustand erreichen und gemäß der Betriebsvorgabe die Messung beginnen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde ein Stromausfall simuliert und geprüft, ob das Gerät unbeschädigt bleibt und nach Wiedereinschalten der Stromversorgung wieder messbereit ist.

6.4 Auswertung

Da die Messgeräte zum Betrieb weder Betriebs- noch Kalibriergase benötigen, ist ein unkontrolliertes Ausströmen von Gasen nicht möglich.

Im Falle eines Netzausfalles befindet sich die Messeinrichtung nach der Spannungswiederkehr bis zum Erreichen eines stabilisierten Zustands bezüglich der Gerätetemperaturen in der Aufwärmphase. Die Dauer der Aufwärmphase ist abhängig von den Umgebungsbedingungen am Aufstellort und vom thermischen Gerätezustand beim Einschalten. Nach der Aufwärmphase schaltet das Gerät automatisch in den Modus der vor dem Spannungsabfall aktiviert war. Die Aufwärmphase wird durch verschiedene Temperaturalarmlenke signalisiert.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung befindet sich bei Spannungswiederkehr in störungsfreier Betriebsbereitschaft und führt selbstständig den Messbetrieb wieder fort.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.



6.1 5.2.5 Gerätefunktionen

Die wesentlichen Gerätefunktionen müssen durch telemetrisch übermittelbare Statussignale zu überwachen sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

PC zur Datenerfassung.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung besitzt verschiedene Schnittstellen wie beispielsweise RS232, USB, digitale und analoge Ein- und Ausgänge, TCP/IP-Netzwerk. Über einen Webbrowser kann beispielsweise eine einfache Verbindung zwischen Analysator und einem externen PC hergestellt werden. Dies ermöglicht die telemetrische Datenübertragung, es können Konfigurationseinstellungen vorgenommen und die Analysatoranzeige auf dem PC dargestellt werden. In diesem Modus können alle Informationen und Funktionen des Analysatordisplays über einen PC abgerufen und bedient werden. Zudem ist der „Remote Betrieb“ ein hilfreiches Tool, um die Gerätebetriebs- und Parameterwerte zu überprüfen.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung ermöglicht eine umfassende telemetrische Kontrolle und Steuerung der Messeinrichtung über verschiedene Anschlussmöglichkeiten.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung kann mittels verschiedener Anschlussmöglichkeiten von einem externen Rechner aus umfassend überwacht und gesteuert werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.2.6 Umschaltung

Die Umschaltung zwischen Messung und Funktionskontrolle und/oder Kalibrierung muss telemetrisch durch rechnerseitige Steuerung und manuell auslösbar sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung kann durch den Bediener am Gerät oder aber durch die telemetrische Fernbedienung überwacht sowie gesteuert werden.

6.4 Auswertung

Alle Bedienprozeduren, die keine praktischen Handgriffe vor Ort bedingen, können sowohl vom Bedienpersonal am Gerät als auch durch telemetrische Fernbedienung überwacht werden.

6.5 Bewertung

Grundsätzlich können alle notwendigen Arbeiten zur Funktionskontrolle direkt am Gerät oder aber per telemetrischer Fernbedienung überwacht werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.2.7 Wartungsintervall

Das Wartungsintervall der Messeinrichtung ist in der Feldprüfung zu ermitteln und anzugeben. Das Wartungsintervall sollte möglichst drei Monate, muss jedoch mindestens zwei Wochen betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Bei dieser Mindestanforderung wurde untersucht, welche Wartungsarbeiten in welchen Zeitabständen für eine einwandfreie Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung erforderlich sind. Weiterhin wurden die Ergebnisse der Driftbestimmung für Null- und Referenzpunkt gemäß 7.1 8.5.4 Langzeitdrift zur Ermittlung des Wartungsintervalls berücksichtigt.

6.4 Auswertung

Es konnten für die Messeinrichtungen über den gesamten Feldtestzeitraum keine unzulässigen Driften festgestellt werden. Das Wartungsintervall wird daher durch die anfallenden Wartungsarbeiten bestimmt.

Innerhalb der Betriebszeit kann die Wartung im Wesentlichen auf die Kontrolle von Verschmutzungen, Plausibilitätschecks und etwaigen Status-/Fehlermeldungen beschränkt werden. Hinweise zu Arbeiten im Wartungsintervall sind in Kapitel 8 gegeben.

6.5 Bewertung

Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 4 Wochen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

6.1 5.2.8 Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit der Messeinrichtung ist in der Feldprüfung zu ermitteln und muss mindestens 95 % betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Start- und Endzeitpunkt der Verfügbarkeitsuntersuchungen werden durch den Start- bzw. Endzeitpunkt am Feldteststandort bestimmt. Dazu werden alle Unterbrechungen der Prüfung, z. B. durch Störungen oder Wartungsarbeiten erfasst.

6.4 Auswertung

Der Feldtest wurde vom 06.05.2015 bis zum 12.08.2015 durchgeführt. Die Messeinrichtungen wurden damit im Feldtest über einen Zeitraum von insgesamt 98 Messtagen betrieben. Tabelle 4 zeigt eine Aufstellung der Betriebs-, Wartungs- und Störungszeiten.

Es wurden keine Gerätestörungen beobachtet.

6.5 Bewertung

Die Verfügbarkeit betrug für beide Geräte 100 % inkl. prüfungsbedingter Wartungszeit.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 4: Ermittlung der Verfügbarkeit

		Gerät 1 (SN 12)	Gerät 2 (SN14)
Einsatzzeit	h	2352	2352
Ausfallzeit	h	0	0
Wartungszeit	h	8	8
Tatsächliche Betriebszeit	h	2344	2344
Tatsächliche Betriebszeit inklusive Wartungszeit		2352	2352
Verfügbarkeit	%	100	100

6.1 5.2.9 Gerätesoftware

Die Version der zu testenden Gerätesoftware muss beim Einschalten der Messeinrichtung angezeigt werden. Funktionsbeeinflussende Änderungen der Gerätesoftware sind dem Prüfinstitut mitzuteilen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde überprüft, ob die Gerätesoftware am Gerät angezeigt werden kann. Der Gerätehersteller wurde darauf hingewiesen, dass jegliche Änderungen der Gerätesoftware dem Prüfinstitut mitgeteilt werden müssen.

6.4 Auswertung

Die aktuelle Software wird beim Einschalten des Gerätes im Display angezeigt. Sie kann zudem jederzeit im Menü „Information“ eingesehen werden.

Die Prüfung wurde mit der Softwareversion 1.0.a durchgeführt.

6.5 Bewertung

Die Version der Gerätesoftware wird im Display angezeigt. Änderungen der Gerätesoftware werden dem Prüfinstitut mitgeteilt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

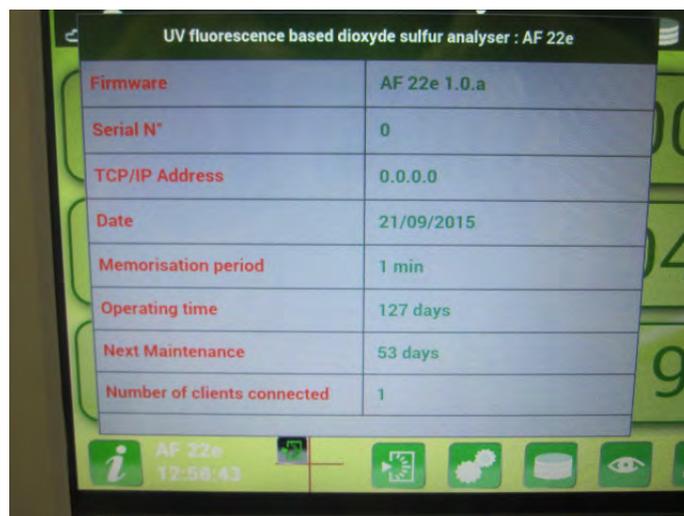


Abbildung 8: Anzeige der Softwareversion (hier 1.0.a) im Startmenü

6.1 5.3.1 Allgemeines

Die Prüfung erfolgt auf Basis der Mindestanforderungen der Richtlinie VDI 4202, Blatt 1 (September 2010).

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgt auf Basis der Mindestanforderungen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) sowie der Richtlinie DIN EN 14212 (November 2012).

6.4 Auswertung

Die Richtlinien VDI 4202, Blatt 1 und VDI 4203, Blatt 3 wurden nach umfangreicher Revision mit Stand September 2010 neu veröffentlicht. Zur Auswertung wurden die Mindestanforderungen aus Tabelle 2 a/b der genannten Richtlinie herangezogen.

6.5 Bewertung

Die Prüfung und Auswertung erfolgte auf Basis der Mindestanforderungen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) sowie auf Basis der DIN EN 14212 (2012).

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.



6.1 5.3.2 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt

Die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt darf im Zertifizierungsbereich nach Tabelle 1 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.

Bei abweichenden Zertifizierungsbereichen darf die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt höchstens 2 % der oberen Grenze dieses Zertifizierungsbereichs betragen.

Die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt darf 1,0 nmol/mol (entspricht 2,66 µg/m³) nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt ist identisch zur Ermittlung der Wiederholstandardabweichung nach DIN EN 14212 (2012). Daher wird hier auf das Kapitel 7.1 8.4.5 Wiederholstandardabweichung verwiesen.

6.4 Auswertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.5 Wiederholstandardabweichung.

6.5 Bewertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.5 Wiederholstandardabweichung.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

6.1 5.3.3 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt

Die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt darf im Zertifizierungsbereich nach Tabelle der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist der Grenzwert bzw. die Alarmschwelle zu verwenden.

Bei abweichenden Zertifizierungsbereichen darf die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt höchstens 2 % der oberen Grenze dieses Zertifizierungsbereichs betragen. Als Referenzpunkt ist in diesem Fall ein Wert c_t bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze dieses Zertifizierungsbereichs zu verwenden.

Die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt darf 3 nmol/mol (entspricht 8,0 µg/m³) nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt ist identisch zur Ermittlung der Wiederholstandardabweichung nach DIN EN 14212 (2012). Daher wird hier auf das Kapitel 7.1 8.4.5 Wiederholstandardabweichung verwiesen.

6.4 Auswertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.5 Wiederholstandardabweichung.

6.5 Bewertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.5 Wiederholstandardabweichung.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

6.1 5.3.4 Linearität (Lack-of-fit)

Der Zusammenhang zwischen dem Ausgangssignal und dem Wert des Luftbeschaffenheitsmerkmals muss mithilfe einer linearen Analysenfunktion darstellbar sein.

Die Linearität gilt als gesichert, wenn die Abweichung der Gruppenmittelwerte der Messwerte von der Kalibrierfunktion im Zertifizierungsbereich nach Tabelle 1 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) einhält.

Für die anderen Zertifizierungsbereiche darf die Abweichung der Gruppenmittelwerte der Messwerte von der Kalibrierfunktion nicht mehr als 5 % der oberen Grenze des entsprechenden Zertifizierungsbereichs betragen.

Die Abweichungen von der linearen Regression dürfen maximal 4 % betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung des Lack of fit ist identisch zur Ermittlung des Lack of fit nach DIN EN 14212 (2012). Daher wird hier auf das Kapitel 7.1 8.4.6 Abweichung von der Linearität bei der Kalibrierfunktion verwiesen.

6.4 Auswertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.6 Abweichung von der Linearität bei der Kalibrierfunktion.

6.5 Bewertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.6 Abweichung von der Linearität bei der Kalibrierfunktion.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

6.1 5.3.5 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks

Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist ein Wert c_i bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.

Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes darf 3 (nmol/mol)/kPa (entspricht $8 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{kPa}$) nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung des Empfindlichkeitskoeffizienten des Probengasdruckes ist identisch mit dem Prüfpunkt zur Ermittlung des Empfindlichkeitskoeffizienten des Probengasdruckes nach DIN EN 14212 (2012). Daher wird hier auf das Kapitel 7.1 8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks verwiesen.

6.4 Auswertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks.

6.5 Bewertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

6.1 5.3.6 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist ein Wert c_t bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur darf 1 (nmol/mol)/K (entspricht (2,66 µg/m³)/K) nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Probengastemperatur ist identisch mit dem Prüfpunkt zur Ermittlung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Probengastemperatur nach DIN EN 14212 (2012). Daher wird hier auf das Kapitel 7.1 8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur verwiesen.

6.4 Auswertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur.

6.5 Bewertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

6.1 5.3.7 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Nullpunkt und am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist ein Wert c_i bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur darf 1 (nmol/mol)/K (entspricht (2,66 µg/m³)/K) nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Umgebungstemperatur ist identisch mit dem Prüfpunkt zur Ermittlung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Umgebungstemperatur nach DIN EN 14212 (2012). Daher wird hier auf das Kapitel 7.1 8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur verwiesen.

6.4 Auswertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur.

6.5 Bewertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

6.1 5.3.8 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung

Der Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist ein Wert c_t bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.

Der Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung darf 0,3 (nmol/mol)/V (entspricht 0,80 µg/m³/V) nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung des Empfindlichkeitskoeffizienten der elektrischen Spannung ist identisch mit dem Prüfpunkt zur Ermittlung des Empfindlichkeitskoeffizienten der elektrischen Spannung nach DIN EN 14212 (2012). Daher wird hier auf das Kapitel 7.1 8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung verwiesen.

6.4 Auswertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung

6.5 Bewertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung.
Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

6.1 5.3.9 Querempfindlichkeit

Die Änderung des Messwerts aufgrund von Störeinflüssen durch die Querempfindlichkeit gegenüber im Messgut enthaltenen Begleitstoffen darf am Nullpunkt und am Referenzpunkt die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist der Grenzwert (1-h Grenzwert für SO₂ = 350 µg/m³) zu verwenden.

Bei Messprinzipien, die von den EN-Normen abweichen, dürfen die Absolutwerte der Summen der positiven bzw. negativen Abweichung aufgrund von Störeinflüssen durch die Querempfindlichkeit gegenüber im Messgut enthaltenen Begleitstoffen im Bereich des Nullpunkts und am Referenzpunkt nicht mehr als 3 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches betragen. Als Referenzpunkt ist ein Wert c_t bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze dieses Zertifizierungsbereiches zu verwenden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung der Querempfindlichkeiten ist identisch mit dem Prüfpunkt zur Ermittlung der Querempfindlichkeiten nach DIN EN 14212 (2012). Daher wird hier auf das Kapitel 7.1 8.4.11 Störkomponenten verwiesen.

6.4 Auswertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.11 Störkomponenten.

6.5 Bewertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.11 Störkomponenten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

6.1 5.3.10 Mittelungseinfluss

Für gasförmige Messkomponenten muss die Messeinrichtung die Bildung von Stundenmittelwerten ermöglichen.

*Der Mittelungseinfluss darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.
Der Mittelungseinfluss darf maximal 7 % des Messwertes betragen.*

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung des Mittelungseinflusses ist identisch mit dem Prüfpunkt zur Ermittlung des Mittelungseinflusses nach DIN EN 14212 (2012). Daher wird hier auf das Kapitel 7.1 8.4.12 Mittelungsprüfung verwiesen.

6.4 Auswertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.12 Mittelungsprüfung.

6.5 Bewertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.12 Mittelungsprüfung.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

6.1 5.3.11 Standardabweichung aus Doppelbestimmungen

Die Standardabweichung aus Doppelbestimmungen ist mit zwei baugleichen Messeinrichtungen in der Feldprüfung zu ermitteln. Sie darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.

Die Standardabweichung unter Feldbedingungen darf maximal 5 % des Mittels über eine Zeitspanne von 3 Monaten betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung der Standardabweichung aus Doppelbestimmungen ist identisch mit dem Prüfpunkt zur Ermittlung der Standardabweichung aus Doppelbestimmungen nach DIN EN 14212 (2012). Daher wird hier auf das Kapitel 7.1

8.5.5 Vergleichstandardabweichung für SO₂ unter Feldbedingungen verwiesen.

6.4 Auswertung

Siehe Kapitel 7.1 8.5.5 Vergleichstandardabweichung für SO₂ unter Feldbedingungen.

6.5 Bewertung

Siehe Kapitel 7.1 8.5.5 Vergleichstandardabweichung für SO₂ unter Feldbedingungen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

6.1 5.3.12 Langzeitdrift

Die Langzeitdrift am Nullpunkt und am Referenzpunkt darf in der Feldprüfung die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist ein Wert c_t bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.

*Die Langzeitdrift bei Null darf maximal 5 nmol/mol (entspricht 9,6 µg/m³) betragen.
Die Langzeitdrift beim Spanwert darf maximal 5 % des Maximums des Zertifizierungsbereichs betragen.*

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung der Langzeitdrift ist identisch mit dem Prüfpunkt zur Ermittlung der Langzeitdrift nach DIN EN 14212 (2012). Daher wird hier auf das Kapitel 7.1 8.5.4 Langzeitdrift verwiesen.

6.4 Auswertung

Siehe Kapitel 7.1 8.5.4 Langzeitdrift.

6.5 Bewertung

Siehe Kapitel 7.1 8.5.4 Langzeitdrift.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

6.1 5.3.13 Kurzzeitdrift

Die Kurzzeitdrift am Nullpunkt und am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) in der Laborprüfung in 12 h (für Benzol in 24 h) und in der Feldprüfung in 24 h nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist ein Wert c_t bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.

Die Kurzzeitdrift bei Null darf maximal 2 nmol/mol (entspricht 5,3 µg/m³) betragen. Die Kurzzeitdrift beim Spanwert darf maximal 6 nmol/mol (entspricht 16,0 µg/m³) betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung der Kurzzeitdrift ist identisch mit dem Prüfpunkt zur Ermittlung der Kurzzeitdrift nach DIN EN 14212 (2012). Daher wird hier auf das Kapitel 7.1 8.4.4 Kurzzeitdrift verwiesen.

6.4 Auswertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.4 Kurzzeitdrift.

6.5 Bewertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.4 Kurzzeitdrift.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.



6.1 5.3.14 Einstellzeit

Die Einstellzeit (Anstieg) der Messeinrichtung darf höchstens 180 s betragen.

Die Einstellzeit (Abfall) der Messeinrichtung darf höchstens 180 s betragen.

Die Differenz zwischen der Einstellzeit (Anstieg) und der Einstellzeit (Abfall) der Messeinrichtung darf maximal 10 % der Einstellzeit (Anstieg) oder 10 s betragen, je nachdem, welcher Wert größer ist.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung der Einstellzeit ist identisch mit dem Prüfpunkt zur Ermittlung der Einstellzeit nach DIN EN 14212 (2012). Daher wird hier auf das Kapitel 7.1 8.4.3 Einstellzeit verwiesen.

6.4 Auswertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.3 Einstellzeit.

6.5 Bewertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.3 Einstellzeit.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

6.1 5.3.15 Differenz zwischen Proben- und Kalibriereingang

Die Differenz zwischen den Messwerten bei Aufgabe am Proben- und Kalibriereingang darf den Wert der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist ein Wert c_i bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.

Die Differenz zwischen Probengas und Kalibriergaseingang darf maximal 1 % betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung der Differenz zwischen Proben- und Kalibriergaseingang ist identisch mit dem Prüfpunkt zur Ermittlung der Differenz zwischen Proben- und Kalibriergaseingang nach DIN EN 14212 (2012). Daher wird hier auf das Kapitel 7.1 8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang verwiesen.

6.4 Auswertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang.

6.5 Bewertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

6.1 5.3.16 Konverterwirkungsgrad

Bei Messeinrichtungen mit einem Konverter muss dessen Wirkungsgrad mindestens 98 % betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die geprüfte Messeinrichtung arbeitet messprinzipbedingt nicht mit einem Konverter.

6.4 Auswertung

Hier nicht erforderlich.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend, da die Messeinrichtung nicht mit einem Konverter arbeitet.

Mindestanforderung erfüllt? Nicht zutreffend

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

6.1 5.3.17 Anstieg der NO₂-Konzentration durch Verweilen im Messgerät

Bei NO_x-Messeinrichtungen darf der Anstieg der NO₂-Konzentration durch Verweilen im Messgerät die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.

Die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) gelten für die Zertifizierungsbereiche nach Tabelle 1 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010). Für abweichende Zertifizierungsbereiche sind die Anforderungen entsprechend linear umzurechnen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Bei der geprüften Messeinrichtung handelt es sich nicht um eine NO_x- Messeinrichtung. Somit ist dieser Prüfpunkt nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Hier nicht erforderlich.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend, da die Messeinrichtung kein NO_x misst.

Mindestanforderung erfüllt? Nicht zutreffend

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.



6.1 5.3.18 Gesamtunsicherheit

Die erweiterte Messunsicherheit der Messeinrichtung ist zu ermitteln. Dieser ermittelte Wert darf die in Anhang A, Tabelle A1 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) aufgeführten Vorgaben der anzuwendenden EU-Richtlinien zur Luftqualität nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Unsicherheitsbetrachtung wurde nach DIN EN 14212(2012) durchgeführt und ist in Kapitel 7.1 8.6 Gesamtmessunsicherheit nach Anhang E der DIN EN 14212 (2012) angegeben.

6.4 Auswertung

Die Unsicherheitsbetrachtung wurde nach DIN EN 14212(2012) durchgeführt und ist in Kapitel 7.1 8.6 Gesamtmessunsicherheit nach Anhang E der DIN EN 14212 (2012) angegeben.

6.5 Bewertung

Die Unsicherheitsbetrachtung wurde nach DIN EN 14212(2012) durchgeführt und ist in Kapitel 7.1 8.6 Gesamtmessunsicherheit nach Anhang E der DIN EN 14212 (2012) angegeben.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

7. Prüfergebnisse nach DIN EN 14212 (2012)

7.1 8.4.3 Einstellzeit

Einstellzeit (Anstieg) und Einstellzeit (Abfall) jeweils ≤ 180 s. Differenz zwischen Anstiegs- und Abfallzeit ≤ 10 s.

7.2 Prüfvorschriften

Zur Bestimmung der Einstellzeit wird die auf das Messgerät aufgegebene Konzentration sprunghaft von weniger als 20 % auf ungefähr 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches geändert und umgekehrt.

Der Wechsel von Null- auf Spangas muss unmittelbar unter Verwendung eines geeigneten Ventils durchgeführt werden. Der Ventilauslass muss direkt am Einlass des Messgerätes montiert sein und sowohl Null- als auch Spangas müssen mit dem gleichen Überschuss angeboten werden, der mit Hilfe eines T-Stücks abgeleitet wird. Die Gasdurchflüsse von Null- und Spangas müssen so gewählt werden, dass die Totzeit im Ventil und im T-Stück im Vergleich zur Totzeit des Messgerätes vernachlässigbar ist. Der sprunghafte Wechsel wird durch Umschalten des Ventils von Null- auf Spangas herbeigeführt. Dieser Vorgang muss zeitlich abgestimmt sein und ist der Startpunkt (t=0) für die Totzeit (Anstieg) nach Abbildung 9. Wenn das Gerät 98 % der aufgegebenen Konzentration anzeigt, kann wieder auf Nullgas umgestellt werden und dieser Vorgang ist der Startpunkt (t=0) für die Totzeit (Abfall). Wenn das Gerät 2 % der aufgegebenen Konzentration anzeigt, ist der in Abbildung 9 gezeigte Zyklus vollständig durchlaufen.

Die zwischen dem Beginn der sprunghaften Änderung und dem Erreichen von 90 % der endgültigen stabilen Anzeige des Messgerätes vergangene Zeit (Einstellzeit) wird gemessen. Der gesamte Zyklus muss viermal wiederholt werden. Der Mittelwert der vier Einstellzeiten (Anstieg) und der Mittelwert der vier Einstellzeiten (Abfall) wird berechnet.

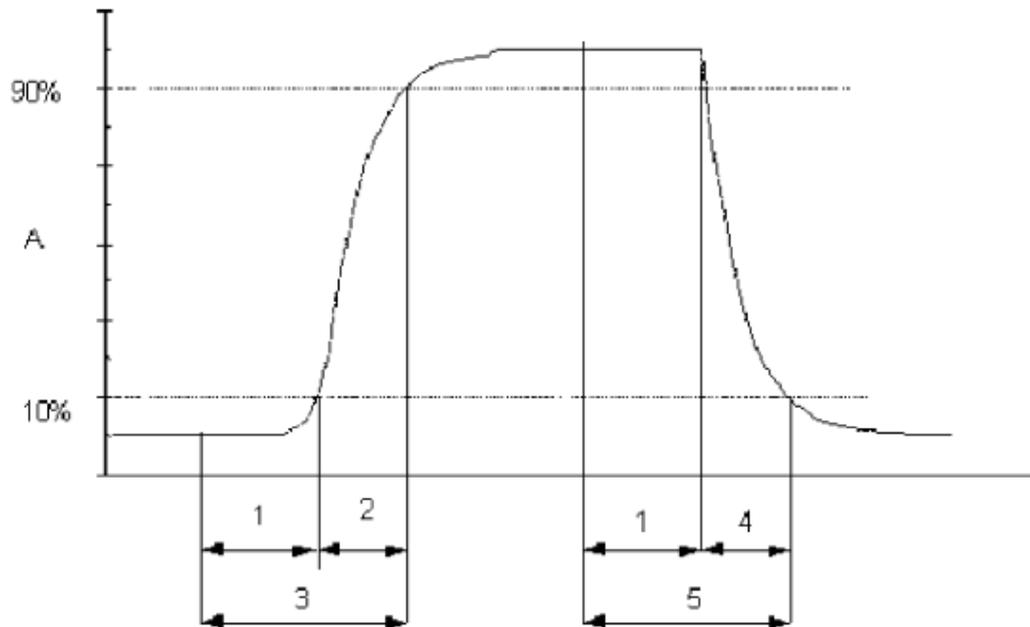
Die Differenz zwischen den Einstellzeiten wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$t_d = \bar{t}_r - \bar{t}_f$$

Mit:

- t_d die Differenz zwischen Anstiegszeit und Abfallzeit (s)
- t_r die Einstellzeit (Anstieg) (Mittelwert von 4 Messungen) (s)
- t_f die Einstellzeit (Abfall) (Mittelwert von 4 Messungen) (s)

t_r, t_f und t_d müssen die oben angegebenen Leistungskriterien erfüllen.



Legende

- A Signal des Messgeräts
- 1 Totzeit
- 2 Anstiegszeit
- 3 Einstellzeit (Anstieg)
- 4 Abfallzeit
- 5 Einstellzeit (Abfall)

Abbildung 9: Veranschaulichung der Einstellzeit

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14212 durchgeführt. Die Datenaufzeichnung erfolgte dabei mit einem Datenlogger Yokogawa mit einer eingestellten Mittelungszeit von 1 s.

7.4 Auswertung

Tabelle 5: Einstellzeiten der beiden Messeinrichtungen AF 22e für SO₂

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Mittelwert Anstieg t _r [s]	≤ 180 s	43	✓	46	✓
Mittelwert Abfall t _f [s]	≤ 180 s	42	✓	44	✓
Differenz t _d [s]	≤ 10 s	2	✓	2	✓

Für Gerät 1 ergibt sich für SO₂ ein maximales t_r von 43 s, ein maximales t_f von 42 s und ein t_d von 2 s.

Für Gerät 2 ergibt sich für SO₂ ein maximales t_r von 46 s, ein maximales t_f von 44 s und ein t_d von 2 s.

7.5 Bewertung

Die maximal zulässige Einstellzeit von 180 s wird in allen Fällen deutlich unterschritten. Die maximal ermittelte Einstellzeit beträgt für Gerät 1 43 s und für Gerät 2 46 s.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

 Tabelle 6: Einzelwerte der Einstellzeit für die Komponente SO₂

80%		Gerät 1					
		Anstieg			Abfall		
Messbereich bis	300,75	0,0 0,00	0,9 270,68	1,0 300,75	1,0 300,75	0,1 30,08	0,0 0,00
1. Durchgang	t = 0	14:00:00	14:00:46	14:02:00	14:07:00	14:07:41	14:09:00
	delta t		00:00:46			00:00:41	
	delta t [s]		46			41	
2. Durchgang	t = 0	14:14:00	14:14:41	14:15:00	14:20:00	14:20:42	14:21:00
	delta t		00:00:41			00:00:42	
	delta t [s]		41			42	
3. Durchgang	t = 0	14:26:00	14:26:44	14:27:00	14:32:00	14:32:42	14:33:00
	delta t		00:00:44			00:00:42	
	delta t [s]		44			42	
4. Durchgang	t = 0	14:36:00	14:36:43	14:37:00	14:43:00	14:43:41	14:44:00
	delta t		00:00:43			00:00:41	
	delta t [s]		43			41	

80%		Gerät 2					
		Anstieg			Abfall		
Messbereich bis	300,75	0,0 0,00	0,9 270,68	1,0 300,75	1,0 300,75	0,1 30,08	0,0 0,00
1. Durchgang	t = 0	14:00:00	14:00:49	14:02:00	14:07:00	14:07:44	14:09:00
	delta t		00:00:49			00:00:44	
	delta t [s]		49			44	
2. Durchgang	t = 0	14:14:00	14:14:42	14:15:00	14:20:00	14:20:45	14:21:00
	delta t		00:00:42			00:00:45	
	delta t [s]		42			45	
3. Durchgang	t = 0	14:26:00	14:26:48	14:27:00	14:32:00	14:32:44	14:33:00
	delta t		00:00:48			00:00:44	
	delta t [s]		48			44	
4. Durchgang	t = 0	14:36:00	14:36:45	14:37:00	14:43:00	14:43:44	14:44:00
	delta t		00:00:45			00:00:44	
	delta t [s]		45			44	

7.1 8.4.4 Kurzzeitdrift

Die Kurzzeitdrift bei Null darf $\leq 2,0$ nmol/mol/12h (entspricht $5,32 \mu\text{g}/\text{m}^3/12\text{h}$) betragen.

Die Kurzzeitdrift beim Span-Niveau darf $\leq 6,0$ nmol/mol/12h (entspricht $15,96 \mu\text{g}/\text{m}^3/12\text{h}$) betragen.

7.2 Prüfvorschrift

Nach der zur Stabilisierung erforderlichen Zeit wird das Messgerät beim Null- und Span-Niveau (etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches) eingestellt. Nach der Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden 20 Einzelmessungen zuerst bei Null und dann bei der Span-Konzentration durchgeführt. Aus diesen 20 Einzelmessungen wird jeweils der Mittelwert für das Null- und Spanniveau berechnet.

Das Messgerät ist unter den Laborbedingungen in Betrieb zu halten. Nach einer Zeitspanne von 12 h werden Null- und Spangas auf das Messgerät aufgegeben. Nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden 20 Einzelmessungen zuerst bei Null und dann bei der Span-Konzentration durchgeführt. Die Mittelwerte für Null- und Span-Niveau werden berechnet.

Die Kurzzeitdrift beim Null und Span-Niveau ist:

$$D_{S,Z} = (C_{Z,2} - C_{Z,1})$$

Dabei ist:

$D_{S,Z}$ die 12-Stunden-Drift beim Nullpunkt

$C_{Z,1}$ der Mittelwert der Nullgasmessung zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{Z,2}$ der Mittelwert der Nullgasmessung am Ende der Driftzeitspanne

$D_{S,Z}$ muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen

$$D_{S,S} = (C_{S,2} - C_{S,1}) - D_{S,Z}$$

Dabei ist:

$D_{S,S}$ die 12-Stunden-Drift beim Span-Niveau

$C_{S,1}$ der Mittelwert der Spangasmessung zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{S,2}$ der Mittelwert der Spangasmessung am Ende der Driftzeitspanne

$D_{S,S}$ muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14212 durchgeführt. Die Prüfung muss nach Vorschrift mit der Komponente SO₂ durchgeführt werden. Die Prüfung soll dabei gemäß DIN EN 14212 bei einem Konzentrationslevel von 70 % bis 80 % des Zertifizierungsbereiches für SO₂ durchgeführt werden.

7.4 Auswertung

In Tabelle 7 sind die ermittelten Messwerte der Kurzzeitdrift angegeben.

Tabelle 7: Ergebnisse der Kurzzeitdrift

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Mittelwert Nullpunkt Anfangswerte [nmol/mol]	-	-0,85		-0,25	
Mittelwert Nullpunkt Endwerte (12h) [nmol/mol]	-	-0,91		0,09	
Mittelwert Span Anfangswerte [nmol/mol]	-	283,39		283,00	
Mittelwert Span Endwerte (12h) [nmol/mol]	-	282,52		282,97	
12-Stunden-Drift Nullniveau D _{s,z} [nmol/mol]	≤ 2,0	-0,07	✓	0,34	✓
12-Stunden-Drift Spaniveau D _{s,s} [nmol/mol]	≤ 6,0	-0,80	✓	-0,37	✓

7.5 Bewertung

Es ergibt sich ein Wert für die Kurzzeitdrift am Nullpunkt von -0,07 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,34 nmol/mol für Gerät 2.

Es ergibt sich ein Wert für die Kurzzeitdrift am Referenzpunkt von -0,80 nmol/mol für Gerät 1 sowie -0,37 nmol/mol für Gerät 2.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind in Tabelle 8 und Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 8: Einzelwerte der Prüfung zur Kurzzeitdrift (Anfangswerte)

Anfangswerte		
Nullpunkt		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
17:30:00	-0,7	0,7
17:31:00	-0,7	0,9
17:32:00	-0,7	0,0
17:33:00	-0,9	-0,5
17:34:00	-1,2	-0,2
17:35:00	-1,4	-0,7
17:36:00	-1,2	-0,5
17:37:00	-0,7	-0,5
17:38:00	-0,7	-0,5
17:39:00	-0,7	-0,2
17:40:00	-0,5	-0,2
17:41:00	-0,5	0,0
17:42:00	-0,7	0,2
17:43:00	-0,5	0,2
17:44:00	-0,7	-0,7
17:45:00	-1,2	-0,9
17:46:00	-0,9	-0,2
17:47:00	-1,2	-0,2
17:48:00	-0,9	-0,7
17:49:00	-0,9	-0,9
Mittelwert	-0,8	-0,2

Anfangswerte		
Span-Konzentration		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
18:20:00	282,2	281,5
18:21:00	282,9	282,6
18:22:00	283,8	283,6
18:23:00	284,3	283,8
18:24:00	283,6	283,8
18:25:00	283,8	282,8
18:26:00	282,0	282,8
18:27:00	283,4	282,4
18:28:00	284,1	283,1
18:29:00	283,6	284,1
18:30:00	283,4	283,6
18:31:00	283,4	283,4
18:32:00	283,8	283,6
18:33:00	284,3	283,3
18:34:00	283,6	283,8
18:35:00	282,1	282,7
18:36:00	282,3	281,8
18:37:00	283,4	282,4
18:38:00	284,6	282,5
18:39:00	283,2	282,4
Mittelwert	283,4	283,0

Tabelle 9: Einzelwerte der Prüfung zur Kurzzeitdrift (Endwerte)

Nach 12h		
Nullpunkt		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
05:30:00	-0,7	-0,2
05:31:00	-0,9	0,0
05:32:00	-0,9	0,2
05:33:00	-0,7	0,2
05:34:00	-0,7	0,5
05:35:00	-0,9	0,2
05:36:00	-0,5	0,2
05:37:00	-0,7	0,2
05:38:00	-0,9	0,0
05:39:00	-0,9	-0,2
05:40:00	-0,9	0,0
05:41:00	-0,9	0,0
05:42:00	-0,9	0,0
05:43:00	-0,9	0,2
05:44:00	-1,2	-0,5
05:45:00	-1,4	0,2
05:46:00	-1,2	0,5
05:47:00	-0,9	0,0
05:48:00	-0,9	0,2
05:49:00	-0,9	0,0
Mittelwert	-0,9	0,1

Nach 12h		
Span-Konzentration		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
06:20:00	281,5	282,2
06:21:00	282,0	282,7
06:22:00	282,5	283,2
06:23:00	282,7	283,4
06:24:00	282,5	283,9
06:25:00	282,7	283,2
06:26:00	282,7	282,7
06:27:00	282,0	283,9
06:28:00	282,7	282,7
06:29:00	282,7	282,5
06:30:00	282,9	282,5
06:31:00	282,9	282,7
06:32:00	282,7	282,5
06:33:00	282,7	283,2
06:34:00	282,5	283,9
06:35:00	282,7	283,2
06:36:00	282,6	282,7
06:37:00	282,0	283,7
06:38:00	282,7	282,3
06:39:00	282,7	282,5
Mittelwert	282,5	283,0

7.1 8.4.5 Wiederholstandardabweichung

Die Wiederholstandardabweichung muss sowohl das Leistungskriterium bei Null $\leq 1,0$ nmol/mol (entspricht $2,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$) als auch bei der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt ≤ 3 nmol/mol (entspricht $7,98 \mu\text{g}/\text{m}^3$) erfüllen.

7.2 Prüfvorschrift

Nach der Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden 20 Einzelmessungen bei der Konzentration Null und einer Prüfgaskonzentration (c_t), die ähnlich dem 1-Stunden-Grenzwert ist, durchgeführt.

Die Wiederholstandardabweichung dieser Messungen bei der Konzentration Null und bei der Konzentration c_t wird folgendermaßen berechnet:

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

Dabei ist:

- s_{det} die Wiederholstandardabweichung
- x_i die i-te Messung
- \bar{x} der Mittelwert der 20 Messungen
- n die Anzahl der Messungen

Die Wiederholstandardabweichung wird getrennt für beide Messreihen (Nullgas und Konzentration c_t) berechnet.

s_r muss das oben angegebene Leistungskriterium sowohl bei der Konzentration Null als auch der Prüfgaskonzentration c_t (1-Stunden-Grenzwert) erfüllen.

Aus der Wiederholstandardabweichung bei Null und der nach 8.4.6 bestimmten Steigung der Kalibrierfunktion wird die Nachweisgrenze des Messgeräts nach folgender Gleichung berechnet:

$$l_{\text{det}} = 3,3 \cdot \frac{s_{r,z}}{B}$$

Dabei ist:

- l_r die Nachweisgrenze des Messgeräts, in nmol/mol
- $s_{r,z}$ die Wiederholstandardabweichung bei Null, in nmol/mol
- B die nach Anhang A mit den Daten aus 8.4.6 ermittelte Steigung der Kalibrierfunktion

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14212 durchgeführt. Die Prüfung soll dabei gemäß DIN EN 14212 bei einem Konzentrationslevel von ca. 131 nmol/mol SO₂ durchgeführt werden. Nach VDI 4202 Blatt 1 soll die Prüfung der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt am Grenzwert für SO₂ durchgeführt werden.

7.4 Auswertung

In Tabelle 10 sind die Ergebnisse der Untersuchung zur Wiederholstandardabweichung angegeben.

Tabelle 10: Wiederholstandardabweichung am Null- und Referenzpunkt

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Wiederholstandardabweichung $s_{r,z}$ bei Null [nmol/mol]	$\leq 1,0$	0,33	✓	0,34	✓
Wiederholstandardabweichung $s_{r,ct}$ bei c_t [nmol/mol]	$\leq 3,0$	0,49	✓	0,48	✓
Nachweisgrenze [nmol/mol]		1,07		1,09	

7.5 Bewertung

Es ergibt sich ein Wert für die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt von 0,33 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,34 nmol/mol für Gerät 2. Für die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt ergibt sich ein Wert von 0,49 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,48 nmol/mol für Gerät 2.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 11 sind die Ergebnisse der Einzelmessungen angegeben.

Tabelle 11: Einzelergebnisse der Untersuchung zur Wiederholstandardabweichung

Null Konzentration		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
08:21:00	-0,9	0,0
08:22:00	-1,2	0,0
08:23:00	-1,2	-0,7
08:24:00	-1,2	-0,5
08:25:00	-1,4	0,0
08:26:00	-0,9	0,0
08:27:00	-0,9	-0,2
08:28:00	-0,7	-0,5
08:29:00	-1,2	-0,2
08:30:00	-1,4	-0,5
08:31:00	-1,4	-0,5
08:32:00	-0,9	0,0
08:33:00	-0,7	0,0
08:34:00	-0,5	-0,5
08:35:00	-0,2	-0,5
08:36:00	-0,7	0,2
08:37:00	-0,9	0,5
08:38:00	-0,9	0,5
08:39:00	-0,7	0,2
08:40:00	-0,5	-0,2
Mittelwert	-0,9	-0,1

C _t -Konzentration		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
09:28:00	130,9	130,6
09:29:00	130,6	130,9
09:30:00	130,4	130,2
09:31:00	130,9	130,2
09:32:00	130,9	130,6
09:33:00	131,4	130,9
09:34:00	130,9	130,9
09:35:00	131,1	130,9
09:36:00	130,9	130,6
09:37:00	130,4	130,6
09:38:00	130,9	131,4
09:39:00	130,9	130,6
09:40:00	130,4	130,2
09:41:00	130,9	130,9
09:42:00	131,4	130,4
09:43:00	131,6	129,9
09:44:00	131,8	130,6
09:45:00	132,1	130,6
09:46:00	131,8	131,4
09:47:00	131,6	132,1
Mittelwert	131,1	130,7

7.1 8.4.6 Abweichung von der Linearität bei der Kalibrierfunktion

Die Abweichung von der Linearität bei der Kalibrierfunktion darf maximal 5 nmol/mol (entspricht 13,3 µg/m³) am Nullpunkt sowie maximal 4 % des Messwertes bei Konzentrationen größer Null betragen.

7.2 Prüfvorschrift

Die Abweichung von der Linearität bei der Kalibrierfunktion des Messgeräts ist über den Bereich von 0 % bis 95 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches mit mindestens sechs Konzentrationen (einschließlich des Nullpunktes) zu prüfen. Das Messgerät ist bei einer Konzentration von etwa 90 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches zu justieren. Bei jeder Konzentration (einschließlich des Nullpunktes) werden mindestens fünf Einzelmessungen durchgeführt.

Die Konzentrationen werden in folgender Reihenfolge aufgegeben: 80 %, 40 %, 0 %, 60 %, 20 % und 95 %. Nach jedem Wechsel der Konzentration sind mindestens vier Einstellzeiten abzuwarten, bevor die nächste Messung durchgeführt wird.

Die Berechnung der linearen Regressionsfunktion und der Abweichungen wird nach Anhang A der DIN EN 14212 durchgeführt. Die Abweichungen von der linearen Regressionsfunktion müssen das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

Erstellung der Regressionsgeraden:

Eine Regressionsgerade der Form $Y_i = A + B * X_i$ ergibt sich durch Berechnung der Funktion

$$Y_i = a + B(X_i - X_z)$$

Zur Berechnung der Regression werden alle Messpunkte (einschließlich Null) herangezogen. Die Anzahl der Messpunkte n ist gleich der Anzahl der Konzentrationsniveaus (mindestens sechs einschließlich Null) multipliziert mit der Anzahl der Wiederholungen (mindestens fünf) bei jedem Konzentrationsniveau.

Der Koeffizient a ist:

$$a = \sum Y_i / n$$

Dabei ist:

- a der Mittelwert der Y-Werte
- Y_i der einzelne Y-Wert
- N die Anzahl der Kalibrierpunkte

Der Koeffizient B ist:

$$B = \left(\sum Y_i (X_i - X_z) \right) / \sum (X_i - X_z)^2$$

Dabei ist:

X_z der Mittelwert der X-Werte $(= \sum (X_i / n))$

X_i der einzelne X-Wert

Die Funktion $Y_i = a + B (X_i - X_z)$ wird über die Berechnung von A umgewandelt in $Y_i = A + B \cdot X_i$

$$A = a - B \cdot X_z$$

Die Abweichung der Mittelwerte der Kalibrierpunkte (einschließlich des Nullpunktes) werden folgendermaßen berechnet.

Der Mittelwert jedes Kalibrierpunktes (einschließlich des Nullpunktes) bei ein und derselben Konzentration c ist:

$$(Y_a)_c = \sum (Y_i)_c / m$$

Dabei ist:

$(Y_a)_c$ der mittlere Y-Wert beim Konzentrationsniveau c

$(Y_i)_c$ der einzelne Y-Wert beim Konzentrationsniveau c

M die Anzahl der Wiederholungen beim Konzentrationsniveau c

Die Abweichung jedes Mittelwertes (r_c) bei jedem Konzentrationsniveau ist:

$$r_c = (Y_a)_c - (A + B \times c)$$

Jede Abweichung eines Wertes relativ zu seinem Konzentrationsniveau c ist:

$$r_{c,rel} = \frac{r_c}{c} \times 100\%$$

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14212 durchgeführt.

7.4 Auswertung

Es ergeben sich folgende lineare Regressionen:

In Abbildung 10 und Abbildung 11 sind die Ergebnisse der Gruppenmittelwertuntersuchungen zusammenfassend für SO₂ graphisch dargestellt.

Tabelle 12: Abweichungen der Analysenfunktion für SO₂

	Anforderung	Gerät 1	Gerät 2
Größte relative Abweichung r_{\max} [%]	$\leq 4,0$	0,92	0,96
Abweichung bei Null r_z [nmol/mol]	$\leq 5,0$	-0,52	-0,36

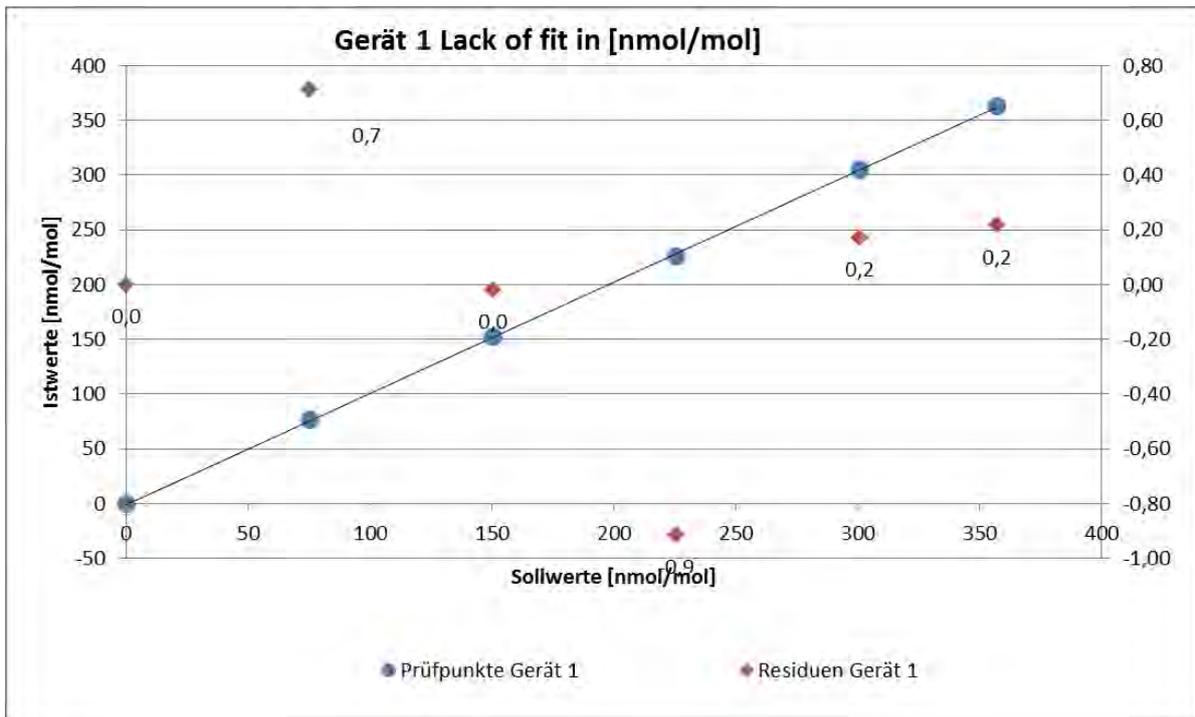


Abbildung 10: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 1

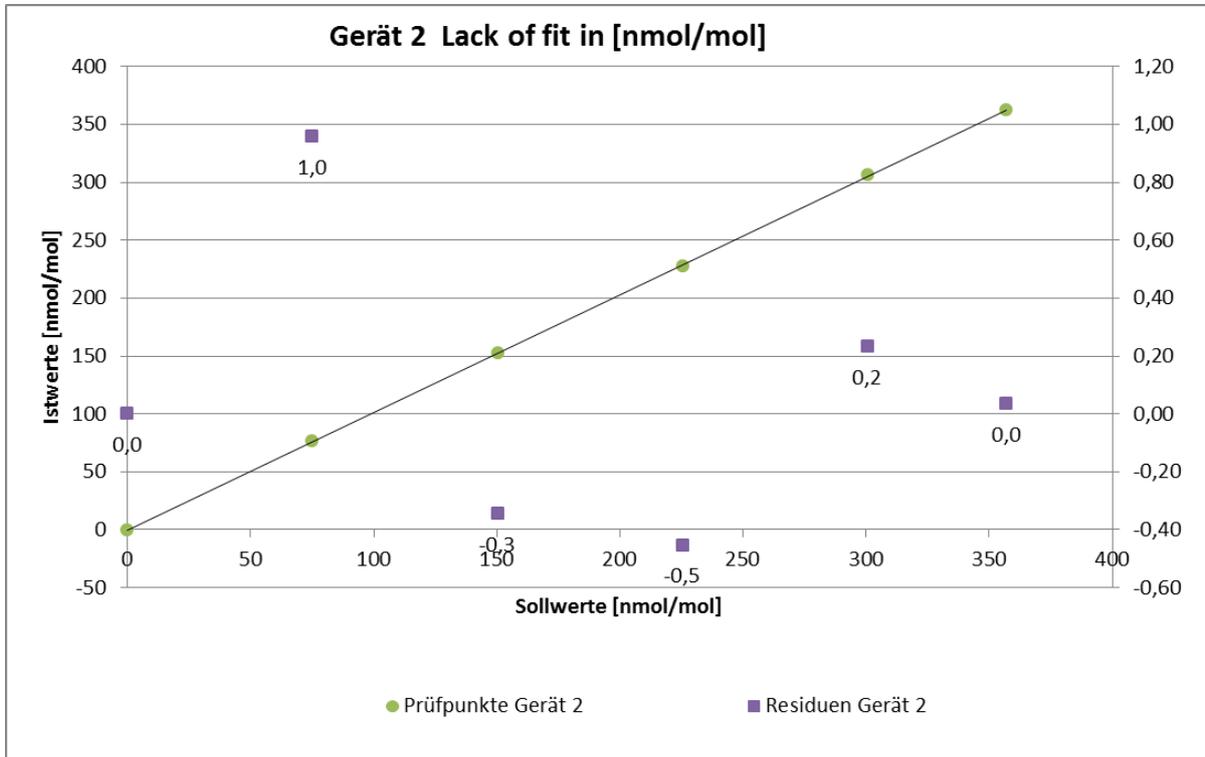


Abbildung 11: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 2

7.5 Bewertung

Für Gerät 1 ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von -0,52 nmol/mol am Nullpunkt und maximal 0,92 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null. Für Gerät 2 ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von -0,36 nmol/mol am Nullpunkt und maximal 0,96 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null.

Die Abweichungen von der idealen Regressionsgeraden überschreiten nicht die in der DIN EN 14212 geforderten Grenzwerte.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind in Tabelle 13 zu finden.

Tabelle 13: Einzelwerte „lack of fit“ Prüfung

		Gerät 1 [nmol/mol]		Gerät 2 [nmol/mol]	
Zeit	Stufe [%]	Ist Wert y _i	Soll Wert x _i	Ist Wert y _i	Soll Wert x _i
14:50:00	80	304,44	300,75	305,39	300,75
14:51:00	80	304,78	300,75	305,80	300,75
14:52:00	80	305,83	300,75	306,22	300,75
14:53:00	80	305,49	300,75	306,21	300,75
14:54:00	80	304,78	300,75	306,50	300,75
Mittelwert		305,06		306,02	
r _{c,rel}		0,17		0,23	
15:00:00	40	152,32	150,38	151,96	150,38
15:01:00	40	152,26	150,38	151,84	150,38
15:02:00	40	151,61	150,38	152,21	150,38
15:03:00	40	151,67	150,38	152,04	150,38
15:04:00	40	151,38	150,38	151,79	150,38
Mittelwert		151,85		151,97	
r _{c,rel}		-0,02		-0,34	
15:10:00	0	0,06	0,00	0,10	0,00
15:11:00	0	-0,48	0,00	-0,44	0,00
15:12:00	0	-0,80	0,00	-0,45	0,00
15:13:00	0	-0,67	0,00	-0,54	0,00
15:14:00	0	-0,71	0,00	-0,48	0,00
Mittelwert		-0,52		-0,36	
r _z		-0,52		-0,36	
15:20:00	60	225,70	225,56	227,47	225,56
15:21:00	60	224,79	225,56	228,23	225,56
15:22:00	60	226,02	225,56	228,17	225,56
15:23:00	60	227,67	225,56	227,76	225,56
15:24:00	60	226,58	225,56	227,79	225,56
Mittelwert		226,15		227,88	
r _{c,rel}		-0,92		-0,45	
15:30:00	20	75,86	75,19	76,93	75,19
15:31:00	20	75,77	75,19	77,02	75,19
15:32:00	20	75,99	75,19	76,93	75,19
15:33:00	20	76,21	75,19	76,78	75,19
15:34:00	20	76,56	75,19	76,25	75,19
Mittelwert		76,08		76,78	
r _{c,rel}		0,71		0,96	
15:40:00	95	362,09	357,14	361,63	357,14
15:41:00	95	362,17	357,14	362,33	357,14
15:42:00	95	362,78	357,14	363,65	357,14
15:43:00	95	362,45	357,14	363,26	357,14
15:44:00	95	363,41	357,14	362,99	357,14
Mittelwert		362,58		362,77	
r _{c,rel}		0,22		0,04	

7.1 8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks

Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes muss $\leq 2,0$ nmol/mol/kPa (entspricht $5,32$ $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{kPa}$) betragen.

7.2 Prüfvorschriften

Messungen werden bei einer Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches bei absoluten Drücken von etwa 80 kPa \pm 0,2 kPa und etwa 110 kPa \pm 0,2 kPa durchgeführt. Bei jedem Druck sind nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, drei Einzelmessungen durchzuführen. Die Mittelwerte dieser Messungen bei den unterschiedlichen Drücken werden berechnet.

Messungen bei verschiedenen Drücken müssen durch mindestens vier Einstellzeiten voneinander getrennt sein.

Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probendruckes ergibt sich wie folgt:

$$b_{sp} = \left| \frac{(C_{P2} - C_{P1})}{(P_2 - P_1)} \right|$$

Dabei ist:

b_{sp} der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks

C_{P1} der Mittelwert der Messung beim Probengasdruck P_1

C_{P2} der Mittelwert der Messung beim Probengasdruck P_2

P_1 der Probengasdruck P_1

P_2 der Probengasdruck P_2

b_{sp} muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14212 durchgeführt.

Ein Unterdruck konnte durch Verringerung des zugeführten Prüfgasvolumens mittels Restriktion der Probengasleitung erzeugt werden. Bei der Überdruckprüfung wurde die Messeinrichtung an eine Prüfgasquelle angeschlossen. Die erzeugte Prüfgasmenge wurde höher als die von den Analysatoren angesaugte Probengasmenge eingestellt. Das überschüssige Gas wird über ein T-Stück abgeleitet. Die Erzeugung des Überdrucks wurde durch entsprechende Restriktion der Bypassleitung durchgeführt. Der Prüfgasdruck wurde dabei von einem Druckaufnehmer im Prüfgasweg ermittelt.

Einzelmessungen werden mit Konzentrationen von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches und Probengasdrücken von 80 kPa und 110 kPa durchgeführt.

7.4 Auswertung

Es ergaben sich folgende Empfindlichkeitskoeffizienten für den Probengasdruck.

Tabelle 14: Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Empfindlichkeitskoeff. Probengasdruck b_{gp} [nmol/mol/kPa]	$\leq 2,0$	0,27	✓	0,41	✓

7.5 Bewertung

Für Gerät 1 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks von 0,27 nmol/mol/kPa.

Für Gerät 2 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks von 0,41 nmol/mol/kPa.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 15: Einzelwerte der Überprüfung der Empfindlichkeit gegen Änderungen des Probengasdrucks

Uhrzeit	Druck [kPa]	Konzentration	Gerät 1	Gerät 2
			[nmol/mol]	[nmol/mol]
10:11:00	80	281,95	291,55	304,91
10:12:00	80	281,95	292,11	304,70
10:13:00	80	281,95	292,04	304,22
Mittelwert C_{P1}			291,90	304,61
10:01:00	110	281,95	283,07	291,69
10:02:00	110	281,95	283,81	292,01
10:03:00	110	281,95	284,21	293,36
Mittelwert C_{P2}			283,70	292,35

7.1 8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur muss $\leq 1,0$ nmol/mol/K betragen.

7.2 Prüfvorschriften

Zur Bestimmung der Abhängigkeit von der Probengastemperatur werden Messungen bei Probengastemperaturen von $T_1 = 0$ °C und $T_2 = 30$ °C durchgeführt. Die Temperaturabhängigkeit wird bei einer Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches bestimmt. Nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, sind drei Einzelmessungen bei jeder Temperatur durchzuführen.

Die Probengastemperatur am Einlass des Messgerätes muss mindestens 30 min konstant sein.

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur ergibt sich wie folgt:

$$b_{gt} = \frac{(C_{GT,2} - C_{GT,1})}{(T_{G,2} - T_{G,1})}$$

Dabei ist:

- b_{gt} der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur
- $C_{GT,1}$ der Mittelwert der Messung bei der Probengastemperatur $T_{G,1}$
- $C_{GT,2}$ der Mittelwert der Messung bei der Probengastemperatur $T_{G,2}$
- $T_{G,1}$ die Probengastemperatur T_1
- $T_{G,2}$ die Probengastemperatur T_2
- b_{gt} muss das oben genannte Leistungskriterium erfüllen

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14212 durchgeführt.

Zur Prüfung wurde das Prüfgasgemisch durch ein ca. 30 Meter langes Schlauchbündel geführt, welches sich in einer Klimakammer befand. Die Messgeräte wurden unmittelbar vor der Klimakammer installiert. Das Ende des Schlauchbündels wurde aus der Klimakammer herausgelegt und an die Messsysteme angeschlossen. Die Zuleitung außerhalb der Klimakammer wurde isoliert und unmittelbar vor den Messeinrichtungen wurde die Prüfgastemperatur mittels eines Thermoelements überwacht. Die Klimakammertemperatur wurde eingeregelt, sodass die Gastemperatur unmittelbar vor den Analysatoren 0 °C betrug. Zur Überprüfung der 30 °C Gastemperatur wurde das Gas statt durch das Schlauchbündel in der Klimakammer durch eine temperierte Heizleitung geleitet und dem Messgeräten zugeführt.

Einzelmessungen werden mit Konzentrationen von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches und Probengastemperaturen von 0 °C und 30 °C durchgeführt.

7.4 Auswertung

Tabelle 16: Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Empfindlichkeitskoeff. Probengastemp. b_{gt} [nmol/mol/K]	$\leq 1,0$	0,04	✓	0,01	✓

7.5 Bewertung

Für Gerät 1 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur von 0,04 nmol/mol/K).

Für Gerät 2 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur von 0,01 nmol/mol/K).

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 17: Einzelwerte der Bestimmung des Einflusses der Probengastemperatur für SO₂

Uhrzeit	Temp [°C]	Konzentration	Gerät 1	Gerät 2
			[nmol/mol]	[nmol/mol]
09:05:00	0	281,95	283,52	282,65
09:06:00	0	281,95	283,61	282,14
09:07:00	0	281,95	283,16	282,39
Mittelwert $C_{GT,1}$			283,43	282,39
16:15:00	30	281,95	283,69	282,66
16:16:00	30	281,95	283,78	282,54
16:17:00	30	281,95	286,53	282,91
Mittelwert $C_{GT,1}$			284,67	282,70

7.1 8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur muss $\leq 1,0$ nmol/mol/K betragen.

7.2 Prüfvorschriften

Der Einfluss der Umgebungstemperatur ist innerhalb des vom Hersteller angegebenen Bereichs bei folgenden Temperaturen zu bestimmen:

- 1) der niedrigsten Temperatur $T_{\min} = 0$ °C
- 2) der Labortemperatur $T_l = 20$ °C
- 3) der höchsten Temperatur $T_{\max} = 30$ °C

Für diese Prüfungen ist eine Klimakammer erforderlich.

Der Einfluss wird bei der Konzentration Null und einer Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches bestimmt. Bei jeder Temperatur sind nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, drei Einzelmessungen bei Null und der Span-Konzentration durchzuführen.

Die Messungen werden bezüglich der Temperatur in folgender Reihenfolge durchgeführt:

T_l, T_{\min}, T_l und T_l, T_{\max}, T_l

Bei der ersten Temperatur (T_l) wird das Messgerät bei Null- und Spanniveaue (70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches) eingestellt. Dann werden nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, drei Einzelmessungen bei T_l, T_{\min} und wieder bei T_l durchgeführt. Diese Vorgehensweise wird bei der Temperaturfolge T_l, T_{\max} und T_l wiederholt.

Um eine auf andere Faktoren als die Temperatur zurückgehende Drift auszuschließen, werden die Messungen bei T_l gemittelt; diese Mittelung wird in der folgenden Gleichung zur Berechnung des Einflusses der Umgebungstemperatur berücksichtigt:

$$b_{st} = \left| \frac{x_T - \frac{x_1 + x_2}{2}}{T_S - T_{S,0}} \right|$$

Dabei ist:

- b_{st} der Empfindlichkeitskoeffizient von der Umgebungstemperatur
- x_T der Mittelwert der Messungen bei T_{\min} oder T_{\max}
- x_1 der erste Mittelwert der Messungen bei T_l
- x_2 der zweite Mittelwert der Messungen bei T_l
- T_S die Umgebungstemperatur im Labor
- $T_{S,0}$ die mittlere Umgebungstemperatur am festgelegten Punkt

Für die Dokumentation der Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur wird der höhere der Werte der Temperaturabhängigkeit bei $T_{S,1}$ oder $T_{S,2}$ gewählt.

b_{st} muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14212 durchgeführt.

7.4 Auswertung

Es ergaben sich folgende Empfindlichkeiten gegenüber der Umgebungstemperatur

Tabelle 18: Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Null- und Referenzpunkt für Gerät 1 und Gerät 2

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Empf. Koeffizient bei 0 °C für Nullniveau [nmol/mol/K]	≤ 1,0	0,175	✓	0,014	✓
Empf. Koeffizient bei 30 °C für Nullniveau [nmol/mol/K]	≤ 1,0	0,035	✓	0,039	✓
Empf. Koeffizient bei 0 °C für Span-Niveau [nmol/mol/K]	≤ 1,0	0,258	✓	0,099	✓
Empf. Koeffizient bei 30°C für Span-Niveau [nmol/mol/K]	≤ 1,0	0,316	✓	0,020	✓

Wie in Tabelle 18 zu sehen, erfüllt der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Null- und Referenzpunkt die Leistungsanforderungen.

7.5 Bewertung

Der Empfindlichkeitskoeffizient b_{st} der Umgebungstemperatur überschreitet nicht die Anforderungen von maximal 1,0 nmol/mol/K. In der Unsicherheitsberechnung wird für beide Geräte der größte Empfindlichkeitskoeffizient b_{st} gewählt. Dies sind für Gerät 1 0,316 nmol/mol/K und für Gerät 2 0,099 nmol/mol/K.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind in Tabelle 19 aufgeführt.

Tabelle 19: Einzelwerte zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Umgebungstemperatur für SO₂

Datum	Nullpunkt				Span-Konzentration				
	Uhrzeit	Temp [°C]	Gerät 1 [nmol/mol]	Gerät 2 [nmol/mol]	Uhrzeit	Temp [°C]	Gerät 1 [nmol/mol]	Gerät 2 [nmol/mol]	
20.04.2015	09:05:00	20	-2,4	0,9	09:25:00	20	277,1	277,5	
20.04.2015	09:06:00	20	-2,1	0,9	09:26:00	20	278,0	277,7	
20.04.2015	09:07:00	20	-2,0	0,8	09:27:00	20	277,9	277,8	
Mittelwert (X _{1(TS1)})			-2,1	0,8				277,7	277,7
20.04.2015	15:35:00	0	1,4	1,0	15:55:00	0	281,5	279,6	
20.04.2015	15:36:00	0	1,2	1,2	15:56:00	0	281,6	279,9	
20.04.2015	15:37:00	0	1,3	1,0	15:57:00	0	282,0	280,4	
Mittelwert (X _{TS1})			1,3	1,1				281,7	280,0
21.04.2015	07:15:00	20	-2,4	0,6	07:35:00	20	275,8	278,4	
21.04.2015	07:16:00	20	-2,3	0,8	07:36:00	20	275,2	278,0	
21.04.2015	07:17:00	20	-2,2	0,9	07:37:00	20	275,2	278,6	
Mittelwert (X _{2(TS1)}) = (X _{1(TS2)})			-2,3	0,8				275,4	278,3
21.04.2015	15:30:00	30	-2,0	1,0	15:50:00	30	272,6	278,6	
21.04.2015	15:31:00	30	-1,7	1,0	15:51:00	30	271,6	278,3	
21.04.2015	15:32:00	30	-2,0	1,1	15:52:00	30	272,0	278,7	
Mittelwert (X _{TS2})			-1,9	1,0				272,0	278,5
22.04.2015	07:35:00	20	1,2	0,4	07:55:00	20	274,7	278,4	
22.04.2015	07:36:00	20	-2,0	0,5	07:56:00	20	275,1	278,5	
22.04.2015	07:37:00	20	-1,9	0,5	07:57:00	20	275,2	278,0	
Mittelwert (X _{2(TS2)})			-0,9	0,5				275,0	278,3

7.1 8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung

Der Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung muss $\leq 0,30$ nmol/mol/V (entspricht $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{V}$) betragen.

7.2 Prüfvorschriften

Die Abhängigkeit von der Netzspannung wird an den beiden Grenzen des vom Hersteller angegebenen Spannungsbereiches bei der Konzentration Null und einer Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches bestimmt. Nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden drei Einzelmessungen bei jedem Spannungs- und Konzentrationsniveau durchgeführt.

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung nach der Richtlinie DIN EN 14212 ergibt sich wie folgt:

$$b_v = \left| \frac{(C_{V2} - C_{V1})}{(V_2 - V_1)} \right|$$

Dabei ist:

b_v der Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung

C_{V1} der Mittelwert der Messung bei der Spannung V_1

C_{V2} der Mittelwert der Messung bei der Spannung V_2

V_1 die niedrigste Spannung V_{\min}

V_2 die höchste Spannung V_{\max}

Für die Spannungsabhängigkeit ist der höhere Wert der Messungen beim Null- und Spannniveau zu wählen.

b_v muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

7.3 Durchführung der Prüfung

Zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Spannung wurde ein Transformator in die Stromversorgung der Messeinrichtung geschaltet und bei verschiedenen Spannungen Prüfgas am Null- und Referenzpunkt aufgegeben.

7.4 Auswertung

Es ergaben sich folgende Empfindlichkeiten gegenüber der elektrischen Spannung:

Tabelle 20: Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung am Null- und Referenzpunkt

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Empf. Koeff. elekt. Spannung b_v bei 0 Niveau [nmol/mol/V]	≤ 0,3	0,00	✓	0,01	✓
Empf. Koeff. elekt. Spannung b_v bei Span [nmol/mol/V]	≤ 0,3	0,01	✓	0,01	✓

7.5 Bewertung

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung b_v überschreitet bei keinem Prüfpunkt die Anforderungen der DIN EN 14212 von maximal 0,30 nmol/mol/V. In der Unsicherheitsberechnung wird für beide Geräte der größte b_v gewählt. Dies sind für Gerät 1 0,01 nmol/mol/V und für Gerät 2 0,01 nmol/mol/V.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 21: Einzelwerte der Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung

Uhrzeit	Spannung [V]	Konzentration	Gerät 1	Gerät 2
			[nmol/mol]	[nmol/mol]
14:10:00	210	0	-2,35	-1,88
14:11:00	210	0	-2,82	-1,88
14:12:00	210	0	-2,585	-2,585
Mittelwert C_{V1} bei 0			-2,59	-2,12
14:18:00	250	0	-2,35	-1,645
14:19:00	250	0	-2,82	-1,645
14:20:00	250	0	-2,82	-1,645
Mittelwert C_{V2} bei 0			-2,66	-1,65
14:27:00	210	285,00	283,88	283,645
14:28:00	210	285,00	284,82	284,585
14:29:00	210	285,00	285,29	284,82
Mittelwert C_{V1} bei Span			284,66	284,35
14:36:00	250	285,00	284,585	285,055
14:37:00	250	285,00	284,35	284,585
14:38:00	250	285,00	284,35	284,35
Mittelwert C_{V2} bei Span			284,43	284,66

7.1 8.4.11 Störkomponenten

Störkomponenten bei Null und bei der Konzentration c_t (beim Niveau des 1-Stunden Grenzwerts = 350 µg/m³ für SO₂). Die maximal erlaubten Abweichungen für die Störkomponenten H₂S, NH₃, NO und NH₂ betragen je ≤ 5,0 nmol/mol (entspricht 13,3 µg/m³) sowie für H₂O und m-Xylol je ≤ 10,0 nmol/mol (entspricht 26,6 µg/m³).

7.2 Prüfvorschriften

Das Signal des Messgerätes gegenüber verschiedenen in der Luft erwarteten Störkomponenten ist zu prüfen. Diese Störkomponenten können ein positives oder negatives Signal hervorrufen. Die Prüfung wird bei der Konzentration Null und einer Prüfgaskonzentration (c_t), die ähnlich dem 1-Stunden-Grenzwert (350 µg/m³ für SO₂) ist, durchgeführt.

Die Konzentrationen der Prüfgasgemische mit der jeweiligen Störkomponente müssen eine Unsicherheit von kleiner als 5 % aufweisen und auf nationale Standards rückführbar sein. Die zu prüfenden Störkomponenten und ihre Konzentrationen sind in Tabelle 22 angegeben. Der Einfluss jeder Störkomponente muss einzeln bestimmt werden. Die Konzentration der Messgröße ist für den auf die Zugabe der Störkomponente (z.B. Wasserdampf) zurückgehenden Verdünnungsfluss zu korrigieren.

Nach der Einstellung des Messgerätes bei Null und beim Spannniveau wird ein Gemisch von Nullgas und der zu untersuchenden Störkomponente mit der in Tabelle 22 angegebenen Konzentration aufgegeben. Mit diesem Gemisch wird eine unabhängige Messung, gefolgt von zwei Einzelmessungen durchgeführt. Diese Vorgehensweise wird mit einem Gemisch der Messgröße bei der Konzentration c_t und der zu untersuchenden Störkomponente wiederholt. Die Einflussgröße bei Null und der Konzentration c_t ist:

$$X_{\text{int},z} = x_z$$

$$X_{\text{int},c_t} = x_{c_t} - c_t$$

Dabei ist:

- $X_{\text{int},z}$ die Einflussgröße der Störkomponente bei Null
- x_z der Mittelwert der Messungen bei Null
- X_{int,c_t} die Einflussgröße der Störkomponenten bei der Konzentration c_t
- x_{c_t} der Mittelwert der Messungen bei der Konzentration c_t
- c_t die Konzentration des aufgegebenen Gases beim Niveau des 1-Stunden-Grenzwertes

Die Einflussgröße der Störkomponenten muss die in oben angegebenen Leistungsanforderungen sowohl bei Null als auch der Konzentration c_t erfüllen.

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14212 durchgeführt. Die Geräte wurden bei Null und der Konzentration c_t (ca. 131 nmol/mol) eingestellt. Anschließend wurde Null- und Prüfgas mit den verschiedenen Störkomponenten aufgegeben. Es wurden die in Tabelle 22 aufgeführten Stoffe in den entsprechenden Konzentrationen geprüft.

Tabelle 22: Störkomponenten nach DIN EN 14212

Störkomponente	Wert
H ₂ O	19 mmol/mol
H ₂ S	200 nmol/mol
NH ₃	200 nmol/mol
NO	500 nmol/mol
NO ₂	200 nmol/mol
m-Xylol	1 µmol/mol

7.4 Auswertung

In der folgenden Übersicht sind die Einflussgrößen der verschiedenen Störkomponenten aufgelistet. Bei Ermittlung des Einflusses der Feuchte wurde der Verdünnungseffekt bereits im Prüfgaserzeugungssystem mit einbezogen.

Tabelle 23: Einfluss der geprüften Störkomponenten ($c_t = 131 \text{ nmol/mol}$)

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Einflussgröße Störkomponente H ₂ O bei Null [nmol/mol/V]	≤ 10,0 nmol/mol	0,49	✓	1,10	✓
Einflussgröße Störkomponente H ₂ O bei c_t [nmol/mol/V]	≤ 10,0 nmol/mol	-3,48	✓	-2,92	✓
Einflussgröße Störkomponente H ₂ S bei Null [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	-0,46	✓	-0,63	✓
Einflussgröße Störkomponente H ₂ S bei c_t [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	0,32	✓	1,57	✓
Einflussgröße Störkomponente NH ₃ bei Null [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	0,14	✓	0,11	✓
Einflussgröße Störkomponente NH ₃ bei c_t [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	-0,59	✓	-1,60	✓
Einflussgröße Störkomponente NO bei Null [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	0,07	✓	0,22	✓
Einflussgröße Störkomponente NO bei c_t [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	-0,11	✓	-1,64	✓
Einflussgröße Störkomponente NO ₂ bei Null [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	0,37	✓	0,39	✓
Einflussgröße Störkomponente NO ₂ bei c_t [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	0,60	✓	0,87	✓
Einflussgröße Störkomponente m-Xylol bei Null [nmol/mol/V]	≤ 10,0 nmol/mol	1,57	✓	0,74	✓
Einflussgröße Störkomponente m-Xylol bei c_t [nmol/mol/V]	≤ 10,0 nmol/mol	3,27	✓	3,16	✓

7.5 Bewertung

Es ergibt sich ein Wert für die Querempfindlichkeit am Nullpunkt von 0,49 nmol/mol für Gerät 1 sowie 1,10 nmol/mol für Gerät 2 bei H₂O, -0,46 nmol/mol für Gerät 1 wie -0,63 nmol/mol für Gerät 2 bei H₂S, 0,14 nmol/mol für Gerät 1 sowie -0,11 nmol/mol für Gerät 2 bei NH₃, 0,07 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,22 nmol/mol für Gerät 2 bei NO, 0,37 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,39 nmol/mol für Gerät 2 bei NO₂, 1,57 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,74 nmol/mol für Gerät 2 bei m-Xylol.

Für die Querempfindlichkeit am Grenzwert c_t ergibt sich ein Wert von -3,48 nmol/mol für Gerät 1 sowie -2,92 nmol/mol für Gerät 2 bei H₂O, 0,32 nmol/mol für Gerät 1 sowie 1,57 nmol/mol für Gerät 2 bei H₂S, -0,59 nmol/mol für Gerät 1 sowie -1,60 nmol/mol für Gerät 2 bei NH₃, -0,11 nmol/mol für Gerät 1 sowie -1,64 nmol/mol für Gerät 2 bei NO, 0,60 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,87 nmol/mol für Gerät 2 bei NO₂, 3,27 nmol/mol für Gerät 1 sowie 3,16 nmol/mol für Gerät 2 bei m-Xylol.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 24 sind die Einzelwerte der Untersuchung angegeben.

Tabelle 24: Einzelwerte der Untersuchung gegenüber Störkomponenten

	ohne Störkomponente			mit Störkomponente		
	Uhrzeit	Gerät 1	Gerät 2	Uhrzeit	Gerät 1	Gerät 2
Nullgas + H ₂ O (19 mmol/mol)	11:05:00	-1,02	-1,07	11:15:00	-0,20	0,20
	11:06:00	-0,80	-1,04	11:16:00	-0,20	-0,10
	11:07:00	-0,16	-0,99	11:17:00	-0,10	0,10
	Mittelwert x_z	-0,66	-1,03	Mittelwert x_z	-0,17	0,07
Prüfgas c _t + H ₂ O (19 mmol/mol)	12:42:00	128,92	131,11	12:52:00	125,10	128,40
	12:43:00	128,28	131,16	12:53:00	125,22	128,33
	12:44:00	128,80	131,60	12:54:00	125,24	128,38
	Mittelwert x_{ct}	128,67	131,29	Mittelwert x_{ct}	125,19	128,37
Nullgas + H ₂ S (200 nmol/mol)	13:30:00	-0,53	1,00	13:36:00	-0,64	0,48
	13:31:00	-0,77	0,92	13:37:00	-1,20	0,21
	13:32:00	-0,57	0,86	13:38:00	-1,40	0,19
	Mittelwert x_z	-0,62	0,93	Mittelwert x_z	-1,08	0,29
Prüfgas c _t + H ₂ S (200 nmol/mol)	13:46:00	130,98	131,15	13:56:00	130,62	132,79
	13:47:00	130,91	131,28	13:57:00	131,58	132,53
	13:48:00	130,96	131,17	13:58:00	131,60	132,98
	Mittelwert x_{ct}	130,95	131,20	Mittelwert x_{ct}	131,27	132,77
Nullgas + NH ₃ (200 nmol/mol)	14:20:00	-1,63	-1,05	14:26:00	-1,24	-0,90
	14:21:00	-1,54	-1,04	14:27:00	-1,52	-0,94
	14:22:00	-1,59	-0,91	14:28:00	-1,57	-0,83
	Mittelwert x_z	-1,59	-1,00	Mittelwert x_z	-1,44	-0,89
Prüfgas c _t + NH ₃ (200 nmol/mol)	14:45:00	130,20	131,97	14:51:00	129,78	130,20
	14:46:00	130,45	131,63	14:52:00	129,67	130,45
	14:47:00	130,53	131,75	14:53:00	129,95	129,89
	Mittelwert x_{ct}	130,39	131,78	Mittelwert x_{ct}	129,80	130,18
Nullgas + N ₂ O (200 nmol/mol)	10:08:00	0,10	0,43	10:14:00	0,13	0,96
	10:09:00	0,12	0,35	10:15:00	0,23	0,91
	10:10:00	0,15	0,46	10:16:00	0,22	0,03
	Mittelwert x_z	0,12	0,41	Mittelwert x_z	0,19	0,63
Prüfgas c _t + N ₂ O (200 nmol/mol)	10:38:00	129,99	131,65	10:46:00	130,86	132,75
	10:39:00	129,83	131,70	10:47:00	130,90	132,60
	10:40:00	129,92	132,10	10:48:00	130,94	133,20
	Mittelwert x_{ct}	129,91	131,82	Mittelwert x_{ct}	130,90	132,85
Nullgas + NO (500 nmol/mol)	12:52:00	-0,10	0,76	13:02:00	0,12	1,20
	12:53:00	-0,35	0,63	13:03:00	0,18	1,10
	12:54:00	-0,22	0,83	13:04:00	0,14	1,10
	Mittelwert x_z	-0,22	0,74	Mittelwert x_z	0,15	1,13
Prüfgas c _t + NO (500 nmol/mol)	13:10:00	130,40	130,70	13:20:00	131,10	132,40
	13:11:00	130,50	131,20	13:21:00	131,20	132,10
	13:12:00	130,70	131,90	13:22:00	131,10	131,90
	Mittelwert x_{ct}	130,53	131,27	Mittelwert x_{ct}	131,13	132,13
Nullgas + m-Xylol (1 µmol/mol)	10:58:00	-1,20	0,40	11:04:00	0,65	1,05
	10:59:00	-1,10	0,28	11:05:00	0,50	1,06
	11:00:00	-0,80	0,33	11:06:00	0,47	1,12
	Mittelwert x_z	-1,03	0,34	Mittelwert x_z	0,54	1,08
Prüfgas c _t + m-Xylol (1 µmol/mol)	11:12:00	132,10	132,50	11:18:00	134,76	135,22
	11:13:00	131,32	132,09	11:19:00	134,22	135,54
	11:14:00	131,38	132,20	11:20:00	135,64	135,52
	Mittelwert x_{ct}	131,60	132,26	Mittelwert x_{ct}	134,87	135,43

7.1 8.4.12 Mittelungsprüfung

Der Mittelungseinfluss muss bei $\leq 7\%$ des Messwertes liegen.

7.2 Prüfbedingungen

Die Mittelungsprüfung liefert ein Maß für die Unsicherheit der gemittelten Werte, die durch kurzzeitige Konzentrationsänderungen im Probengas, die kürzer als die Messwerterfassung im Messgerät sind, verursacht werden. Im Allgemeinen ist die Ausgabe eines Messgerätes das Ergebnis der Bestimmung einer Bezugskonzentration (üblicherweise Null) und der tatsächlichen Konzentration, die eine gewisse Zeit benötigt.

Zur Bestimmung der auf die Mittelung zurückgehenden Unsicherheit werden die folgenden Konzentrationen auf das Messgerät aufgegeben und die entsprechenden Messwerte registriert: eine konstante SO₂ Konzentration zwischen null und der Konzentration c_t .

Die Zeitspanne (t_c) der konstanten SO₂-Konzentrationen muss mindestens gleich der zum Erzielen von vier unabhängigen Anzeigewerten notwendigen Zeitspanne sein (entsprechend mindestens 16 Einstellzeiten). Die Zeitspanne (t_v) der geänderten SO₂-Konzentration muss mindestens gleich der zum Erzielen von vier unabhängigen Anzeigewerten erforderlichen Zeitspanne (t_{SO_2}) für die SO₂-Konzentration sein und muss 45 s betragen, gefolgt von der Zeitspanne (t_{zero}) von 45 s für die Konzentration Null. Weiterhin gilt:

c_t ist die Prüfgaskonzentration

t_v ist die Gesamtzahl der t_{SO_2} - und t_{zero} -Paare (mindestens drei Paare)

Der Wechsel von t_{SO_2} auf t_{zero} muss innerhalb von 0,5 s erfolgen. Der Wechsel von t_c zu t_v muss innerhalb einer Einstellzeit des zu prüfenden Messgerätes erfolgen.

Der Mittelungseinfluss (E_{av}) ist:

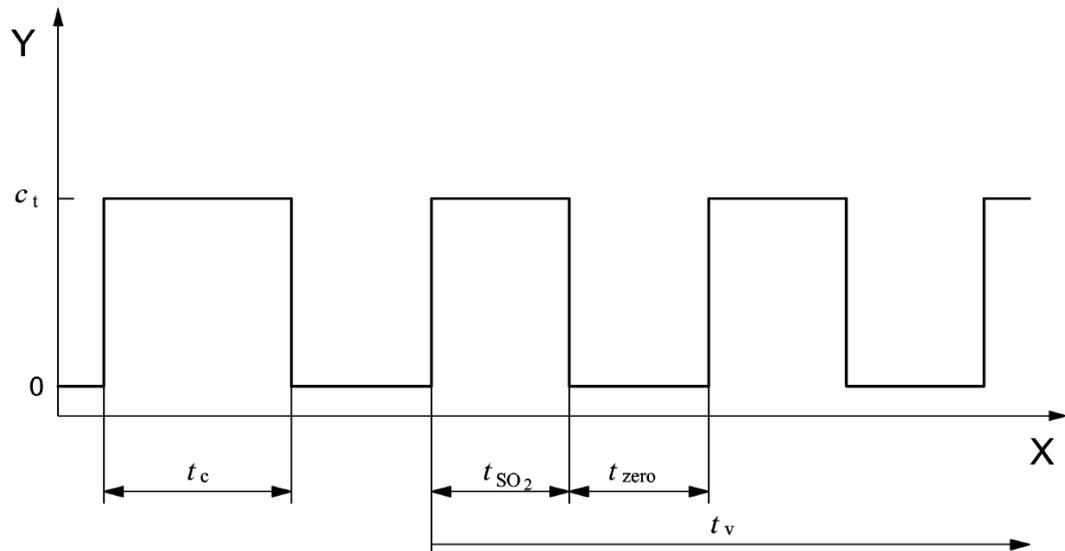
$$E_{av} = \frac{C_{const}^{av} - 2C_{var}^{av}}{C_{const}^{av}} * 100$$

Dabei ist:

E_{av} der Mittelungseinfluss (%)

C_{const}^{av} der Mittelwert von mindestens vier unabhängigen Messungen während der Zeitspanne der konstanten Konzentration

C_{var}^{av} der Mittelwert von mindestens vier unabhängigen Messungen während der Zeitspanne der variablen Konzentration



Legende

Y Konzentration (nmol/mol)
X Zeit

Abbildung 12: Konzentrationsänderung für die Prüfung des Mittelungseinflusses ($t_{SO_2} = t_{zero} = 45\text{ s}$)

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Mittelungsprüfung wurde nach den Vorgaben der DIN EN 14212 durchgeführt. Da es sich hier um ein direkt messendes SO₂ Messgerät handelt, wurde diese Prüfung mit einer sprunghaft veränderten SO₂-Konzentration zwischen Null und der Konzentration c_t (131 nmol/mol) durchgeführt. Zuerst wurde bei einer konstanten Prüfgaskonzentration der Mittelwert gebildet. Danach wurde mit Hilfe eines Dreiwegeventils im 45 s Takt zwischen Null und Prüfgas hin und her geschaltet. Über die Zeit der wechselnden Prüfgasaufgabe wurde ebenfalls der Mittelwert gebildet.

7.4 Auswertung

In der Prüfung wurden folgende Mittelwerte ermittelt:

	Anforderung	Gerät 1	Gerät 2
Mittelungseinfluss E_{av} [%]	$\leq 7\%$	5,09	5,25
		✓	✓

Daraus ergeben sich folgende Mittelungseinflüsse:

Gerät 1: 5,09 %

Gerät 2: 5,25 %

7.5 Bewertung

Das Leistungskriterium der DIN EN 14212 wird mit 5,09 % für Gerät 1 und 5,25 % für Gerät 2 in vollem Umfang eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 25 sind die Einzelergebnisse der Untersuchung zum Mittelungseinfluss angegeben.

Tabelle 25: Einzelwerte der Untersuchung zum Mittelungseinfluss

		Gerät 1	Gerät 2
	Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert Konstanter Wert $C_{av,c}$	12:25:00	130,4	130,1
	bis		
	12:40:00		
Mittelwert Variabler Wert $C_{av,v}$	12:40:00	62,2	61,3
	bis		
	12:55:00		

		Gerät 1	Gerät 2
	Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert Konstanter Wert $C_{av,c}$	12:55:00	131,5	131,2
	bis		
	13:10:00		
Mittelwert Variabler Wert $C_{av,v}$	13:10:00	62,5	63,1
	bis		
	13:25:00		

		Gerät 1	Gerät 2
	Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert Konstanter Wert $C_{av,c}$	13:25:00	131,2	130,5
	bis		
	13:40:00		
Mittelwert Variabler Wert $C_{av,v}$	13:40:00	61,8	61,2
	bis		
	13:55:00		

7.1 8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang

Die Differenz zwischen dem Proben- und Kalibriereingang darf maximal $\leq 1,0$ % betragen.

7.2 Prüfvorschriften

Falls das Messgerät über verschiedene Eingänge für Proben- und Prüfgas verfügt, ist die Differenz des Messsignals bei Aufgabe der Proben über den Proben- oder Kalibriereingang zu prüfen. Hierzu wird Prüfgas mit der Konzentration von 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches über den Probeneingang auf das Messgerät aufgegeben. Die Prüfung besteht aus einer unabhängigen Messung, gefolgt von zwei Einzelmessungen. Nach einer Zeitspanne von mindestens vier Einstellzeiten wird die Prüfung unter Verwendung des Kalibriereingangs wiederholt. Die Differenz wird folgendermaßen berechnet:

$$\Delta_{SC} = \frac{x_{sam} - x_{cal}}{c_t} \times 100$$

Dabei ist:

- Δ_{SC} die Differenz Proben-/Kalibriereingang
- x_{sam} der Mittelwert der Messungen über den Probeneingang
- x_{cal} der Mittelwert der Messungen über den Kalibriereingang
- c_t die Konzentration des Prüfgases
- Δ_{SC} muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde nach den Vorgaben der DIN EN 14212 durchgeführt. Bei der Prüfgasaufgabe wurde der Weg des Gases mit Hilfe eines Drei-Wege-Ventils zwischen Sample und Spangaseingang umgeschaltet.

7.4 Auswertung

Bei der Prüfung wurden folgende Differenzen zwischen Proben und Kalibriergaseingang ermittelt:

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Differenz Proben-/Kalibriereingang Δx_{cs} [%]	$\leq 1\%$	-0,33	✓	0,06	✓

7.5 Bewertung

Das Leistungskriterium der DIN EN 14212 wird mit -0,33 % für Gerät 1 und 0,06 % für Gerät 2 in vollem Umfang eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind Tabelle 26 zu entnehmen.

Tabelle 26: Einzelwerte der Prüfung der Differenz zwischen Proben und Kalibriergaseingang

		Gerät 1	Gerät 2
	Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
Probeneingang	15:07:00	281,5	282,2
	15:08:00	281,8	282,7
	15:09:00	282,5	283,2
Kalibriereingang	15:17:00	282,7	282,5
	15:18:00	282,9	282,5
	15:19:00	282,9	282,7



7.1 8.5.4 Langzeitdrift

Die Langzeitdrift bei Null darf maximal $\leq 4,0$ nmol/mol (entspricht $10,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$) betragen.

Die Langzeitdrift beim Spanniveaue darf maximal ≤ 5 % des Zertifizierungsbereiches (entspricht $18,8$ nmol/mol bei einem Messbereich von 0 bis 376 nmol/mol) betragen.

7.2 Prüfvorschriften

Nach jeder zweiwöchigen Kalibrierung ist die Drift der in der Prüfung befindlichen Messgeräte bei Null und beim Spanniveaue entsprechend den in diesem Abschnitt angegebenen Verfahren zu berechnen. Falls die Drift im Vergleich zur Anfangskalibrierung eine der Leistungskenngrößen bezüglich der Drift bei Null oder beim Spanniveaue erreicht, ergibt sich das Kontrollintervall als Anzahl der Wochen bis zur Feststellung der Überschreitung minus 2 Wochen. Für weitere (Unsicherheits-)Berechnungen sind für die Langzeitdrift die Werte für die Null- und Spandrift über die Zeitspanne des Kontrollintervalls zu verwenden.

Zu Beginn der Driftzeitspanne werden direkt nach der Kalibrierung fünf Einzelmessungen beim Null- und Spanniveaue durchgeführt (nach einer Wartezeit, die einer unabhängigen Messung entspricht).

Die Langzeitdrift wird folgendermaßen berechnet:

$$D_{L,Z} = (C_{Z,1} - C_{Z,0})$$

Dabei ist:

$D_{L,Z}$ die Drift bei Null

$C_{Z,0}$ der Mittelwert der Messungen bei Null zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{Z,1}$ der Mittelwert der Nullgasmessung am Ende der Driftzeitspanne

$D_{L,Z}$ muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen

$$D_{L,S} = \frac{(C_{S,1} - C_{S,0}) - D_{L,Z}}{C_{S,1}} \times 100$$

Dabei ist:

$D_{L,S}$ die Drift bei der Span-Konzentration

$C_{S,0}$ der Mittelwert der Messungen beim Spanniveaue zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{S,1}$ der Mittelwert der Messungen beim Spanniveaue am Ende der Driftzeitspanne

$D_{L,S}$ muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde so durchgeführt, dass alle 2 Wochen Prüfgas aufgegeben wurde. In Tabelle 27 und Tabelle 28 sind die gefundenen Messwerte der zweiwöchentlichen Prüfgasaufgaben angegeben.

7.4 Auswertung

Tabelle 27: Ergebnisse der Langzeitdrift am Nullpunkt Komponente SO₂

		Gerät 1 (SN 12) [nmol/mol]	Gerät 2 (SN 14) [nmol/mol]
C _{Z,0}	06.05.2015	0,33	0,15
C _{Z,1}	20.05.2015	0,27	0,37
D_{L,Z}	20.05.2015	-0,06	0,22
C _{Z,1}	03.06.2015	0,19	0,37
D_{L,Z}	03.06.2015	-0,14	0,22
C _{Z,1}	17.06.2015	0,35	0,44
D_{L,Z}	17.06.2015	0,02	0,29
C _{Z,1}	01.07.2015	0,56	0,61
D_{L,Z}	01.07.2015	0,23	0,46
C _{Z,1}	15.07.2015	0,69	0,56
D_{L,Z}	15.07.2015	0,36	0,41
C _{Z,1}	29.07.2015	0,75	0,83
D_{L,Z}	29.07.2015	0,42	0,68
C _{Z,1}	12.08.2015	0,96	0,89
D_{L,Z}	12.08.2015	0,63	0,74

Tabelle 28: Ergebnisse der Langzeitdrift am Referenzpunkt Komponente SO₂

		Gerät 1 (SN 12) [nmol/mol]	Gerät 2 (SN 14) [nmol/mol]
C _{S,0}	06.05.2015	284,5	285,7
C _{S,1}	20.05.2015	284,8	285,8
D_{L,s}	20.05.2015	0,14%	-0,04%
C _{S,1}	03.06.2015	284,6	284,3
D_{L,s}	03.06.2015	0,09%	-0,57%
C _{S,1}	17.06.2015	285,0	285,7
D_{L,s}	17.06.2015	0,18%	-0,09%
C _{S,1}	01.07.2015	285,6	285,1
D_{L,s}	01.07.2015	0,34%	-0,35%
C _{S,1}	15.07.2015	286,3	286,5
D_{L,s}	15.07.2015	0,54%	0,16%
C _{S,1}	29.07.2015	286,5	287,1
D_{L,s}	29.07.2015	0,57%	0,26%
C _{S,1}	12.08.2015	287,2	287,0
D_{L,s}	12.08.2015	0,75%	0,21%

7.5 Bewertung

Die maximale Langzeitdrift am Nullpunkt $D_{i,z}$ liegt bei 0,63 nmol/mol für Gerät 1 und 0,74 nmol/mol für Gerät 2. Die maximale Langzeitdrift am Referenzpunkt $D_{i,s}$ liegt bei 0,75 % für Gerät 1 und -0,57 % für Gerät 2.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Ermittlung der Langzeitdrift sind in Tabelle 29 dargestellt.

Tabelle 29: Einzelwerte der Driftuntersuchungen

Datum	Uhrzeit	Gerät 1 (SN 12)	Gerät 2 (SN 14)	Uhrzeit	Gerät 1 (SN 12)	Gerät 2 (SN 14)
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	[hh:mm]	[nmol/mol]	[nmol/mol]	[hh:mm]	[nmol/mol]	[nmol/mol]
06.05.2015	12:27	0.27	0.21	13:05	284.4	285.7
06.05.2015	12:28	0.38	0.27	13:06	284.4	285.7
06.05.2015	12:29	0.39	0.18	13:07	284.6	285.6
06.05.2015	12:30	0.32	0.07	13:08	284.6	285.6
06.05.2015	12:31	0.31	0.03	13:09	284.3	285.7
Mittelwert		0.33	0.15		284.5	285.7
20.05.2015	9:12	0.27	0.37	9:36	284.8	285.8
03.06.2015	14:14	0.19	0.37	14:36	284.6	284.3
17.06.2015	9:05	0.35	0.44	9:29	285.0	285.7
01.07.2015	10:16	0.56	0.61	10:41	285.6	285.1
15.07.2015	10:12	0.69	0.56	10:42	286.3	286.5
29.07.2015	9:11	0.75	0.83	9:36	286.5	287.1
12.08.2015	9:58	0.96	0.89	10:26	287.2	287.0

Bei den angegebenen Messwerten handelt es sich um den Mittelwert aus einer unabhängigen Messung und vier Einzelmessungen.

7.1 8.5.5 Vergleichsstandardabweichung für SO₂ unter Feldbedingungen

Die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen darf maximal $\leq 5\%$ des Mittels über eine Zeitspanne von 3 Monaten betragen.

7.2 Prüfvorschriften

Die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen wird aus den während der dreimonatigen Zeitspanne stündlich gemittelten Messwerten berechnet.

Die Differenz $\Delta x_{f,i}$ für jede i-te Parallelmessung ist:

$$\Delta x_{f,i} = x_{f,1,i} - x_{f,2,i}$$

Dabei ist:

$\Delta x_{f,i}$ die i-te Differenz einer Parallelmessung

$x_{f,1,i}$ das i-te Messergebnis von Messgerät 1

$x_{f,2,i}$ das i-te Messergebnis von Messgerät 2

Die Vergleichsstandardabweichung (unter Feldbedingungen) ist:

$$s_{r,f} = \frac{\left(\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta x_{f,i}^2}{2 * n}} \right)}{c_f} \times 100$$

Dabei ist:

$s_{r,f}$ die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen (%)

n die Anzahl der Parallelmessungen

c_f die bei der Feldprüfung gemessene mittlere SO₂-Konzentration

Die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen, $s_{r,f}$, muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

7.3 Durchführung der Prüfung

Aus den während der Feldprüfung stündlich gemittelten Werten, wurde die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen mit Hilfe der oben genannten Formeln ermittelt.

Die Probenluft wurde zeitweise mit SO₂ angereichert, um aufzuzeigen, dass die Messeinrichtungen auch bei höheren Konzentrationen identisch arbeiten.

7.4 Auswertung

Tabelle 30: Bestimmung der Vergleichsstandardabweichung auf Basis aller Daten aus dem Feldtest

Vergleichsstandardabweichung im Feldtest				
Stichprobenumfang	n	=	2344	
Mittelwert beider Geräte		=	38,81	nmol/mol
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	sd	=	0,48	nmol/mol
Vergleichsstandardabweichung (%)	Sr,f	=	1,24	%

Es ergibt sich eine Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen von 1,24 % des Mittelwertes.

7.5 Bewertung

Die Vergleichsstandardabweichung für SO₂ unter Feldbedingungen betrug 1,24 % bezogen auf den Mittelwert über die Dauer des Feldtests von 3 Monaten. Damit sind die Anforderungen der DIN EN 14212 eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Abbildung 13 ist die Vergleichsstandardabweichung im Feld grafisch dargestellt.

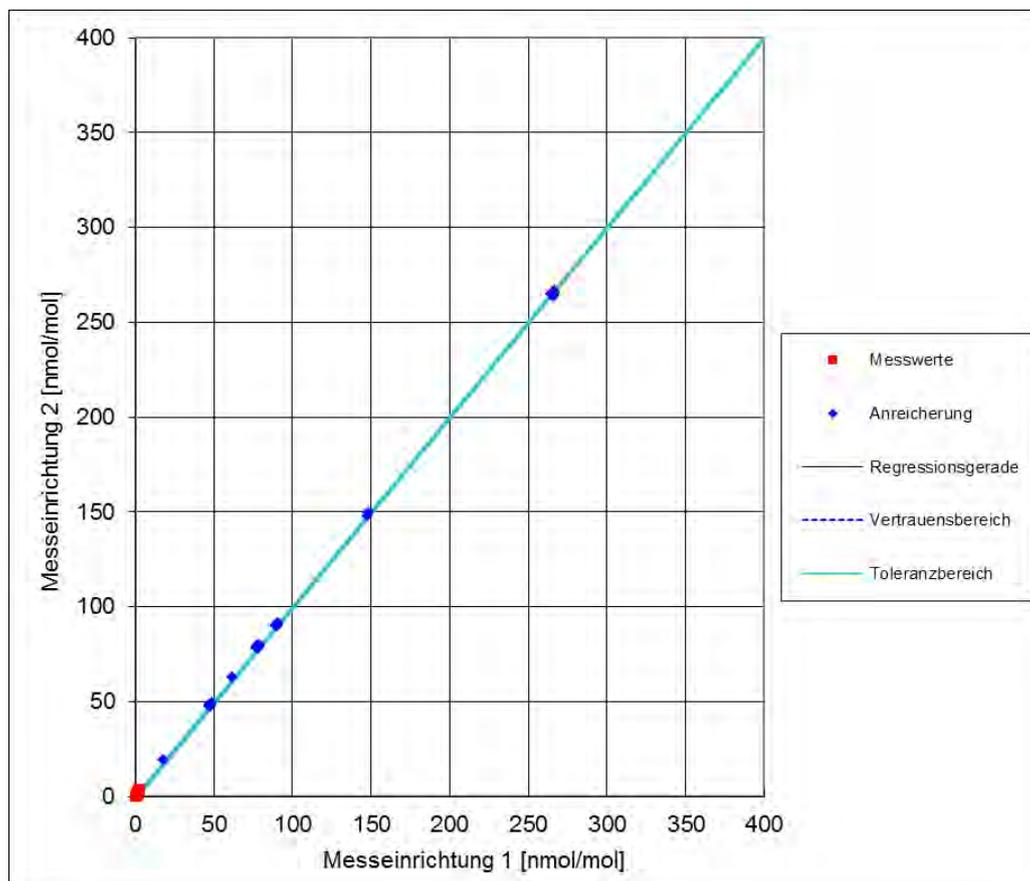


Abbildung 13: Grafische Darstellung der Vergleichsstandardabweichung im Feld

7.1 8.5.6 Kontrollintervall

Das Wartungsintervall muss mindestens 2 Wochen betragen

7.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

7.3 Durchführung der Prüfung

Bei dieser Mindestanforderung wurde untersucht, welche Wartungsarbeiten in welchen Zeitabständen für eine einwandfreie Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung erforderlich sind. Weiterhin wurden die Ergebnisse der Driftbestimmung für Null- und Referenzpunkt gemäß 7.1 8.5.4 Langzeitdrift zur Ermittlung des Wartungsintervalls berücksichtigt.

7.4 Auswertung

Es konnten für die Messeinrichtungen über den gesamten Feldtestzeitraum keine unzulässigen Driften festgestellt werden. Das Wartungsintervall wird daher durch die anfallenden Wartungsarbeiten bestimmt.

Innerhalb der Betriebszeit kann die Wartung im Wesentlichen auf die Kontrolle von Verschmutzungen, Plausibilitätschecks und etwaigen Status-/Fehlermeldungen beschränkt werden. Hinweise zu Arbeiten im Wartungsintervall sind in Kapitel 8 gegeben.

7.5 Bewertung

Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 4 Wochen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

7.1 8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes

Die Verfügbarkeit des Messgerätes muss $\geq 90\%$ betragen

7.2 Prüfvorschriften

Der korrekte Betrieb des Messgerätes ist mindestens alle 14 Tage zu prüfen. Es wird empfohlen, diese Prüfung während der ersten 14 Tage täglich durchzuführen. Diese Prüfungen beinhalten die Plausibilitätsprüfung der Messwerte, sofern verfügbar, Statussignale und andere relevante Parameter. Zeitpunkt, Dauer und Art von Fehlfunktionen sind zu registrieren.

Die für die Berechnung der Verfügbarkeit zu berücksichtigende Zeitspanne ist diejenige Zeitspanne in der Feldprüfung, während der valide Messdaten für die Außenluftkonzentrationen gewonnen werden. Dabei darf die für Kalibrierungen, Konditionierung der Probengasleitung, Filter und Wartungsarbeiten aufgewendete Zeit nicht einbezogen werden.

Die Verfügbarkeit des Messgerätes ist:

$$A_a = \frac{t_u}{t_t} * 100$$

Dabei ist:

A_a die Verfügbarkeit des Messgerätes (%)

t_u die gesamte Zeitspanne mit validen Messwerten

t_t die gesamte Zeitspanne der Feldprüfung, abzüglich der Zeit für Kalibrierung und Wartung

t_u und t_t müssen in den gleichen Einheiten angegeben werden.

Die Verfügbarkeit muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

7.3 Durchführung der Prüfung

Aus der Gesamtzeit des Feldtests und den dabei aufgetretenen Ausfallzeiten wurde die Verfügbarkeit mit Hilfe der oben genannten Formel berechnet.

Auswertung

Die während des Feldtestes aufgetretenen Ausfallzeiten sind in Tabelle 31 aufgelistet.

Tabelle 31: Verfügbarkeit des Messgerätes AF 22e

		Gerät 1	Gerät 2
Einsatzzeit	h	2352	2352
Ausfallzeit	h	0	0
Wartungszeit	h	9	9
Tatsächliche Betriebszeit	h	2343	2343
Tatsächliche Betriebszeit inklusive Wartungszeit		2352	2352
Verfügbarkeit	%	100	100

Die Wartungszeiten ergeben sich aus den täglichen Prüfgasaufgaben zur Bestimmung des Driftverhaltens und des Wartungsintervalls sowie aus den Zeiten, die zum Austausch der geräteinternen Teflonfilter im Probegasweg benötigt wurden.

7.5 Bewertung

Die Verfügbarkeit beträgt 100 %. Somit ist die Anforderung der EN 14212 erfüllt.
Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

7.1 8.6 Gesamtmessunsicherheit nach Anhang E der DIN EN 14212 (2012)

Die Eignungsanerkennung des Messgerätes besteht aus folgenden Schritten:

1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle E.1 der DIN EN 14212 angegebene Kriterium erfüllen.

2) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Laborprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, muss das in Anhang I der Richtlinie 2008/50/EG angegebene Kriterium (15 % für ortsfeste Messungen und 25 % für orientierende Messungen) erfüllen. Dieses Kriterium ist die maximal zulässige Unsicherheit von Einzelmessungen für kontinuierliche Messungen beim 1-Stunden-Grenzwert. Die relevanten spezifischen Leistungskenngrößen und das Berechnungsverfahren sind im Anhang E der DIN EN 14212 angegeben.

3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle E.1 der DIN EN 14212 angegebene Kriterium erfüllen.

4) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Labor- und Feldprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, muss das in Anhang I der Richtlinie 2008/50/EG angegebene Kriterium (15 % für ortsfeste Messungen und 25 % für orientierende Messungen) erfüllen. Dieses Kriterium ist die maximal zulässige Unsicherheit von Einzelmessungen für kontinuierliche Messungen beim 1-Stunden-Grenzwert. Die relevanten spezifischen Leistungskenngrößen und das Berechnungsverfahren sind im Anhang E der DIN EN 14212 angegeben.

7.2 Gerätetechnische Ausstattung

Berechnung der Gesamtunsicherheit nach Anhang E der DIN EN 14212 (2012).

7.3 Durchführung der Prüfung

Am Ende der Eignungsprüfung wurden die Gesamtunsicherheiten mit den während der Prüfung ermittelten Werten berechnet.

7.4 Auswertung

Zu 1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngrößen erfüllt das in Tabelle E.1 der DIN EN 14212 angegebene Kriterium.

Zu 2) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Laborprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das geforderte Kriterium.

Zu 3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Kenngröße erfüllt das in Tabelle E.1 der DIN EN 14212 angegebene Kriterium.

Zu 4) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Labor- und Feldprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, erfüllt das geforderte Kriterium.

7.5 Bewertung

Die Anforderung an die erweiterte Messunsicherheit der Messeinrichtung wird erfüllt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Ergebnisse zu den Punkten 1 und 3 sind in Tabelle 32 zusammengefasst.

Die Ergebnisse zu Punkt 2 sind in Tabelle 33 und Tabelle 35 zu finden.

Die Ergebnisse zu Punkt 4 sind in Tabelle 34 und Tabelle 36 zu finden.

Tabelle 32: Leistungsanforderungen nach DIN EN 14212

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei Null	$\leq 1,0$ nmol/mol	S _r Gerät 1: 0,33 nmol/mol S _r Gerät 2: 0,34 nmol/mol	ja	75
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei der Konzentration ct	$\leq 3,0$ nmol/mol	S _r Gerät 1: 0,49 nmol/mol S _r Gerät 2: 0,48 nmol/mol	ja	75
8.4.6 „lack of fit“ (Abweichung von der linearen Regression)	Größte Abweichung von der linearen Regressionsfunktion bei Konzentration größer als Null $\leq 4,0$ % des Messwertes Abweichung bei Null ≤ 5 nmol/mol	X _{l,z} Gerät 1: NP -0,52 nmol/mol X _l Gerät 1: RP 0,92 % X _{l,z} Gerät 2: NP -0,36 nmol/mol X _l Gerät 2: RP 0,96 %	ja	78
8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Proben gasdruckes	$\leq 2,0$ nmol/mol/kPa	b _{gp} Gerät 1: 0,27 nmol/mol/kPa b _{gp} Gerät 2: 0,41 nmol/mol/kPa	ja	83
8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Proben gas temperatur	$\leq 1,0$ nmol/mol/K	b _{gt} Gerät 1: 0,04 nmol/mol/K b _{gt} Gerät 2: 0,01 nmol/mol/K	ja	85
8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	$\leq 1,0$ nmol/mol/K	b _{st} Gerät 1: 0,316 nmol/mol/K b _{st} Gerät 2: 0,099 nmol/mol/K	ja	87
8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	$\leq 0,3$ nmol/mol/V	b _v Gerät 1: RP 0,01 nmol/mol/V b _v Gerät 2: RP 0,01 nmol/mol/V	ja	90
8.4.11 Störkomponenten bei Null und der Konzentration ct	H ₂ O $\leq 10,0$ nmol/mol H ₂ S $\leq 5,0$ nmol/mol NH ₃ $\leq 5,0$ nmol/mol	H ₂ O Gerät 1: NP 0,49 nmol/mol / RP -3,48 nmol/mol Gerät 2: NP 1,10 nmol/mol / RP -2,92 nmol/mol H ₂ S Gerät 1: NP -0,46 nmol/mol / RP 0,32 nmol/mol Gerät 2: NP -0,63 nmol/mol / RP 1,57 nmol/mol NH ₃ Gerät 1: NP 0,14 nmol/mol / RP -0,59 nmol/mol Gerät 2: NP 0,11 nmol/mol / RP -1,60 nmol/mol	ja	92

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.11 Störkomponenten bei Null und der Konzentration ct (Fortsetzung)	NO ≤ 5,0 nmol/mol NO ₂ ≤ 5,0 nmol/mol m-Xylol ≤ 10,0 nmol/mol	NO Gerät 1: NP 0,07 nmol/mol / RP -0,11 nmol/mol Gerät 2: NP 0,22 nmol/mol / RP -1,64 nmol/mol NO ₂ Gerät 1: NP 0,37 nmol/mol / RP 0,60 nmol/mol Gerät 2: NP 0,39 nmol/mol / RP 0,87 nmol/mol m-Xylol Gerät 1: NP 1,57 nmol/mol / RP 3,27 nmol/mol Gerät 2: NP 0,74 nmol/mol / RP 3,16 nmol/mol	ja	92
8.4.12 Mittelungseinfluss	≤ 7,0 % des Messwertes	E _{av} Gerät 1: 5,09 % E _{av} Gerät 2: 5,25 %	ja	95
8.4.13 Differenz Proben-/Kalibrieringang	≤ 1,0 %	Δ _{SC} Gerät 1: -0,33 % Δ _{SC} Gerät 2: 0,06 %	ja	98
8.4.3 Einstellzeit (Anstieg)	≤ 180 s	t _r Gerät 1: 43 s t _r Gerät 2: 46 s	ja	67
8.4.3 Einstellzeit (Abfall)	≤ 180 s	t _f Gerät 1: 42 s t _f Gerät 2: 44 s	ja	67
8.4.3 Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit	≤ 10 % relative Differenz oder 10 s, je nachdem, welcher Wert größer ist	t _d Gerät 1: 2 s t _d Gerät 2: 2 s	ja	67
8.5.6 Kontrollintervall	3 Monate oder weniger, falls der Hersteller eine kürzere Zeitspanne angibt, aber nicht weniger als 2 Wochen	Gerät 1: 4 Wochen Gerät 2: 4 Wochen	ja	105
8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes	> 90 %	A _a Gerät 1: 100 % A _a Gerät 2: 100 %	ja	106
8.5.5 Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen	≤ 5,0 % des Mittels über einen Zeitraum von drei Monaten	S _{r,f} Gerät 1: 1,24 % S _{r,f} Gerät 2: 1,24 %	ja	103
8.5.4 Langzeitdrift bei Null	≤ 4,0 nmol/mol	C _z Gerät 1: 0,63 nmol/mol C _z Gerät 2: 0,74 nmol/mol	ja	100
8.5.4 Langzeitdrift beim Spanniveau	≤ 5,0 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches	C _s Gerät 1: max. 0,75 % C _s Gerät 2: max. -0,57 %	ja	100
8.4.4 Kurzzeitdrift bei Null	≤ 2,0 nmol/mol über 12 h	D _{s,z} Gerät 1: -0,07 nmol/mol D _{s,z} Gerät 2: 0,34 nmol/mol	ja	71
8.4.4 Kurzzeitdrift beim Spanniveau	≤ 6,0 nmol/mol über 12 h	D _{s,s} Gerät 1: -0,80 nmol/mol D _{s,s} Gerät 2: -0,37 nmol/mol	ja	71

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung AF 22e der Firma Environnement S.A. für die Komponente SO₂,
Berichts-Nr.: 936/21228317/C

Seite 111 von 202

Tabelle 33: Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung für Gerät 1

Messgerät:		AF 22e		Seriennummer:		SN 12	
Messkomponente:		SO ₂		1h-Grenzwert:		132 nmol/mol	
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,330	u _{r,z}	0,07	0,0051	
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	0,490	u _{r,1h}	0,11	0,0116	
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,920	u _{l,1h}	0,70	0,4916	
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 2,0 nmol/mol/kPa	0,270	u _{gp}	2,20	4,8260	
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,040	u _{gt}	0,32	0,1044	
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,316	u _{st}	2,57	6,6104	
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,010	u _v	0,09	0,0090	
8a	Störkomponente H ₂ O mit 21 mmol/mol	≤ 10 nmol/mol (Null) ≤ 10 nmol/mol (Span)	0,490 -3,480	u _{H2O}	-2,60	6,7429	
8b	Störkomponente H ₂ S mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null) ≤ 5,0 nmol/mol (Span)	-0,460 0,320	u _{int,pos}	2,42	5,8520	
8c	Störkomponente NH ₃ mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null) ≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,140 -0,590				
8d	Störkomponente NO mit 500 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null) ≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,070 -0,110	oder	2,42	5,8520	
8e	Störkomponente NO ₂ mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null) ≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,370 0,600				
8f	Störkomponente m-Xylol mit 1 µmol/mol	≤ 10 nmol/mol (Null) ≤ 10 nmol/mol (Span)	1,570 3,270	u _{int,neg}			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	5,090	u _{av}	3,88	15,0474	
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	-0,330	u _{ssc}	-0,44	0,1897	
21	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	u _{cg}	1,32	1,7424	
Kombinierte Standardunsicherheit				u _c		6,4523	nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U		12,9047	nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				W		9,78	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				W _{req}		15	%

Tabelle 34: Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfung für Gerät 1

Messgerät:		AF 22e		Seriennummer:		SN 12	
Messkomponente:		SO ₂		1h-Grenzwert:		132 nmol/mol	
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,330	u _{r,z}	0,07	0,0051	
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	0,490	u _{r,1h}	nicht berücksichtigt, da u _{r,1h} = 0,1 < u _{r,f}	-	
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,920	u _{l,1h}	0,70	0,4916	
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 2,0 nmol/mol/kPa	0,270	u _{gp}	2,20	4,8260	
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,040	u _{gt}	0,32	0,1044	
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,316	u _{st}	2,57	6,6104	
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,010	u _v	0,09	0,0090	
8a	Störkomponente H ₂ O mit 21 mmol/mol	≤ 10 nmol/mol (Null) ≤ 10 nmol/mol (Span)	0,490 -3,480	u _{H2O}	-2,60	6,7429	
8b	Störkomponente H ₂ S mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null) ≤ 5,0 nmol/mol (Span)	-0,460 0,320	u _{int,pos}	2,42	5,8520	
8c	Störkomponente NH ₃ mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null) ≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,140 -0,590				
8d	Störkomponente NO mit 500 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null) ≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,070 -0,110	oder	2,42	5,8520	
8e	Störkomponente NO ₂ mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null) ≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,370 0,600				
8f	Störkomponente m-Xylol mit 1 µmol/mol	≤ 10 nmol/mol (Null) ≤ 10 nmol/mol (Span)	1,570 3,270	u _{int,neg}			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	5,090	u _{av}	3,88	15,0474	
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	1,240	u _{r,f}	1,64	2,6791	
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 4,0 nmol/mol	0,630	u _{d,Lz}	0,36	0,1323	
12	Langzeitdrift bei Span	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	0,750	u _{d,Lh}	0,57	0,3267	
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	-0,330	u _{ssc}	-0,44	0,1897	
21	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	u _{cg}	1,32	1,7424	
Kombinierte Standardunsicherheit				u _c		6,6902	nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U		13,3805	nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				W		10,14	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				W _{req}		15	%

Tabelle 35: Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung für Gerät 2

Messgerät:		AF 22e		Seriennummer:		SN 14	
Messkomponente:		SO ₂		1h-Grenzwert:		132 nmol/mol	
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,340	U _{r,z}	0,08	0,0058	
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	0,480	U _{r,1h}	0,11	0,0119	
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,960	U _{l,1h}	0,73	0,5353	
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 2,0 nmol/mol/kPa	0,410	U _{gp}	3,34	11,1282	
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,010	U _{gt}	0,08	0,0065	
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,099	U _{st}	0,81	0,6488	
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,010	U _v	0,09	0,0090	
8a	Störkomponente H ₂ O mit 21 nmol/mol	≤ 10 nmol/mol (Null)	-1,100	U _{H2O}	-2,18	4,7474	
		≤ 10 nmol/mol (Span)	-2,920				
8b	Störkomponente H ₂ S mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	-0,630	U _{int,pos}	3,23	10,4533	
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	1,570				
8c	Störkomponente NH ₃ mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,110	oder	3,23	10,4533	
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	-1,600				
8d	Störkomponente NO mit 500 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,220	oder	3,23	10,4533	
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	-1,640				
8e	Störkomponente NO ₂ mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,390	oder	3,23	10,4533	
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,870				
8f	Störkomponente m-Xylol mit 1 µmol/mol	≤ 10 nmol/mol (Null)	0,740	U _{int,neg}	4,00	16,0083	
		≤ 10 nmol/mol (Span)	3,160				
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	5,250	U _{av}	4,00	16,0083	
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,060	U _{1sc}	0,08	0,0063	
21	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	U _{cg}	1,32	1,7424	
Kombinierte Standardunsicherheit				u _c		6,7308	nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U		13,4615	nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				W		10,20	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				W _{req}		15	%

Tabelle 36: Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfung für Gerät 2

Messgerät:		AF 22e		Seriennummer:		SN 14	
Messkomponente:		SO ₂		1h-Grenzwert:		132 nmol/mol	
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,340	U _{r,z}	0,08	0,0058	
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	0,480	U _{r,1h}	nicht berücksichtigt, da u _{r,1h} = 0,1 < u _{r,f}	-	
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,960	U _{l,1h}	0,73	0,5353	
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 2,0 nmol/mol/kPa	0,410	U _{gp}	3,34	11,1282	
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,010	U _{gt}	0,08	0,0065	
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 1,0 nmol/mol/K	0,099	U _{st}	0,81	0,6488	
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,010	U _v	0,09	0,0090	
8a	Störkomponente H ₂ O mit 21 nmol/mol	≤ 10 nmol/mol (Null)	-1,100	U _{H2O}	-2,18	4,7474	
		≤ 10 nmol/mol (Span)	-2,920				
8b	Störkomponente H ₂ S mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	-0,630	U _{int,pos}	3,23	10,4533	
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	1,570				
8c	Störkomponente NH ₃ mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,110	oder	3,23	10,4533	
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	-1,600				
8d	Störkomponente NO mit 500 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,220	oder	3,23	10,4533	
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	-1,640				
8e	Störkomponente NO ₂ mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,390	oder	3,23	10,4533	
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,870				
8f	Störkomponente m-Xylol mit 1 µmol/mol	≤ 10 nmol/mol (Null)	0,740	U _{int,neg}	4,00	16,0083	
		≤ 10 nmol/mol (Span)	3,160				
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	5,250	U _{av}	4,00	16,0083	
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	1,240	U _{r,f}	1,64	2,6791	
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 4,0 nmol/mol	0,740	U _{d1,z}	0,43	0,1825	
12	Langzeitdrift bei Span	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	-0,570	U _{d1,1h}	-0,43	0,1887	
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,060	U _{1sc}	0,08	0,0063	
21	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	U _{cg}	1,32	1,7424	
Kombinierte Standardunsicherheit				u _c		6,9528	nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U		13,9056	nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				W		10,53	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				W _{req}		15	%

8. Empfehlungen zum Praxiseinsatz

Arbeiten im Wartungsintervall (4 Wochen)

Folgende regelmäßige Arbeiten sind an der geprüften Messeinrichtung erforderlich:

- Regelmäßige Sichtkontrolle / Telemetrische Überwachung
- Gerätestatus in Ordnung
- Keine Fehlermeldungen
- Austausch des Teflonfilters am Probengaseingang
- Null und Referenzpunkt überprüfung mit geeigneten Prüfgasen

Im Übrigen sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten.

Weitere Einzelheiten können der Bedienungsanleitung entnommen werden.

Immissionsschutz/Luftreinhaltung



Dipl.-Ing. Martin Schneider



Dipl.-Ing. Guido Baum

Köln, 18. Dezember 2015
936/21228317/C

9. Literaturverzeichnis

- [1] VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, September 2010
- [2] VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, September 2010
- [3] Europäische Norm DIN EN 14212: Außenluft – Messverfahren zur Bestimmung von Schwefeldioxid mit Ultraviolett-Fluoreszenz, vom November 2012
- [4] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Rates vom 21. Mai 2008 über die Luftqualität und saubere Luft für Europa

10. Anlagen

Anhang 1 Wetterdaten Feldtest

Tabelle 37: Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Mai

Mai 2015	Datum	Luftdruck [hPa]	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]
1	01.05.2015	1003	7,8	84,9
2	02.05.2015	1002	10,3	62,5
3	03.05.2015	1000	14,4	58,3
4	04.05.2015	998	15,4	84,8
5	05.05.2015	994	19,8	65,1
6	06.05.2015	1001	15,6	63,9
7	07.05.2015	1007	13,6	62,5
8	08.05.2015	1010	14,5	56,7
9	09.05.2015	1007	17,2	57,8
10	10.05.2015	1015	15,2	67,8
11	11.05.2015	1017	17,5	56,4
12	12.05.2015	1010	21,8	56,6
13	13.05.2015	1012	15,7	59,6
14	14.05.2015	1007	15,5	53,5
15	15.05.2015	1004	15,2	62,5
16	16.05.2015	1013	13,8	61,0
17	17.05.2015	1017	12,1	76,7
18	18.05.2015	1011	14,9	60,2
19	19.05.2015	999	15,7	57,3
20	20.05.2015	1003	12,1	65,7
21	21.05.2015	1013	12,0	65,2
22	22.05.2015	1019	15,7	55,7
23	23.05.2015	1015	17,7	55,0
24	24.05.2015	1012	16,4	65,7
25	25.05.2015	1009	16,3	62,0
26	26.05.2015	1009	13,8	65,8
27	27.05.2015	1015	13,6	57,0
28	28.05.2015	1010	16,2	53,1
29	29.05.2015	1005	14,8	64,9
30	30.05.2015	1003	13,5	67,7
31	31.05.2015	1007	13,7	65,4

Tabelle 38: Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Juni

Juni 2015	Datum	Luftdruck [hPa]	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]
1	01.06.2015	1006	15,4	74,4
2	02.06.2015	1006	15,8	63,8
3	03.06.2015	1009	19,0	64,0
4	04.06.2015	1019	16,8	59,4
5	05.06.2015	1013	22,5	50,0
6	06.06.2015	1011	23,9	63,0
7	07.06.2015	1020	18,5	50,5
8	08.06.2015	1020	17,7	51,4
9	09.06.2015	1020	15,7	53,3
10	10.06.2015	1018	17,3	50,0
11	11.06.2015	1014	20,4	51,7
12	12.06.2015	1006	22,2	50,6
13	13.06.2015	1002	20,8	77,0
14	14.06.2015	1003	20,4	55,5
15	15.06.2015	1006	19,2	61,5
16	16.06.2015	1014	16,2	54,2
17	17.06.2015	1017	15,5	57,8
18	18.06.2015	1010	20,2	64,0
19	19.06.2015	1010	14,8	66,8
20	20.06.2015	1012	12,3	82,3
21	21.06.2015	1011	15,1	72,5
22	22.06.2015	1004	16,5	73,7
23	23.06.2015	1001	11,9	87,1
24	24.06.2015	1012	13,6	78,8
25	25.06.2015	1014	17,7	66,4
26	26.06.2015	1013	21,4	58,5
27	27.06.2015	1009	22,1	66,8
28	28.06.2015	1013	19,1	59,6
29	29.06.2015	1012	22,8	54,2
30	30.06.2015	1014	22,5	56,8

Tabelle 39: Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Juli

Juli 2015	Datum	Luftdruck [hPa]	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]
1	01.07.2015	1011	25,9	46,4
2	02.07.2015	1009	30,0	44,4
3	03.07.2015	1013	29,1	56,0
4	04.07.2015	1012	30,7	54,9
5	05.07.2015	1010	28,8	54,5
6	06.07.2015	1011	21,4	69,7
7	07.07.2015	1007	23,9	52,4
8	08.07.2015	1002	19,3	69,1
9	09.07.2015	1008	16,8	69,3
10	10.07.2015	1016	15,9	59,0
11	11.07.2015	1010	21,2	47,3
12	12.07.2015	1010	22,8	52,3
13	13.07.2015	1010	18,0	75,6
14	14.07.2015	1008	18,9	83,9
15	15.07.2015	1011	20,8	73,0
16	16.07.2015	1011	22,9	70,8
17	17.07.2015	1006	27,4	56,4
18	18.07.2015	1007	26,8	51,6
19	19.07.2015	1005	21,4	63,7
20	20.07.2015	1005	19,7	77,5
21	21.07.2015	1006	23,3	77,2
22	22.07.2015	1006	24,0	67,3
23	23.07.2015	1008	21,9	57,8
24	24.07.2015	1006	21,1	57,7
25	25.07.2015	996	21,2	69,3
26	26.07.2015	1007	15,2	71,5
27	27.07.2015	997	17,3	72,3
28	28.07.2015	998	17,1	70,4
29	29.07.2015	1001	15,8	65,9
30	30.07.2015	1006	15,3	68,4
31	31.07.2015	1012	13,8	78,2

Tabelle 40: Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat August

August 2015	Datum	Luftdruck [hPa]	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]
1	01.08.2015	1008	18,3	53,3
2	02.08.2015	1010	20,9	53,8
3	03.08.2015	1008	24,4	49,0
4	04.08.2015	1004	25,5	53,1
5	05.08.2015	1010	17,7	77,9
6	06.08.2015	1006	24,3	54,2
7	07.08.2015	1007	26,8	54,6
8	08.08.2015	1010	25,2	69,8
9	09.08.2015	1013	21,2	73,9
10	10.08.2015	1010	21,0	73,0
11	11.08.2015	1010	17,7	87,3
12	12.08.2015	1012	23,9	68,2
13	13.08.2015	1010	24,1	70,3
14	14.08.2015	-	-	-
15	15.08.2015	-	-	-
16	16.08.2015	-	-	-
17	17.08.2015	-	-	-
18	18.08.2015	-	-	-
19	19.08.2015	-	-	-
20	20.08.2015	-	-	-
21	21.08.2015	-	-	-
22	22.08.2015	-	-	-
23	23.08.2015	-	-	-
24	24.08.2015	-	-	-
25	25.08.2015	-	-	-
26	26.08.2015	-	-	-
27	27.08.2015	-	-	-
28	28.08.2015	-	-	-
29	29.08.2015	-	-	-
30	30.08.2015	-	-	-
31	31.08.2015	-	-	-

Anhang 2

Handbuch

BETRIEBSHANDBUCH

AF 22e

**ANALYSATOR ZUR SCHWEFELDIOXID-
ANALYSE DURCH UV-FLUORESZENZ**

- APRIL 2015 -



Environnement s.a
L'instrumentation de l'environnement

ALLGEMEINES
KENNDATEN

FUNKTIONSWEISE

BETRIEB

PRÄVENTIVE
WARTUNG

KORREKTIVE
WARTUNG

ANHÄNGE

WARNUNG

Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen unterliegen Änderungen ohne vorherige Ankündigung.

ENVIRONNEMENT S.A., alle Rechte vorbehalten.

Das vorliegende Dokument stellt keine Verpflichtung von ENVIRONNEMENT S.A. dar.

INHALTSVERZEICHNIS**KAPITEL 1 - ALLGEMEINES - KENNDATEN**

1.1	ALLGEMEINES	1-3
1.2	KENNDATEN	1-9

KAPITEL 2 - FUNKTIONSWEISE

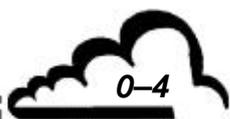
2.1	THEORETISCHE BASIS	2-3
2.2	MESSPRINZIP	2-5
2.3	PROBENAHMEN UND ANALYSE	2-8
2.4	BESCHREIBUNG DER VEREINFACHTEN BERECHNUNGEN	2-10
2.5	PROGRAMMIERUNG DER ANSPRECHZEITEN	2-11
2.6	ELEKTRONISCHE ARCHITEKTUR BAUREIHE E	2-12
2.7	NETZWERKVERBINDUNG UND USB-ANSCHLÜSSE	2-13

KAPITEL 3 - BETRIEB

3.1.	ERSTINBETRIEBNAHME	3-3
3.2.	PROGRAMMIERUNG DES AF 22E	3-10
3.3.	ALLGEMEINES NAVIGATIONSPRINZIP	3-16
3.4.	BESCHREIBUNG DER VERSCHIEDENEN SOFTWARE-FUNKTIONEN	3-21
3.5.	KALIBRIERUNG	3-45

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

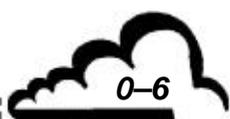
Abbildung 1-1 – Darstellung des Analysators AF 22e (mit Bildschirm).	1-2
Abbildung 1-2 – Darstellung des Analysators AF 22e* (ohne Bildschirm).	1-2
Abbildung 1-3 – Farbbildschirm mit Touchpanel	1-3
Abbildung 1-4 – Rückseite des AF 22e	1-5
Abbildung 1-5 – Innenansicht des AF 22e	1-7
Abbildung 1-6 – Verbindungen zwischen Geräten	1-10
Abbildung 1-7 – Freiraummaße	1-11
Abbildung 2-1 – Darstellung der Energieniveaus eines Moleküls	2-2
Abbildung 2-2 – Allgemeines Prinzipschema des AF 22e in der Standard-Ausführung	2-6
Abbildung 2-3 – Allgemeines Prinzipschema des AF 22e mit optionaler Permeationsquelle	2-7
Abbildung 2-4 – Filtriervorrichtung für Kohlenwasserstoffmoleküle	2-8
Abbildung 2-5 – Elektronische Architektur des AF 22e	2-13
Abbildung 3-1 – Fluid- und Elektroanschlüsse	3-3
Abbildung 3-2 – Installation des „Probegas“-Anschlusses	3-4
Abbildung 3-3 – Anschlussbeispiel für unter Druck stehendes Gas	3-45
Abbildung 3-4 – Typischer Kalibrator	3-50



SEITENVERZEICHNIS

Seite	Datum	Seite	Datum	Seite	Datum
0-1	04.2015	3-13	04.2015		
0-2	04.2015	3-14	04.2015		
0-3	04.2015	3-15	04.2015		
0-4	04.2015	3-16	04.2015		
0-5	04.2015	3-17	04.2015		
0-6	04.2015	3-18	04.2015		
		3-19	04.2015		
		3-20	04.2015		
		3-21	04.2015		
1-1	04.2015	3-22	04.2015		
1-2	04.2015	3-23	04.2015		
1-3	04.2015	3-24	04.2015		
1-4	04.2015	3-25	04.2015		
1-5	04.2015	3-26	04.2015		
1-6	04.2015	3-27	04.2015		
1-7	04.2015	3-28	04.2015		
1-8	04.2015	3-29	04.2015		
1-9	04.2015	3-30	04.2015		
1-10	04.2015	3-31	04.2015		
1-11	04.2015	3-32	04.2015		
1-12	04.2015	3-33	04.2015		
		3-34	04.2015		
		3-35	04.2015		
		3-36	04.2015		
2-1	04.2015	3-37	04.2015		
2-2	04.2015	3-38	04.2015		
2-3	04.2015	3-39	04.2015		
2-4	04.2015	3-40	04.2015		
2-5	04.2015	3-41	04.2015		
2-6	04.2015	3-42	04.2015		
2-7	04.2015	3-43	04.2015		
2-8	04.2015	3-44	04.2015		
2-9	04.2015	3-45	04.2015		
2-10	04.2015	3-46	04.2015		
2-11	04.2015	3-47	04.2015		
2-12	04.2015	3-48	04.2015		
2-13	04.2015	3-49	04.2015		
2-14	04.2015	3-50	04.2015		
		3-51	04.2015		
		3-52	04.2015		
		3-53	04.2015		
		3-54	04.2015		
3-1	04.2015				
3-2	04.2015				
3-3	04.2015				
3-4	04.2015				
3-5	04.2015				
3-6	04.2015				
3-7	04.2015				
3-8	04.2015				
3-9	04.2015				
3-10	04.2015				
3-11	04.2015				
3-12	04.2015				

Leerseite



KAPITEL 1

ALLGEMEINES - KENNDATEN

1.1	ALLGEMEINES	1-3
1.1.1	DARSTELLUNG	1-3
1.1.2	BESCHREIBUNG	1-3
	1.1.2.1 Vorderseite	1-3
	1.1.2.2 Rückseite	1-4
	1.1.2.3 Innenansicht	1-6
1.1.3	BETRIEBSARTEN	1-8
	1.1.3.1 Standardausführung	1-8
	1.1.3.2 Optional	1-8
1.1.4	ZUGEHÖRIGE AUSRÜSTUNG	1-8
1.2	KENNDATEN	1-9
1.2.1	TECHNISCHE DATEN	1-9
1.2.2	BETRIEBSDATEN	1-10
1.2.3	LAGERDATEN	1-10
1.2.4	INSTALLATIONS DATEN	1-10
	1.2.4.1 Verbindungen zwischen Geräten	1-10
	1.2.4.2 Maße und Gewicht	1-10
	1.2.4.3 Handhabung und Lagerung	1-10

Abbildung 1-1 – Darstellung des Analysators AF 22e (mit Bildschirm).	1-2
Abbildung 1-2 – Darstellung des Analysators AF 22e* (ohne Bildschirm).	1-2
Abbildung 1-3 – Farbbildschirm mit Touchpanel	1-3
Abbildung 1-4 – Rückseite des AF 22e	1-5
Abbildung 1-5 – Innenansicht des AF 22e	1-7
Abbildung 1-6 – Verbindungen zwischen Geräten	1-10
Abbildung 1-7 – Freiraummaße	1-11

1 ALLGEMEINES - KENNDATEN



Abbildung 1-1 – Darstellung des Analysators AF 22e (mit Bildschirm).



Abbildung 1-2 – Darstellung des Analysators AF 22e* (ohne Bildschirm).

1.1 ALLGEMEINES

1.1.1 DARSTELLUNG

Der AF 22e ist ein speziell für einen geringen Gehalt in der Umgebungsluft geeigneter kontinuierlicher Schwefeldioxid-Analysator.

Er verwendet das Messprinzip der UV-Fluoreszenz.

Das Gerät bietet dank der neuesten elektronischen und optischen Technologien zahlreiche Vorteile und ist dabei wartungsarm.

Die Probe wird mit einem an der Rückseite des Geräts angeschlossenen Teflonrohr (Außendurchmesser 6 mm) genommen.

Die Messung wird auf einem Farbbildschirm mit Touchpanel auf der Vorderseite angezeigt.

Dieser Analysator ist auch als Version AF 22e* (ohne Bildschirm) verfügbar.

1.1.2 BESCHREIBUNG

1.1.2.1 Vorderseite

An ihr befinden sich:

- ein Hauptschalter
- ein TFT-LCD-Farbbildschirm (Flüssigkristallanzeige mit Dünnschichttransistoren) mit Hintergrundbeleuchtung und Aktiv-Matrix-Display
 - Auflösung 800 x 480 (Pixel), Bildschirmdiagonale 7".
 - Angezeigt werden die Messwerte in der gewählten Einheit sowie die für die Programmierung und Kontrolle des Geräts notwendigen Informationen.
- ein kapazitives Touchpanel mit Glasfläche auf dem Bildschirm.
- eine zweifarbige Funktions-LED oberhalb des Schalters

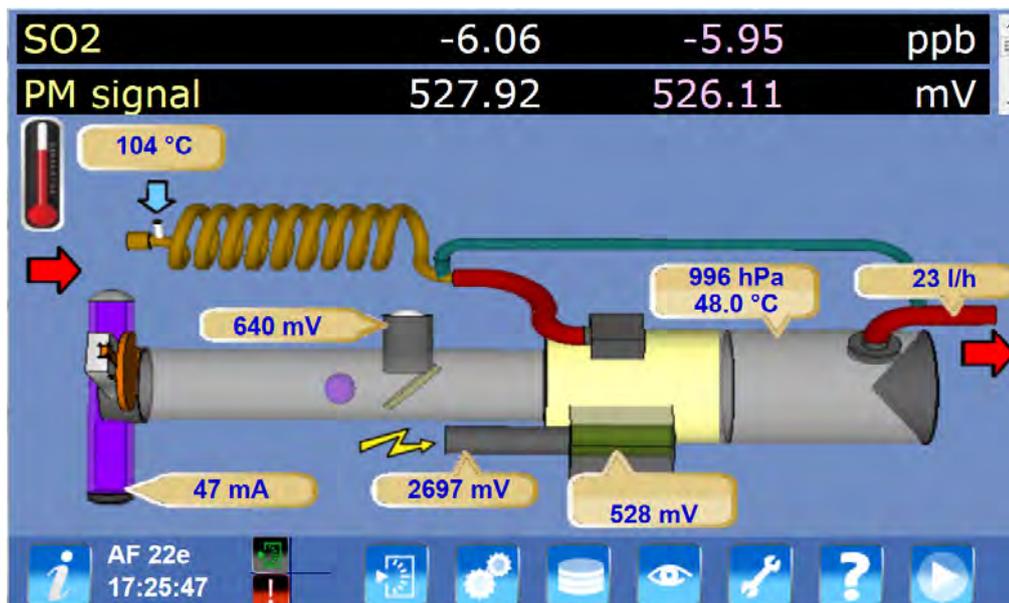


Abbildung 1-3 – Farbbildschirm mit Touchpanel

1.1.2.2 Rückseite

Die Fluidein- und -ausgänge sowie die elektrischen Anschlüsse befinden sich auf der Rückseite des AF 22e. Siehe Abbildung 1–4.

Fluidein-/ausgänge (für Standard-Analysatoren):

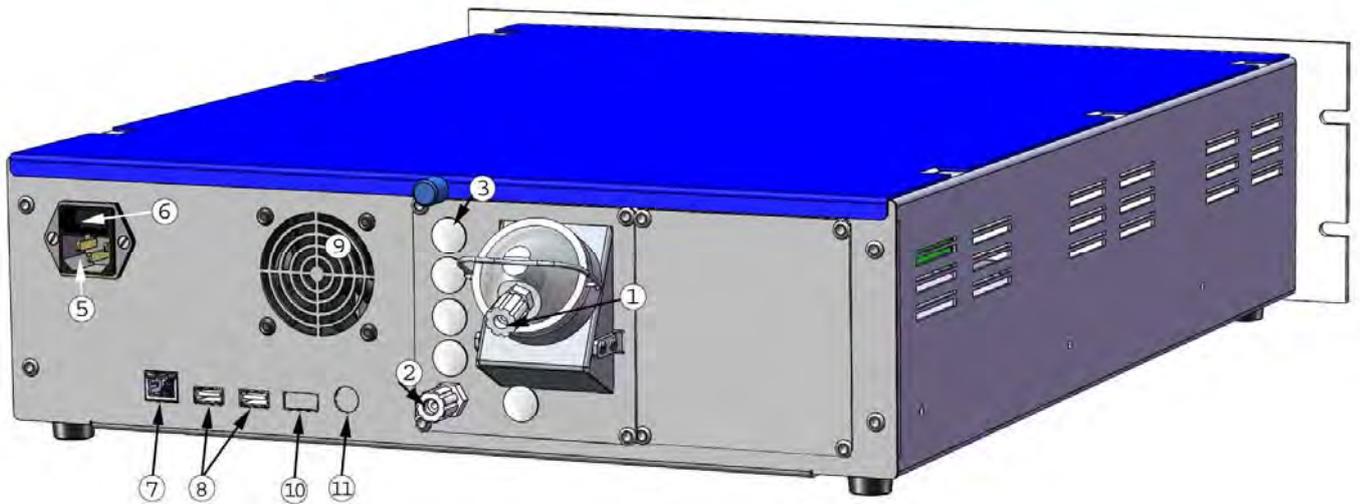
- Der Eingang für die zu analysierende Probe besteht aus einem 4/6-mm-Rohranschluss, der mit einem Staubfilterträger mit Filtermembran aus Teflon (1) verbunden ist.
- Der „Prüfgas“-Eingang (3) besteht aus einem 4/6-Teflon-Anschluss für den Anschluss eines bei Atmosphärendruck gelieferten externen Prüfgases.
- Der „Pumpenausgang“ (2) für die Ausförderung der analysierten Probe besteht aus einem 4/6-mm-Teflon-Anschluss.
- Ventilator (9).

Fluidein-/ausgänge (für Analysatoren mit optionaler Permeationsquelle)

- Der Eingang für die zu analysierende Probe besteht aus einem 4/6-mm-Rohranschluss, der mit einem Staubfilterträger mit Filtermembran aus Teflon (1) verbunden ist.
- Der Eingang „Prüfgas“ (3) ist verschlossen.
- Eingang „Nullluft für Permeationsquelle“.
- Der „Pumpenausgang“ (2) für die Ausförderung der analysierten Probe besteht aus einem 4/6-mm-Teflon-Anschluss.
- Ventilator (9).

Elektrische Anschlüsse und Ausrüstungen (für alle Analysatoren)

- Das Netzteil besteht aus einem dreipoligen Stecker (5) für den Anschluss einer Standardleitung, und der Hauptsicherung (6) 3,15 A/230 V oder 3,15 A/115 V.
- Ein Ethernet-Ausgang (7) und 2 USB-Anschlüsse (8)
- Ein 4-poliger Anschluss für das optionale externe Kalibrier-MV (10)
- Ein Anschluss für die 24-V-Versorgung der optionalen ESTEL-Karte (11)



(1) Probegaseingang, (2) Pumpenausgang, (3) Prüfgaseingang, (5) dreipoliger Netzanschluss, (6) Hauptsicherung, (7) Ethernet-Ausgang, (8) zwei USB-Anschlüsse, (9) Ventilator, (10) Rückmeldung MV Nullluft und Prüfgas für das optionale externe Kalibrier-MV, (11) 24-V-Versorgung für optionale ESTEL-Karte.

Abbildung 1-4 – Rückseite des AF 22e

1.1.2.3 Innenansicht

Nach Lösen der Schraube auf der Rückseite und auf der Seite des Geräts lässt sich die obere Abdeckung nach hinten abziehen und Sie haben Zugriff auf die Elemente im Innern.

Zu den internen Baugruppen gehören (Abbildung 1–5):

- der Staubfilter am Probegaseingang auf der Rückseite (1),
- das Messmodul (2),
- die Membranpumpe (3),
- die HMI-Karte (4),
- die Verbindungskarte (5),
- das Gehäuse der 24-V-Gleichspannungsversorgung (6), in dem sich auch der Schalter für das Umschalten von 230 V auf 115 V befindet,
- die Messkarte (7), die die Spannungsversorgungen + 12 V, – 12 V, + 5 V, – 5 V, +3 V, - 3 V und die Stromkreise für Temperaturregelung, Erfassung und digitale Verarbeitung liefert,
- drei Drucksensorkarten (8),
- die Versorgungskarte der UV-Lampe (9),
- eine Filter-Magnetventil-Einheit (13),
- ein optionales Permeationsquellenmodul (nicht dargestellt).



Der Schalter für das Umschalten von 230 V auf 115 V befindet sich im Gehäuse der 24-V-Gleichspannungsversorgung (6).

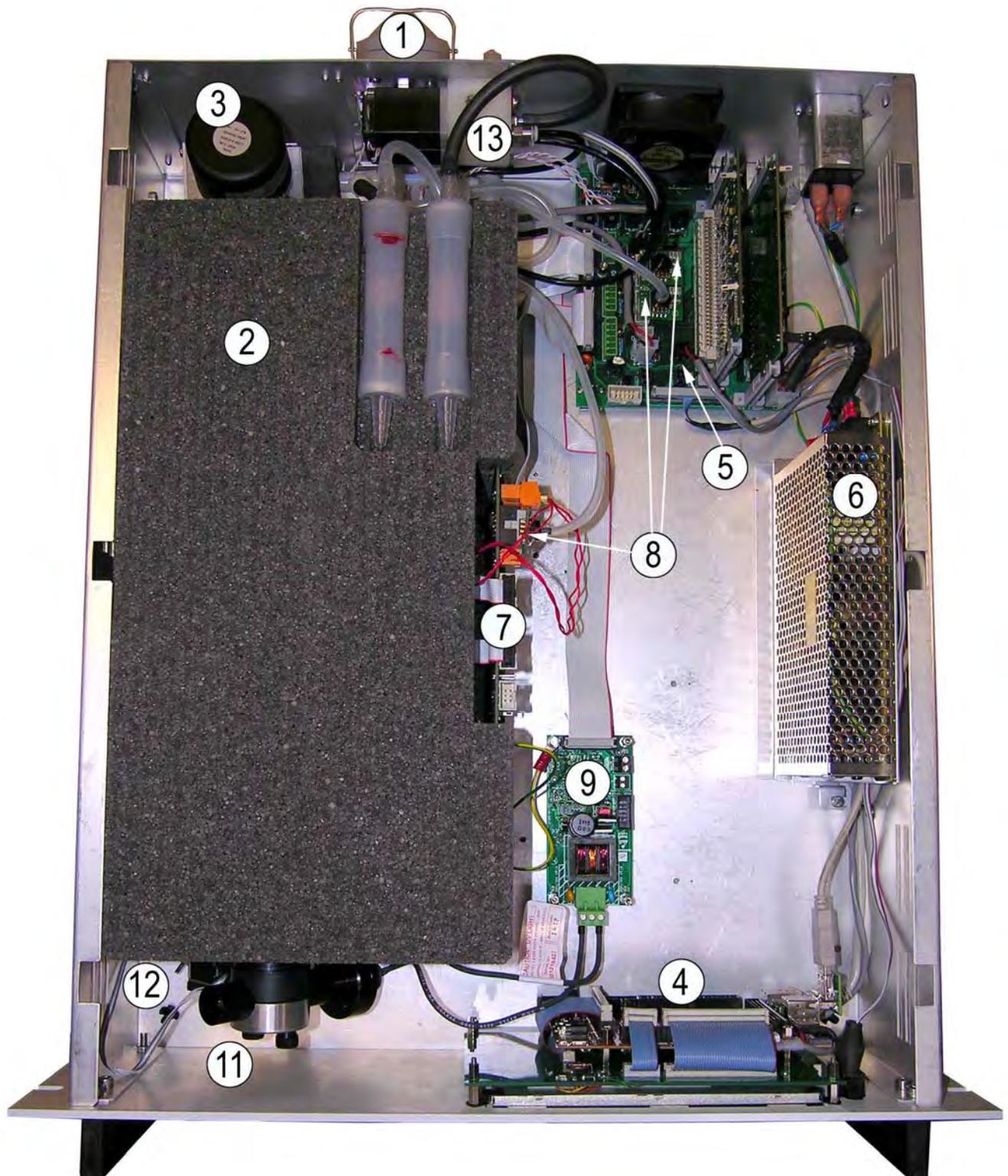
Nach Passieren des Staubfilters (1) wird die zu analysierende Probe durch das Innenrohr einer Vorrichtung zur Eliminierung der Kohlenwasserstoffe durch Permeation, den so genannten „Carbon Kicker“, geleitet. Das Außenrohr des Carbon Kickers wird mit unter Druck stehender Nullluft belüftet, die vom Aktivkohlefilter geliefert wird.

Die Probe wird anschließend in das Messmodul (2) geleitet, das sich in einer Umwandlung befindet, die von einem mit einer Temperatursonde vom Typ PT1000 verbundenen Flächenheizelement auf 45 °C geregelt wird.

Dieses Messmodul umfasst:

- Die UV-Lampe (11) vom Typ „Zinkstrahlung“, die von der UV-Versorgungskarte (9), die sich außerhalb der thermisch geregelten Umwandlung befindet, versorgt wird. Ein von der Verbindungskarte (5) gesteuerter Verschluss (12) ermöglicht die Unterbrechung des von der Lampe ausgesendeten Strahls zur Messung des Dunkelstroms des Photomultiplierrohrs.
- Eine Reaktionskammer, in der die Fluoreszenz stattfindet,
- Das Detektormodul, bestehend aus einem Photomultiplierrohr und einer PM-Vorverstärkerkarte, die die von den SO₂-Molekülen ausgestrahlte Fluoreszenz misst,
- Das Referenz-UV-Messmodul, bestehend aus einer Photodiode und der Photodiodenkarte, die die von der UV-Lampe abgegebene Beleuchtungsstärke misst.

Eine Membranpumpe (3) saugt die Probe an, dessen Durchfluss von einem Begrenzer geregelt wird.



(1) Staubfilter am Probeneingang, (2) Messmodul, (3) Membranpumpe, (4) HMI-Karte, (5) Verbindungskarte, (6) 24-V-Versorgung, (7) Messkarte, (8) Drucksensorkarten, (9) Versorgungskarte UV-Lampe, (11) UV-Lampe, (12) Verschluss, (13) Filter-Magnetventil-Einheit.

Abbildung 1-5 – Innenansicht des AF 22e

1.1.3 BETRIEBSARTEN

1.1.3.1 Standardausführung

- Von 1 bis 10 ppm programmierbare Messbereiche mit einem detektierbaren Minimum von 0,6 ppb bei einer Ansprechzeit von 36 Sekunden.
- Automatische Kontrolle der messtechnisch relevanten Parameter (UV-Energie, Durchfluss, Temperatur, Druck) und der einwandfreien Funktionsweise des Geräts.
- Messwerte in ppb oder μm^3 (integrierter Umrechnungskoeffizient).
- Speicherung der Durchschnittsmesswerte mit programmierbarer Periode.

1.1.3.2 Optional

Das Gerät kann mit den folgenden Optionen ausgestattet werden:

- 1 bis 2 Gehäuse der ESTEL-Karte, als Zubehör und für direkten Anschluss an die USB-Anschlüsse auf der Rückseite
- ein RS-Gehäuse, als Zubehör und für direkten Anschluss an die USB-Anschlüsse auf der Rückseite
- Permeationsquelle

1.1.4 ZUGEHÖRIGE AUSRÜSTUNG

- Analog- oder Digital-Datenlogger
- Digitales Datenerfassungssystem

1.2 KENNDATEN

1.2.1 TECHNISCHE DATEN

Messbereich (programmierbar)	:	vom Benutzer bis 10 ppm programmierbar
Einheiten	:	ppb oder μm^3 (programmierbar)
Rauschen (σ)	:	0,3 ppb (Ansprechzeit: 36 Sek.)
Mindesterfassung (2σ)	:	0,6 ppb (Ansprechzeit: 36 Sek.)
Ansprechzeit (0-90 %)	:	20-120" fest oder automatisch (programmierbar)
Nullpunktdrift	:	< 2 ppb / 24 Betriebsstunden
Kalibrierungsdrift	:	< 0,5 % / 24 Stunden
Linearität	:	± 2 %
Einfluss von H ₂ O	:	2 ppb für 2% H ₂ O
Temperatureinfluss	:	0,15 ppb/°C
Probenfluss	:	ca. 415 cc/min (interne Pumpe)
Anzeige:	:	TFT-LCD-Farbbildschirm, Auflösung: 800 x 480 (Pixel), Bildschirmdiagonale: 7 Zoll
Bedienung	:	Touchscreen
Ausgangssignale (Option)	:	4 Analogausgänge (0-1 V, 0-10 V, 0-20 mA, 4-20 mA)
Versorgung	:	Spannung: 230 V oder 115 V Frequenz: 50 Hz oder 60 Hz
Verbrauch	:	280 VA beim Start 110 VA im Normalbetrieb
Betriebstemperatur	:	EN 14212 : 0-30°C, USEPA:10-35°C
Speicherung der Messwerte	:	Kapazität: 1 Jahr, Basis ¼ Stunde Flash-EPROM-Speicher
Alarmprüfungen	:	Permanent Erkennung und Angabe von Funktionsfehlern: Temperatur des Optikmoduls, Probenfluss, UV-Energie, erhöhte Spannung des PM-Rohrs, SO ₂ , Überschreitung der Messschwelle, Überschreitung des Bereichs, Fehler bei Kalibrierung
Wartungsprüfungen und -diagnosen	:	Direkte Auswahl am Touchscreen und Fernauswahl über den integrierten Web-Server
Dauer der Sicherung der Echtzeituhr und der im RAM gespeicherten Daten	:	maximal 1 Jahr
ETHERNET-Ausgang	:	RJ45-Anschluss, UDP-Protokoll
USB-Anschluss	:	USB-Anschluss Typ A: 2.0 (3.0-kompatibel)

1.2.2 BETRIEBSDATEN

Keine Angabe

1.2.3 LAGERDATEN

– Temperatur: – 10 °C bis 60 °C

1.2.4 INSTALLATIONS DATEN

1.2.4.1 Verbindungen zwischen Geräten

Der Analysator AF 22e verwendet die im Folgenden gezeigten externen Verbindungen und Versorgungen:

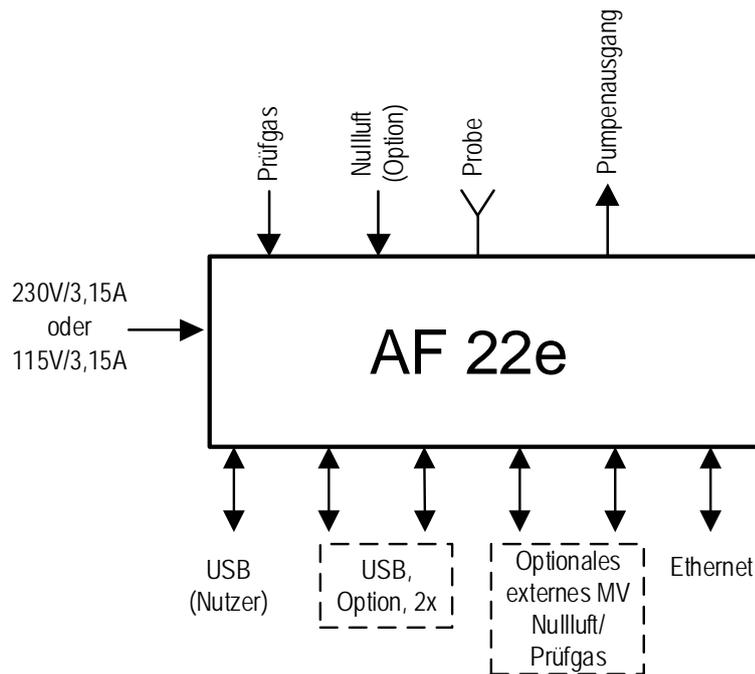


Abbildung 1–6 – Verbindungen zwischen Geräten

1.2.4.2 Maße und Gewicht

Das Gerät besteht aus einem 19-Zoll-Einschub mit 3 Höheneinheiten.

Länge : 581 mm

Breite : 483 mm

Höhe : 133 mm

Gewicht : 9 kg

1.2.4.3 Handhabung und Lagerung

Der AF 22e ist sorgfältig zu handhaben, um eine Beschädigung der diversen Steckverbinder und Anschlüsse auf der Rückseite zu vermeiden.

Vergewissern Sie sich bei der Arbeit am Gerät sowie bei der Lagerung, dass die Fluidein- und -ausgänge des Geräts mit Schutzkapseln verschlossen sind.

Die Hardware wird im Koffer gelagert, der entsprechend mit Schaumstoff ausgelegt ist.

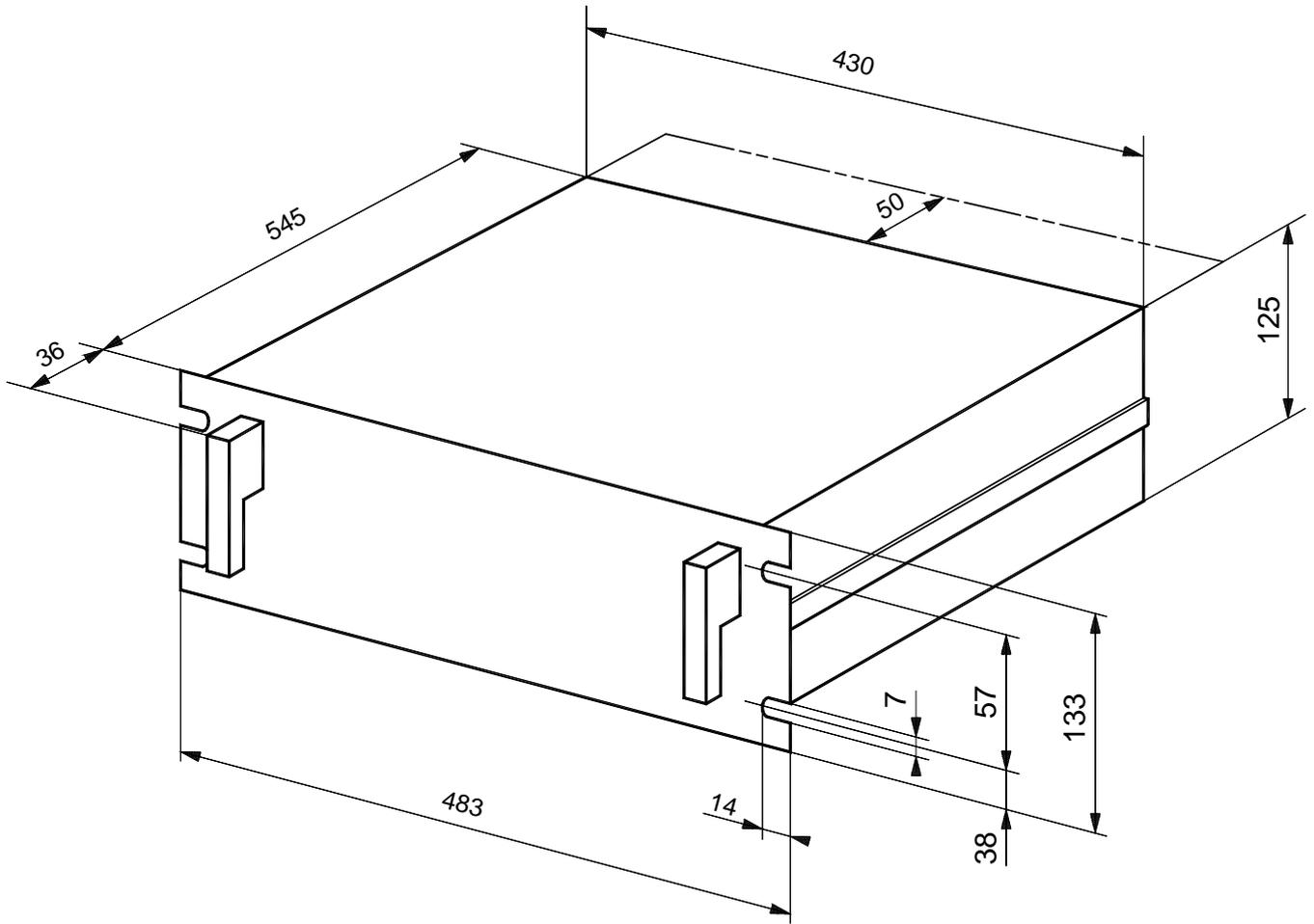


Abbildung 1-7 – Freiraummaße

Leerseite

KAPITEL 2**FUNKTIONSPRINZIP**

2.1	THEORETISCHE BASIS	2-3
2.2	MESSPRINZIP	2-5
2.3	PROBENAHPME UND ANALYSE	2-8
2.4	BESCHREIBUNG DER VEREINFACHTEN BERECHNUNGEN	2-10
2.5	PROGRAMMIERUNG DER ANSPRECHZEITEN	2-11
2.6	ELEKTRONISCHE ARCHITEKTUR BAUREIHE E	2-12
2.7	NETZWERKVERBINDUNG UND USB-ANSCHLÜSSE	2-13

Abbildung 2-1 – Darstellung der Energieniveaus eines Moleküls	2-2
Abbildung 2-2 – Allgemeines Prinzipschema des AF 22e in der Standardausführung	2-6
Abbildung 2-3 – Allgemeines Prinzipschema des AF 22e mit optionaler Permeationsquelle	2-7
Abbildung 2-4 – Filtriervorrichtung für Kohlenwasserstoffmoleküle	2-8
Abbildung 2-5 – Elektronische Architektur des AF 22e	2-13

2 FUNKTIONSPRINZIP

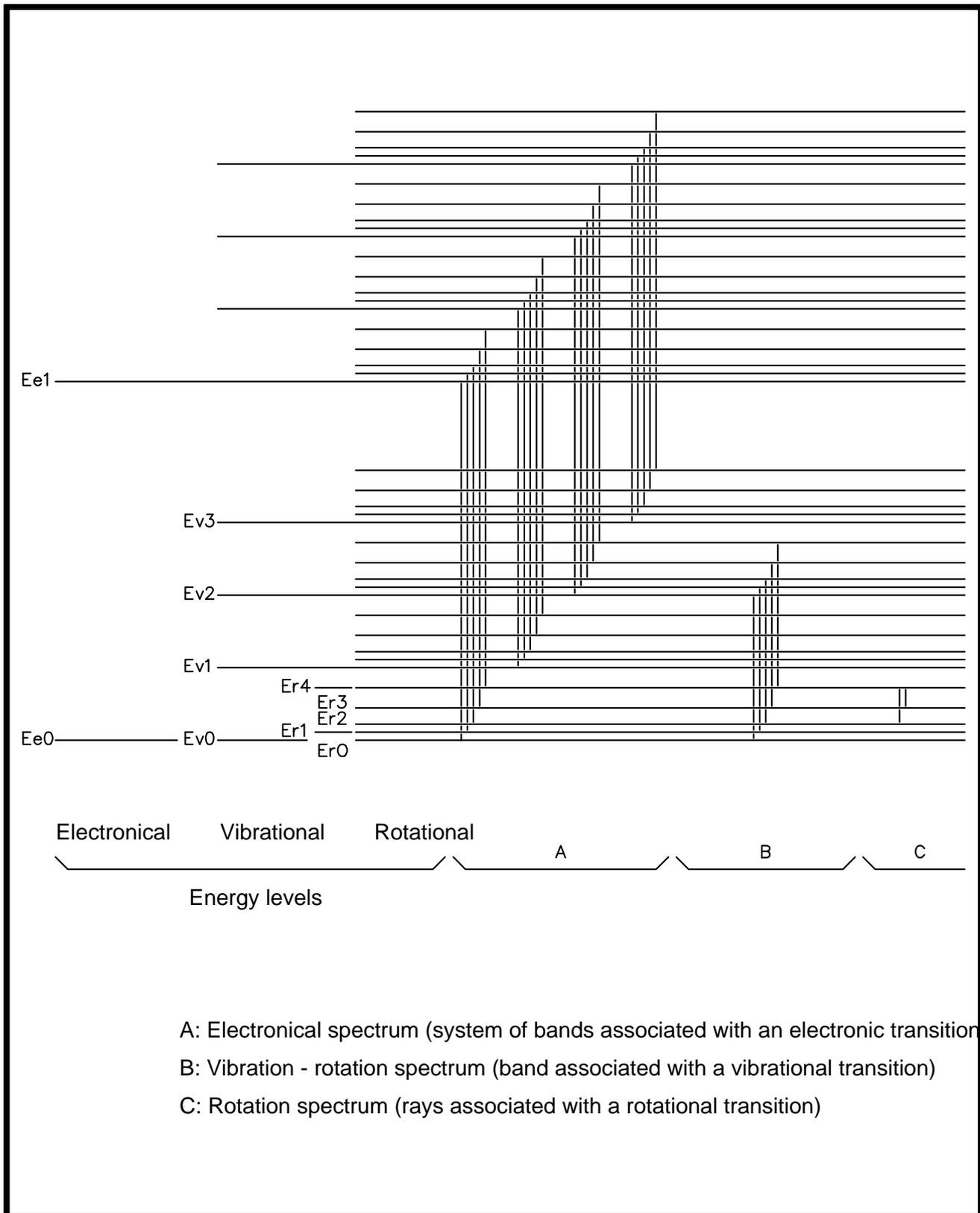


Abbildung 2-1 – Darstellung der Energieniveaus eines Moleküls

2.1 THEORETISCHE BASIS

Energetisches Schema:

Die zahlreichen Weiterentwicklungen Anfang des 20. Jahrhunderts im Bereich der Quantenmechanik haben es den theoretischen Physikern ermöglicht, die Prozesse zu entwickeln, die beim Energieaustausch zwischen einem Gasmolekül, wie dem des Schwefeldioxids, und seiner Umgebung eingreifen.

Das nebenstehende Diagramm (Abbildung 2-1) ermöglicht ein globales Verständnis der verschiedenen Phänomene, die auf der Absorption einer Strahlung durch das Molekül beruhen.

Folgende zwei wichtige Hinweise helfen beim besseren Verständnis des Schemas:

- Die Energieniveaus werden quantifiziert und eingeteilt entsprechend einer Struktur, die für elektronisches, Schwingungs- oder Rotationsniveau des Moleküls unterschiedlich ist.
- Bei den betrachteten Wellenlängen berücksichtigt der „elektronische“ Maßstab der Energien nur die energetischen Niveaus der Valenzelektronen des Moleküls.

Genauso geht ein Übergang eines elektronischen Niveaus zu einem anderen durch Absorption eines Photons immer einher mit schwächeren Schwingungs- und Rotationsübergängen.

Der mathematische Formalismus der Molekularphysik setzt jeden Zustand des Moleküls in Bezug zu einer räumlichen und temporalen Funktion namens „Wellenfunktion“, die diesen Zustand vollständig charakterisiert. Ein Übergang bewirkt also eine neue räumliche Einteilung der „Wellenfunktion“.

Absorption und Emission:

In seinem Grundzustand E_{e0} kann das SO_2 -Molekül nur die Photonen absorbieren, deren Energie ausreichend ist, um es zum ersten angeregten Zustand auf dem elektronischen Maßstab E_{e1} übergehen zu lassen.

Nun ist die Energie eines Photons in der Einstein-Gleichung gegeben:

$$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$$

wobei λ die Wellenlänge der von einer Niederdruck-Zinkdampf Lampe gelieferten Strahlung ist, also $\lambda = 213,9 \text{ nm}$; h und c sind jeweils: die Planck-Konstante und die Geschwindigkeit des Lichts im Vakuum.

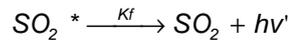
Der Übergang kann in folgender Form bemerkt werden:



Wie wir es im Vorgehenden angegeben haben, erreicht das Molekül immer ein Schwingungs- und Rotations-Unterniveau von E_{e1} , das höher als dieses ist. Von dort strahlt es sehr schnell seine Schwingungs- und Rotationsenergie ab, um sich etwas länger (einige Nanosekunden) auf dem Niveau E_{e1} zu halten.

Ausgehend von E_{e1} kann es wie folgt erneut jedes beliebige Unterniveau seines Grundzustands erreichen:

– **durch Fluoreszenz:**



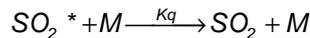
Aufgrund des Vorhergegangenen

⇒ ist erstens $\nu' = \frac{c}{\lambda'}$ geringer als ν , folglich $\lambda' > \lambda$ und

⇒ kann zweitens λ' gleich eines der etlichen Werte um eine mittlere Länge sein, wobei das erreichte Unterniveau willkürlich sein kann (statische Verteilung in Abhängigkeit von der Temperatur).

Das Gerät „beobachtet“ die emittierten Photonen über einen auf eine Wellenlänge von 350 nm zentrierten Filter.

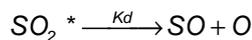
– **durch Extinktion:**



wobei M für ein anderes Gasmolekül steht.

Das Molekül strahlt also seine Energie mechanisch ab und produziert keine Fluoreszenz. Dieses Phänomen ist unter dem Begriff „Quenching“ bekannt.

– **durch Dissoziation:**



Die Energie E_{e1} ist ausreichend für den Aufbruch der Verbindung $SO - O$.

K_f , K_d , K_q geben die Quantenausbeuten in Verbindung mit jeder Form der Deaktivierung an. In Verbindung mit der Lebensdauer des Zustands E_{e1} geben sie die Wahrscheinlichkeiten für jeden Reaktionstyp an. Sie werden ermittelt aus dem auf den gesamten Raum bezogenen Integral des Produkts der Wellenfunktionen der erregten und Grundzustände.

2.2 MESSPRINZIP

Die Intensität der vom Schwefeldioxid im Innern einer Optikammer der Länge L absorbierten Strahlung folgt dem Prinzip des Lambert-Beerschen Gesetzes:

$$i_a = i_0 \times (1 - e^{-\alpha L c})$$

wobei „ i_0 “ die Intensität am Eingang der Kammer angibt, „ α “ der für SO₂ charakteristische Absorptionskoeffizient und „ c “ = [SO₂], die Konzentration des zu analysierenden Gases ist.

Genauso wird die Wahrscheinlichkeit, dass ein erregtes Molekül fluoresziert, durch folgende Formel ausgedrückt:

$$\frac{K_f}{K_f + K_q + K_d}$$

Die Intensität der vom Photomultiplier (PM) empfangenen Fluoreszenz wird also in der folgenden Form ausgedrückt:

$$i_f = G i_a \frac{K_f}{K_f + K_q + K_d}$$

wobei G eine Konstante ist, die vom beleuchteten Anteil der vom PM betrachteten Kammer abhängt.

Folglich:

$$i_f = G i_0 \frac{K_f}{K_f + K_q + K_d} \times (1 - e^{-\alpha L c})$$

Im vorliegenden Fall können $\alpha L c \ll 1$ und $1 - e^{-\alpha L c}$ wie folgt auf den ersten Grad reduziert werden:

$$1 - e^{-\alpha L c} \cong + \alpha L c$$

Das Ergebnis ist also:

$$i_f = \frac{G i_0 K_f \alpha L}{K_f + K_q + K_d} c = \beta \cdot c$$

Die vom PM aufgefangene Strahlung ist also direkt proportional zur SO₂-Konzentration. Dieses Ergebnis bildet die Basis der vom AF 22e-Analysator verwendeten Messtechnik.

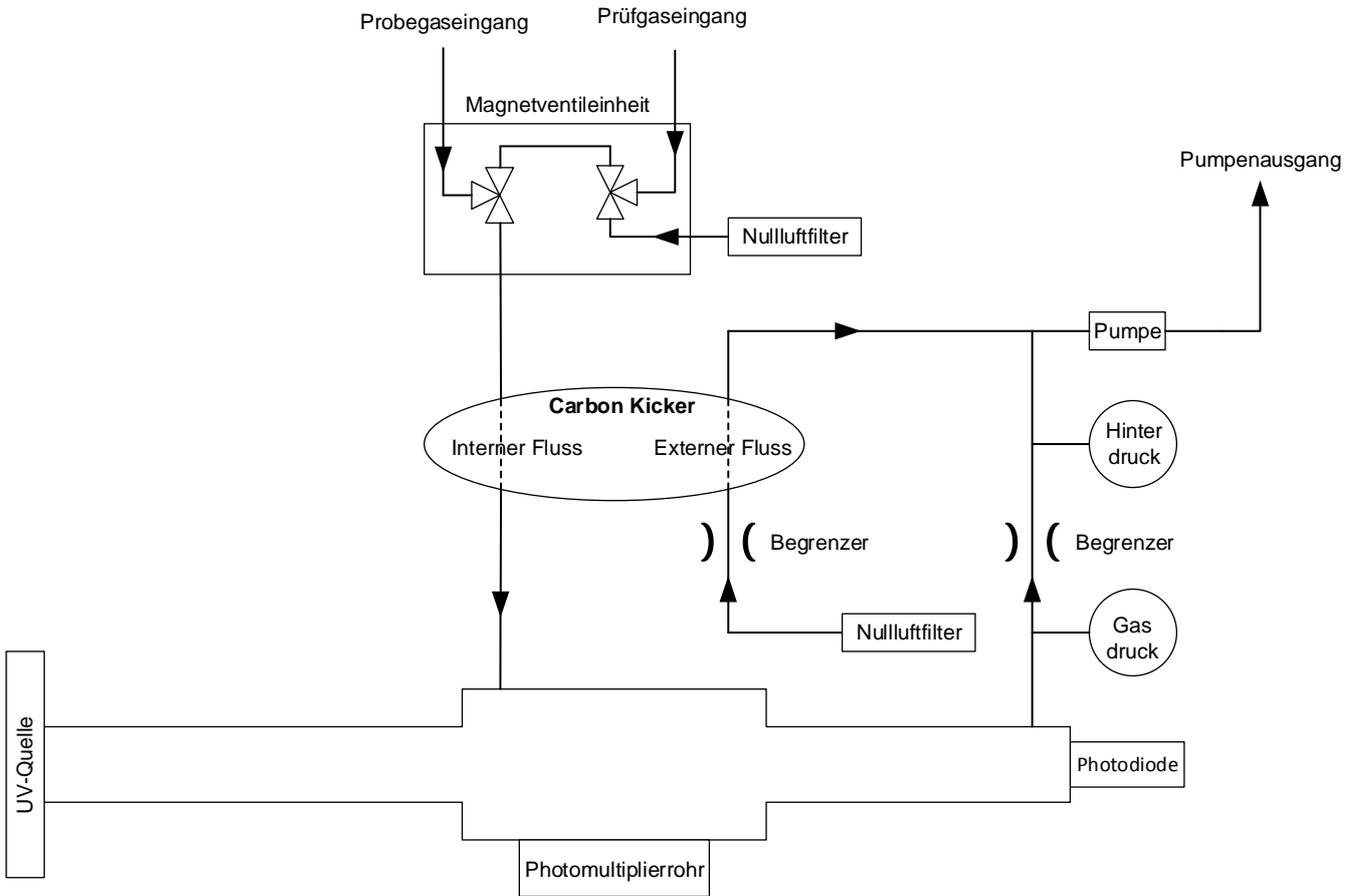


Abbildung 2-2 – Allgemeines Prinzipschema des AF 22e in der Standardausführung

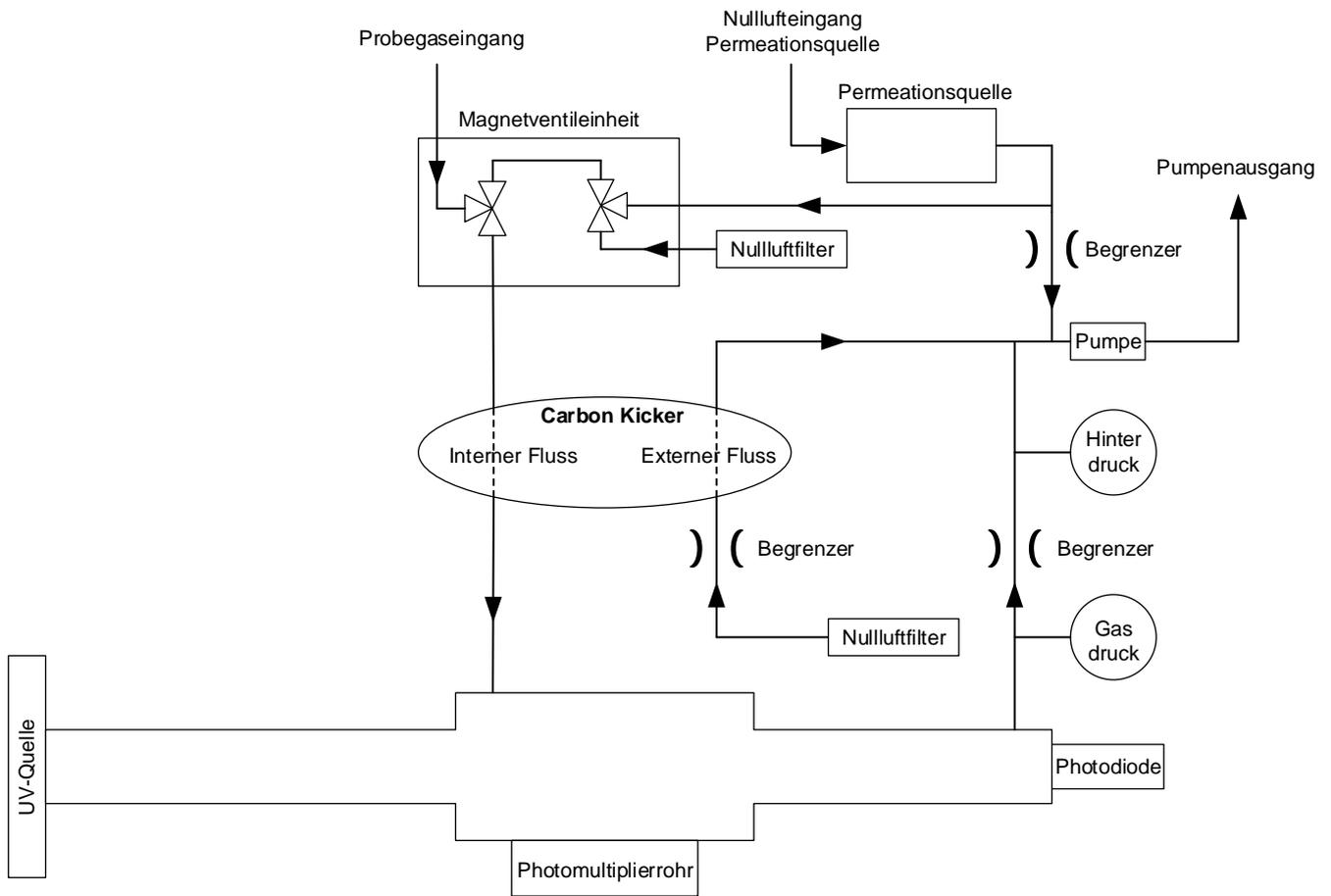


Abbildung 2-3 – Allgemeines Prinzipschema des AF 22e mit optionaler Permeationsquelle

2.3 PROBENAHEME UND ANALYSE

Die Probenahme erfolgt mit einer Pumpe am Kreislaufende über ein an der Rückseite des Geräts angebrachtes Teflonrohr. Der Staubschutz ist durch einen Teflonfilter gewährleistet.

Filtrierung der Kohlenwasserstoffmoleküle

Die zu analysierende Probe wird zuerst mittels einer Vorrichtung zur Beseitigung der aromatischen Kohlenwasserstoffmoleküle gefiltert.

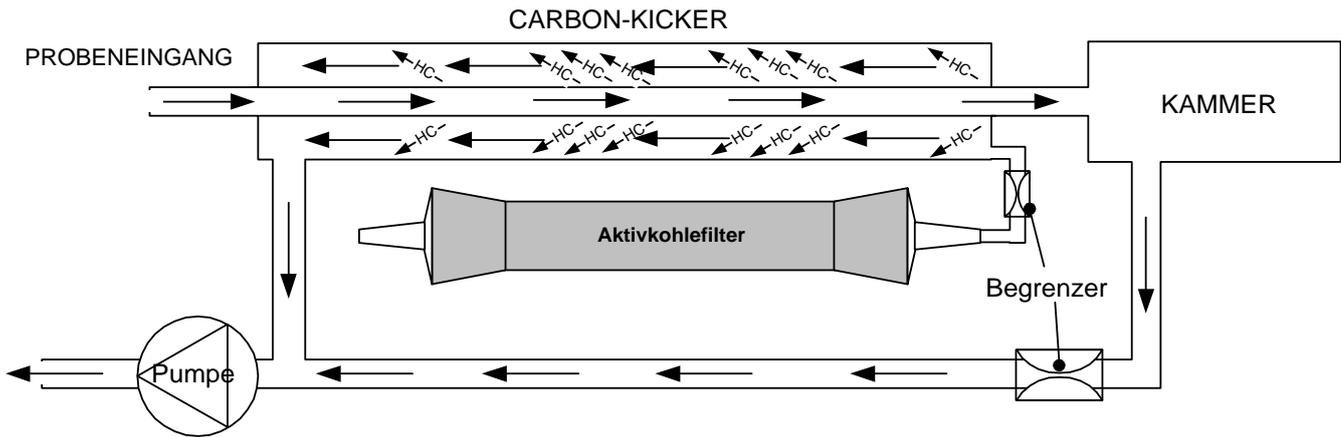


Abbildung 2-4 – Filtriervorrichtung für Kohlenwasserstoffmoleküle

Diese Vorrichtung verfügt über zwei konzentrische Rohre. Das Innenrohr besteht aus einem speziellen Polymer (Silikon).

Die zu analysierende, mit aromatischem Kohlenwasserstoff belastete Probe wird über das Innenrohr zugeführt. Die aromatischen Kohlenwasserstoffmoleküle gelangen durch Permeation zum externen Silikonrohr. Dies hat folgenden Übergang zur Folge: vom am stärksten mit HC-Molekülen belasteten Gas zum am wenigsten mit HC-Molekülen belasteten Gas.

Die Pumpe erzeugt im externen Rohr einen Niederdruck, der Partialdruck der aromatischen Verbindungen verringert sich dank der Filtrierung durch die Aktivkohle und die Moleküle werden vom Innenrohr nach außen transportiert.

Analyse

Die zu analysierende, von HC-Molekülen freie Probe wird in eine Reaktionskammer geleitet, in der sie mit einer auf einer Wellenlänge von 214 nm zentrierten ultravioletten Strahlung bestrahlt wird, was der Absorptionswellenlänge der SO₂-Moleküle entspricht.

Eine Photodiode misst die von der UV-Lampe erzeugte ultraviolette Strahlung. Diese Messung wird bei der Signalaufbereitung berücksichtigt, um alle Schwankungen der UV-Energie auszugleichen.

Die Moleküle geben im ultravioletten Licht eine spezifische Fluoreszenz ab, die am Ausgang optisch zwischen 300 und 400 nm gefiltert wird, um gewisse Störgase zu eliminieren. Diese Fluoreszenz wird durch das PM-Rohr in der Nähe der Reaktionskammer visualisiert.

Zu Beginn jedes „Nullref.“-Vorgangs positioniert sich ein Verschluss zwischen der UV-Lampe und dem Eingang der Reaktionskammer. Dieser elektrische Nullpunkt entspricht dem Dunkelstrom des PM-Rohrs und der Offsetspannung des Vorverstärkers, deren Berücksichtigung bei der Signalaufbereitung Temperatur- oder Zeitdriften verhindert.

2.4 BESCHREIBUNG DER VEREINFACHTEN BERECHNUNGEN

Die Berechnungen erfolgen in den folgenden Schritten und der folgenden Reihenfolge:

- Während eines Nullreferenzzyklus führt das Gerät im Modus Messung mit Nullluft die Erfassung folgender Signale durch:
 - PM sig. black: Das PM-Signal wird gespeichert, wenn der Shutter geschlossen ist,
 - Ref. PM: Das PM-Signal wird gespeichert, wenn der Shutter geöffnet ist,
 - Sig. UV dunkel: Das Photodioden-UV-Signal wird gespeichert, wenn der Shutter geschlossen ist,
 - Ref. UV: Das Photodioden-UV-Signal wird gespeichert, wenn der Shutter geöffnet ist.

- Berechnung des Verhältnisses: $Referenzverhältnis = \frac{Ref.PM - PM\ Sig.Black}{Ref.UV - Sig.UV\ dunkel}$ (Gleichung 1)

- Erfassung des PM-Signals (PM-Signal bei Umgebungsluft gespeichert) und UV-Signal (Photodioden-UV-Signal bei Umgebungsluft gespeichert).

- Berechnung des Verhältnisses : $Messverhältnis = \frac{Sig. PM - PM\ Sig.black}{Sig. UV - Sig.UV\ dunkel}$ (Gleichung 2)

- Digitale Filterung des Messverhältnisses, ergibt Rmittel mit der folgenden Formel:

$$a_0 \times Rmittel_n + a_1 \times Rmittel_{n-1} + a_2 \times Rmittel_{n-2} + a_3 \times Rmittel_{n-3} = b_0 \times R_n + b_1 \times R_{n-1} + b_2 \times R_{n-2} + b_3 \times R_{n-3}$$

(Gleichung 3)

wobei:

- Die Koeffizienten a₀,..., a₃ und b₀,..., b₃ durch Berechnung ermittelt werden,
 - Rmittel_n,..., Rmittel_{n-3} die Messungen Rmittel zu den Zeitpunkten t_n,...,t_{n-3} und
 - R_n,..., R_{n-3} die Messungen R zu den Zeitpunkten t_n,...,t_{n-3} sind.
- Berechnung der Fluoreszenz: $Mittelw. Sig. = Rmittel - Referenzverhältnis$ (Gleichung 4)
 - Berechnung der Konzentration mit der Linearisierungsfunktion:
 $Tend. Brutto = F (Sig. Mittel)$ (Gleichung 5)
 - Anwendung der Korrektur von Kalibrierung, Druck und Einheiten:
 $SO_2 = Tend. Brutto \times Kalibrierkoeff. \times \frac{P_0}{P} \times Umrechnungskoeff.$ (Gleichung 6)

2.5 PROGRAMMIERUNG DER ANSPRECHZEITEN

Die Funktion der Ansprechzeit ändert die Koeffizienten a_0, \dots, a_3 und b_0, \dots, b_3 abhängig von der geforderten Ansprechzeit unter Verwendung der digitalen Filter.

Die Ansprechzeit ist direkt aus einer Auswahlliste in Sekunden programmierbar.

Diese Ansprechzeit kann auch im Automatikmodus programmiert werden. In diesem Fall wählt der Analysator selbst die passendste Ansprechzeit.

2.6 ELEKTRONISCHE ARCHITEKTUR DER BAUREIHE E

Die Kommunikation zwischen der HMI-Karte und den anderen Elektronikarten (Messkarte, Verbindungskarte, Versorgungskarte, Steuerungskarte, Drucksensorkarte usw.) erfolgt gemäß nachfolgendem Schema.

Die HMI-Karte ist eine schnelle Rechen- und Schnittstellen- bzw. Kommunikationskarte für die Messmodule der Baureihe „e“. Sie ist bei allen Analysatoren montiert und umfasst einen Ethernet-Ausgang (RJ45-Anschluss) und 3 USB-Anschlüsse (1 x auf der Vorderseite und 2 x auf der Rückseite über die Verbindungskarte). Bei diesen Analysatoren ist sie das zentrale Element für die Elektronik und die Metrologie sowie die Kommunikation mit der Außenwelt.

Die Messkarte erfasst die Messwerte und die Betriebsparameter des Analysators. Alle messtechnischen Parameter werden über ein USB-Kommunikationsprotokoll an die HMI-Karte übermittelt.

Die Versorgungskarte stellt die interne Spannungsversorgung des Analysators vom 24-V-Schaltnetzteil sicher. Sie liefert außerdem alle gemeinsamen Versorgungen der Karten.

Die Steuerungskarte gewährleistet folgende Hauptfunktionen:

- Sie liefert die verschiedenen Leistungsbefehle (+24 V) für das Schalten der internen Magnetventile.
- Sie ermöglicht die Erfassung der Temperaturen und die Verwaltung der Regelungen der eventuell vorhandenen internen Heizelemente.
- Sie ermöglicht die Erfassung der Drucksignale der verschiedenen eingesetzten Drucksensorkarten.
- Sie verfügt über einen USB-Hub zur Sicherstellung der Kommunikation zwischen den verschiedenen Karten.

Mit der Verbindungskarte können alle Stecker und Sensoren untereinander verbunden werden.

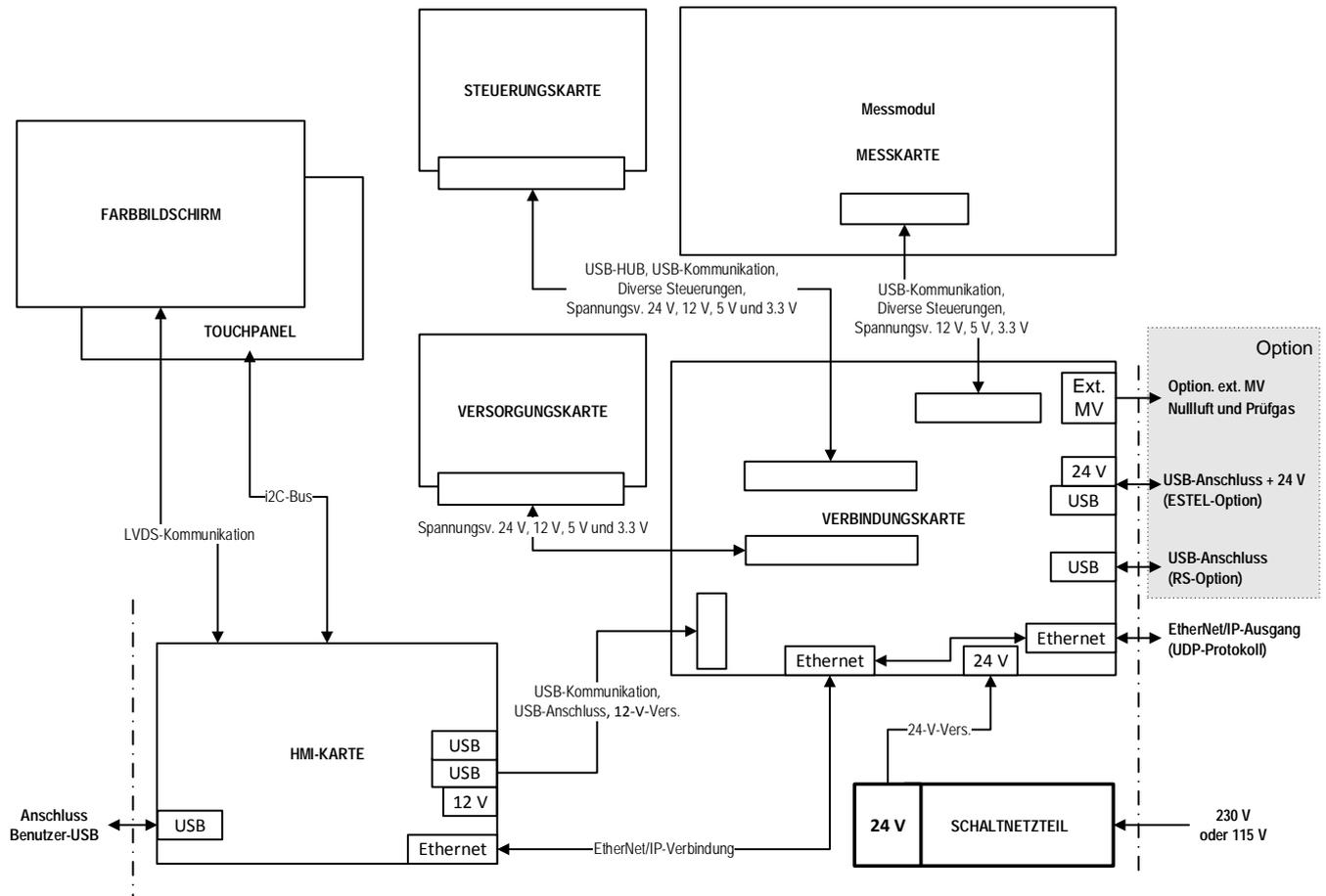


Abbildung 2-5 – Elektronische Architektur des AF 22e

2.7 NETZWERKVERBINDUNG UND USB-ANSCHLÜSSE

- Netzwerkverbindung (Ethernet):

Ein RJ45-Anschluss ist mit der Verbindungskarte auf der Rückseite des Analysators verbunden. Die Netzwerkkommunikation (Ethernet) verwendet das UDP-Protokoll.

- USB-Anschlüsse:

3 USB-Anschlüsse sind in der elektronischen Architektur der Baureihe „e“ vorgesehen.

Leerseite



KAPITEL 3**BETRIEB**

3.1.	ERSTINBETRIEBNAHME	3-3
3.1.1.	VORBEREITENDE ARBEITEN	3-3
3.1.2.	INBETRIEBNAHME	3-5
3.2.	PROGRAMMIERUNG DES AF 22E	3-10
3.2.1.	BESCHREIBUNG UND VERWENDUNG DER BILDSCHIRMANZEIGE UND TASTATUR	3-10
3.2.1.1.	Definition der Bereich der Bedienbildschirme	3-10
3.2.1.2.	Definition der einzelnen Bereiche des Eingabebildschirms und der Eingabetastatur	3-12
3.2.2.	PROGRAMMIERUNG DER BETRIEBSPARAMETER	3-13
3.2.2.1.	Entsperren des Bildschirms	3-13
3.2.2.2.	Einstellung und Änderung der Parameter	3-14
3.3.	ALLGEMEINES NAVIGATIONSPRINZIP	3-15
3.4.	BESCHREIBUNG DER VERSCHIEDENEN SOFTWARE-FUNKTIONEN	3-20
3.4.1.	BEDIENELEMENTE DES ANALYSATORS	3-20
3.4.2.	MENÜ MESSUNG	3-22
3.4.2.1.	MESSUNG ⇒ Momentanmessungen	3-22
3.4.2.2.	MESSUNG ⇒ Echtzeit-Grafik	3-22
3.4.2.3.	MESSUNG ⇒ Funktionsübersicht des Analysators	3-24
3.4.2.4.	MESSUNG ⇒ Anstehende Alarme	3-25
3.4.3.	MENÜ KONFIGURATION	3-26
3.4.3.1.	KONFIGURATION ⇒ Hardware-Konfiguration	3-26
3.4.3.2.	KONFIGURATION ⇒ Konfiguration der Steuerung	3-27
3.4.3.3.	KONFIGURATION ⇒ Allgemeine Konfiguration	3-28
3.4.3.4.	KONFIGURATION ⇒ Konfiguration der Metrologie	3-29
3.4.3.5.	KONFIGURATION ⇒ Konfiguration der optionalen Karten	3-30
3.4.3.6.	KONFIGURATION ⇒ Personalisierung	3-32
3.4.4.	MENÜ SPEICHERUNG	3-33
3.4.4.1.	SPEICHERUNG ⇒ Abfrage der gespeicherten Daten	3-33
3.4.4.2.	SPEICHERUNG ⇒ Löschen der gespeicherten Daten	3-34

3.4.4.3.	SPEICHERUNG ⇒ Echtzeitspeicherung der Messkanäle	3–34
3.4.5.	MENÜ DIAGNOSE	3–36
3.4.5.1.	DIAGNOSE ⇒ Funktionsübersicht des Analysators	3–36
3.4.5.2.	DIAGNOSE ⇒ Metrologische Werte	3–37
3.4.5.3.	DIAGNOSE ⇒ Anstehende Alarme	3–38
3.4.5.4.	DIAGNOSE ⇒ Alarmhistorie	3–39
3.4.5.5.	DIAGNOSE ⇒ Diverse Steuerungen	3–40
3.4.5.6.	DIAGNOSE ⇒ Liste der angemeldeten Clients	3–40
3.4.6.	MENÜ WARTUNG	3–41
3.4.6.1.	WARTUNG ⇒ USB-Stick	3–41
3.4.6.2.	WARTUNG ⇒ Verwerfen der zuletzt durchgeführten Aktualisierung	3–41
3.4.6.3.	WARTUNG ⇒ Import der Werkseinstellungen	3–42
3.4.6.4.	WARTUNG ⇒ Werkseinstellungen	3–43
3.5.	KALIBRIERUNG	3–44
3.5.1.	ALLGEMEINES	3–44
3.5.1.1.	Nullluftgeneration	3–45
3.5.1.2.	Prüfgasgeneration (SO ₂)	3–45
3.5.1.3.	Interne Magnetventile	3–46
3.5.2.	NULL- UND SKALENPUNKTPRÜFUNG:	3–46
3.5.2.1.	Notwendige Hardware	3–46
3.5.2.2.	Verfahren	3–46
3.5.2.3.	Verwendung der automatischen Zyklen	3–47
3.5.3.	ZWEI-PUNKT-KALIBRIERUNG	3–48
3.5.3.1.	Notwendige Hardware	3–48
3.5.3.2.	Verfahren	3–48
3.5.3.3.	Verwendung des automatischen Zyklus	3–50
3.5.4.	MEHRPUNKTKALIBRIERUNG:	3–51
3.5.4.1.	Notwendige Hardware	3–51
3.5.4.2.	Verfahren	3–51
Abbildung 3–1	– Fluid- und Elektroanschlüsse	3–3
Abbildung 3–2	– Installation des „Probegas“-Anschlusses	3–4
Abbildung 3–3	– Anschlussbeispiel für unter Druck stehendes Gas	3–45
Abbildung 3–4	– Typischer Kalibrator	3–50

3. BETRIEB

3.1. ERSTINBETRIEBNAHME

Das Gerät wurde vor Lieferung geprüft und kalibriert. Die Kalibrierung des Geräts wurde im Werk geprüft.

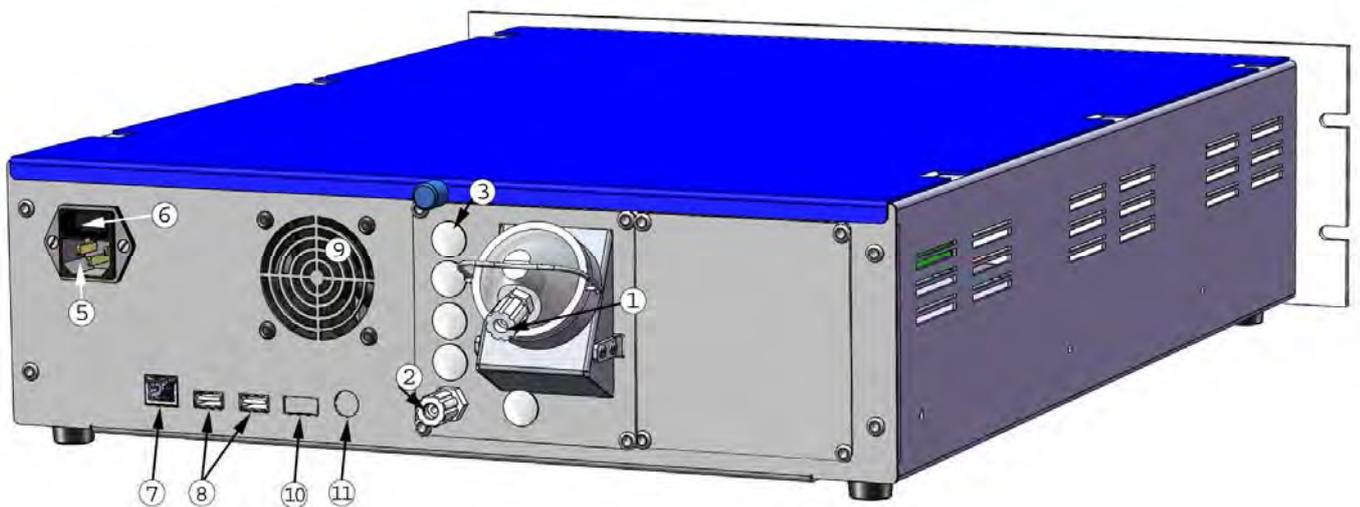
3.1.1. VORBEREITENDE ARBEITEN

Siehe Abbildung 3–1.

Die Inbetriebnahme besteht zunächst in der Durchführung folgender vorbereitender Arbeiten:

- Führen Sie eine Sichtprüfung des Geräteinnern durch, um sicherzustellen, dass während des Transports nichts beschädigt wurde.
- Vergewissern Sie sich, dass die Filterpatronen nicht von den Rohrleitungen getrennt sind.
- Entfernen Sie die Verschlüsse der Fluidein- und -ausgänge (1), (2), (3), (4) des Geräts (bewahren Sie diese für eine spätere Lagerung auf).
- Schließen Sie das 4/6-Teflonrohr für die Luftentnahme am Probegaseingang (s. Abbildung3-3) an, nachdem Sie überprüft haben, dass sich im Staubfilter (1) eine Filtermembran aus Teflon befindet.
- Schließen Sie den ETHERNET-Ausgang (7) an.
- Schließen Sie eventuell vorhandene Zubehörteile über die USB-Anschlüsse an (ESTEL-USB und RS-USB) (8), (10).
- Schließen Sie das Netzkabel an eine Steckdose mit 230 V, 50 Hz + Schutzleiter oder 115 V, 60 Hz + Schutzleiter (5) gemäß der bei der Bestellung angegebenen Spannungsversorgung an.
- Schließen Sie den Pumpenausgang (2) an den Luftauslass an.

HINWEIS: Ein blockierter Luftauslass kann die Vakuumpumpe zerstören. Folglich muss jederzeit sichergestellt sein, dass der Luftauslass an Atmosphärendruck angeschlossen ist.



(1) Probegaseingang, (2) Pumpenausgang, (3) Prüfgaseingang, (5) dreipoliger Netzanschluss, (6) Hauptsicherung, (7) Ethernet-Ausgang, (8) zwei USB-Anschlüsse, (9) Ventilator, (10) Rückmeldung MV Nullluft und Prüfgas für das optionale externe Kalibrier-MV, (11) 24-V-Versorgung für optionale ESTEL-Karte.

Abbildung 3–1 – Fluid- und Elektroanschlüsse

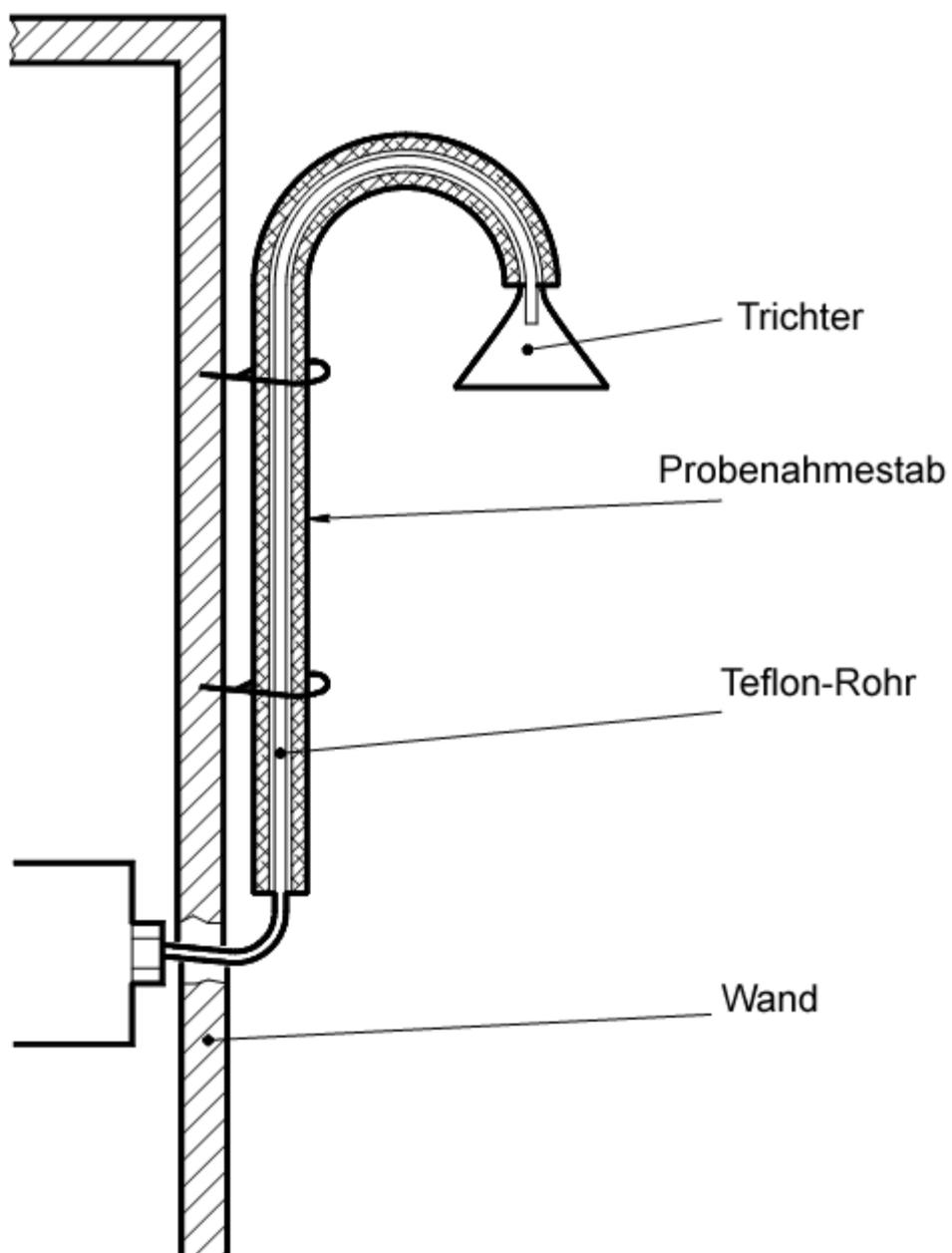


Abbildung 3-2 – Installation des „Probegas“-Anschlusses

HINWEIS: Empfohlene Höhe des Probenanschlusses 2,50 m.
 Empfohlene maximale Länge des Teflonrohrs für das Probegas 6 m.

3.1.2. INBETRIEBNAHME

Bei der Inbetriebnahme des Analysators ist das nachstehend beschriebene Verfahren zur INSTALLATION / INBETRIEBNAHME in der genannten Reihenfolge durchzuführen.

1/ Taste ON/OFF auf der Vorderseite drücken. Der Analysator startet, schaltet in den Vorwärmzyklus (max. Dauer dieses Zyklus 1800 Sekunden) und der Bildschirm für die Sprachauswahl erscheint.

Sobald sich alle messtechnischen Parameter innerhalb der Betriebsgrenzen befinden, verlässt das Gerät den Vorwärmmodus.

HINWEIS: Bei der Erstinbetriebnahme erscheint ein Eingangsmenü mit vier aufeinanderfolgenden Bildschirmanzeigen, mit denen der Benutzer eine Reihe gerätespezifischer Parameter konfigurieren kann: Sprache, Datum und Uhrzeit, spezifischer Identcode des Analysators, TCP/IP-Protokoll für den Datentransfer.

Dieses Eingangsmenü ist nur vom Bildschirm auf der Gerätevorderseite aus und nicht von einem Remote-PC aus zugänglich.

2/ Sprachauswahl

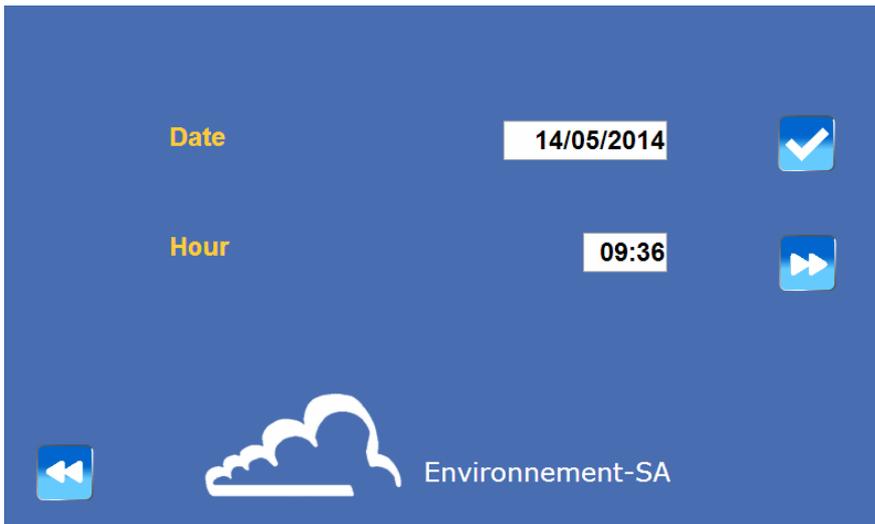
Klicken Sie zur Sprachauswahl in diesem Bildschirm auf die Flagge der gewünschten Sprache. Nach einigen Sekunden erscheint der Bildschirm für die Konfiguration des Datums und der Uhrzeit.



3/ Konfiguration des Datums und der Uhrzeit

In dieser Bildschirmanzeige können Datum und Uhrzeit des Analysators konfiguriert werden. Tippen Sie dazu in das entsprechende Eingabefeld, daraufhin erscheint die virtuelle Tastatur am Bildschirm. Geben Sie das Datum und die Uhrzeit mit den Touch-Tasten ein und bestätigen Sie die Eingabe mit der Taste

. Mit der Taste  gelangen Sie ohne Übernahme der Konfiguration von Datum und Uhrzeit zum nächsten Bildschirm.



Definition der bildschirmspezifischen Tasten



Bestätigung der Konfigurationsparameter



Zur nächsten Seite ohne Übernahme der Parameter

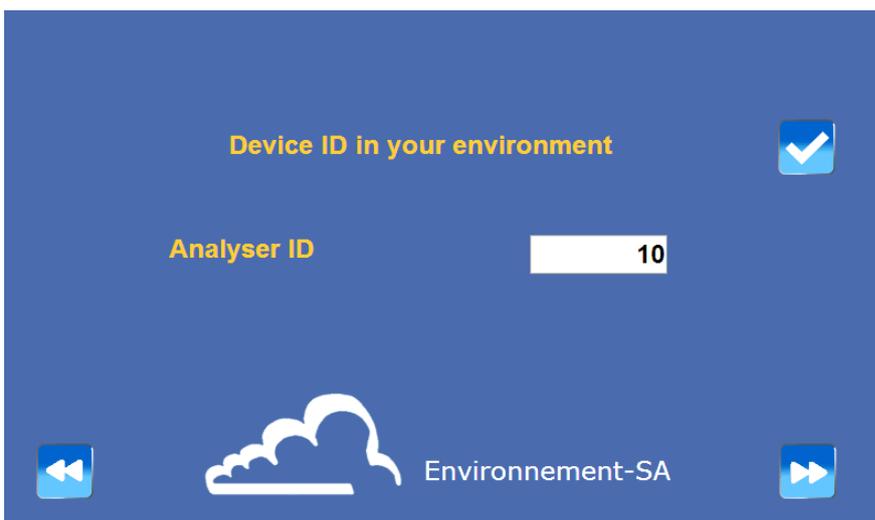


Rückkehr zur vorherigen Seite

4/ Konfiguration des kundenspezifischen Identcodes des Geräts

Mit diesem kundenspezifischen Code kann der Kunde den Analysator in seinem betriebsinternen Netzwerk identifizieren. Tippen Sie dazu auf das Eingabefeld für die Position „Code Analysator“, daraufhin erscheint die virtuelle Tastatur am Bildschirm. Geben Sie einen 8-stelligen Code (Zahlen und Buchstaben) mit den Touch-Tasten der Tastatur ein und tippen Sie auf die Taste , um den Code zu bestätigen und zum nächsten Bildschirm zu wechseln.

HINWEIS: Dieser Code ist unabhängig von der Seriennummer des Analysators, die von Environnement SA vergeben wird.



Definition der bildschirmspezifischen Tasten

Die Tasten dieser Bildschirmanzeige haben dieselbe Funktion wie in der vorherigen Anzeige.

5/ TCP/IP-Konfiguration

In dieser Bildschirmanzeige kann die Verbindung des Analysators mit dem Netzwerk konfiguriert werden.

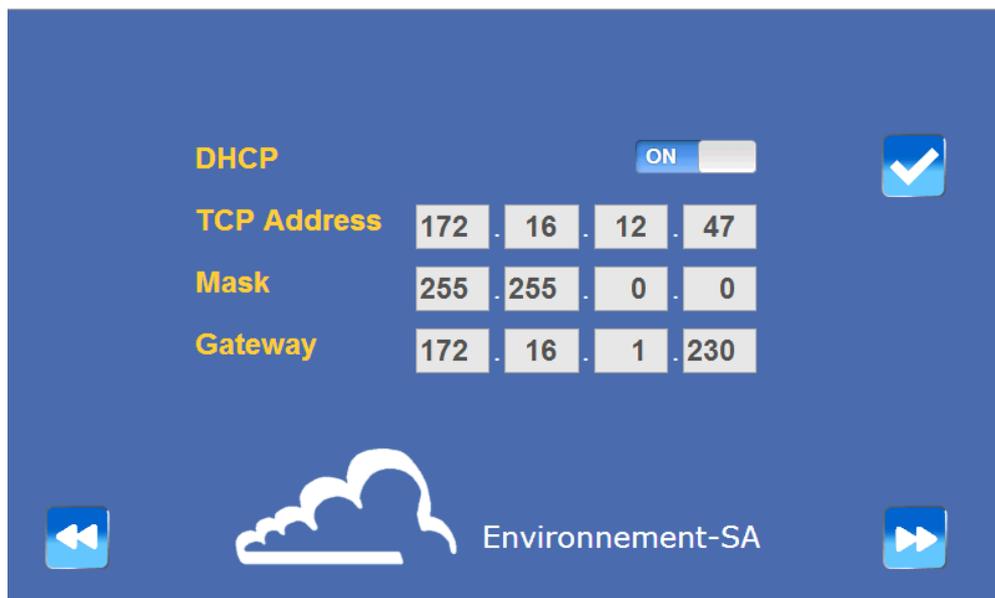
Wenn das Feld DHCP auf ON steht, erfolgt das Parametrieren der Felder „TCP-Adresse“, „Maske“, „Gateway“ automatisch anhand der vom Netzwerkservers gelieferten Daten.

Für das Umschalten des Feldes DHCP auf Static muss der Benutzer „ON“ antippen (Touchscreen).

Ist das Static-Protokoll ausgewählt, sind die Felder „TCP-Adresse“, „Maske“ und „Gateway“ zugänglich und veränderbar. Zur Eingabe tippen Sie in das entsprechende Eingabefeld; daraufhin erscheint die virtuelle Tastatur am Bildschirm. Geben Sie die Codes mit den Touch-Tasten ein und drücken Sie die

Taste , um die Codes zu bestätigen und zum Hauptmenübildschirm zu wechseln. Mit dieser Bestätigung werden die in dieser Bildschirmanzeige und in den drei vorherigen Bildschirmanzeigen programmierten Daten gespeichert.

HINWEIS: Wenn der Benutzer diese letzte Bildschirmanzeige TCP/IP-Konfiguration nicht quittiert, werden nur die Sprachauswahl und die Konfiguration des Datums und der Uhrzeit vom Gerät übernommen (sofern sie quittiert wurden) und dem Benutzer werden beim nächsten Gerätestart die zwei letzten Bildschirmanzeigen des Eingangsmenüs („Konfiguration des Identcodes des Geräts“ und „TCP/IP-Konfiguration“) wieder angezeigt.

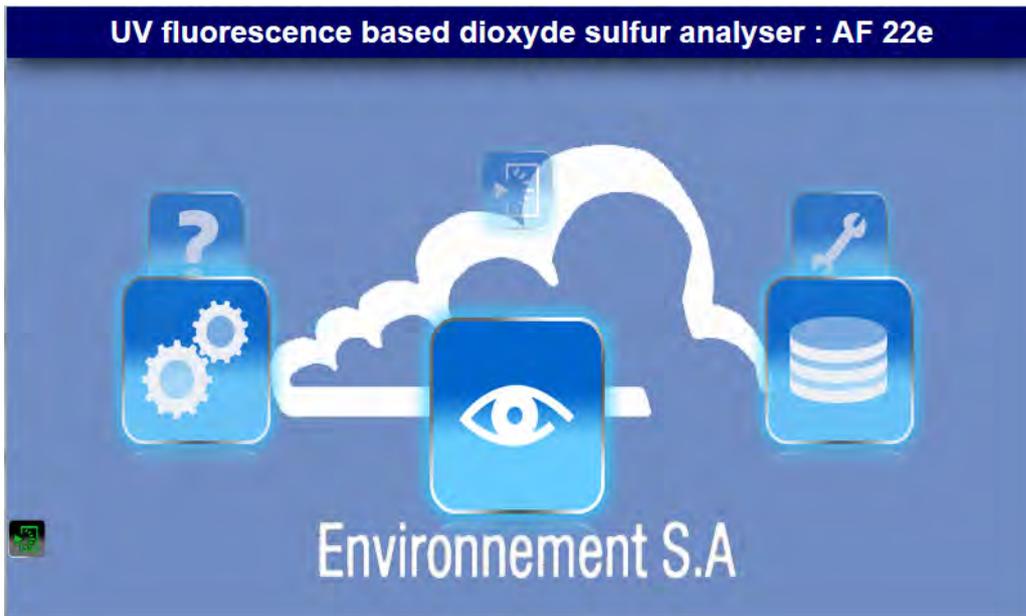


Definition der bildschirmspezifischen Tasten

Die Tasten dieser Bildschirmanzeige haben dieselbe Funktion wie die in der Anzeige für die Konfiguration des Datums und der Uhrzeit.

6 / Hauptmenübildschirm

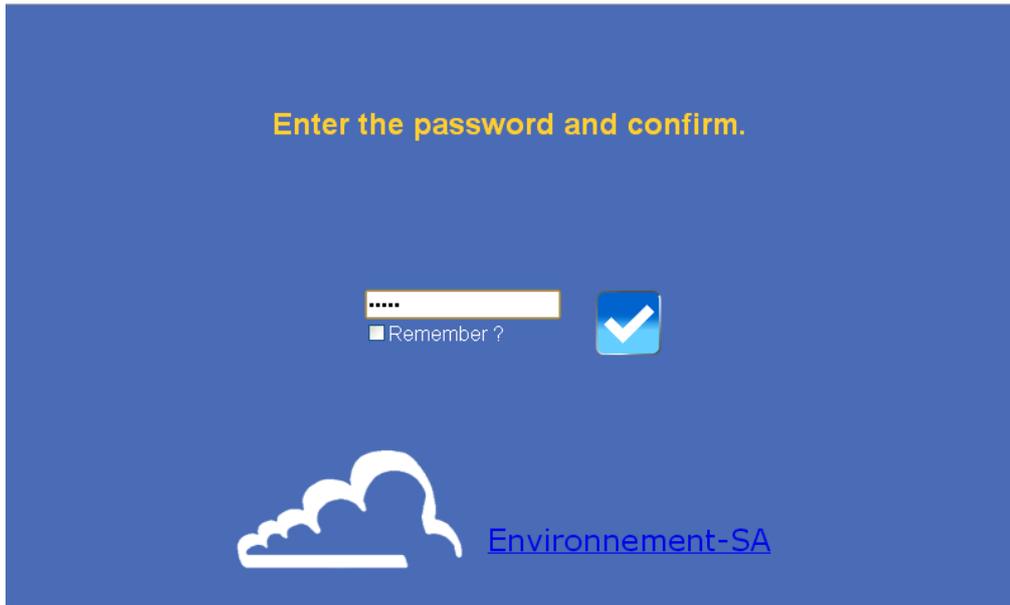
Nach Bestätigung der vorherigen Bildschirmanzeige erscheint folgendes Fenster:



Tippen Sie eine der Tasten auf dem Farb-Touchscreen an, um zum entsprechenden Untermenü zu gelangen.

-  Zum Untermenü Messungen
-  Zum Untermenü Konfiguration
-  Zum Untermenü Speicherung
-  Zum Untermenü Diagnose
-  Zum Untermenü Wartung
-  Zur allgemeinen Menüstruktur

HINWEIS: Wenn für die Verwaltung des Analysators eine Netzwerkverbindung eingesetzt wird, erscheint nach dem Start des Analysators der folgende Bildschirm am Remote-PC. Geben Sie dann das mit dem Gerät gelieferte **Benutzer-Passwort** ein und klicken Sie zur Bestätigung auf die Taste . Die oben dargestellte Bildschirmanzeige (Startbildschirm) erscheint nach einigen Sekunden. Klicken Sie auf eins der in der obigen Tabelle dargestellten Symbole, um zum gewünschten Untermenü zu gelangen.



Definition der bildschirmspezifischen Tasten

Die Taste dieser Bildschirmanzeige hat dieselbe Funktion wie die in der Anzeige für die Konfiguration des Datums und der Uhrzeit.

7/ Anzeige der Vorwärmung

Der Verlauf der Vorwärmung lässt sich in jedem beliebigen Bildschirm jedes beliebigen Untermenüs darstellen, wenn man das Symbol der Anzeige der Vorwärmung (1) anklickt, wodurch die Bildlaufleiste (2) angezeigt wird. Mit der Taste (3) kann der Vorwärmzyklus beendet werden.

Parameter	Value 1	Value 2	Unit
SO2	-1.01	-1.00	ppb
PM signal	543.47	544.23	µg/m³
UV signal	670.30	670.27	µW/cm²
Chamber T°	48.00	48.00	°C
Gas P.	1035.17	1035.34	hPa
Down. P.	314.47	314.43	hPa
Atmo. P.	1022.99	1022.98	hPa
Flow	21.83	21.82	l/min

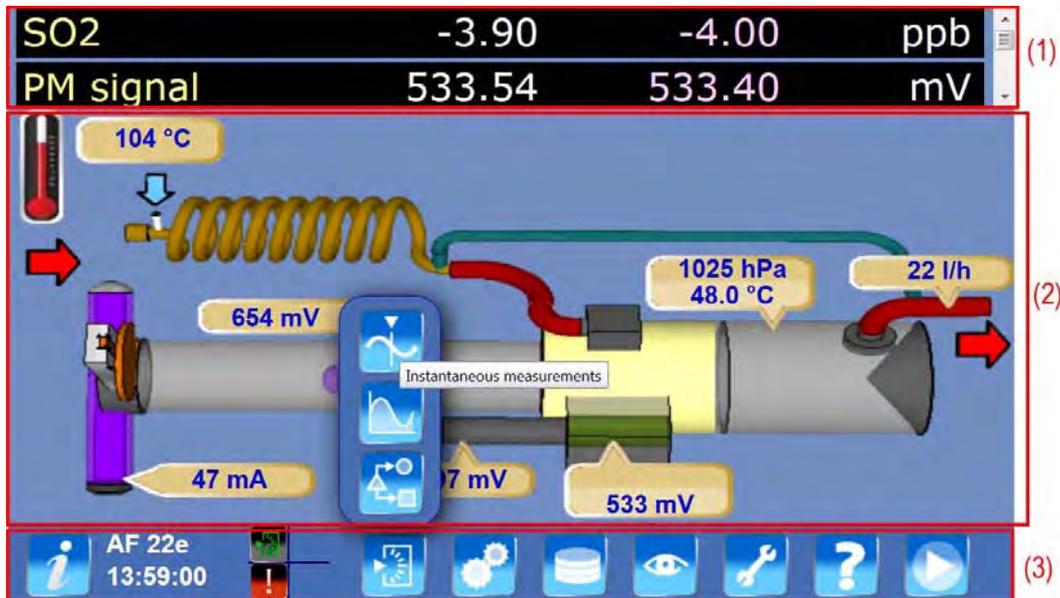
(1) Icon for preheating display in the bottom right of the menu bar.
 (2) Vertical scroll bar on the right side of the data table.
 (3) Stop button (square with a square inside) located below the scroll bar.

3.2. PROGRAMMIERUNG DES AF 22E

3.2.1. BESCHREIBUNG UND VERWENDUNG DER BILDSCHIRMANZEIGE UND TASTATUR

Der mit einem Touchpanel ausgestattete Bildschirm auf der Vorderseite des Geräts dient der Darstellung der Bedienanzeigen des Analysators und der Eingabebildschirme für die Eingabe und Änderung der Analysator-Parameter.

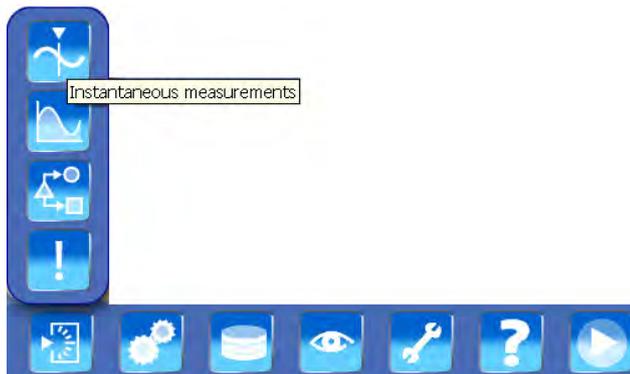
3.2.1.1. Definition der Bereiche der Bedienbildschirme



(1)	Bereich für den Messverlauf: Anzeige der laufenden Messung und der Betriebsparameter des Geräts für die angegebenen Messkanäle.
(2)	Mess- oder Konfigurationsbereich: Hier werden die Messparameter (Gas, Wert, Einheiten...) oder die je nach Menü konfigurierbaren Parameter angezeigt.
(3)	Informations-, Navigations- und Steuerbereich des Analysators.

Beschreibung der Informations-, Navigations- und Steuerleiste

	Taste für die Anzeige der Informationstafel des Analysators.
	Informationsbereich: Angabe des Modells und der Uhrzeit des Analysators.
	Symbol für den Fluidkanal, auf den das Gerät geschaltet ist: Zustand des Analysators.
	Symbol für einen Alarm am Gerät.
	Symbol für die Notwendigkeit der Wartung des Analysators.
Symbol USB-Stick	Dieses Symbol wird nur angezeigt, wenn ein USB-Stick angeschlossen ist. Es zeigt an, dass die USB-Funktion aktiv ist.



Navigationsleiste

Durch Antippen einer beliebigen Taste der Navigationsleiste zeigt der Benutzer eine Reihe von Tasten der zugehörigen Untermenüs an, die den direkten Zugriff auf diese Bildschirme ermöglichen. Eine Blase informiert über die Funktion des Bildschirms.

Die Beschreibung der Funktionen der Tasten der Menüs und Untermenüs finden Sie auf den Seiten 3-19 bis 3-21.



Taste der kontextabhängigen Hilfe. Sie ermöglicht den Zugriff auf die kontextabhängige Hilfe des gerade angezeigten Bildschirms.



Steuertaste. Sie ermöglicht den Zugriff auf die Bedienfunktionen des Analysators.

Definition of buttons used frequently in control screens



Aktualisierung der Änderungen



Bestätigung der Änderungen.



Anzeige der Eingabeseite des Passworts zur Entsperrung des Bildschirms.



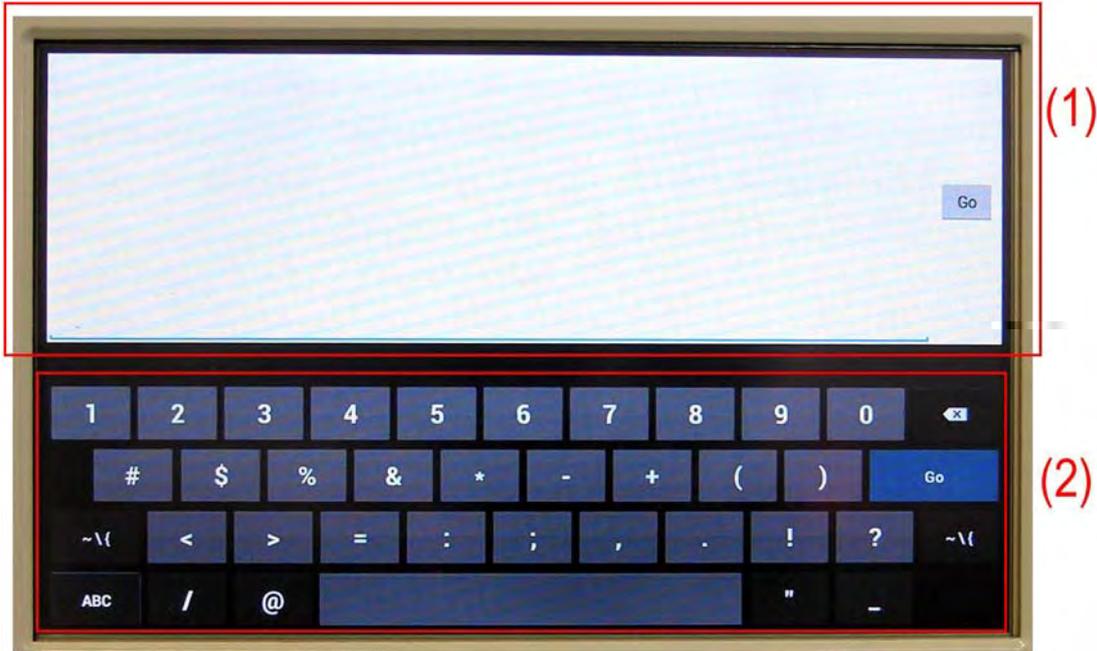
Sperrung der Konfiguration.



Anzeige der Informationstafel mit der Beschreibung des Kartenanschlusses.

3.2.1.2. Definition der einzelnen Bereiche des Eingabebildschirms und der Eingabetastatur

Im Eingabebildschirm können mit dem Touchpanel auf der Vorderseite des Analysators die Parameter der angezeigten Bedienanzeigen geändert werden.



- (1) Anzeigebereich der Eingabe
- (2) Eingabetastatur: Drei verschiedene Tastaturen stehen zur Verfügung: QWERTY, numerisch und Symbole.

HINWEIS: Die Tasten der Tastatur funktionieren genauso wie die Tasten von Android-Tablets und Android-Smartphones.

?123	Taste für das Umschalten von alphanumerischer Tastatur auf numerische Tastatur.
ABC	Taste für das Umschalten von numerischer Tastatur auf alphanumerische Tastatur.
~\{	Taste für das Umschalten von numerischer Tastatur auf die Tastatur mit Symbolen.
GO	Taste für die Bestätigung der Eingabe.
Go	Schaltfläche für die Bestätigung der Eingabe.

Nach Bestätigung der Eingabe werden die Bildschirmanzeige und die Eingabetastatur geschlossen und die Bedienanzeige erscheint erneut mit dem entsprechend geänderten Eingabefeld.

3.2.2. PROGRAMMIERUNG DER BETRIEBSPARAMETER

3.2.2.1. Entsperren des Bildschirms

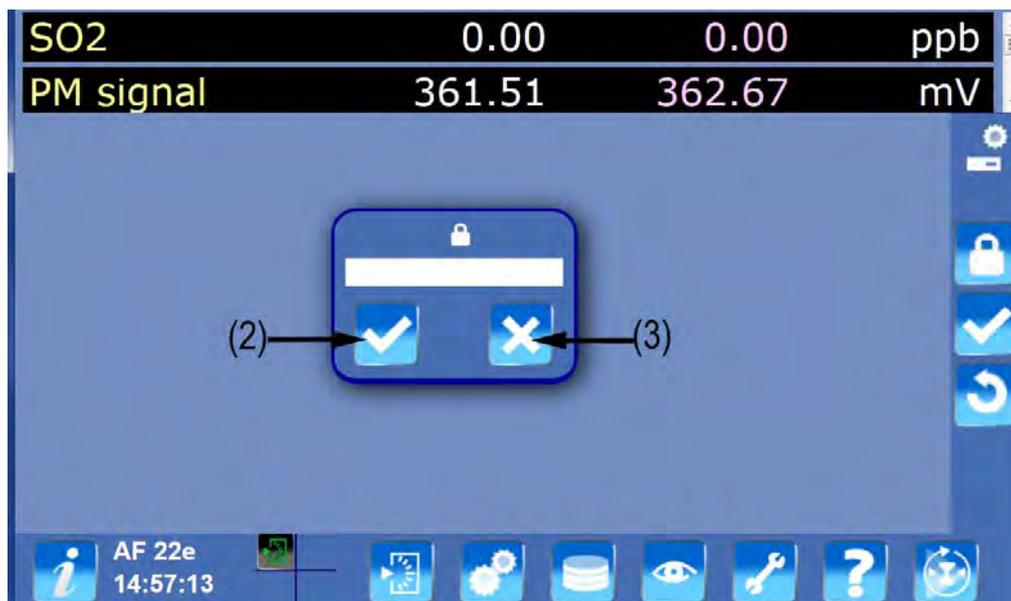
Die Bildschirmanzeigen mit den Betriebsparametern des Analysators sind standardmäßig gesperrt; die Werte sind grau dargestellt und können nicht direkt geändert werden.

Beispiel unten: Bildschirmanzeige der Hardwarekonfiguration.



Zur Änderung eines Parameters des aktuell angezeigten Bildschirms muss der Bildschirm entsperrt werden. Drücken Sie dazu die Taste „Schloss“ (1) im rechten Bildschirmbereich. Die Seite für die Eingabe des Passworts erscheint am Bildschirm. Der Benutzer hat nun zwei Möglichkeiten:

- Antippen der Taste (3), um zum vorherigen Bildschirm zurückzukehren, ohne Änderungen vorzunehmen
- Eingabe des mit dem Gerät gelieferten **Benutzerpassworts** im freien Feld und Bestätigung durch Antippen der Taste (2).



Die vorherige Bedienanzeige erscheint erneut, wobei die vom Benutzer änderbaren Felder nun mit schwarzen Zeichen dargestellt sind.

HINWEIS: Nach Eingabe eines gültigen Passworts wird die Taste  durch die Taste  ersetzt, wodurch ein gesicherter Zugang zu den Benutzerparametern möglich ist.

3.2.2.2. Einstellung und Änderung der Parameter

Zur Eingabe oder Änderung der Parameter in den Bedienanzeigen stehen dem Benutzer je nach Feldart drei Möglichkeiten zur Verfügung:

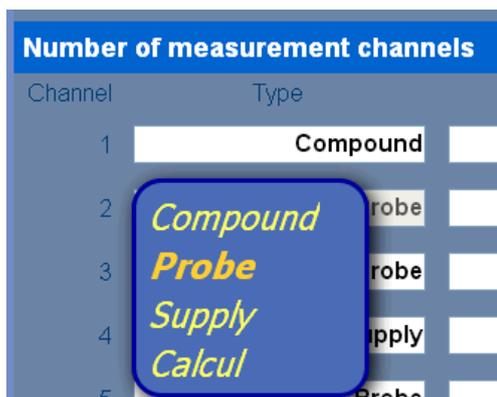
- Feld für die Eingabe von Zeichen:

Tippen Sie das entsprechende Eingabefeld an. Die Tastatur für dieses Eingabefeld erscheint auf der gesamten Bildschirmfläche: Bei einem alphanumerischen Feld erscheint die QWERTY-Tastatur, bei einem numerischen Feld erscheint die numerische Tastatur. Wenn in einem Eingabefeld Zahlen und Buchstaben eingegeben werden müssen, drücken Sie die Taste , um von der numerischen auf die alphanumerische, bzw. die Taste , um von der alphanumerischen auf die numerische Tastatur umzuschalten. Die eingegebenen Zeichen werden im Bildschirmbereich über der Tastatur angezeigt. Zur Bestätigung der Eingabe tippen Sie auf die Taste  oder die Schaltfläche . Die Tastatur wird geschlossen und die Bedienanzeige erscheint erneut mit dem entsprechend ausgefüllten Eingabefeld.

Erfolgt die Eingabe an einem Remote-PC, verwenden Sie die PC-Tastatur.

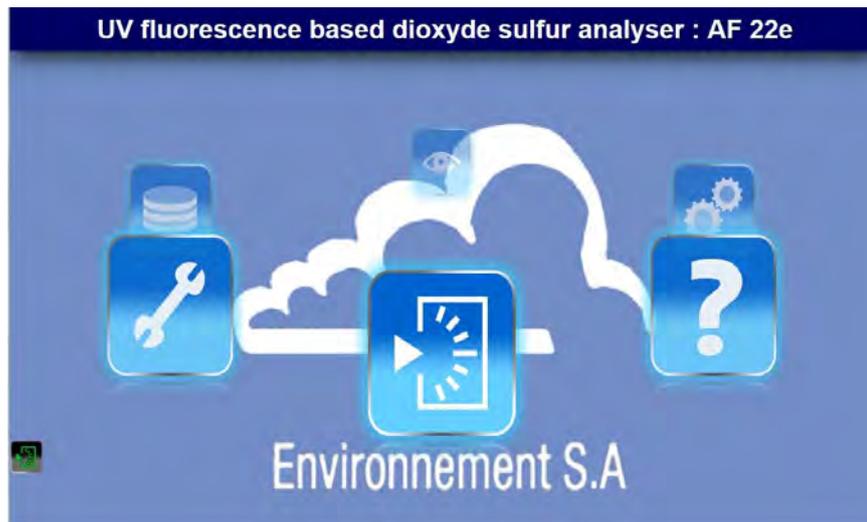
- Feld für die Auswahl eines Parameters aus einer Parameterliste:

Tippen Sie auf das zu ändernde Feld zur Anzeige der Liste mit den Parametern oder verfügbaren Werten; der aktuell ausgewählte Parameter wird fett dargestellt. Wählen Sie aus dieser Liste den neuen Parameter durch Antippen (oder durch Anklicken bei einem Remote-PC) aus, die Parameterliste wird geschlossen und dieser neue Parameter wird im so geänderten Feld angezeigt.



3.3. ALLGEMEINES NAVIGATIONSPRINZIP

Startbildschirm des AF 22e:



Der Startbildschirm bietet zwei Möglichkeiten des Zugriffs auf die Menüs und Untermenüs des Geräts:

- Entweder tippen Sie auf eine der nachstehend aufgeführten Tasten für den Zugang zum entsprechenden Untermenü.



Zum Untermenü „MESSUNGEN“



Zum Untermenü „KONFIGURATION“



Zum Untermenü „SPEICHERUNG“



Zum Untermenü „DIAGNOSE“



Zum Untermenü „WARTUNG“

- Oder Sie tippen auf die Taste , um zur Bildschirmanzeige der allgemeinen Menüstruktur der Software zu gelangen.

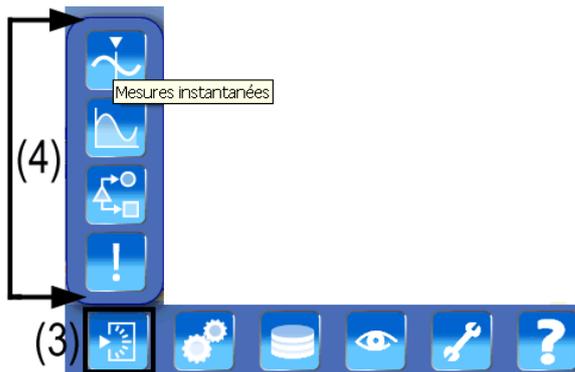
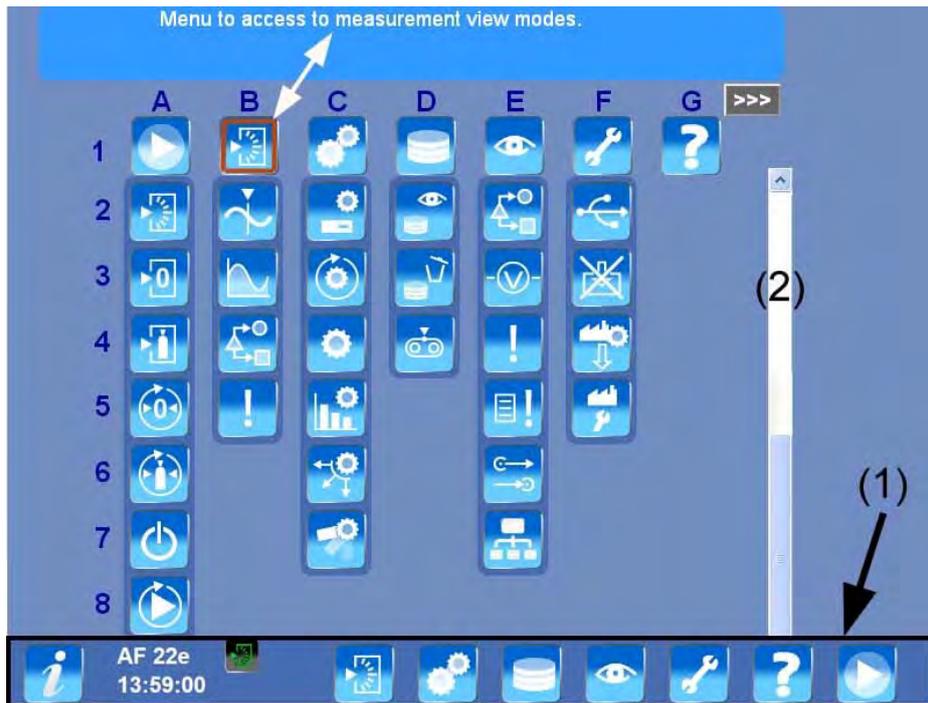
Diese Menüstruktur besteht aus mehreren Spalten (A, B, C, D, E, F, G), die jeweils eins der sieben Menüs der Software darstellen, und aus 7 Zeilen (2 bis 8) für die Untermenüs. Die Tasten der Zeile 1 werden auch in der Navigationsleiste (1) unten am Bildschirm angezeigt.

Wird eine Taste der Menüstruktur aktiviert, wird sie mit einem braunen Rahmen dargestellt und eine Meldung mit der Erklärung der Funktion des entsprechenden Menüs oder Untermenüs erscheint oben am Bildschirm (siehe weißen Pfeil). Gleichzeitig erscheint die Navigations-

taste , die den direkten Zugang zum entsprechenden Menü oder Untermenü ermöglicht.

Die Navigationsleiste (1) erscheint in allen Bildschirmanzeigen der Software und ermöglicht den Zugang zu jeder beliebigen anderen Bildschirmanzeige von jedem Menü oder Untermenü aus, ohne dass in der Menüstruktur zurückgegangen werden muss. Aktivieren Sie dazu die Taste des Menüs (3), um die Liste der Untermenüs (4) zu öffnen, und aktivieren Sie die Taste des Untermenüs, um zur gewünschten Bildschirmanzeige zu gelangen. Die Liste der Untermenüs lässt sich durch erneutes Aktivieren der Taste des Menüs (3) wieder schließen.

Alle Bildschirmanzeigen werden mit derselben Größe angezeigt, weshalb der Benutzer die senkrechte Bildlaufleiste (2) verwenden muss, um die Informationen im unteren Bereich der Bildschirmseite zu sehen.



Namen und Funktionen der Menüs (fett geschrieben) und Untermenüs der Menüstruktur:

Symbol	Bezeichnung	Funktion
	Messung	Zugangsmenü zu den Darstellungsarten der Messungen
	Momentanmessungen	Darstellung der festgelegten Messkanäle: Momentanwert und zuletzt gespeicherter Mittelwert
	Echtzeit-Grafik	Darstellung der Messkanäle (Momentanwerte) als Echtzeit-Grafik
	Funktionsübersicht des Analysators	Darstellung in Form einer animierten Funktionsübersicht
	Anstehende Alarme	Darstellung der aktiven Alarme

Symbol	Bezeichnung	Funktion
	Konfiguration	Zugangsmenü zu den Konfigurationsparametern
	Hardware-Konfiguration	Konfiguration der Kommunikationsanschlüsse und -protokolle (Serial, TCP/IP, UDP)
	Konfiguration der Steuerung	Konfiguration der periodischen Zyklen
	Allgemeine Konfiguration	Allgemeine Gerätekonfiguration
	Konfiguration der Metrologie	Konfiguration und Einstellung der metrologischen Parameter
	Konfiguration der Ein-/Ausgänge	Konfiguration der Ein-/Ausgangskarten (Option I2C)
	Personalisierung	Auswahl der Sprachen und Anzeigetemen

Symbol	Bezeichnung	Funktion
	Speicherung	Zugangsmenü zu den gespeicherten Archivwerten
	Abfrage der gespeicherten Daten	Abfrage der archivierten Messungen
	Löschen der gespeicherten Daten	Löschen der archivierten Messungen
	Echtzeit-Datenlogger	Aktivieren des Echtzeit-Datenloggers der Messkanäle

Symbol	Bezeichnung	Funktion
	Diagnose	Zugangsmenü zu den Diagnosefunktionen
	Funktionsübersicht des Analysators	Darstellung in Form einer animierten Funktionsübersicht
	Metrologische Werte	Kontrolle der metrologischen Zwischensignale
	Anstehende Alarme	Darstellung der aktiven Alarme
	Alarmhistorie	Darstellung der Alarmhistorie
	Diverse Steuerungen	Kontrolle der Ein-/Ausgänge (Option I2C)
	Liste der angemeldeten Clients	Zeigt die Liste der angemeldeten Clients an.

Symbol	Bezeichnung	Funktion
	Wartung	Zugangsmenü zu den Wartungsfunktionen
	USB-Stick	Zugang zur Verwaltung des USB-Sticks: Aktualisierung der Software, Im-/Export von Daten...
	Abbrechen	Abbrechen der zuletzt durchgeführten Aktualisierung
	Import der Werkseinstellungen	Wiederherstellung der Werkseinstellungen
	Werkseinstellungen	Zugang zu den Werksfunktionen (Erstellung der Werkseinstellungen, Passwortverwaltung...).

Symbol	Bezeichnung	Funktion
	Anzeige der kontextbezogenen Hilfe	Beschreibung der Piktogramme der aktuellen Bildschirmanzeige

Symbol	Bezeichnung	Funktion
	Steuerung	Zugangsmenü zu den Bedienelementen des Analysators (Messung, Nullref...)
	Schaltet den Analysator in den Messmodus	Auswahl des Probegaseingangs und Aktivierung des Messzyklus
	Schaltet den Analysator auf den Nulllufteingang	Auswahl des Nullgaseingangs
	Schaltet den Analysator auf den Prüfgaseingang	Auswahl des Prüfgaseingangs
	Startet einen Nullreferenzzyklus	Aktivierung eines Nullreferenzzyklus
	Startet einen Autokalibrierzyklus	Aktivierung eines Kalibrierzyklus mit Korrektur
	Schaltet den Analysator in den Standby	Schaltung des Geräts in den Standby
	Startet einen Messzyklus	Beginn des Messzyklus

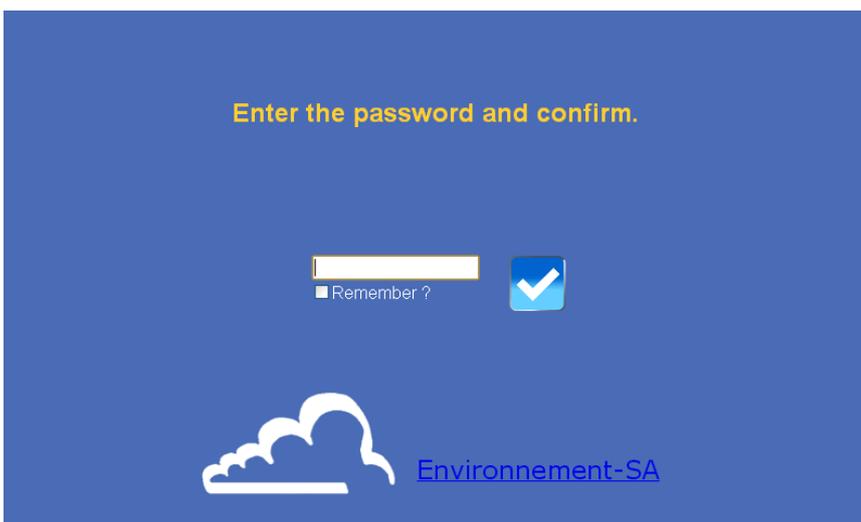
- Sonderfall der Informationstafel:

Die Informationstafel erscheint nach Antippen des Symbols , das in jedem Bildschirm unten links steht. Darin sind Informationen enthalten wie die Softwareversion, die Seriennummer des Analysators, der vom Benutzer veränderbare Identcode, das aktuelle Datum (current date), die Speicherperiode für die Datenarchivierung, die bisherige Betriebsdauer des Geräts, die verbleibenden Tage bis zur nächsten Wartung, die Anzahl der angemeldeten Remote-Clients.

HINWEIS: Von der Informationstafel aus kann ein Shortcut für die Navigation verwendet werden. Durch Antippen des blauen Infobands verlässt der Benutzer das System und kehrt zum Startbildschirm zurück.

Bei einem Remote-PC muss der Benutzer das Passwort eingeben und die Eingabe bestätigen, bevor er erneut auf den Startbildschirm gelangt.

UV fluorescence based dioxyde sulfur analyser : AF 22e	
Firmware	AF 22e 1.0.2
Serial N°	0
TCP/IP Address	172.16.12.109
Date	28/01/2015
Memorisation period	1 min
Operating time	7 days
Next Maintenance	360 days
Number of clients connected	3



3.4. BESCHREIBUNG DER VERSCHIEDENEN SOFTWARE-FUNKTIONEN

3.4.1. BEDIENELEMENTE DES ANALYSATORS

Durch Antippen der Taste des Menüs Steuerung  hat der Bediener von jedem beliebigem Bildschirm aus direkten Zugang zu den Bedienelementen des Analysators (Messung, Nullref...). Die Funktionen dieses Menüs werden am Bildschirm angezeigt und der Bediener kann die Funktion durch Antippen der entsprechenden Taste aktivieren.

Die Funktionen des Menüs Steuerung werden in der nachstehenden Tabelle beschrieben:

Steuerung	Funktionsbeschreibung
 Schaltet den Analysator in den Messmodus	Mit dieser Funktion kann der Probegaseingang ausgewählt werden. Die Probe wird kontinuierlich über den Staubfilter am Eingang entnommen. Dieser Modus kann jederzeit durch den Start eines automatischen Zyklus oder durch manuelle Auswahl eines anderen Gaseingangs (Nullluft oder Prüfgas) unterbrochen werden. Als Einheit gilt die in der Bildschirmanzeige „ <i>KONFIGURATION</i> ⇒ <i>Konfiguration der Metrologie</i> “ ausgewählte Einheit.
 Schaltet den Analysator auf den Nulllufteingang	Mit dieser Funktion kann der optionale Eingang für externes Nullgas ausgewählt werden. Damit soll die Stabilität und die Drift beim Auslesen der Nullluft überprüft werden, um festzustellen, ob ein Nullluftreferenzzyklus gestartet oder eine Wiederholungszeit programmiert werden muss.
 Schaltet den Analysator auf den Prüfgaseingang	Mit dieser Funktion kann der optionale Prüfgaseingang und die manuelle Steuerung des Prüfgases ausgewählt werden. Der mit Prüfgas gemessene Wert (erhöht um einen eventuell programmierten Offset) wird am Bildschirm angezeigt. Damit kann die Stabilität und die Drift beim Auslesen des Prüfgases überprüft werden, um festzustellen, ob ein Autokalibrierzyklus gestartet oder eine Wiederholungszeit programmiert werden muss.
 Startet einen Nullreferenzzyklus	Mit dieser Funktion kann ein automatischer Nullkorrekturzyklus manuell gestartet werden, wenn zwischen dem elektrischen Nullpunkt und dem Nullgas ein Unterschied besteht. Die Taste  ändert sich in  und der Bediener kann sich durch Antippen dieser Taste den Zyklusfortschritt in der Bildlaufleiste anzeigen lassen (Rückwärtszählen der Zyklusdauer). Er kann den laufenden Zyklus jederzeit durch Antippen von  verlassen oder durch Antippen von  stoppen.

Steuerung	Funktionsbeschreibung
 Startet einen Autokalibrierzyklus	<p>Mit dieser Funktion kann ein automatischer Kalibrierzyklus manuell gestartet werden. Die Taste  ändert sich in  und der Bediener kann sich durch Antippen dieser Taste den Zyklusfortschritt in der Bildlaufleiste anzeigen lassen (Rückwärtszählen der Zyklusdauer). Er kann den laufenden Zyklus jederzeit durch Antippen von  verlassen oder durch Antippen von  stoppen.</p> <p>Während des Autokalibrierzyklus stellt der Analysator automatisch seinen Kalibrierfaktor K ein, um den ausgelesenen Wert (abzüglich des programmierten Offsets) mit der Prüfgaskonzentration abzugleichen.</p> <p>Die Prüfgaskonzentrationen können im Bildschirm „<i>KONFIGURATION</i> ⇒ <i>Konfiguration der Metrologie</i>“ programmiert werden. Die Einstellung der Zyklusdauer erfolgt im Feld „Dauer“ des Bildschirms „<i>KONFIGURATION</i> ⇒ <i>Konfiguration der Steuerung</i>“.</p> <p>Der Zyklus ist dann beendet, wenn die Bildlaufleiste (Rückwärtszählen der Zeitdauer) des laufenden Zyklus den Wert 000 s erreicht hat.</p>
 Schaltet den Analysator in den Standby	<p>Mit dieser Funktion kann das Gerät in den Standby geschaltet werden. Mit dem Standby-Modus lässt sich die Pumpe anhalten; alle anderen Regelungen bleiben in Betrieb. Zur Reaktivierung des Messmodus tippen Sie auf die Taste .</p>
	<p>Diese Taste ist spezifisch für die Bildlaufleiste des aktuellen Zyklus. Mit ihr kann der laufende Zyklus abgebrochen werden. Der Zyklus wird unterbrochen, ohne dass die Parameter aktualisiert werden.</p>
	<p>Diese Taste ist spezifisch für die Bildlaufleiste des aktuellen Zyklus. Mit ihr wird der laufende Zyklus bestätigt und beendet. Damit lässt sich der Zyklus abkürzen. In diesem Fall wird der neue Kalibrierfaktor gespeichert.</p>

3.4.2. MENÜ MESSUNG

Um in das Menü Messung zu gelangen, tippen Sie auf die Taste Messung . Hier können alle Parameter der Messung angezeigt werden.

3.4.2.1. MESSUNG ⇒ Momentanmessungen

Der Bediener gelangt zu dieser Bildschirmanzeige durch Antippen der Taste .

In der Bildschirmanzeige „Momentanmessungen“ können der Momentanwert, der zuletzt gespeicherte Mittelwert und die Maßeinheit der ausgewählten Kanäle angezeigt werden.

In der ersten Spalte des Bildschirms erscheint der Name des Messkanals, in der zweiten Spalte wird der Momentanwert angezeigt. In der dritten Spalte erscheint der zuletzt gespeicherte Mittelwert und die vom Benutzer programmierte Speicherperiode des Analysators (hier 15 Min.) und in der vierten Spalte wird die Maßeinheit des betreffenden Kanals angezeigt.



Channel Name	Current Value	Last Stored Average Value	Unit
SO2	-5.36	-5.13	ppb
PM signal	530.88	529.70	mV
UV signal	650.22	650.55	mV
Chamber T°	48.00	48.00	°C
Gas P.	997.78	997.88	hPa
Down. P.	304.55	304.60	hPa
Atmo. P.	1008.77	1008.77	hPa
Flow	22.54	22.54	l/h
+4V	4083.25	4083.00	mV

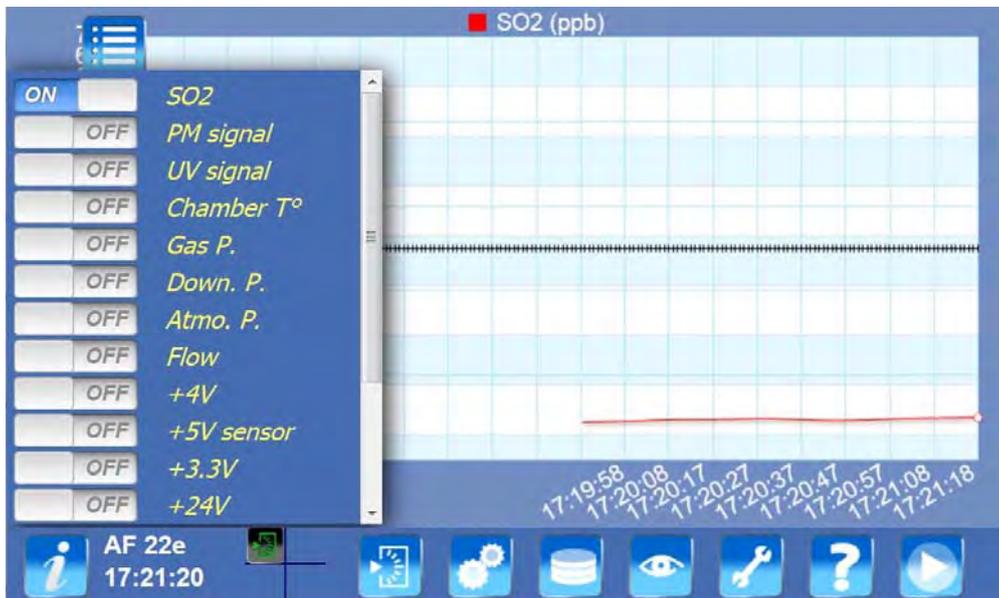
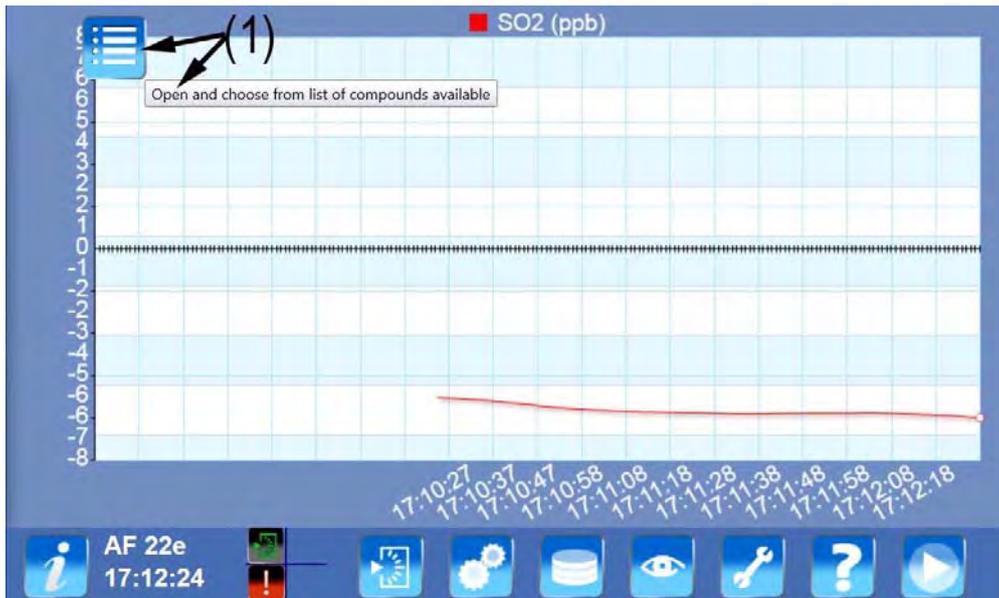
3.4.2.2. MESSUNG ⇒ Echtzeit-Grafik

Der Bediener gelangt zu dieser Bildschirmanzeige durch Antippen der Taste .

In der Bildschirmanzeige „Echtzeit-Grafik“ können die Momentanwerte der ausgewählten Messkanäle in Form einer Echtzeit-Grafik angezeigt werden.

Zum Öffnen der Auswahlliste tippt der Bediener auf die Taste (1) und aktiviert dann die Tasten „ON /OFF“, um die Grafik des betreffenden Kanals anzeigen bzw. nicht anzeigen zu lassen (siehe Bildschirmanzeigen auf der nächsten Seite).

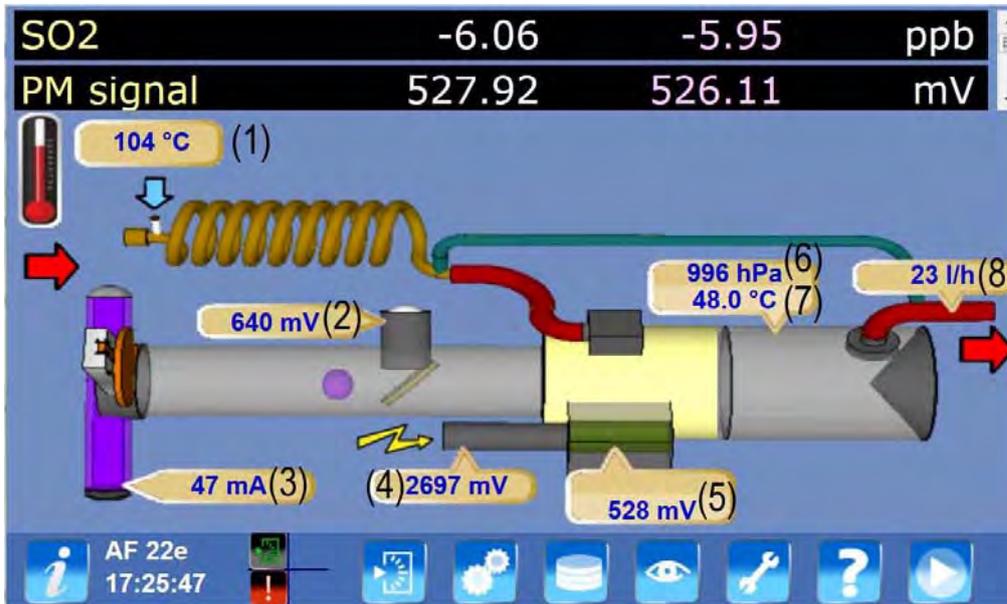
Es können maximal sechs Grafiken gleichzeitig angezeigt werden.



3.4.2.3. MESSUNG ⇒ Funktionsübersicht des Analysators

Der Bediener gelangt zu dieser Bildschirmanzeige durch Antippen der Taste .

In dieser Bildschirmanzeige kann das Gerät, das aktuell in Betrieb ist, dynamisch angezeigt werden. In einer animierten Übersicht werden die wichtigsten Parameterwerte des Geräts angezeigt.



Legende dieses Bildschirms:

- (1): Innentemperatur des Analysators,
- (2): Photodioden-UV-Signal,
- (3): Intensität der UV-Lampe,
- (4): Hochspannung des Photomultiplierrohrs,
- (5): Signal des Photomultiplierrohrs,
- (6): Kammerdruck,
- (7): Kammertemperatur,
- (8): Probegas-Durchfluss.

3.4.2.4. MESSUNG ⇨ Anstehende Alarme

Der Bediener gelangt zu dieser Bildschirmanzeige durch Antippen der Taste .

In der Bildschirmanzeige „*Anstehende Alarme*“ können die am laufenden Gerät anstehenden Alarme angezeigt werden. In der ersten Spalte erscheint die Bezeichnung des Alarms, in der zweiten Spalte wird der untere Alarmgrenzwert angezeigt, in der dritten Spalte erscheint der alarmauslösende Momentanmesswert, in der vierten Spalte wird der obere Alarmgrenzwert angezeigt und in der fünften Spalte erscheint die Maßeinheit.



3.4.3. MENÜ KONFIGURATION

Zum Menü Konfiguration gelangen Sie durch Antippen der Taste Konfiguration . Hier sind die Konfigurationsparameter des Analysators zugänglich.

3.4.3.1. KONFIGURATION ⇨ Hardware-Konfiguration

Der Bediener gelangt zu dieser Bildschirmanzeige durch Antippen der Taste .

In dieser Bildschirmanzeige können die für die Kommunikation mit dem Analysator erforderlichen Anschlüsse und Protokolle (seriell, TCP/IP, UDP) konfiguriert werden.



Bereich USB/COM1

Dieser Bereich erscheint nur, wenn das entsprechende Kabel am Analysator angeschlossen ist. Hier kann der serielle Anschluss des Analysators konfiguriert werden:

- Geschwindigkeit und Format (Bitanzahl, Parität, Stopp-Anzahl) müssen genauso wie beim Master-Gerät (PC oder ähnliches) konfiguriert werden.
- 4 verschiedene Protokolle stehen zur Verfügung. Mode4, JBUS, BAYERN sind Master/Slave-Protokolle. Im PRN-Modus sendet der Analysator am Ende des Messzyklus ein Werteraster.
- Die Adresse wird nur für Mode4 (4 alphanumerische Zeichen) und JBUS (Zahl von 0000 bis 0255) verwendet.
- Diese Parameter werden nur angezeigt, wenn ein entsprechendes Kommunikationskabel vorhanden ist.

Bereich NETZWERK

Hier kann die TCP/IP-Adressierung des Analysators konfiguriert werden:

- Typ DHCP: Ist der Typ DHCP gewählt, kann der Analysator an ein TCP/IP-Netzwerk angeschlossen werden, das von einem DHCP-Server verwaltet wird.
- Typ STATIC: Ist der Typ STATIC gewählt, können die TCP/IP-Adresse, die Maske und das Gateway (Option) definiert werden.

Bereich UDP-SERVER

Hier können die zwei verfügbaren UDP-Anschlüsse konfiguriert werden:

- Die Nummer des Anschlusses kann im Bereich von 1000 bis 9999 festgelegt werden.
- Folgende Protokolle stehen zur Verfügung: Mode4.
- Die Adresse wird nur für Mode4 (4 alphanumerische Zeichen) und JBUS (Zahl von 0000 bis 0255) verwendet.

Definition der bildschirmspezifischen Tasten



Zum Aktivieren oder Deaktivieren der Bearbeitung der Konfiguration (Passwort-Eingabe)



Zum Speichern der Konfigurationsänderungen



Zum Verwerfen der Konfigurationsänderungen

3.4.3.2. KONFIGURATION ⇒ Konfiguration der Steuerung

Der Bediener gelangt zu dieser Bildschirmanzeige durch Antippen der Taste



In dieser Bildschirmanzeige können die vier periodischen Zyklen des Analysators konfiguriert werden: Nullluft, Prüfgas, Nullreferenz, Kalibrierung. Diese Zyklen können automatisch oder manuell gestartet werden.

Cycles	Zero	Span	Zero-Ref	Calibration
Input	Zero	Span	Zero	Span
Programmed inlet			OFF	OFF
Remote control	OFF	OFF	OFF	OFF
Cyclic	OFF	OFF	OFF	OFF
Duration	3600 s	600 s	600 s	600 s
Purge duration	0 s	0 s	0 s	10 s
Period	6 h	24 h	24 h	24 h
Start hour	21:00	00:00	00:00	00:00
At startup			OFF	

Bereich ZYKLEN:

- Feld „Fernsteuerungen“: erlaubt das Starten des Zyklus von einem Fernsteuerungseingang aus (optionale ESTEL-Karte, SOREL-Karte...)
- Feld „Zyklisch“: zum Aktivieren oder Deaktivieren der Auslösung des Zyklus im Automatikmodus.
- Feld „Eingang“: zur Auswahl des für den Zyklus verwendeten Kanals (Probegas, Nullluft, Prüfgas).
- Feld „Periode“: zum Festlegen des Intervalls für das automatische Auslösen.
- Feld „Dauer“: zum Festlegen der Zyklusdauer.
- Feld „Dauer Spülen“: zum Festlegen der Spüldauer. Das Spülen erfolgt je nach Analysator vor oder nach dem Zyklus.

- Feld „Startzeit“: zum Festlegen der Startzeit für das automatische Auslösen der Zyklen. Wenn sich mehrere Zyklen im Automatikmodus befinden, werden sie in folgender Reihenfolge ausgeführt: Nullreferenz, Kalibrierung, Nullluft, Prüfgas.

Bereich PROGRAMMIERTER KANAL:

In diesem optionalen Bereich können die manuell gestarteten Zyklen Nullreferenz oder Kalibrierung auf den programmierten Kanal forciert werden.

Bereich BEIM START:

In diesem optionalen Bereich kann ein Nullreferenzzyklus beim Start des Analysators erzwungen werden (am Ende des Vorwärmzyklus des Analysators).

Definition der bildschirmspezifischen Tasten

Die Tasten dieser Bildschirmanzeige sind identisch mit denen in der vorherigen Anzeige.

3.4.3.3. KONFIGURATION ⇒ Allgemeine Konfiguration

Der Bediener gelangt zu dieser Bildschirmanzeige durch Antippen der Taste .

In dieser Bildschirmanzeige können die Messkanäle, das Datum und die Uhrzeit sowie die Betriebsart des Analysators konfiguriert werden.



Bereiche DATUM UND UHRZEIT und ARCHIVIERUNGSPERIODE:

Der Bediener kann hier das Datum und die Uhrzeit des Analysators sowie die Periode für die gespeicherten Mittelwerte (Archiv) einstellen.

Bereich MESSKANÄLE:

- Spalten „Typ“ und „Name“: Hier können der Typ und der Name der einzelnen Kanäle ausgewählt werden. Nach dem Antippen (oder Anklicken von einem Remote-PC aus) des Feldes erscheint die Auswahlliste für das betreffende Feld.

Bereich BETRIEB:

- Feld „Negativwerte“: Hier wird angezeigt, ob Negativwerte erlaubt sind oder nicht.
- Feld „Alarmverwaltung“: zum Aktivieren oder Deaktivieren der Alarmverwaltung.
- Feld „Simulationsmodus“: zum Aktivieren oder Deaktivieren des Simulationsmodus.
- Feld „Messmodus“: Auswahl des Messmodus des Geräts.

Definition der bildschirmspezifischen Tasten

Die Tasten dieser Bildschirmanzeige sind identisch mit denen in der vorherigen Anzeige.

3.4.3.4. KONFIGURATION ⇒ Konfiguration der Metrologie

Der Bediener gelangt zu dieser Bildschirmanzeige durch Antippen der Taste . In dieser Bildschirmanzeige können die spezifischen messtechnischen Parameter des AF 22e konfiguriert und eingestellt werden.



Bereich VERBINDUNG:

In diesem Bereich können alle Rechenwerte der Verbindung konfiguriert werden.

- Feld „Einheit“: Hier kann die Maßeinheit der Verbindung ausgewählt werden.
- Feld „Umrechnungskoeffizient“: Koeffizient für die Umrechnung der Einheit (Bsp. : ppb -> µg/Nm³)
- Felder „Grenzwert Nr. 1“ und „Grenzwert Nr. 2“: Hier kann für die Messung ein Grenzwert festgelegt werden. Bei Überschreiten dieses Wertes wird ein Alarm ausgegeben.

- Felder „Offset“ und „Kalibrierkoeffizient“: Diese beiden Werte werden für das Kalibrieren der Messung verwendet ($Y = Ax + B$). Der Kalibrierkoeffizient kann vom Benutzer oder über einen Kalibrierzyklus geändert werden.
- Feld „Delta (%)“: Erfolgt die Änderung des Kalibrierkoeffizienten durch einen Kalibrierzyklus, gibt dieser Wert den Unterschied zwischen dem neuen und dem vorherigen Koeffizienten an. Ist der Wert > 50%, wird ein Kalibrieralarm ausgegeben. Zum Deaktivieren des Alarms muss der Kalibrierkoeffizient manuell bestätigt werden.
- Feld „Regelung Nullpunkt“: Hier kann die Basislinie (Nullpunkt) der Verbindung manuell nachgeregelt werden.

Bereich VERSCHIEDENES:

- Feld „Ansprechzeit“: Wert der Ansprechzeit TR (11 = automatische Ansprechzeit).
- Feld „Verdünnung“: Hier kann die Funktion für die Verdünnung aktiviert und der Verdünnungskoeffizient festgelegt werden.
- Feld „Autonomie Ozonfilter“: Anzahl der Tage, nach denen eine Wartung des Filters erforderlich ist. Dieser Wert wird täglich runtergezählt und bei 1 wird ein Alarm ausgegeben.

HINWEIS: Die übrigen Felder dieser Seite sind Werkseinstellungen und dürfen nicht verändert werden.

Definition der bildschirmspezifischen Tasten

Die Tasten dieser Bildschirmanzeige sind identisch mit denen in der vorherigen Anzeige.

3.4.3.5. KONFIGURATION ⇒ Konfiguration der optionalen Karten

Der Bediener gelangt zu dieser Bildschirmanzeige durch Antippen der Taste . In dieser Bildschirmanzeige können die im Analysator eingebauten i2C-Karten getestet und konfiguriert werden.



In der linken Spalte erscheint die Liste der erkannten i2C-Karten. Durch Anklicken einer der folgenden Tasten gelangt man zur Konfiguration der entsprechenden Karte.



Analogeingänge

Für jeden Analogeingang gibt es 4 Felder, in denen der Eingang benannt, die Einheit ausgewählt und die Koeffizienten A und B für die Umrechnung ($y = ax + b$) festgelegt werden können.



Analogausgänge

Für jeden Analogausgang gibt es ein Feld, in dem die Quellmessung ausgewählt werden kann; in den Feldern A und B können die Umrechnungskoeffizienten festgelegt werden (Messwert in Anzahl Punkte) und mit den 4 Bereichswerten kann die Dynamik des Ausgangssignals abhängig von der Messung eingestellt werden.



Logikeingänge (Fernsteuerungen)

Für jeden Eingang gibt es ein Feld, in dem die auszulösende Funktion des Analysators ausgewählt werden kann. Bei allen Karteneingängen kann bei einem Zustand (die Funktion ist aktiv, wenn der Eingang aktiv ist) oder bei einer Flanke (die Funktion wird bei steigender Flanke des Eingangs aktiviert) ausgelöst werden.



Logikausgänge (Relais)

Für jeden Logikausgang gibt es ein Feld, in dem der Zustand ausgewählt werden kann, der dem Analysator am Ausgang zugeordnet wird. Die Ausgangsart kann mit einem Schalter ausgewählt werden: NO (normalerweise offen) oder NC (normalerweise geschlossen).

Bereich REGELUNGEN:

Mit den Regel- und RBC-Karten können Einstellungen an den Temperatursonden des Typs PT100 vorgenommen werden.

Für jeden Regelungskanal gibt es ein Feld, in dem der Kanal benannt werden kann, ein Feld für die Auswahl der verwendeten Einheit ($^{\circ}\text{C}$ oder K), ein Feld für die Einstellung des Regel-Sollwerts und einen Schalter für die Aktivierung und Deaktivierung der Regelung.



Temperaturmessung



Temperatur-Sollwert



Linearisierungskoeffizienten A und B für das Lesen der Temperaturen

Definition der bildschirmspezifischen Tasten



Zeigt die Dokumentation des Kartenanschlusses an.

Die anderen Tasten dieser Bildschirmanzeige sind identisch mit denen in der vorherigen Anzeige.

3.4.3.6. KONFIGURATION ⇨ Personalisierung

Der Bediener gelangt zu dieser Bildschirmanzeige durch Antippen der Taste .

In dieser Bildschirmanzeige kann die Sprache des Analysators durch Aktivieren der entsprechenden Flagge ausgewählt werden; außerdem können die Farben der Bildschirmanzeigen durch Antippen der Taste des gewünschten Themas personalisiert werden.

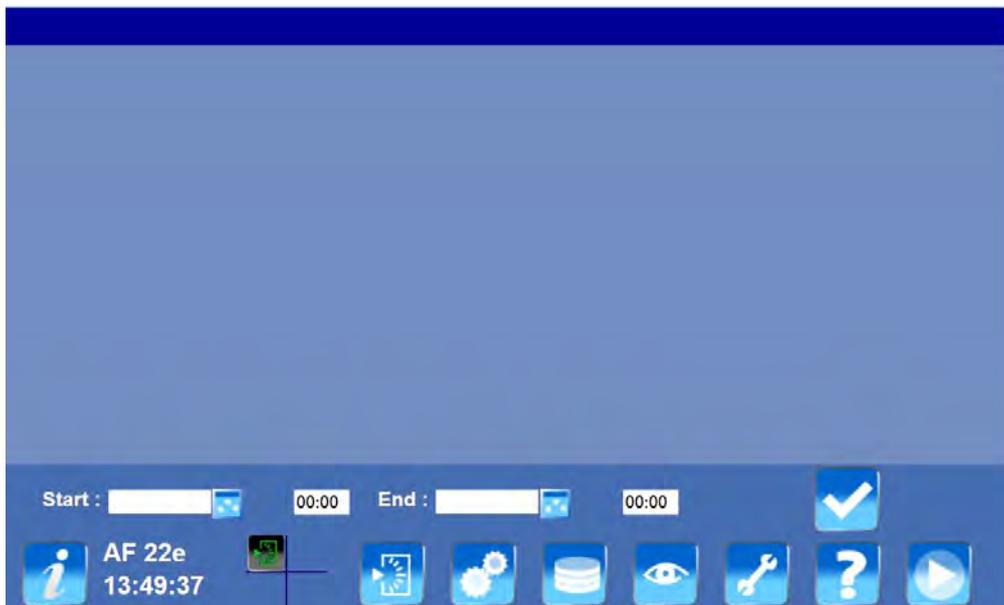


3.4.4. MENÜ SPEICHERUNG

Um in das Menü Speicherung zu gelangen, drücken Sie die Taste Speicherung . Damit sind die gespeicherten Archivwerte zugänglich.

3.4.4.1. SPEICHERUNG ⇒ Abfrage der gespeicherten Daten

Um zu diesem Bildschirm zu gelangen, drücken Sie die Taste . Es werden dann die im Analysator gespeicherten Daten angezeigt. Drücken Sie , um das Datum für den Start und das Ende der Speicherung auszuwählen oder zu ändern. Bestätigen Sie die Auswahl mit . Das Datum wird im Format TT/MM/JJJJ angezeigt.



Definition der bildschirmspezifischen Tasten



Mit dieser Taste können die angezeigten Daten in eine TXT-Datei exportiert werden.



Mit den Pfeilen lassen sich die Werte der vorherigen oder folgenden Verbindungen anzeigen.

Bedeutung der Anzeigesymbole



Dieses Symbol weist auf einen gespeicherten Mittelwert mit dem Zustand „Alarm“ hin. Durch Anklicken des Symbols werden die Details der Alarme angezeigt.



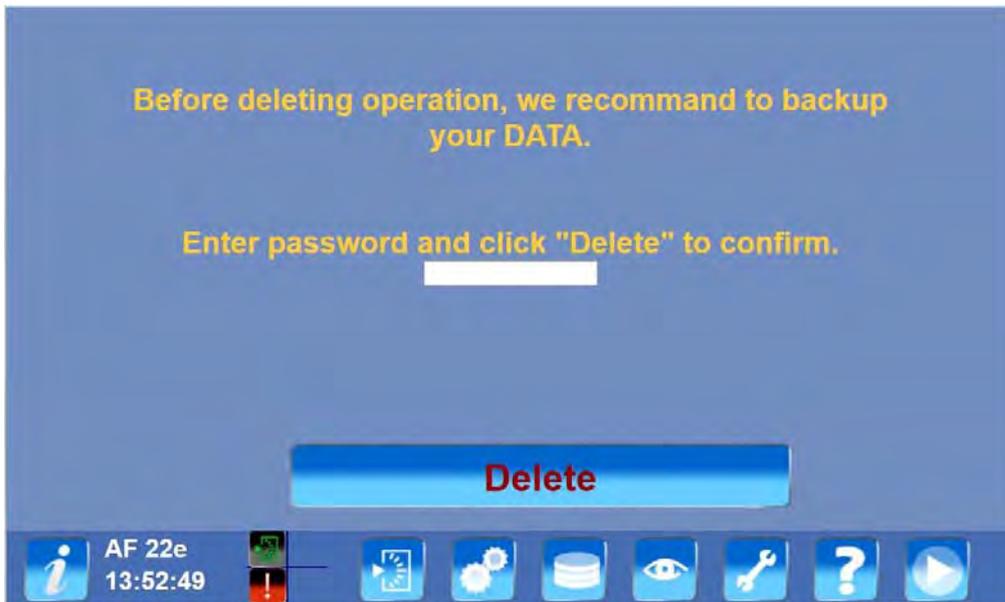
Dieses Symbol weist auf einen gespeicherten Mittelwert mit dem Zustand „Warnung“ hin. Durch Anklicken des Symbols werden die Details der Warnungen angezeigt.



Dieses Symbol weist auf einen gespeicherten Mittelwert mit dem Zustand „Kalibrierung“ hin. Durch Anklicken des Symbols werden die Details der Kalibrierungen (Nullluft, Prüfgas) angezeigt.

3.4.4.2. **SPEICHERUNG** ⇒ Löschen der gespeicherten Daten

Um zu diesem Bildschirm zu gelangen, drücken Sie die Taste . Die gespeicherten Daten können dann gelöscht werden.



3.4.4.3. **SPEICHERUNG** ⇒ Echtzeitspeicherung der Messkanäle

Um zu diesem Bildschirm zu gelangen, drücken Sie die Taste . Alle Messwerte können dann in Echtzeit auf einem USB-Stick gespeichert werden. Diese Bildschirmanzeige ist nur zugänglich, wenn der USB-Stick am Analysator eingesteckt ist.



Feld „Kapazität des Sticks“: Zeigt die Gesamtspeicherkapazität des USB-Sticks an.

Feld „Freier Speicherplatz“: Zeigt den verfügbaren Speicherplatz des USB-Sticks an.

Feld „*Speicherperiode*“: Hier kann das Speicherungsintervall ausgewählt werden (zum Beispiel: 1 Messung alle 1, 2, 3 ... Sekunden).

Feld „*Speicherdauer*“: Hier kann die Speicherdauer festgelegt werden. Nach Ablauf dieser Zeitdauer stoppt die Speicherung automatisch.

HINWEIS: Wenn diese Dauer den Wert 0 hat, stoppt die Speicherung nicht automatisch.

Die Werte werden in einer CSV-Datei gespeichert, die sich im Verzeichnis „envsa\datainst“ befindet. Feldtrenner ist das Komma und Dezimaltrennzeichen ist der Punkt.

Definition der bildschirmspezifischen Tasten



Löst die Echtzeitspeicherung aus.



Stoppt die laufende Speicherung.



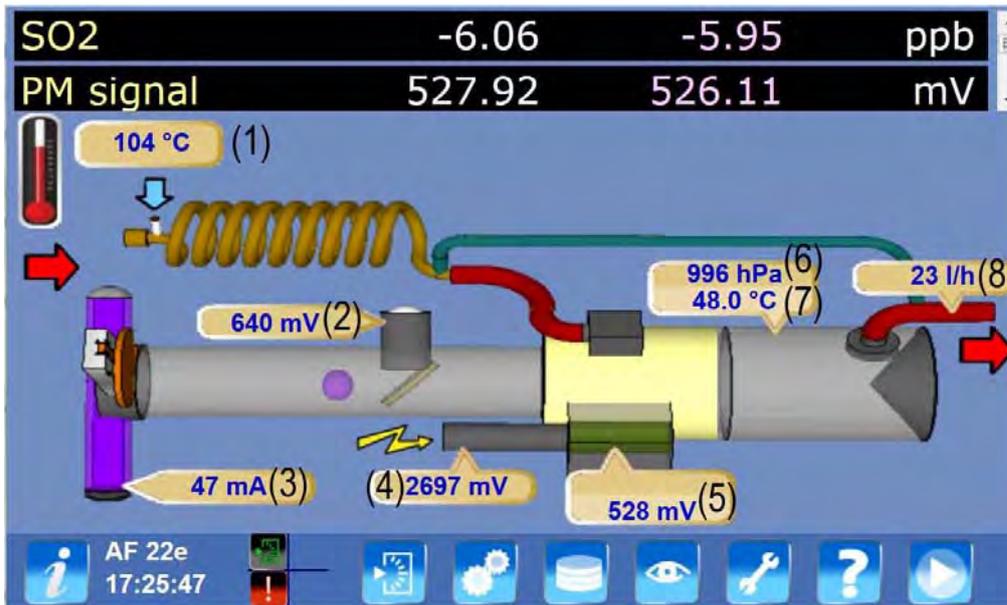
Startet das Auswerfen des Sticks. **Die Meldung mit der Aufforderung zum Entnehmen des Sticks muss unbedingt abgewartet werden.**

3.4.5. MENÜ DIAGNOSE

Um in das Menü Diagnose zu gelangen, drücken Sie die Taste Diagnose . Damit gelangen Sie zu den Diagnosefunktionen.

3.4.5.1. DIAGNOSE ⇒ Funktionsübersicht des Analysators

Um zu diesem Bildschirm zu gelangen, drücken Sie die Taste . Dann werden in einer animierten Übersicht die wichtigsten, zur Diagnose erforderlichen Betriebswerte angezeigt.



Legende dieses Bildschirms:

- (1): Innentemperatur des Analysators,
- (2): Photodioden-UV-Signal,
- (3): Intensität der UV-Lampe,
- (4): Hochspannung des Photomultiplierrohrs,
- (5): Signal des Photomultiplierrohrs,
- (6): Kammerdruck,
- (7): Kammertemperatur,
- (8): Probegas-Durchfluss.

3.4.5.2. DIAGNOSE ⇒ Metrologische Werte

Um zu diesem Bildschirm zu gelangen, drücken Sie die Taste . Dann können Sie sich die Werte der Zwischensignale (Optikmodul, Spannungsversorgung) anzeigen lassen.

SO2	125.61	125.12	ppb
PM signal	813.06	812.23	mV
Supplies			
Option	0.0 mV	+ 4V	5.0 V
+ 5V Capt.	4079.1 mV	+ 3V3	3.3 V
+ 24V	24.2 V	+ 12V	11.9 V
+ 5V	5.0 V	I UV lamp	47.1 mA
I +24V	1.4 mA		
Optical bench			
Sample			
Internal T°	104.2 °C	Gas T°	121.1 °C

AF 22e 14:25:40

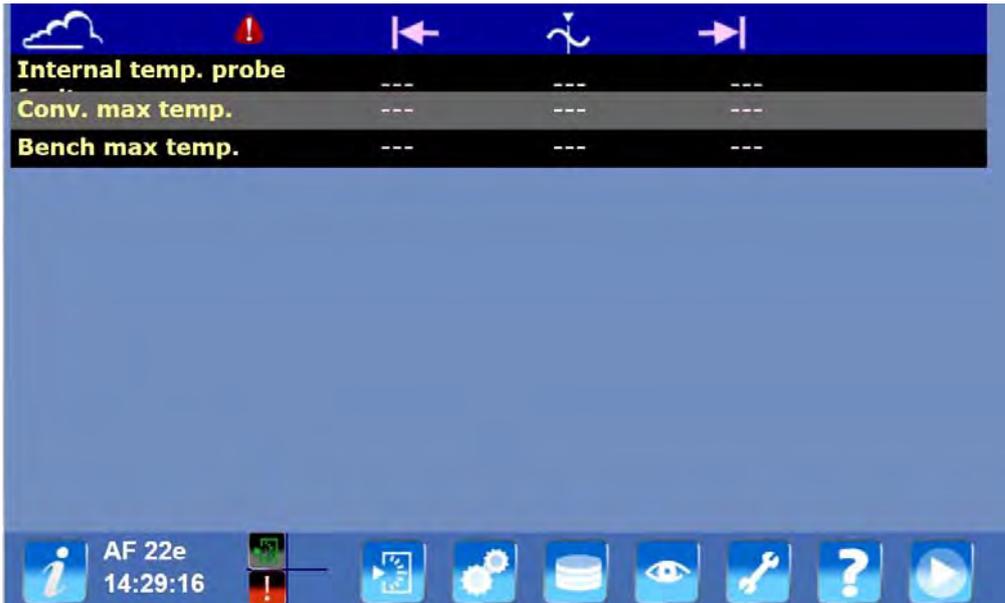
Definition der bildschirmspezifischen Tasten

-  Zum Ein- oder Ausblenden der Zwischensignale der einzelnen Signalkategorien.

3.4.5.3. **DIAGNOSE ⇒ Anstehende Alarme**

Um zu diesem Bildschirm zu gelangen, drücken Sie die Taste . Dann können Sie sich die am laufenden Gerät anstehenden Alarme anzeigen lassen.

In der ersten Spalte erscheint die Bezeichnung des Alarms, in der zweiten Spalte  wird der untere Alarmgrenzwert angezeigt, in der dritten Spalte  erscheint der Alarm auslösende Momentanmesswert, in der vierten Spalte  wird der obere Alarmgrenzwert angezeigt und in der fünften Spalte erscheint die Maßeinheit.



3.4.5.4. DIAGNOSE ⇒ Alarmhistorie

Um zu diesem Bildschirm zu gelangen, drücken Sie die Taste . Dann wird die Alarmhistorie des Analysators angezeigt.

Jede Zeile entspricht einem anderen Alarm. In der Spalte  werden Datum und Uhrzeit des Alarmbeginns angezeigt. In der Spalte  werden Datum und Uhrzeit des Alarmendes angezeigt: Der Alarm steht so lange an, wie das Feld leer bleibt.



Die auf dem Bildschirm angezeigten Symbole informieren über die Alarmart:



Ereignis (Beispiel: Gerät wurde vorgewärmt).



Kontrolle (stellt noch keinen Alarm dar). Beispiel: Das Gerät hat den Bereich leicht und/oder kurzzeitig überschritten.



Alarm: Bei der Messung wurden die programmierten Grenzwerte überschritten, wodurch ein Alarm ausgelöst wurde.

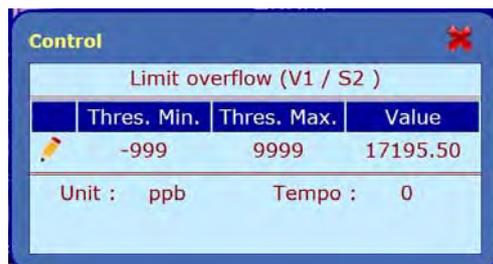


Alarm, durch den der Analysator in den Sicherheitsmodus geschaltet wird.



Änderung der Konfiguration.

HINWEIS: Durch Anklicken des Symbols werden die Details des Alarms mit dem oberen und unteren Grenzwert und dem Messwert angezeigt. Zum Schließen der Anzeige tippen Sie auf das rote Kreuz.



3.4.5.5. DIAGNOSE ⇒ Diverse Steuerungen

Um zu diesem Bildschirm zu gelangen, drücken Sie die Taste . Dann können Sie die Ein-/Ausgänge des Analysators überprüfen.



HINWEIS: Die Tasten können mit dem Passwort für das sichere Zugangsniveau „Werk“ bedient werden.

3.4.5.6. DIAGNOSE ⇒ Liste der angemeldeten Clients

Um zu diesem Bildschirm zu gelangen, drücken Sie die Taste . Dann wird die Liste der angemeldeten Clients angezeigt.

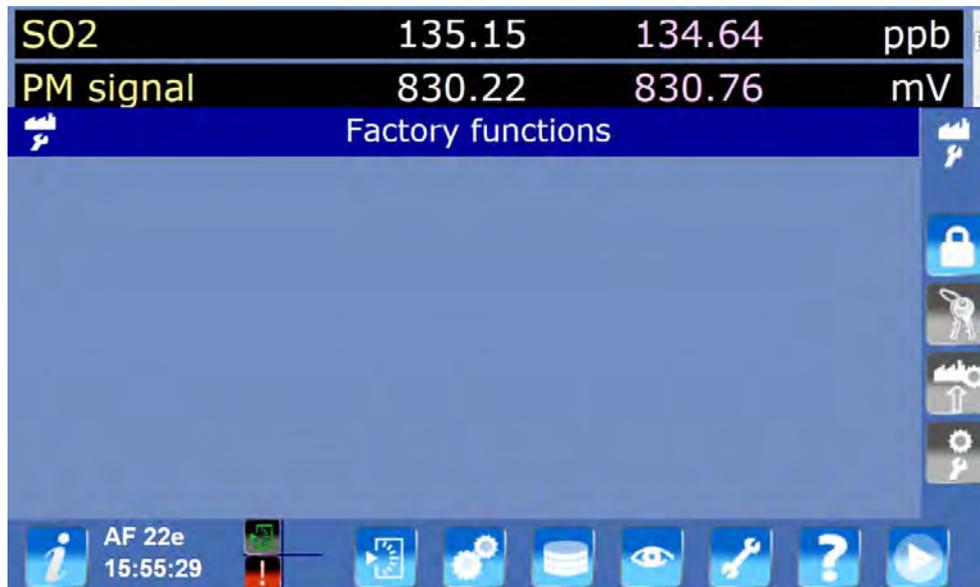


Feld „Adresse“: Zeigt die TCP/IP-Adresse der angemeldeten Clients des Analysators an.

Feld „Inaktivitätszeit (Sek.)“: Zeigt die Inaktivitätszeit der Client-Verbindung an.

3.4.6. MENÜ WARTUNG

Um zu diesem Bildschirm zu gelangen, drücken Sie die Taste . Dann sind die Wartungsfunktionen zugänglich.



3.4.6.1. WARTUNG ⇒ USB-Stick

Um zu diesem Bildschirm zu gelangen, drücken Sie die Taste , die nur sichtbar ist, wenn der USB-Stick eingesteckt ist. Damit können alle Wartungsarbeiten vom USB-Stick aus durchgeführt werden: Aktualisierung der Software, Im-/Export von Daten. Sobald der Stick eingesteckt und erkannt wurde, werden die Gesamtkapazität und der freie Speicherplatz angezeigt.

Abbildung nicht verfügbar

Definition der bildschirmspezifischen Tasten



Erstellt ein System-Backup auf dem USB-Stick (Programme, Konfiguration und Daten).



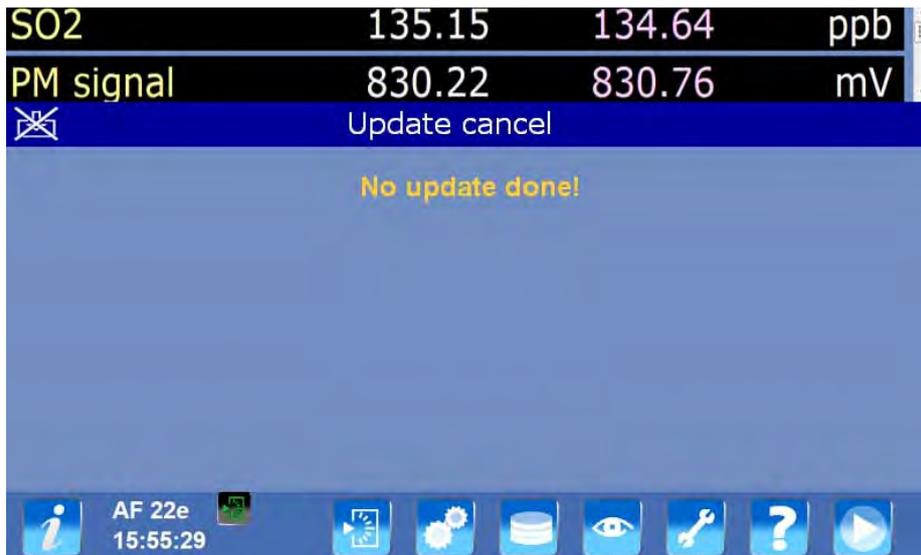
Importiert ein System-Backup vom USB-Stick. Sind auf dem Stick mehrere Backups vorhanden, muss zuerst das zu importierende Backup aus einer Auswahlliste ausgewählt werden.



Startet das Auswerfen des Sticks. Die Meldung über das Ende des Vorgangs muss unbedingt abgewartet werden, bevor der Stick entnommen wird.

3.4.6.2. WARTUNG ⇒ Verwerfen der zuletzt durchgeführten Aktualisierung

Um zu diesem Bildschirm zu gelangen, drücken Sie die Taste . Dann können Sie als Bediener die zuletzt durchgeführte Aktualisierung verwerfen.



3.4.6.3. WARTUNG ⇒ Import der Werkseinstellungen

Um zu diesem Bildschirm zu gelangen, drücken Sie die Taste . Dann können Sie als Bediener die letzte Werkseinstellung wiederherstellen.



Geben Sie das Werkspasswort in das freie Feld ein und tippen Sie auf die Taste „Wiederherstellung starten!“.

3.4.6.4. WARTUNG ⇒ Werkseinstellungen

Um zu diesem Bildschirm zu gelangen, drücken Sie die Taste . Dann gelangen Sie als Bediener zu den Werksfunktionen (Werkskonfiguration erstellen, Definition verschiedener Passwörter, Wiederherstellung der Standardkonfiguration).



Definition der bildschirmspezifischen Tasten



oder



Zum Aktivieren oder Deaktivieren des Zugangs zu den Werkseinstellungen (Passworteingabe).



Zum Aufrufen des Bildschirms, in dem die Passwörter für einen sicheren Zugang zu den verschiedenen Werksfunktionen erstellt, geändert oder vergeben werden können.



Erstellt eine Werksicherung der Konfiguration des Analysators.



Stellt die Standardwerte der Analysatorkonfiguration wiederher.

HINWEIS: Grau hinterlegte Tasten sind nicht aktiv, die entsprechenden Bildschirmanzeigen sind für den Bediener nicht zugänglich.

3.5. KALIBRIERUNG

3.5.1. ALLGEMEINES

Zur Sicherstellung der Präzision der mit dem Analysator AF 22e durchgeführten Messungen muss das Gerät regelmäßig in Übereinstimmung mit dem Qualitätssicherungsplan des Benutzers überprüft, kalibriert und eingestellt werden.

– **Prüfung des Nullpunkts und eines Skalenpunkts:**

Diese Prüfung besteht im Vergleich der Reaktion des Analysators auf eine Nullluft und ein Gas bekannter Konzentration.

Mit dieser Prüfung kann die zeitabhängige Drift ohne Veränderung des Kalibrierkoeffizienten gemessen werden.

Diese Prüfung wird unter Verwendung der internen Nullluft oder des Prüfgaseingangs durchgeführt.

Intervall:

- Im Allgemeinen 24 Stunden im Automatikzyklusmodus für die Nullprüfung.
- Monatlich oder häufiger, falls die Installation dies erlaubt, für die Prüfung des Kalibrierpunkts.

– **2-Punkt-Kalibrierung:**

Dies ist ein Verfahren der Prüfung und Korrektur der Reaktion des Analysators am Nullpunkt und an einem Skalenpunkt, der sich bei ca. 80 % des Skalenendwerts des verwendeten Messbereichs befindet.

Intervall: monatlich oder häufiger, falls dies die Installation erlaubt.

– **Mehrpunkt-Kalibrierung:**

Es handelt sich um eine vollständige Überprüfung der Kenndaten des Analysators (insbesondere der Linearität).

Intervall: vierteljährlich oder nach Kalibrierergebnissen außerhalb der Toleranz oder nach Arbeiten am Analysator.

Hinweis zu den Gasgenerierungsvorrichtungen:

Für die Vorrichtungen, die unter Druck stehendes Gas liefern, muss ein Überschusssystem vorgesehen werden, damit das Gas bei Atmosphärendruck an den Analysatoreingang geliefert wird. Die Materialien, aus denen diese Vorrichtung besteht, müssen für das verwendete Gas neutral sein. Im Fall einer Verwendung mit einer Flasche im automatischen Zyklus muss ein vom Analysator fernsteuerbares Absperrmagnetventil vorgesehen werden.

Hinweis zu den Anschlüssen der Gasflaschen:

Ist der Analysator mit einem internen Nullfilter und/oder einer Permeationsquelle ausgestattet, sind diese entsprechenden Eingänge nicht mehr verfügbar (siehe Abbildung 2-2). Folglich müssen während der Kalibrierungsverfahren die Gasflaschen an den Probeneingang angeschlossen werden.

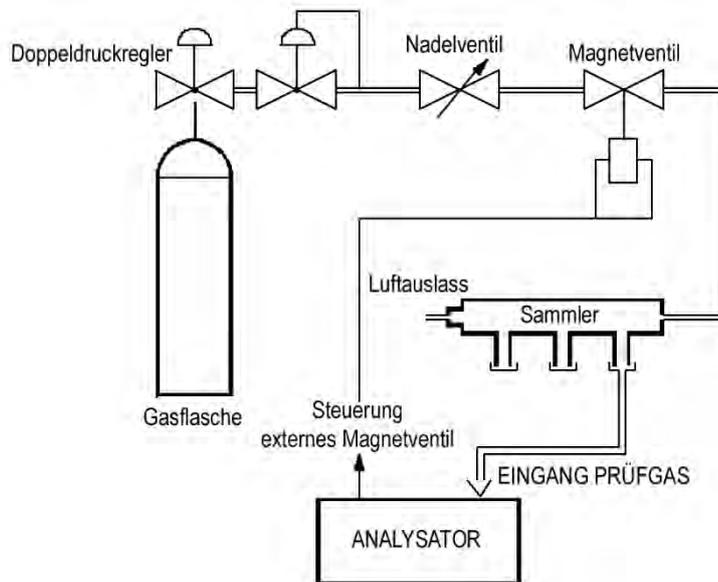


Abbildung 3-3 – Anschlussbeispiel für unter Druck stehendes Gas

3.5.1.1. Nullluftgeneration

- Nullpunktprüfung: Eine ausreichende Menge an Nullluft wird unter Verwendung des „NULLLUFT“-Filters des Geräts (Purafil/Aktivkohle) erhalten.
- Kalibrierung: Flasche mit wiederaufbereiteter Luft oder Nullluftgenerator. Die Nullluft muss frei von allen Bestandteilen sein, die vom Gerät gemessen werden könnten, und darf nicht mehr als 0,5 ppb SO₂ enthalten.

3.5.1.2. Prüfgasgeneration (SO₂)

Wird eine Gasflasche verwendet, muss diese regelmäßig gemäß Qualitätssicherungsplan des Benutzers zertifiziert werden.

Die für die Verdünnung der Standardgaskonzentration und die für die Nullpunktkorrektur des Analysators verwendete Nullluft muss identisch sein und weniger als 0,5 ppb SO₂ enthalten.

Wird eine Permeationsvorrichtung verwendet, ist diese 24h lang in Vorwärmung zu belassen.

Die für die Generierung der Kalibriergase verwendeten Vorrichtungen müssen mindestens 70 cc/min und maximal 2500 cc/min liefern.

Alle Anschlüsse, Ventile, Pneumatikleitungen und andere Komponenten, die in Berührung mit dem Prüfgas gelangen können, müssen aus Materialien bestehen, die hoch inert gegenüber SO₂ sind, d. h. PTFE, Glas oder Edelstahl.

- Prüfung des Skalenpunkts:
 - SO₂-Flasche (Präzision ≤ 2 %) mit einer Konzentration von ungefähr 80 % des Endwerts des Bereichs.
 - Dynamische Generation eines Skalenpunkts unter Verwendung einer Flasche und eines Verdünners, der die Generierung von ca. 80 % des Endwerts des Bereichs ermöglicht.
 - Eine optionale interne Permeationsquelle mit einem SO₂-Rohr. Die vom Permeationsofen generierte Konzentration wird auf dem Prüfblatt aufgezeichnet (nur für die Prüfung des Prüfgases).
 - Eine mit einem SO₂-Permeationsrohr ausgestattete externe Permeationsvorrichtung, die eine Konzentration von ungefähr 80 % des Endwerts des Bereichs generieren kann.

- 2-Punkt-Kalibrierung:
 - SO₂-Flasche (Präzision $\leq 1\%$) mit einer Konzentration von ungefähr 80 % des Endwerts des Bereichs.
 - Dynamische Generation eines Skalenpunkts unter Verwendung einer Flasche und eines Verdünners, der die Generierung von ca. 80 % des Endwerts des Bereichs ermöglicht.
 - Eine mit einem SO₂-Permeationsrohr ausgestattete externe Permeationsvorrichtung, die eine Konzentration von ungefähr 80 % des Endwerts des Bereichs generieren kann.
- Mehr-Punkt-Kalibrierung:
 - SO₂-Flasche (Präzision von $\leq 1\%$) in Verbindung mit einem Verdünner, der die Generierung von sechs Konzentrationen, darunter 0 ppb, bis 80 % des Endwerts des Bereichs ermöglicht.
 - Eine mit einem SO₂-Permeationsrohr ausgestattete externe Permeationsvorrichtung, die 6 Konzentrationen, darunter 0 ppb, bis 80 % des Endwerts des Bereichs generieren kann.
 - Verdünner
 - Durchflussregler: Sie müssen die Durchflussmengen auf $\pm 1\%$ regeln.
 - Durchflussmesser: Sie müssen die Durchflussmengen bei $\pm 2\%$ lesen und speichern.
 - Mischkammer: Ihre Form und ihr Volumen müssen ein homogenes Gemisch aus SO₂ und Verdünnungsluft zulassen.

3.5.1.3. Interne Magnetventile

Während der Mehrpunkt-Kalibrierung werden die Gasquellen am Probeneingang des Analysators angeschlossen. Nach dieser Kalibrierung werden die Gasquellen an ihren entsprechenden Eingängen angeschlossen und es wird überprüft, dass die Reaktion des Analysators unabhängig vom verwendeten Eingang identisch ist. Die verschiedenen Gaseingänge können dann für die Nullpunkt- und Skalenpunktprüfungen sowie für die 2-Punkt-Kalibrierung des Geräts verwendet werden. Ansonsten müssen die Magnetventile gereinigt oder ausgetauscht werden.

3.5.2. NULL- UND SKALENPUNKTPRÜFUNG:

3.5.2.1. Notwendige Hardware

Siehe Abschnitt 3.5.1.

3.5.2.2. Verfahren

Wählen Sie als Erstes den Modus „Momentanmessung“ (Bildschirm „MESSUNG \Rightarrow Momentanmessung).

- Nullpunktprüfung:

Tippen Sie auf die Taste  zur Auswahl des Nulllufteingangs oder des entsprechenden Eingangs, sofern dies erforderlich ist. Warten Sie die Stabilisierung der Messung ab. Der ausgelesene Wert darf nicht über + 2 ppb liegen (unter Berücksichtigung eines eventuell programmierten Offsets). Ansonsten ist eine Nullpunktkorrektur erforderlich. Vergewissern Sie sich, dass die Autonomie des internen Nullluftfilters mehr als 30 Tage beträgt, oder schließen Sie eine SO₂-freie Nullluft an.

- Prüfung des Skalenpunkts:

Wählen Sie den Gaseingang aus, an dem das Kalibriergas angeschlossen ist. Tippen Sie hierzu auf die



Taste  oder , wie oben beschrieben, und warten Sie die Stabilisierung der Messung ab. Das Ergebnis wird mit der von der verwendeten Vorrichtung generierten Konzentration verglichen. Hierbei wird ihre Genauigkeit sowie ein eventuell programmierter Offset berücksichtigt.

Beträgt der Unterschied zwischen dem Prüfgas und der Anzeige mehr als + 10 %, ist eine Kalibrierkorrektur erforderlich.

3.5.2.3. Verwendung der automatischen Zyklen



Berühren Sie die Taste  für den Zugriff auf den Bildschirm „Konfiguration der Steuerung“ und programmieren Sie die automatischen Zyklen (siehe Abschnitt 3.4.3.2).

- *Nullluftzyklus:*

Die Vorrichtung für die Generierung der Nullluft wird permanent an den Nulllufteingang des Analysators angeschlossen. Die empfohlene Mindestdauer der Nullluftprüfung beträgt 600 s, wie es im Feld „Dauer“ der Spalte „Zyklen / Null“ des folgenden Bildschirms angegeben ist.

- *Kalibrierzyklus:*

Der Generator des Skalenpunkts (interner Permeationsofen, falls Option vorhanden) muss permanent mit dem Eingang „Prüfgas“ des Geräts verbunden sein. Die SO₂-Konzentration muss unter dem Endwert des für die Messung verwendeten Bereichs liegen. Die empfohlene Mindestdauer der Nullluftprüfung beträgt 600 s, wie es im Feld „Dauer“ der Spalte „Zyklen / Null“ des folgenden Bildschirms angegeben ist.

The screenshot displays the AF 22e control interface. At the top, it shows SO₂ readings of 0.53 and 0.66 ppb, and PM signal readings of 373.36 mV. Below this is a configuration table for automatic cycles:

Cycles	Zero	Span	Zero-Ref	Calibration
Input	Zero	Span	Zero	Span
Programmed inlet			ON	ON
Remote control	OFF	OFF	OFF	OFF
Cyclic	OFF	OFF	OFF	OFF
Duration	600 s	600 s	600 s	600 s
Purge duration	0 s	0 s	0 s	10 s
Period	6 h	24 h	24 h	24 h
Start hour	15:00	00:00	00:00	00:00
At startup			OFF	

The interface also includes a status bar at the bottom showing 'AF 22e 15:25:00' and various navigation icons.

3.5.3. ZWEI-PUNKT-KALIBRIERUNG

3.5.3.1. Notwendige Hardware

Siehe Abschnitt 3.5.1.1

3.5.3.2. Verfahren

– *Nullpunktkorrektur:*

Siehe Abschnitt 3.4.3.2.

- Wird das Feld „Programmed inlet“ in der Spalte „Zyklen / Nullref“ des Bildschirms „*KONFIGURATION* ⇒ *Konfiguration der Steuerung*“ auf ON gesetzt, schließen Sie den Nullluftgenerator an den programmierten Eingang an.

Wird das Feld „Programmed inlet“ in der Spalte „Zyklen / Nullref“ des Bildschirms „*KONFIGURATION* ⇒ *Konfiguration der Steuerung*“ auf OFF gesetzt, wählen Sie den

entsprechenden Eingang durch Antippen von  (Umschalten auf den Probeneingang) oder  (Umschaltung auf den Kalibriereingang) des Menüs „*Steuerung*“ aus.

- Tippen Sie auf die Taste  des Menüs „*Steuerung*“ zur Durchführung eines Nullreferenzzyklus (Minstdauer: 600 Sekunden, wie im Feld „Dauer“ der Spalte „Zyklen / Nullref“ angegeben).

– *Korrektur des Skalenpunkts:*

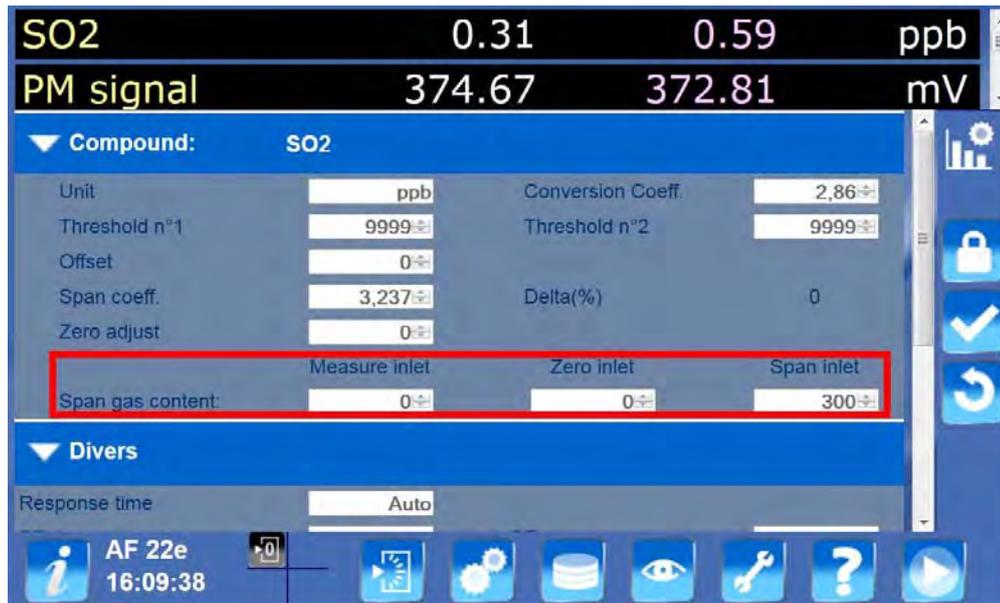
- Wird das Feld „Programmed inlet“ in der Spalte „Zyklen / Kalibration“ des Bildschirms „*KONFIGURATION* ⇒ *Konfiguration der Steuerung*“ auf ON gesetzt, schließen Sie den Nullluftgenerator an den programmierten Eingang an.

Wird das Feld „Programmed inlet“ in der Spalte „Zyklen / Kalibration“ des Bildschirms „*KONFIGURATION* ⇒ *Konfiguration der Steuerung*“ auf OFF gesetzt, wählen Sie den

entsprechenden Eingang durch Antippen von  (Umschalten auf den Probeneingang) oder  (Umschaltung auf den Kalibriereingang) des Menüs „*Steuerung*“ aus. Siehe Abschnitt 3.4.3.2.

- Programmieren Sie die SO₂-Konzentration im Feld „Span gas content“ des Bereichs „*Compound : SO₂*“ des Bildschirms „*KONFIGURATION* ⇒ *Konfiguration der Metrologie*“, wie in der folgenden Abbildung dargestellt. Siehe Abschnitt 3.4.3.4.

Die empfohlene Dauer der Autokalibrierung beträgt 600 Sekunden.



- Tippen Sie auf die Taste  des Menüs „Steuerung“. Der Analysator ändert automatisch seinen Kalibrierkoeffizienten abhängig von der programmierten Gaskonzentration.

HINWEIS: Während des Zyklus beruht die angezeigte SO₂-Messung auf dem alten Kalibrierkoeffizienten K; der Koeffizient wird aktualisiert, sobald der Zyklus KALIBRIERUNG abgeschlossen ist.

Unterscheidet sich der neue Kalibrierkoeffizient K um $\pm 50\%$ vom alten Kalibrierkoeffizienten K, zeigt der Analysator einen Kalibrieralarm an. In diesem Fall muss der Benutzer Folgendes kontrollieren:

- ⇒ den Pneumatik-Kalibrierkreislauf,
- ⇒ die von der verwendeten Gasquelle generierte Konzentration,
- ⇒ die programmierte Gaskonzentration,
- ⇒ den programmierten Gaseingang.

Ist einer der oben genannten Punkte nicht in Ordnung, korrigieren Sie den Fehler und wiederholen Sie den KALIBRIER-Zyklus.

Ist alles in Ordnung, führen Sie eine manuelle Korrektur des Kalibrierkoeffizienten K, wie im Folgenden beschrieben, durch.

- Manuelle Korrektur: Programmieren Sie den gewünschten „K“ im Feld „Span coeff.“ des Bildschirms „CONFIGURATION“ ⇒ *Konfiguration der Metrologie*.

Berechnung des neuen Koeffizienten:

$$K_{(\text{new})} = K_{(\text{former})} \times \frac{\text{span gas value}}{\text{read value (without offset)}}$$

HINWEIS: Es wird empfohlen, den Wert von K (former) vor seiner Änderung zu notieren, da er durch Bestätigung von K (new) gelöscht wird.

3.5.3.3. Verwendung des automatischen Zyklus

Der automatische Zyklus muss im Bildschirm „*KONFIGURATION* ⇒ *Konfiguration der Steuerung*“ programmiert werden (siehe Abschnitt 3.4.3.2).

Die Konzentration muss im Bildschirm „*KONFIGURATION* ⇒ *Konfiguration der Messung*“ konfiguriert werden (siehe Abschnitt 3.4.3.4.).

Das System der Gasgenerierung ist permanent mit dem Prüfgaseingang des Analysators verbunden. Die empfohlene Dauer für die Autokalibrierung beträgt 600 Sekunden.

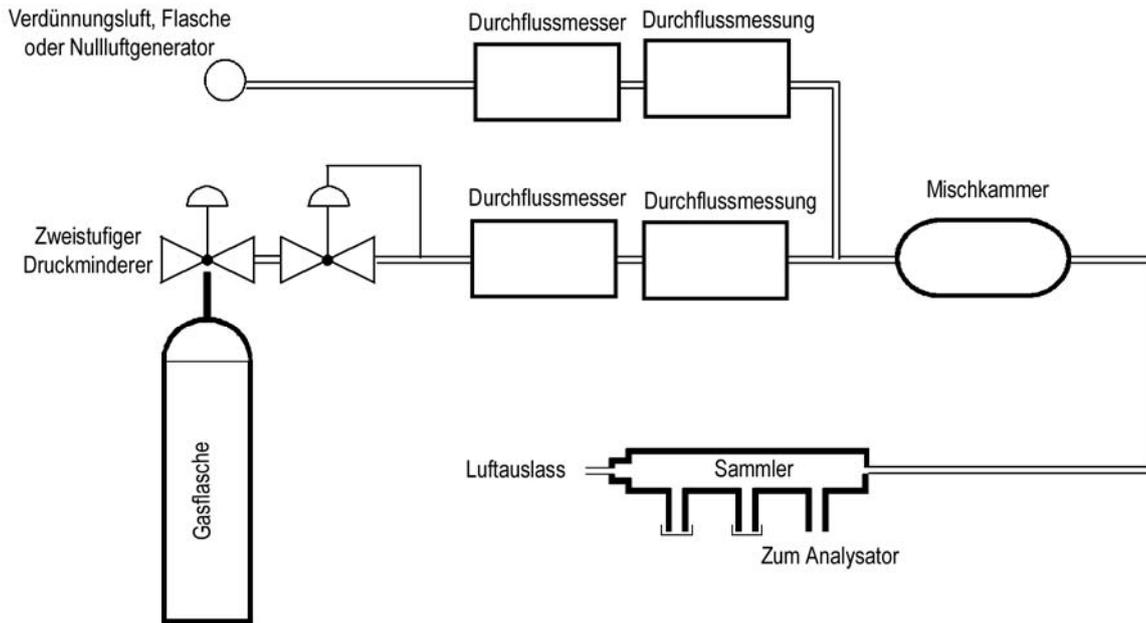


Abbildung 3-4 – Typischer Kalibrator

3.5.4. MEHRPUNKTKALIBRIERUNG:

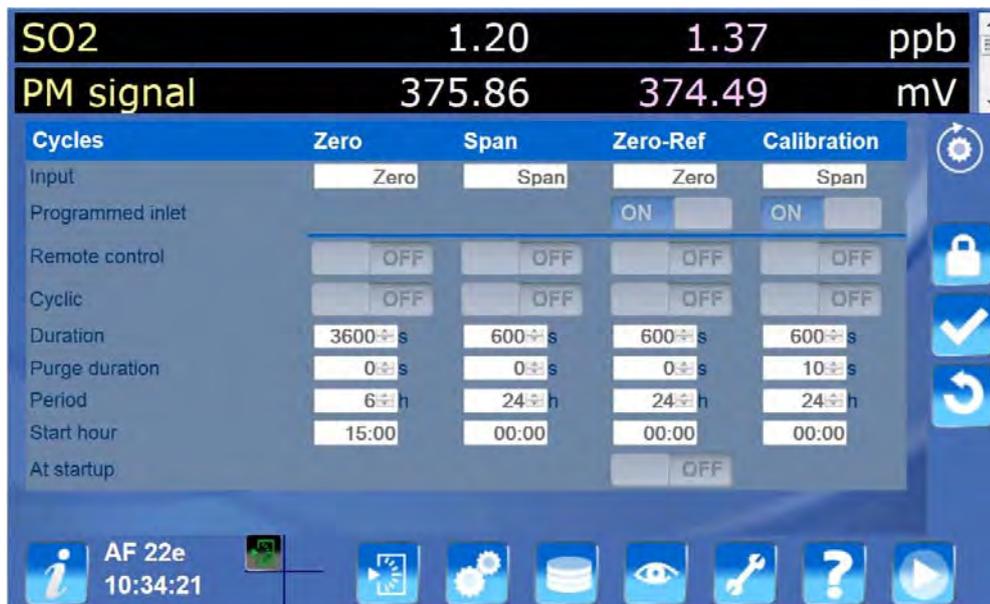
3.5.4.1. Notwendige Hardware

Siehe Abschnitt 3.5.1.

3.5.4.2. Verfahren

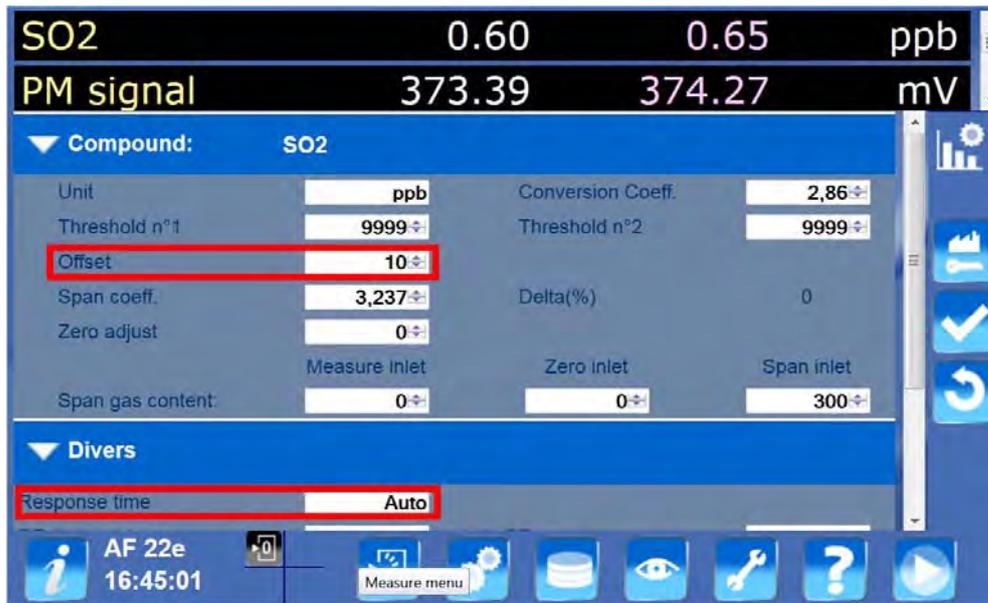
- Schalten Sie den Analysator mindestens 6 Stunden vor Durchführung der Kalibrierung ein.
- Konfigurieren Sie den Analysator wie folgt (empfohlene Konfiguration):

Tippen Sie auf die Taste  zur Anzeige des Bildschirms „KONFIGURATION ⇒ Automatic cycle configuration“.



Deaktivieren Sie alle Zyklen, indem Sie alle „Cyclic“-Felder auf OFF setzen, oder vergewissern Sie sich, dass keiner davon während der Kalibrierung gestartet wird.

- Tippen Sie auf die Taste  zur Anzeige von „KONFIGURATION ⇒ Metrology configuration“, und wie unten dargestellt:
 - Konfigurieren Sie das Feld „Response time“ auf AUTO,
 - Konfigurieren Sie das Feld SO₂ „Offset“ auf 10 ppb (mindestens, oder 5 % des Endwerts des verwendeten Bereichs).



- Schließen Sie den Probeneingang des Analysators an das Verdünnungssystem an. Es muss ein Überschussystem vorgesehen werden, um das Gas mit Atmosphärendruck an den Eingang des Analysators zu liefern.
- Stellen Sie das Verdünnungssystem so ein, dass ein Gesamt-Nullluftdurchfluss generiert wird, der mehr als 20 % größer als der Probendurchfluss des Geräts ist.
- Generieren Sie die Nullluft. Warten Sie die Stabilisierung der Anzeige ab (empfohlene Dauer: 600 Sek.). Notieren Sie den SO₂-Wert.
- Führen Sie die in Abschnitt 3.5.3.2. (Abschnitt „Korrektur des Prüfpunkts“) beschriebenen Schritte für die Regelung des Kalibrierkoeffizienten durch.
- Verwenden Sie die folgende Formel für die Berechnung der SO₂-Konzentration:

$$[\text{SO}_2]_{\text{generated}} = \frac{[\text{SO}_2]_{\text{Cylinder}} \times F_{\text{SO}_2}}{F_{\text{D}} + F_{\text{SO}_2}}$$

wobei:

- [SO₂]_{Generated} die am Ausgang des Verteilers generierte SO₂-Konzentration,
- [SO₂]_{Cylinder} die SO₂-Konzentration der Flasche,
- F_{SO₂} der SO₂-Fluss in NI/min und
- F_D der Durchfluss der Verdünnungsluft in NI/min ist.

- Generieren Sie anschließend die fünf anderen SO₂-Konzentrationen zwischen 15 und 90 % des Endwerts durch Variation der Durchflussmengen F_{SO₂} und/oder F_D.
- Zeichnen Sie die Werte [SO₂]_{ausgelesen} als Funktion der Werte [SO₂]_{generiert}, unter Einbeziehung des Nullluftpunkts. Überprüfen Sie die Linearität.
- Zeichnen oder berechnen Sie mit der folgenden Formel der kleinsten Fehlerquadrate die Kalibrierlinie des Analysators.

$$[SO_2]_{read} = a \cdot [SO_2]_{generated} + b \quad (3)$$

wobei:

- a der Koeffizient der linearen Regression (Steigung) ist und wie folgt berechnet wird:

$$a = \frac{n \cdot \sum [SO_2]_{generated} \cdot [SO_2]_{read} - \sum [SO_2]_{generated} \cdot \sum [SO_2]_{read}}{n \cdot \sum [SO_2]_{generated}^2 - \left(\sum [SO_2]_{generated} \right)^2}$$

- b der konstante Begriff der linearen Regression (Schnittpunkt) ist und wie folgt berechnet wird:

$$b = \frac{\sum [SO_2]_{read} - a \cdot \sum [SO_2]_{generated}}{n}$$

- n die Anzahl der Daten ist.

Leerseite