

TÜV RHEINLAND ENERGY GMBH



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung AC 32e der Firma Environment S.A. für die Komponenten NO, NO₂ und NO_x

TÜV-Bericht: 936/21233023/A
Köln, 13. Oktober 2016

www.umwelt-tuv.de



tre-service@de.tuv.com

Die TÜV Rheinland Energy 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. DAkkS-Registriernummer: D-PL-11120-02-00.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

TÜV Rheinland Energy GmbH
D - 51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-5200, Fax: 0221 806-1349

Leerseite



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung AC 32e
der Firma Environnement S.A. für die Komponenten NO, NO₂ und NO_x

Geprüftes Gerät:	AC 32e
Hersteller:	Environnement S.A. 111, bd Robespierre 78304 Poissy cedex Frankreich
Prüfzeitraum:	April 2016 bis Oktober 2016
Berichtsdatum:	13. Oktober 2016
Berichtsnummer:	936/21233023/A
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Martin Schneider martin.schneider@de.tuv.com
Fachlich Verantwortlicher:	Dr. Peter Wilbring peter.wilbring@de.tuv.com
Berichtsumfang:	Bericht: 124 Seiten Handbuch ab Seite 124 Handbuch mit 88 Seiten Gesamt 212 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.....	26
4.	PRÜFPROGRAMM	31
4.1	Allgemeines.....	31
4.2	Laborprüfung	32
4.3	Feldtest	32
5.	REFERENZMESSVERFAHREN	33
6.	PRÜFERGEBNISSE NACH VDI 4203 BLATT 3.....	34
6.1	4.1.1 Messwertanzeige	34
6.1	4.1.2 Wartungsfreundlichkeit.....	35
6.1	4.1.3 Funktionskontrolle.....	36
6.1	4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten	37
6.1	4.1.5 Bauart	38
6.1	4.1.6 Unbefugtes Verstellen.....	39
6.1	4.1.7 Messsignalausgang	40
6.1	5.1 Allgemeines	41

6.1	5.2.1 Zertifizierungsbereiche	42
6.1	5.2.2 Messbereich	43
6.1	5.2.3 Negative Messsignale	44
6.1	5.2.4 Stromausfall	45
6.1	5.2.5 Gerätefunktionen	46
6.1	5.2.6 Umschaltung	47
6.1	5.2.7 Wartungsintervall	48
6.1	5.2.8 Verfügbarkeit	49
6.1	5.2.9 Gerätesoftware	50
6.1	5.3.1 Allgemeines	51
6.1	5.3.2 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt	52
6.1	5.3.3 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt	53
6.1	5.3.4 Linearität (Lack-of-fit)	54
6.1	5.3.5 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks	55
6.1	5.3.6 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur	56
6.1	5.3.7 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	57
6.1	5.3.8 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	58
6.1	5.3.9 Querempfindlichkeit	59
6.1	5.3.10 Mittelungseinfluss	60
6.1	5.3.11 Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	61
6.1	5.3.12 Langzeitdrift	62
6.1	5.3.13 Kurzzeitdrift	63
6.1	5.3.14 Einstellzeit	64
6.1	5.3.15 Differenz zwischen Proben- und Kalibriereingang	65
6.1	5.3.16 Konverterwirkungsgrad	66
6.1	5.3.17 Anstieg der NO ₂ -Konzentration durch Verweilen im Messgerät	67
6.1	5.3.18 Gesamtunsicherheit	68

7.	PRÜFERGEBNISSE NACH DIN EN 14211 (2012)	69
7.1	8.4.3 Einstellzeit.....	69
7.1	8.4.4 Kurzzeitdrift.....	74
7.1	8.4.5 Wiederholstandardabweichung	78
7.1	8.4.6 Abweichung von der Linearität bei der Kalibrierfunktion	80
7.1	8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks	85
7.1	8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur	87
7.1	8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	89
7.1	8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	92
7.1	8.4.11 Störkomponenten.....	94
7.1	8.4.12 Mittelungsprüfung	97
7.1	8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang	100
7.1	8.4.14 Konverterwirkungsgrad	102
7.1	8.4.15 Verweilzeit im Messgerät	104
7.1	8.5.4 Langzeitdrift	105
7.1	8.5.5 Vergleichstandardabweichung für NO ₂ unter Feldbedingungen	108
7.1	8.5.6 Wartungsintervall	110
7.1	8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes.....	111
7.1	8.6 Gesamtmessunsicherheit nach Anhang E der DIN EN 14211 (2012).....	113
8.	EMPFEHLUNGEN ZUM PRAXISEINSATZ.....	118
9.	LITERATURVERZEICHNIS	119
10.	ANLAGEN.....	120

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Geprüfte Messbereiche	11
Tabelle 2:	Gerätetechnische Daten AC 32e (Herstellerangaben).....	30
Tabelle 3:	Zertifizierungsbereiche VDI 4202-1 und DIN EN 14211.....	42
Tabelle 4:	Ermittlung der Verfügbarkeit.....	49
Tabelle 5:	Einstellzeiten der beiden Messeinrichtungen AC 32e für NO.....	71
Tabelle 6:	Einstellzeiten der beiden Messeinrichtungen AC 32e für NO ₂	71
Tabelle 7:	Einzelwerte der Einstellzeit für die Komponente NO	72
Tabelle 8:	Einzelwerte der Einstellzeit für die Komponente NO ₂	73
Tabelle 9:	Ergebnisse der Kurzzeitdrift	75
Tabelle 10:	Anfangswerte der Prüfung zur Kurzzeitdrift	76
Tabelle 11:	Endwerte der Prüfung zur Kurzzeitdrift.....	77
Tabelle 12:	Wiederholstandardabweichung am Null- und Referenzpunkt	79
Tabelle 13:	Einzelergebnisse der Untersuchung zur Wiederholstandardabweichung.....	79
Tabelle 14:	Abweichungen der Analysenfunktion für NO	82
Tabelle 15:	Einzelwerte „lack of fit“ Prüfung	84
Tabelle 16:	Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks	86
Tabelle 17:	Einzelwerte der Überprüfung der Empfindlichkeit gegen Änderungen des Probengasdrucks	86
Tabelle 18:	Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur	88
Tabelle 19:	Einzelwerte der Bestimmung des Einflusses des Probengastemperatur für NO	88
Tabelle 20:	Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Null- und Referenzpunkt für Gerät 1 und Gerät 2	90
Tabelle 21:	Einzelwerte zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten der Umgebungstemperatur für NO	91
Tabelle 22:	Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung am Null- und Referenzpunkt.....	93
Tabelle 23:	Einzelwerte der Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	93
Tabelle 24:	Störkomponenten nach DIN EN 14211	95
Tabelle 25:	Einfluss der geprüften Störkomponenten ($c_t = 500 \pm 50$ nmol/mol)	95
Tabelle 26:	Einzelwerte der Untersuchung gegenüber Störkomponenten.....	96
Tabelle 27:	Einzelwerte der Untersuchung zum Mittelungseinfluss.....	99
Tabelle 28:	Einzelwerte der Prüfung der Differenz zwischen Proben und Kalibriergaseingang	101
Tabelle 29:	Einzelwerte der Überprüfung des Konverterwirkungsgrades	103
Tabelle 30:	Ergebnisse der Langzeitdrift am Nullpunkt Komponente NO	106
Tabelle 31:	Ergebnisse der Langzeitdrift am Referenzpunkt Komponente NO.....	106
Tabelle 32:	Einzelwerte der Driftuntersuchungen.....	107
Tabelle 33:	Bestimmung der Vergleichsstandardabweichung auf Basis aller Daten aus dem Feldtest.....	109
Tabelle 34:	Verfügbarkeit des Messgerätes AC 32e	112
Tabelle 35:	Leistungsanforderungen nach DIN EN 14211	114
Tabelle 36:	Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung für Gerät 1 .	116
Tabelle 37:	Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfung für Gerät 1	116
Tabelle 38:	Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung für Gerät 2 .	117
Tabelle 39:	Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfung für Gerät 2.....	117

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Darstellung des AC 32e Analysators	23
Abbildung 2:	Darstellung des AC 32e* Analysators	23
Abbildung 3:	Schema des Nullreferenzzyklus (Dunkelzyklus).....	24
Abbildung 4:	Rückseite des AC32e / AC32e* sowie externe Pumpe	27
Abbildung 5:	Innenansicht des AC32e / AC32e*	28
Abbildung 6:	AC 32e Testgeräte.....	31
Abbildung 7:	AC 32e Testgeräte.....	31
Abbildung 8:	Anzeige der Softwareversion (hier 1.0.x) im Startmenü	50
Abbildung 9:	Veranschaulichung der Einstellzeit	70
Abbildung 10:	Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 1, Komponente NO	82
Abbildung 11:	Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 2, Komponente NO	83
Abbildung 12:	Konzentrationsänderung für die Prüfung des Mittelungseinflusses ($t_{NO} = t_{zero}$ = 45 s.)	98
Abbildung 13:	Grafische Darstellung der Vergleichsstandardabweichung im Feld	109

Leerseite

1. Kurzfassung und Bekanntgabevorschlag

1.1 Kurzfassung

Im Auftrag der Firma Environnement S.A. führte die TÜV Rheinland Energy GmbH die Eignungsprüfung der Messeinrichtung AC 32e für die Komponenten NO, NO₂ und NO_x 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 14211: Außenluft – Messverfahren zur Bestimmung von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz, vom November 2012

Die Messeinrichtung AC 32e misst die Komponenten NO, NO₂ und NO_x mittels der Chemilumineszenzmethode. Das Messprinzip entspricht somit dem EU Referenzverfahren. Die Untersuchungen erfolgten im Labor und während eines dreimonatigen Feldtests in Köln. Die geprüften Messbereiche waren wie folgt:

Tabelle 1: Geprüfte Messbereiche

Messkomponente	Messbereich in [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ¹⁾	Messbereich in [ppb] bzw. [nmol/mol]
NO ₂	0 – 500	0 - 261
NO	0 - 1200	0 - 962

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 Energy GmbH wird daher eine Veröffentlichung als eignungsgeprüfte Messeinrichtung zur laufenden Aufzeichnung der Immissionskonzentrationen von Stickstoffoxid vorgeschlagen.

1.2 Bekanntgabevorschlag

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

Messeinrichtung:

AC 32e für NO, NO₂ und NO_x

Hersteller:

Environnement S.A., Poissy, Frankreich

Eignung:

Zur kontinuierlichen Bestimmung der Immissionskonzentrationen von Stickstoffoxid in der Außenluft im stationären Einsatz

Messbereiche in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
Stickstoffmonoxid	0 - 1200	µg/m ³
Stickstoffdioxid	0 - 500	µg/m ³

Softwareversion:

Firmware: 1.0.a

Einschränkungen:

keine

Hinweise:

1. Die Eignungsprüfung umfasst auch die Version AC 32e* (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 Energy GmbH, Köln

Bericht-Nr.: 936/21233023/A vom 13. Oktober 2016

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 eine Messwertanzeige.	ja	34
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	35
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	36
4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten	Die Betriebsanleitung muss hierzu Angaben enthalten.	Die Rüst- und Einlaufzeiten wurden ermittelt.	ja	37
4.1.5 Bauart	Die Betriebsanleitung muss Angaben hierzu enthalten.	Die in der Betriebsanleitung aufgeführten Angaben zur Bauart sind vollständig und korrekt.	ja	38
4.1.6 Unbefugtes Verstellen	Muss Sicherung dagegen enthalten.	Die Messeinrichtung ist gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen von Geräteparametern durch einen Passwortschutz gesichert.	ja	39
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	40

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	41
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	42
5.2.2 Messbereich	Messbereichsendwert größer oder gleich der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs.	Es ist standardmäßig ein Messbereich von 0 – 500 µg/m ³ für NO ₂ und 1200 µg/m ³ für NO 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	43
5.2.3 Negative Messsignale	Dürfen nicht unterdrückt werden (lebender Nullpunkt).	Die Messeinrichtung kann negative Messsignale ausgeben.	ja	44
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	45
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	46
5.2.6 Umschaltung	Messen/Funktionskontrolle und/oder Kalibrierung muss telemetrisch und manuell auslösbar sein.	Grundsätzlich können alle notwendigen Arbeiten zur Funktionskontrolle direkt am Gerät oder aber per telemetrischer Fernbedienung überwacht werden.	ja	47
5.2.7 Wartungsintervall	Möglichst 3 Monate, mindestens 2 Wochen.	Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 4 Wochen.	ja	48

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.2.8 Verfügbarkeit	Mindestens 95 %.	Die Verfügbarkeit betrug für beide Geräte 100 % inkl. prüfungsbedingter Wartezeit.	ja	49
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	50
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 der Mindestanforderungen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) sowie auf Basis der DIN EN 14211 (2012).	ja	51
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	52
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 7.18.4.5 Wiederholstandardabweichung.	ja	53
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	54
5.3.5 Empfindlichkeitskoeffizient des Proben-gasdrucks	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	55

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	56
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	57
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	58
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	59

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	60
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 NO2 unter Feldbedingungen.	ja	61
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	62
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	63
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	64

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.3.15 Differenz zwischen Proben- und Kalibriereneingang	Die Differenz zwischen den Messwerten bei Aufgabe am Proben- und Kalibriereneingang 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-/Kalibriereneingang.	ja	65
5.3.16 Konverterwirkungsgrad	Bei Messeinrichtungen mit einem Konverter muss dessen Wirkungsgrad mindestens 98 % betragen.	Siehe Kapitel 7.1 8.4.14 Konverterwirkungsgrad.	ja	66
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.	Siehe Kapitel 7.1 8.4.15 Verweilzeit im Messgerät.	ja	67
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 14211(2012) durchgeführt und ist in Kapitel 7.1 8.6 Gesamtmessunsicherheit nach Anhang E der DIN EN 14211 (2012) angegeben.	ja	68
8.4 Anforderungen der DIN EN 14211				
8.4.3 Einstellzeit	Einstellzeit (Anstieg) und Einstellzeit (Abfall) jeweils ≤ 180 s. Differenz zwischen Anstiegs- und Abfallzeit ≤ 10 s.	Die maximal zulässige Einstellzeit von 180 s wird in allen Fällen deutlich unterschritten. Die maximal ermittelte Einstellzeit beträgt für Gerät 1 bei NO 14 s, bei NO ₂ 16 s und für Gerät 2 bei NO 15 s und NO ₂ 16 s.	ja	69

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.4 Kurzzeitdrift	Die Kurzzeitdrift bei null darf $\leq 2,0$ nmol/mol/12h (entspricht $2,50 \mu\text{g}/\text{m}^3/12\text{h}$) betragen Die Kurzzeitdrift beim Span-Niveau darf $\leq 6,0$ nmol/mol/12h (entspricht $7,50 \mu\text{g}/\text{m}^3/12\text{h}$) betragen.	Es ergibt sich ein Wert für die Kurzzeitdrift am Nullpunkt von $0,06$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $0,04$ nmol/mol für Gerät 2. Es ergibt sich ein Wert für die Kurzzeitdrift am Referenzpunkt von $-0,50$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $1,08$ nmol/mol für Gerät 2.	ja	74
8.4.5 Wiederholstandardabweichung	Die Wiederholstandardabweichung muss sowohl das Leistungskriterium bei null $\leq 1,0$ nmol/mol (entspricht $1,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) als auch bei der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt $\leq 3,0$ nmol/mol (entspricht $3,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$) erfüllen.	Es ergibt sich ein Wert für die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt von $0,05$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $0,04$ nmol/mol für Gerät 2. Für die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt ergibt sich ein Wert von $0,94$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $0,91$ nmol/mol für Gerät 2.	ja	78
8.4.6 Abweichung von der Linearität bei der Kalibrierfunktion	Die Abweichung von der Linearität bei der Kalibrierfunktion darf maximal $5,0$ nmol/mol (entspricht $6,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) am Nullpunkt sowie maximal 4% des Messwertes bei Konzentrationen größer Null betragen.	Für Gerät 1 ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von $1,67$ nmol/mol am Nullpunkt und maximal $0,79 \%$ vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null. Für Gerät 2 ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von $1,38$ nmol/mol am Nullpunkt und maximal $1,00 \%$ vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null.	ja	80
8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks	Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks muss $\leq 8,0$ nmol/mol/kPa (entspricht $10 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{kPa}$) betragen.	Für Gerät 1 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks von $0,74$ nmol/mol/kPa. Für Gerät 2 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks von $0,97$ nmol/mol/kPa.	ja	85

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur	Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur muss $\leq 3,0$ nmol/mol/K (entspricht $3,75 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{K}$) betragen.	Für Gerät 1 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur von $0,19$ nmol/mol/K. Für Gerät 2 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur von $0,13$ nmol/mol/K.	ja	87
8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	Der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur muss $\leq 3,0$ nmol/mol/K (entspricht $3,75 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{K}$) betragen.	Der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur überschreitet nicht die Anforderungen von maximal $3,0$ nmol/mol/K. In der Unsicherheitsberechnung wird für beide Geräte der größte Empfindlichkeitskoeffizient gewählt. Dies sind für Gerät 1 = $0,947$ nmol/mol/K und für Gerät 2 = $1,667$ nmol/mol/K.	ja	89
8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	Der Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung muss $\leq 0,30$ nmol/mol/V (entspricht $0,38 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{V}$) betragen.	Der Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung b_v überschreitet bei keinem Prüfpunkt die Anforderungen der DIN EN 14211 von maximal $0,30$ nmol/mol/V. In der Unsicherheitsberechnung wird für beide Geräte der größte b_v gewählt. Dies sind für Gerät 1 $0,02$ nmol/mol/V und für Gerät 2 $0,03$ nmol/mol/V.	ja	92
8.4.11 Störkomponenten	Störkomponenten bei null und bei der Konzentration c_t (beim Niveau des 1-Stunden Grenzwerts = $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO ₂). Die maximal erlaubten Abweichungen für die Störkomponenten H ₂ O, CO ₂ und NH ₃ , betragen je $\leq 5,0$ nmol/mol (entspricht $6,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$).	Es ergibt sich für NO ein Wert für die Querempfindlichkeit am Nullpunkt von $-0,22$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $0,04$ nmol/mol für Gerät 2 bei H ₂ O, $0,29$ nmol/mol für Gerät 1 und $0,18$ nmol/mol für Gerät 2 bei CO ₂ sowie $0,12$ nmol/mol für Gerät 1 und $0,29$ nmol/mol für Gerät 2 bei NH ₃ . Für die Querempfindlichkeit am Grenzwert c_t ergibt sich für NO ein Wert von $3,87$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $2,60$ nmol/mol für Gerät 2 bei H ₂ O, $-0,47$ nmol/mol für Gerät 1 und $0,03$ nmol/mol für Gerät 2 bei CO ₂ sowie $2,07$ nmol/mol für Gerät 1 und $2,57$ nmol/mol bei NH ₃ .	ja	94
8.4.12 Mittelungsprüfung	Der Mittelungseinfluss muss bei ≤ 7 % des Messwertes liegen.	Das Leistungskriterium der DIN EN 14211 wird in vollem Umfang eingehalten.	ja	97
8.4.13 Differenz Proben-/Kalibrieringang	Die Differenz zwischen Proben- und Kalibriergaseingang muss ≤ 1 % sein.	Das Leistungskriterium der DIN EN 14211 wird in vollem Umfang eingehalten.	ja	100

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.14 Konverterwirkungsgrad	Der Konverterwirkungsgrad muss ≥ 98 % sein.	Das Leistungskriterium der DIN EN 14211 wird in vollem Umfang eingehalten.	ja	102
8.4.15 Verweilzeit im Messgerät	Die Verweilzeit im Messgerät muss $\leq 3,0$ s sein.	Es ergibt sich eine Verweilzeit im Messgerät von 2,3 s.	ja	104
8.5.4 Langzeitdrift	Die Langzeitdrift bei null darf maximal $\leq 5,0$ nmol/mol (entspricht $6,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) betragen. Die Langzeitdrift beim Spanniveau darf maximal ≤ 5 % des Zertifizierungsbereiches (entspricht $13,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei einem Messbereich von 0 bis 261 nmol/mol) betragen.	Die maximale Langzeitdrift am Nullpunkt DI,z liegt bei 1,58 nmol/mol für Gerät 1 und 2,14 nmol/mol für Gerät 2. Die maximale Langzeitdrift am Referenzpunkt DI,s liegt bei 2,43 % für Gerät 1 und 0,87 % für Gerät 2.	ja	105
8.5.6 Wartungsintervall	Das Wartungsintervall muss mindestens 2 Wochen betragen.	Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 4 Wochen.	ja	110
8.5.5 Vergleichsstandardabweichung für NO ₂ unter Feldbedingungen	Die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen darf maximal ≤ 5 % des Mittels über eine Zeitspanne von 3 Monaten betragen.	Die Vergleichsstandardabweichung für NO ₂ unter Feldbedingungen betrug 1,57 % bezogen auf den Mittelwert über die Dauer des Feldtests von 3 Monaten. Damit sind die Anforderungen der DIN EN 14211 eingehalten.	ja	108
8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes	Die Verfügbarkeit des Messgerätes muss ≥ 90 % betragen	Die Verfügbarkeit beträgt 100 %. Somit ist die Anforderung der EN 14211 erfüllt.	ja	111

2. Aufgabenstellung

2.1 Art der Prüfung

Im Auftrag der Environnement S.A. wurde von der TÜV Rheinland Energy GmbH eine Eignungsprüfung für die Messeinrichtung AC 32e vorgenommen. Die Prüfung erfolgte als vollständige Eignungsprüfung.

2.2 Zielsetzung

Die Messeinrichtung soll den Gehalt an NO, NO₂ und NO_x in der Umgebungsluft in folgenden Konzentrationsbereichen bestimmen:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
Stickstoffmonoxid	0 - 1200	µg/m ³
Stickstoffdioxid	0 - 500	µg/m ³

Die Messeinrichtung AC 32e misst die Komponenten NO, NO₂ und NO_x mittels der Chemilumineszenzmethode.

Die Eignungsprüfung war anhand der aktuellen Richtlinien zur Eignungsprüfung unter Berücksichtigung der neuesten Entwicklungen durchzuführen.

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 14211: Außenluft – Messverfahren zur Bestimmung von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz, vom November 2012

3. Beschreibung der geprüften Messeinrichtung

Die Immissionsmesseinrichtung AC 32e ist ein kontinuierlicher Stickstoffoxid-Analysator. Das Messprinzip basiert auf der Chemilumineszenz-Methode. Das Gerät wurde zur kontinuierlichen Messung von NO, NO₂ und NO_x in der Umgebungsluft entwickelt.

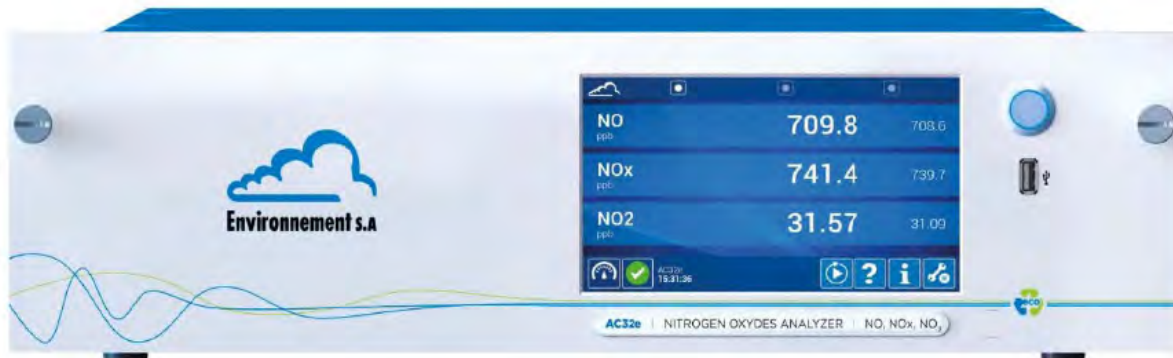


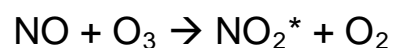
Abbildung 1: Darstellung des AC 32e Analysators



Abbildung 2: Darstellung des AC 32e* Analysators

3.1 Messprinzip

Die Messung der Stickoxide wird auf Basis der Chemilumineszenzdetektion von Gasphasen durchgeführt. Dabei kommt es zu einer Oxidierung von NO-Molekülen durch Ozonmoleküle.



Die Reaktion erfolgt unter Ozonüberschuss und wird nur durch die in der Kammer vorhandenen NO-Moleküle begrenzt. Das für die Chemilumineszenz erforderliche Ozon wird am Ausgang der Reaktionskammer von einem Entladungsozonisator aus der Umgebungsluft er-

zeugt. Das überschüssige Ozon wird am Ausgang der Reaktionskammer von einem katalytischen Ozonvernichter eliminiert.

Die Rückkehr der angeregten NO₂* Moleküle zum Grundzustand erfolgt durch:

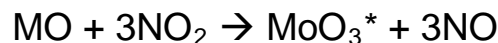
- Lichtstrahlung in einem Spektrum von 600 bis 1200 Nanometer
- Zusammenstoß mit bestimmten, in der Probe vorhandenen Molekülen (Quenching)

Durch Verringerung des Drucks in der Reaktionskammer wird die Wahrscheinlichkeit eines Zusammenstoßes herabgesetzt, wodurch sich eine bessere Lichtausbeute erreichen lässt. Die Druckverringerung in der Kammer erfolgt über eine Vakuumpumpe am Ende des Kreislaufs, die auch die Zirkulation der Probe gewährleistet.

Die Reaktionskammer ist durch einen optischen Filter vom Sensor getrennt. Der nur die Strahlen mit einer Wellenlänge von über 610 Nanometern durchlässt und so die von der Chemilumineszenz der Kohlenwasserstoffe verursachten Störungen beseitigt.

Die Strahlungsmessung erfolgt durch ein Photomultiplierrohr. Das von diesem gelieferte elektrische Signal wird für die Verarbeitung durch den Mikroprozessor verstärkt und digitalisiert.

Um mittels Chemilumineszenz gemessen werden zu können, muss das NO₂ vorher zu NO reduziert werden. Hierzu wird ein Molybdän-Konverter verwendet. Die Reaktion läuft wie folgt ab:



Die Messung besteht aus 3 Zyklen, dem Nullreferenzzyklus, dem NO-Zyklus und dem NO_x-Zyklus.

Nullreferenzzyklus: Die Probe wird durch Luft ersetzt, welche eine mit Purafil® gefüllte Patrone (Oxidation von NO zu NO₂) durchströmt. Die oxidierte Luft wird in die Reaktionskammer injiziert, erzeugt jedoch keine Chemilumineszenzreaktion bei Kontakt mit Ozon, da sie kein NO enthält. Das vom Photomultiplier gemessene Signal entspricht der Summe des Dunkelstroms des Photomultipliers und der Offsetspannung der Elektronik. Dieses Signal wird als Dunkelsignal gespeichert.

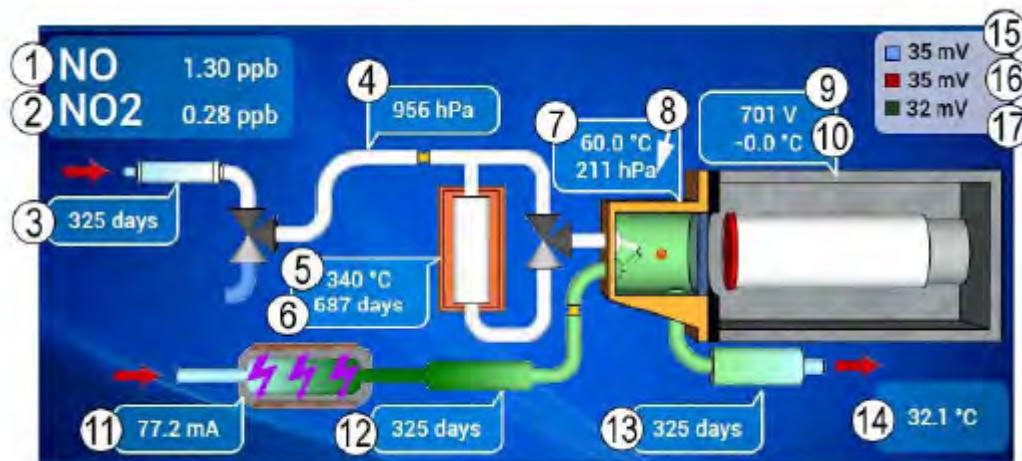


Abbildung 3: Schema des Nullreferenzzyklus (Dunkelzyklus)

(1) NO-Messung, (2) NO₂-Messung, (3) Standzeit des Nullgasfilters, (4) Probendruck, (5) Temperatur des NO_x-Konverterofens, (6) Standzeit des NO_x-Konverterofens, (7) Temperatur der Reaktionskammer, (8) Druck in der Reaktionskammer, (9) Hochspannung des Photomultipliers, (10) Temperatur des Photomultipliers, (11) Stromstärke des Ozonisators, (12) Standzeit des Ozonisators, (13) Standzeit des Ozonscrubbers, (14) Innentemperatur des Analysators, (15) Signal des Photomultipliers für den NO Zyklus, (16) Signal des Photomultipliers für den NO_x-Zyklus, (17) Signal des Photomultipliers für den Nullreferenzzyklus (Dunkelsignal).

NO-Zyklus: Die Probe wird direkt in die Messkammer geleitet, in der die NO Moleküle mit Ozon oxidiert werden. Das vom Photomultiplierrohr gemessene Signal, abzüglich des Dunkelsignals, ist proportional zur Anzahl der in der Probe vorhandenen NO Moleküle.

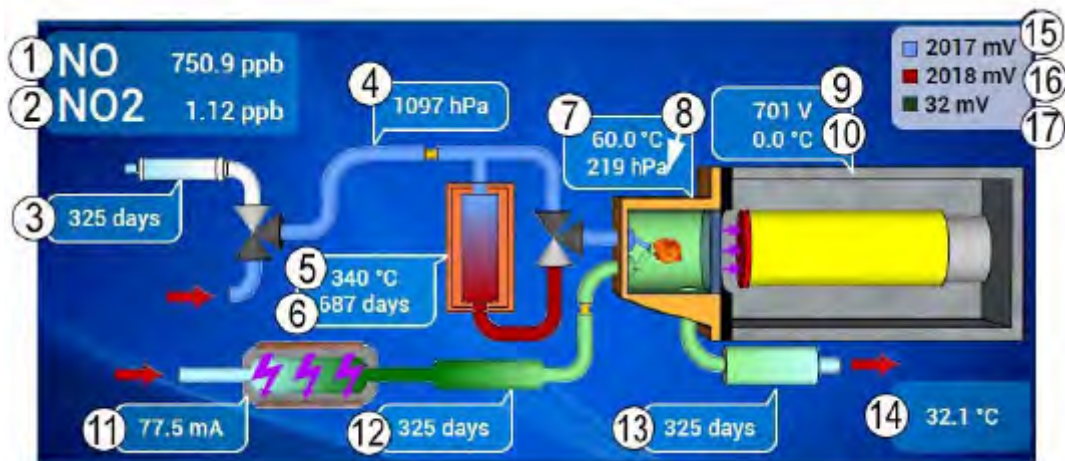


Abbildung 2: Schema des NO-Zyklus

(1) NO-Messung, (2) NO₂-Messung, (3) Standzeit des Nullgasfilters, (4) Probendruck, (5) Temperatur des NO_x-Konverterofens, (6) Standzeit des NO_x-Konverterofens, (7) Temperatur der Reaktionskammer, (8) Druck in der Reaktionskammer, (9) Hochspannung des Photomultipliers, (10) Temperatur des Photomultipliers, (11) Stromstärke des Ozonisators, (12) Standzeit des Ozonisators, (13) Standzeit des Ozonscrubbers, (14) Innentemperatur des Analysators, (15) Signal des Photomultipliers für den NO Zyklus, (16) Signal des Photomultipliers für den NO_x-Zyklus, (17) Signal des Photomultipliers für den Nullreferenzzyklus (Dunkelsignal).

NO_x-Zyklus: Die Probe wird durch den Konverterofen geleitet, der das NO₂ zu NO reduziert, und dann in der Reaktionskammer mit Ozon gemischt. Das vom Photomultiplierrohr gemessene Signal, abzüglich des Dunkelsignals, ist proportional zur Summe der in der Probe enthaltenen NO- und NO₂-Moleküle (NO₂ wird im Konverter zu NO reduziert).

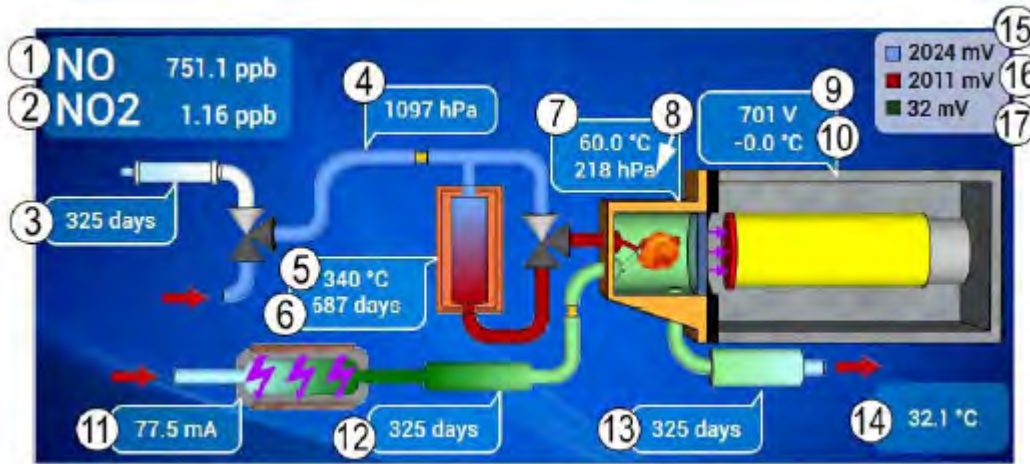


Abbildung 2: Schema des NO_x-Zyklus

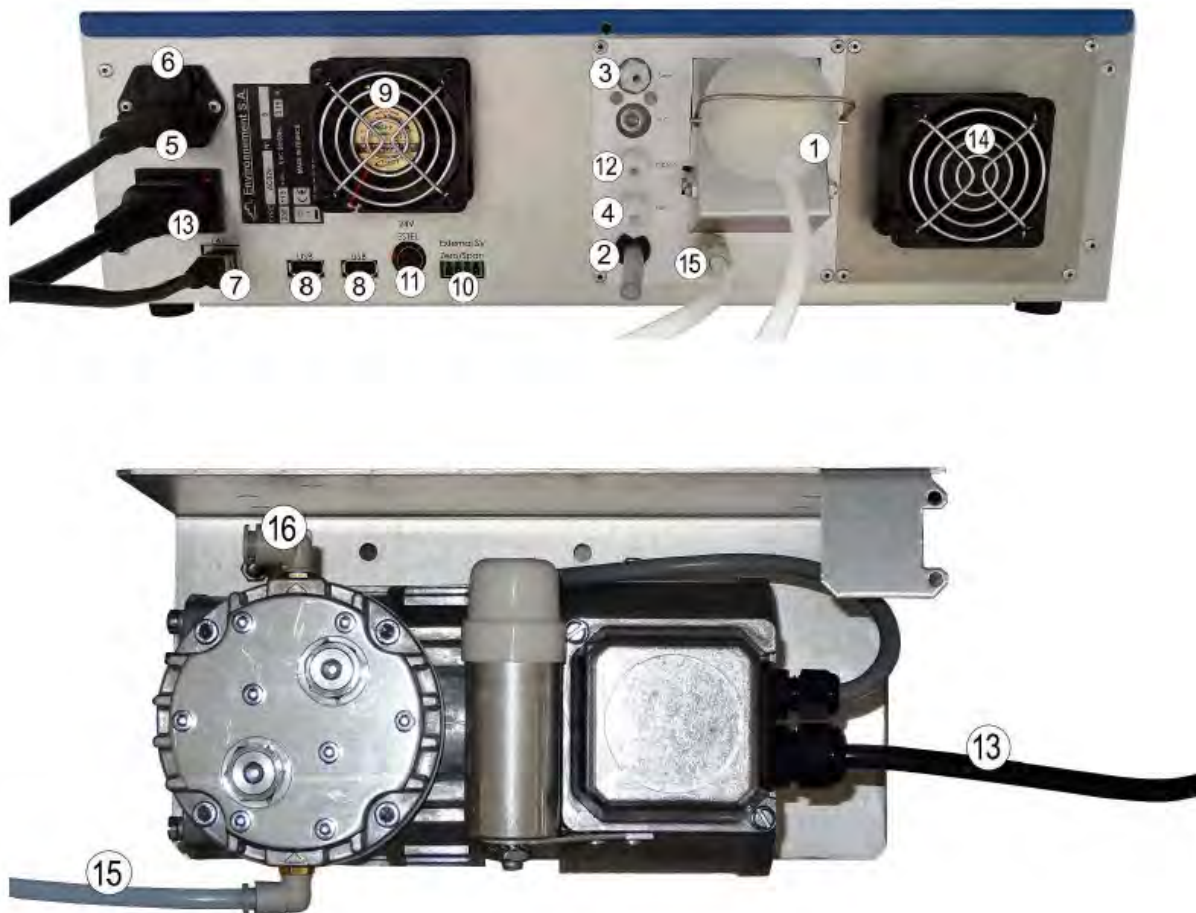
(1) NO-Messung, (2) NO₂-Messung, (3) Standzeit des Nullgasfilters, (4) Probendruck, (5) Temperatur des NO_x-Konverterofens, (6) Standzeit des NO_x-Konverterofens, (7) Temperatur der Reaktionskammer, (8) Druck in der Reaktionskammer, (9) Hochspannung des Photomultipliers, (10) Temperatur des Photomultipliers, (11) Stromstärke des Ozonisators, (12) Standzeit des Ozonisators, (13) Standzeit des Ozonscrubbers, (14) Innentemperatur des Analysators, (15) Signal des Photomultipliers für den NO Zyklus, (16) Signal des Photomultipliers für den NO_x-Zyklus, (17) Signal des Photomultipliers für den Nullreferenzzyklus (Dunkelsignal).

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 NO_x Analysators AC 32e erfolgt über dieses Touch-Screen-Display. Die Version AC 32e* ist (bis auf die Vorderseite) identisch mit der Geräteversion AC 32e, besitzt aber kein eigenes Display. Die Bedienung der Geräteversion AC 32e* erfolgt ausschließlich via Ethernet an einem angeschlossenen externen PC.

Die Fluidein- und -ausgänge sowie die elektrischen Anschlüsse befinden sich auf der Rückseite des Analysators.

Das Gerät wird mit einer externen Vakuumpumpe betrieben.



- (1) Probeneingang, (2) Lufteingang für Ozonisator, (3) Prüfgaseingang, (4) optionaler Eingang, (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-Volt-Versorgung der optionalen ESTEL-Karte, (12) Eingang der Permeationsquelle (optional), (13) Versorgung der externen Pumpe, (14) Peltier-Ventilator, (15) Fluidanschluss der externen Pumpe, (16) Luftauslass Pumpe.

Abbildung 4: Rückseite des AC32e / AC32e* sowie externe Pumpe

Am Analysator strömt das Messgas über den EingangsfILTER in die Magnetventileinheit. Hier kann der Eingangsanschluss (Probe, Nullgas, Prüfgas) ausgewählt werden. Der Trockner zwischen dem Staubfilter und der Magnetventileinheit ermöglicht die Beseitigung aller Störungen durch Feuchteinflüsse.

Die Probe wird für den NO-Zyklus direkt, und für den NO_x Zyklus über den NO₂ → NO-Konverterofen in die Reaktionskammer gesaugt.

Der Ozonisator ermöglicht die Generierung des für die Messung erforderlichen Ozons aus der Umgebungsluft. Die angesaugte Luft wird zuerst entstaubt und dann ebenfalls durch einen Trockner geleitet. Am Ausgang des Ozongenerators passiert das produzierte Ozon einen Reiniger, bevor es in die Reaktionskammer im Inneren des Messmoduls gelangt. Die Ozonistorkarte gewährleistet die Stromversorgung des Ozonisators.

Der Trockner liefert außerdem Spülluft für die Umwandlung des Photomultiplierrohrs nach Durchströmen des Spültrocknerfilters.

Der an der externen Pumpe angeschlossene Vakuumverteiler verbindet alle internen Elemente, welche unter Unterdruck zu setzen sind.



- (1) Staubfilter Probeneingang, (2) optionaler Trockner, (3) Magnetventilblock Eingang, (4) Magnetventilblock NOx, (5) Nullgasfilter, (6) Drucksensor Probe, (7) Verbindungskarte, (8) Konverterofen, (9) Magnetventil NOx-Zyklus, (10) Drucksensor Reaktionskammer, (11) Konvertergehäuse, (12) 24-V-Versorgung, (13) Eingangsluftfilter Ozonisator, (14) Trockner Ozonisator, (15) Ozongenerator, (16) Ozonreiniger, (17) Ozonvernichter, (18) ARM20-Karte, (19) Messmodul, (20) Spültrocknerfilter, (21) Messkarte, (22) Steuerungskarte, (23) Versorgungskarte, (24) Peltier-Ventilator, (25) Kühlventilator, (26) Vakuumverteiler, (27) Gehäuse der Verstärkerkarte, (28) Peltier-Karte, (29) Ozonisatorkarte, (30) Pumpenrelaiskarte.

Abbildung 5: Innenansicht des AC32e / AC32e*

Im Inneren des Analysators befinden sich die folgenden Hauptbaugruppen:

Einheit NO_x-Konverter – Ozonvernichter – Ozonreiniger

Der NO_x-Konverter besteht aus einer geschweißten Einheit mit den Molybdän-Gittern. Die Einheit wird von einem Heizungsband mit einer PT100-Sonde auf 340 °C gehalten und mit Glaswolle wärmegeädämmt. Die Temperaturregelung wird von einer Steuerungskarte kontrolliert.

Der Ozonvernichter besteht aus einer demontierbaren Patrone, die einen Katalysator auf Basis von Kupferoxid und Manganoxid enthält. Die Patrone wird durch die Nähe zum NO_x-Konverter auf einer hohen Temperatur gehalten.

Der Ozonreiniger befindet sich zwischen dem Ozongenerator und der Reaktionskammer. Er besteht aus einer demontierbaren Gaspatrone, die eine Reagenz enthält, welche die im Ozon enthaltenen Verunreinigungen zurückhält.

Photomultiplier Modul

Dieses Element besteht aus der Reaktionskammer so wie der PM-Umwandung.

Die Reaktionskammer besteht aus einer goldplattierten Aluminiumeinheit. Hierzu gehören das Probeneingangsmodul (Probeneingang, Probendrucksensor und Durchflussbegrenzer), das Ozoneingangsmodul, Eingangs- und Ausgangsanschlüsse, die Messkammer in der die Reaktion abläuft sowie die Temperaturregelung.

Die PM-Umwandung ist durch eine Glasscheibe an der Reaktionskammer von dieser getrennt. Das Photomultiplierrohr befindet sich in einem wärmeleitendem Rohr, das mit einem roten optischen Filter ausgestattet ist. Das wärmeleitende Rohr wird von einem zweistufigen Peltier-Kühler bei 0 °C gehalten. Der Kühlkörper besteht aus dem Deckel der Umwandung. Die Temperatur wird durch eine PT100 Sonde geregelt.

Die Wärmeisolierung des wärmeleitenden Rohrs erfolgt durch die Vakuumierung der PM-Umwandung, die über ein Ventil am Vakuumverteiler angeschlossen ist. Der Vakuumverteiler wiederum ist mit der externen Vakuumpumpe verbunden. Das Photomultiplierrohr ist an eine Hochspannungsversorgung angeschlossen.

Ozonisatorrockner / Probentrockner

Die für den Ozonisator bestimmte Luft wird vorab mit Hilfe eines Permeationstrockners getrocknet. Der Trockner besteht aus zwei konzentrischen Rohren. Das Innenrohr besteht aus einem speziellen, wasserdurchlässigen Polymer. Durch dieses Rohr wird das zu trocknende Gas geleitet. Der Raum zwischen diesem Innenrohr und dem Außenrohr enthält das Trocknungsgas welches im Gegenstrom zirkuliert. Das Trocknungsgas ist ein abgezwiegtter Teil des getrockneten Gases

Ozonisator

Der Ozonisator besteht aus einer Elektronikarte sowie einem Hochspannungsmodul.

Vakuumpumpe

Bei der Vakuumpumpe handelt es sich um eine externe Pumpe.

Die Tabelle 2 enthält eine Auflistung wichtiger gerätetechnischer Kenndaten des AC 32e.

Tabelle 2: Gerätetechnische Daten AC 32e (Herstellerangaben)

Messbereich:	Maximal 0 – 10 ppm (frei programmierbar)
Einheiten:	ppb oder µg/m ³
Gemessene Verbindungen:	NO, NO ₂ , NO _x
Probenfluss:	ca. 1 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: 50Hz oder 60 Hz
Stromverbrauch:	ca. 160 Watt
Abmessungen (L x B x H) / Gewicht:	606 x 483 x 133 mm / 10 kg

4. Prüfprogramm

4.1 Allgemeines

Die Eignungsprüfung erfolgte an zwei identischen Geräten mit den Seriennummern:

Gerät 1: SN 5

Gerät 2: SN 6

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.

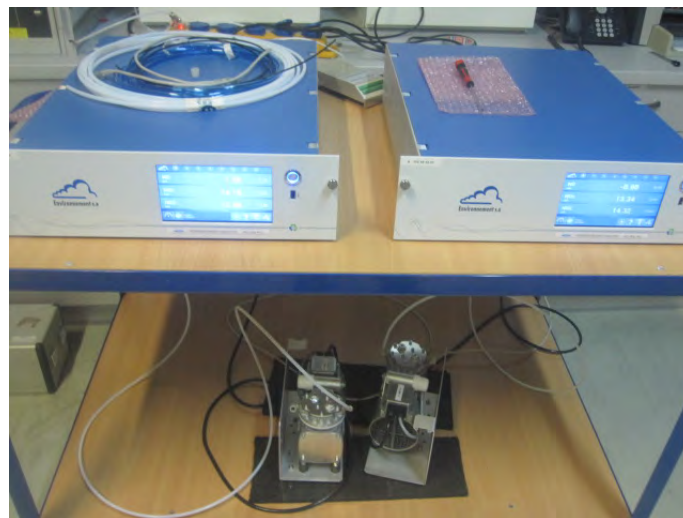


Abbildung 6: AC 32e Testgeräte



Abbildung 7: AC 32e Testgeräte

4.2 Laborprüfung

Die Laborprüfung wurde mit zwei identischen Geräten des Typs AC 32e mit den Seriennummern SN: 5 und SN: 6 durchgeführt. Nach den Richtlinien [2, 3] ergab sich folgendes Versuchsprogramm im Labor:

- Beschreibung der Gerätefunktionen
- Allgemeine Anforderungen
- Abweichung der Linearität von der Kalibrierfunktion
- Ermittlung der Einstellzeit
- Kurzzeitdrift
- Wiederholstandardabweichung
- Abhängigkeit vom Probengasdruck
- Anhängigkeit von der Probengastemperatur
- Abhängigkeit von der Temperatur der Umgebungsluft
- Abhängigkeit von der Spannung
- Querempfindlichkeiten
- Mittelungsprüfung
- Differenz Proben- und Kalibriergaseingang
- Konverterwirkungsgrad

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 01.07.2016 bis zum 07.10.2016 durchgeführt. Die eingesetzten Messgeräte waren identisch mit den während des Labortests geprüften Geräten. Die Seriennummern waren wie folgt:

Gerät 1: SN 5

Gerät 2: SN 6

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 eines Probenteilers bzw. einer Massenstromregler-Station verdünnt.)

Nullgas: Synthetische Luft

Prüfgas NO: **2040 ppb in N₂**

Flaschennummer: DI52080

Hersteller / Herstelldatum: Praxair / 14.06.2016

Stabilitätsgarantie / zertifiziert: 24 Monate

Überprüfung des Zertifikates durch: Eigenlabor

Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat: 5 %

Prüfgas NO: **1440 ppb in N₂**

Flaschennummer: 7690795

Hersteller / Herstelldatum: Linde / 23.09.2015

Stabilitätsgarantie / zertifiziert: 12 Monate

Überprüfung des Zertifikates durch: Eigenlabor

Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat: 5 %

Prüfgas NO₂: **52,9 mg/m³ in Luft**

Flaschennummer: 15993

Hersteller / Herstelldatum: Praxair / 25.02.2015

Stabilitätsgarantie / zertifiziert: 24 Monate

Überprüfung des Zertifikates durch: 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 besitzt eine Messwertanzeige.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung besitzt eine Messwertanzeige.

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 Austauschraten 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.

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 AC 32e 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. 40 Minuten ermittelt.

Bei Einschalten aus völlig kaltem Zustand benötigt das Gerät mindestens 120 Minuten, bis sich der Messwert stabilisiert hat. Diese Zeit wird insbesondere benötigt um den internen Konverter auf Betriebstemperatur aufzuheizen.

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. 40 Minuten und die Einlaufzeit je nach notwendiger Stabilisierungszeit 2 – 3 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 Gewichte der Messeinrichtung stimmen mit den Angaben aus dem Bedienungshandbuch überein.

Der Energiebedarf der Messeinrichtung wird vom Hersteller mit maximal 250 VA angegeben. Dieser Verbrauch wurde nur nach Einschalten in völlig erkaltetem Zustand erreicht. In einem 24-stündigen Test wurde der Durchschnittsenergiebedarf der Messeinrichtung ermittelt. Dabei wurde zu keinem Zeitpunkt der angegebene Wert von 160 VA 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 geprüften Messgeräte entsprechen dem zugehörigen, mitgelieferten Handbuch.

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 14211 enthalten folgende Mindestanforderungen für die Zertifizierungsbereiche von kontinuierlichen Immissionsmessgeräten für Stickstoffdioxid:

Tabelle 3: Zertifizierungsbereiche VDI 4202-1 und DIN EN 14211

Messkomponente	Untere Grenze ZB	Obere Grenze ZB	Grenzwert	Beurteilungszeitraum
	in µg/m ³	in µg/m ³	in µg/m ³	
Stickstoffdioxid	0	500	200	1 h
Stickstoffmonoxid	0	1200	631,3 ^{*)}	1 h

*) Für NO ist kein Grenzwert definiert, gemäß DIN EN 14211 ist an dieser Stelle ersatzweise mit dem Wert 500 ± 50 nmol/mol zu arbeiten.

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 Zertifizierungsbereiches ist.

6.4 Auswertung

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

Möglicher Messbereich:	10 ppm
Obere Grenze des Zertifizierungsbereichs für NO:	1200 µg/m ³ (962 ppb oder nmol/mol)
Obere Grenze des Zertifizierungsbereichs für NO ₂ :	500 µg/m ³ (261 ppb oder nmol/mol)

6.5 Bewertung

Es ist standardmäßig ein Messbereich von 0 – 500 µg/m³ für NO₂ und 1200 µg/m³ für NO 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 Kalibrier gas 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 Spannungsabfall aktiviert war. Die Aufwärmphase wird durch verschiedene Alarmsignale angezeigt.

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.

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 die 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.

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 01.07.2016 bis zum 07.10.2016 durchgeführt. Die Messeinrichtungen wurden damit im Feldtest über einen Zeitraum von insgesamt 99 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	Gerät 2
Einsatzzeit	h	2356	2356
Ausfallzeit	h	0	0
Wartungszeit	h	8	8
Tatsächliche Betriebszeit	h	2348	2348
Tatsächliche Betriebszeit inklusive Wartungszeit	h	2356	2356
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

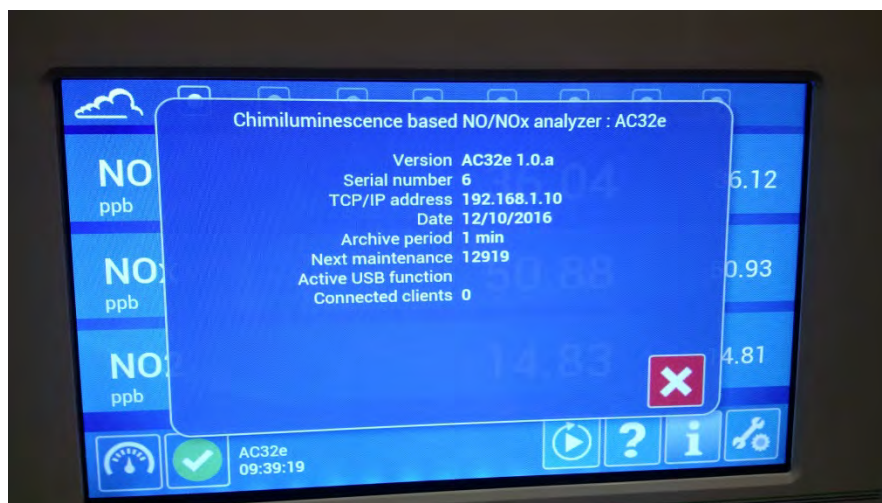


Abbildung 8: Anzeige der Softwareversion (hier 1.0.a) im Bedienmenü

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 14211 (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 der Mindestanforderungen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) sowie auf Basis der DIN EN 14211 (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 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 14211 (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 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 14211 (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 14211 (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_t bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.

Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes darf 8 (nmol/mol)/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 14211 (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 3 (nmol/mol)/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 14211 (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_t bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur darf 3 (nmol/mol)/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 14211 (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 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 14211 (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 NO = 631,3 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 14211 (2012). Daher wird hier auf das Kapitel

6.4 Auswertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.11 Störkomponenten verwiesen.

6.5 Bewertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.11 Störkomponenten.
indestanforderung 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 14211 (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 14211 (2012). Daher wird hier auf das Kapitel 7.1

8.5.5 Vergleichstandardabweichung für NO₂ unter Feldbedingungen verwiesen.

6.4 Auswertung

Siehe Kapitel 7.1 8.5.5 Vergleichstandardabweichung für NO₂ unter Feldbedingungen.

6.5 Bewertung

Siehe Kapitel 7.1 8.5.5 Vergleichstandardabweichung für NO₂ 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 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 14211 (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 betragen.

Die Kurzzeitdrift beim Spanwert darf maximal 6 nmol/mol 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 14211 (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 14211 (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_t bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.

Die Differenz zwischen Probegas 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 14211 (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 Durchführung und Auswertung zur Ermittlung de des Konverterwirkungsgrades ist identisch mit dem Prüfpunkt zur Ermittlung des Konverterwirkungsgrades nach DIN EN 14211 (2012). Daher wird hier auf das Kapitel 7.1 8.4.14 Konverterwirkungsgrad verwiesen.

6.4 Auswertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.14 Konverterwirkungsgrad.

6.5 Bewertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.14 Konverterwirkungsgrad.
Mindestanforderung erfüllt? ja

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

In der Revision der Richtlinie DIN EN 14211 wurde der Prüfpunkt „Anstieg der NO₂-Konzentration durch die Verweilzeit im Messgerät“. (Revision 2005) ersetzt durch den neuen Prüfpunkt „Verweilzeit im Messgerät“ (Version 2012). Daher wird hier auf das Kapitel

7.1 8.4.15 Verweilzeit im Messgerät verwiesen.

6.4 Auswertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.15 Verweilzeit im Messgerät.

6.5 Bewertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.15 Verweilzeit im Messgerät.

Mindestanforderung erfüllt? ja

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 14211(2012) durchgeführt und ist in Kapitel 7.1 8.6 Gesamtmessunsicherheit nach Anhang E der DIN EN 14211 (2012) angegeben.

6.4 Auswertung

Die Unsicherheitsbetrachtung wurde nach DIN EN 14211(2012) durchgeführt und ist in Kapitel 7.1 8.6 Gesamtmessunsicherheit nach Anhang E der DIN EN 14211 (2012) angegeben.

6.5 Bewertung

Die Unsicherheitsbetrachtung wurde nach DIN EN 14211(2012) durchgeführt und ist in Kapitel 7.1 8.6 Gesamtmessunsicherheit nach Anhang E der DIN EN 14211 (2012) angegeben.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

7. Prüfergebnisse nach DIN EN 14211 (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 Bild 13. 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 abgelaufen.

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) werden berechnet.

Die Prüfung ist dann für NO₂ zu wiederholen, und zwar mit Konzentrationen kleiner als 20 % und etwa 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereichs von NO₂ und umgekehrt.

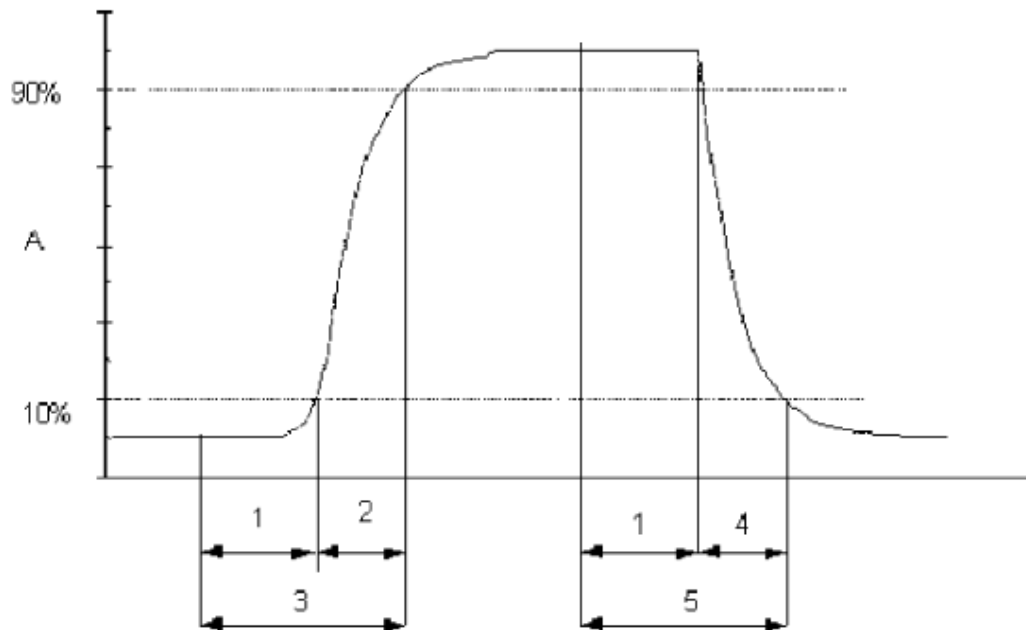
Die Differenz zwischen den Einstellzeiten wird nach folgender Gleichung berechnet:

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

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 14211 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 AC 32e für NO

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Mittelwert Anstieg t_r [s]	≤ 180 s	12,25	✓	13	✓
Mittelwert Abfall t_f [s]	≤ 180 s	12,5	✓	13,5	✓
Differenz t_d [s]	≤ 10 s	-0,25	✓	-0,5	✓

Für Gerät 1 ergibt sich für NO ein mittleres t_r von 12,25 s, ein mittleres t_f von 12,5 s und ein t_d von -0,25 s.

Für Gerät 2 ergibt sich für NO ein mittleres t_r von 13 s, ein mittleres t_f von 13,5 s und ein t_d von -0,5 s.

Tabelle 6: Einstellzeiten der beiden Messeinrichtungen AC 32e für NO₂

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Mittelwert Anstieg t_r [s]	≤ 180 s	14,75	✓	14,5	✓
Mittelwert Abfall t_f [s]	≤ 180 s	14,75	✓	14	✓
Differenz t_d [s]	≤ 10 s	0	✓	0,5	✓

Für Gerät 1 ergibt sich für NO₂ ein mittleres t_r von 14,75 s, ein mittleres t_f von 14,75 s und ein t_d von 0 s.

Für Gerät 2 ergibt sich für NO₂ ein mittleres t_r von 14,5 s, ein mittleres t_f von 14 s und ein t_d von 0,5 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 bei NO 14 s, bei NO₂ 16 s und für Gerät 2 bei NO 15 s und NO₂ 16 s.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 7: Einzelwerte der Einstellzeit für die Komponente NO

80%		Gerät 1					
Messbereich bis	768,00	Anstieg			Abfall		
		0,0 0,00	0,9 691,20	1,0 768,00	1,0 768,00	0,1 76,80	0,0 0,00
1. Durchgang	t = 0	13:40:00	13:40:10	00:00:00	13:43:00	13:43:12	00:00:00
	delta t		00:00:10			00:00:12	
	delta t [s]		10			12	
2. Durchgang	t = 0	13:45:00	13:45:13	00:00:00	13:47:00	13:47:12	00:00:00
	delta t		00:00:13			00:00:12	
	delta t [s]		13			12	
3. Durchgang	t = 0	13:50:00	13:50:14	00:00:00	13:52:00	13:52:13	00:00:00
	delta t		00:00:14			00:00:13	
	delta t [s]		14			13	
4. Durchgang	t = 0	13:55:00	13:55:12	00:00:00	13:57:00	13:57:13	00:00:00
	delta t		00:00:12			00:00:13	
	delta t [s]		12			13	

80%		Gerät 2					
Messbereich bis	768,00	Anstieg			Abfall		
		0,0 0,00	0,9 691,20	1,0 768,00	1,0 768,00	0,1 76,80	0,0 0,00
1. Durchgang	t = 0	13:40:00	13:40:12	00:00:00	13:43:00	13:43:12	00:00:00
	delta t		00:00:12			00:00:12	
	delta t [s]		12			12	
2. Durchgang	t = 0	13:45:00	13:45:14	00:00:00	13:47:00	13:47:13	00:00:00
	delta t		00:00:14			00:00:13	
	delta t [s]		14			13	
3. Durchgang	t = 0	13:50:00	13:50:12	00:00:00	13:52:00	13:52:14	00:00:00
	delta t		00:00:12			00:00:14	
	delta t [s]		12			14	
4. Durchgang	t = 0	13:55:00	13:55:14	00:00:00	13:57:00	13:57:15	00:00:00
	delta t		00:00:14			00:00:15	
	delta t [s]		14			15	

Tabelle 8: Einzelwerte der Einstellzeit für die Komponente NO₂

80%		Gerät 1					
Messbereich bis	209,21	Anstieg			Abfall		
		0,0 0,00	0,9 188,28	1,0 209,21	1,0 209,21	0,1 20,92	0,0 0,00
1. Durchgang	t = 0	14:02:00	14:02:16	00:00:00	14:05:00	14:05:14	00:00:00
	delta t		00:00:16			00:00:14	
	delta t [s]		16			14	
2. Durchgang	t = 0	14:08:00	14:08:14	00:00:00	14:11:00	14:11:14	00:00:00
	delta t		00:00:14			00:00:14	
	delta t [s]		14			14	
3. Durchgang	t = 0	14:15:00	14:15:15	00:00:00	14:19:00	14:19:15	00:00:00
	delta t		00:00:15			00:00:15	
	delta t [s]		15			15	
4. Durchgang	t = 0	14:23:00	14:23:14	00:00:00	14:27:00	14:27:16	00:00:00
	delta t		00:00:14			00:00:16	
	delta t [s]		14			16	

80%		Gerät 2					
Messbereich bis	209,21	Anstieg			Abfall		
		0,0 0,00	0,9 188,28	1,0 209,21	1,0 209,21	0,1 20,92	0,0 0,00
1. Durchgang	t = 0	14:02:00	14:02:13	00:00:00	14:05:00	14:05:13	00:00:00
	delta t		00:00:13			00:00:13	
	delta t [s]		13			13	
2. Durchgang	t = 0	14:08:00	14:08:15	00:00:00	14:11:00	14:11:16	00:00:00
	delta t		00:00:15			00:00:16	
	delta t [s]		15			16	
3. Durchgang	t = 0	14:15:00	14:15:15	00:00:00	14:19:00	14:19:13	00:00:00
	delta t		00:00:15			00:00:13	
	delta t [s]		15			13	
4. Durchgang	t = 0	14:23:00	14:23:15	00:00:00	14:27:00	14:27:14	00:00:00
	delta t		00:00:15			00:00:14	
	delta t [s]		15			14	

7.1 8.4.4 Kurzzeitdrift

Die Kurzzeitdrift bei null darf $\leq 2,0$ nmol/mol/12h betragen.

Die Kurzzeitdrift beim Span-Niveau darf $\leq 6,0$ nmol/mol/12h 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 14211 durchgeführt. Die Prüfung muss nach Vorschrift mit der Komponente NO durchgeführt werden. Die Prüfung soll dabei gemäß DIN EN 14211 bei einem Konzentrationslevel von 70 % bis 80 % des Zertifizierungsbereiches für NO durchgeführt werden.

7.4 Auswertung

In Tabelle 9 sind die ermittelten Messwerte der Kurzzeitdrift angegeben.

Tabelle 9: Ergebnisse der Kurzzeitdrift

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Mittelwert Nullpunkt Anfangswerte [nmol/mol]	-	0,02		0,10	
Mittelwert Nullpunkt Endwerte (12h) [nmol/mol]	-	0,08		0,14	
Mittelwert Span Anfangswerte [nmol/mol]	-	720,48		719,52	
Mittelwert Span Endwerte (12h) [nmol/mol]	-	720,04		720,64	
12-Stunden-Drift Nullniveau D _{s,z} [nmol/mol]	≤ 2,0	0,06	✓	0,04	✓
12-Stunden-Drift Spanniveau D _{s,s} [nmol/mol]	≤ 6,0	-0,50	✓	1,08	✓

7.5 Bewertung

Es ergibt sich ein Wert für die Kurzzeitdrift am Nullpunkt von 0,06 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,04 nmol/mol für Gerät 2.

Es ergibt sich ein Wert für die Kurzzeitdrift am Referenzpunkt von -0,50 nmol/mol für Gerät 1 sowie 1,08 nmol/mol für Gerät 2.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind in Tabelle 10 und Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 10: Anfangswerte der Prüfung zur Kurzzeitdrift

Anfangswerte		
Nullpunkt		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
18:55:00	0,0	0,1
18:56:00	0,0	0,0
18:57:00	0,0	0,1
18:58:00	0,0	0,1
18:59:00	0,0	0,1
19:00:00	0,0	0,1
19:01:00	0,0	0,1
19:02:00	0,0	0,1
19:03:00	0,0	0,1
19:04:00	0,0	0,1
19:05:00	0,0	0,1
19:06:00	0,0	0,1
19:07:00	0,0	0,1
19:08:00	0,0	0,1
19:09:00	0,0	0,1
19:10:00	0,0	0,1
19:11:00	0,0	0,1
19:12:00	0,0	0,1
19:13:00	0,0	0,1
19:14:00	0,0	0,1
Mittelwert	0,0	0,1

Anfangswerte		
Span-Konzentration		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
19:20:00	720,5	719,5
19:21:00	720,4	719,5
19:22:00	720,5	719,5
19:23:00	720,5	719,5
19:24:00	720,4	719,4
19:25:00	720,6	719,4
19:26:00	720,4	719,4
19:27:00	720,5	719,5
19:28:00	720,5	719,4
19:29:00	720,3	719,5
19:30:00	720,3	719,4
19:31:00	720,3	719,6
19:32:00	720,3	719,6
19:33:00	720,4	719,6
19:34:00	720,6	719,6
19:35:00	720,6	719,6
19:36:00	720,,6	719,5
19:37:00	720,6	719,5
19:38:00	720,7	719,5
19:39:00	720,7	719,8
Mittelwert	720,5	719,5

Tabelle 11: Endwerte der Prüfung zur Kurzzeitdrift

Nach 12h		
Nullpunkt		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
06:55:00	0,1	0,1
06:56:00	0,1	0,1
06:57:00	0,1	0,1
06:58:00	0,1	0,1
06:59:00	0,1	0,1
07:00:00	0,1	0,1
07:01:00	0,1	0,2
07:02:00	0,1	0,1
07:03:00	0,1	0,1
07:04:00	0,0	0,1
07:05:00	0,1	0,2
07:06:00	0,1	0,1
07:07:00	0,1	0,1
07:08:00	0,1	0,1
07:09:00	0,1	0,1
07:10:00	0,1	0,2
07:11:00	0,1	0,2
07:12:00	0,1	0,2
07:13:00	0,1	0,1
07:14:00	0,1	0,1
Mittelwert	0,1	0,1

Nach 12h		
Span-Konzentration		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
07:20:00	720,1	720,8
07:21:00	720,4	720,8
07:22:00	720,3	720,5
07:23:00	720,1	720,5
07:24:00	720,0	720,4
07:25:00	720,0	720,5
07:26:00	720,0	720,6
07:27:00	720,1	720,6
07:28:00	720,1	720,6
07:29:00	719,9	720,8
07:30:00	719,8	720,8
07:31:00	719,8	720,8
07:32:00	719,8	720,8
07:33:00	719,8	720,6
07:34:00	720,0	720,6
07:35:00	720,0	720,6
07:36:00	720,0	720,5
07:37:00	720,0	720,6
07:38:00	720,3	720,7
07:39:00	720,3	720,7
Mittelwert	720,0	720,6



7.1 8.4.5 Wiederholstandardabweichung

Die Wiederholstandardabweichung muss sowohl das Leistungskriterium bei null $\leq 1,0$ nmol/mol als auch bei der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt ≤ 3 nmol/mol erfüllen.

7.2 Prüfvorschrift

Nach der Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, werden 20 Einzelmessungen bei der Konzentration Null und einer NO-Prüfgaskonzentration (c_t) von (500 ± 50) nmol/mol 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_r 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 NO-Prüfgaskonzentration c_t von (500 ± 50) nmol/mol erfüllen.

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14211 durchgeführt. Die Prüfung muss nach Vorschrift mit der Komponente NO durchgeführt werden. Die Prüfung soll dabei gemäß DIN EN 14211 bei einem Konzentrationslevel von 500 nmol/mol NO durchgeführt werden. Nach VDI 4202 Blatt 1 soll die Prüfung der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt am Grenzwert durchgeführt werden.

7.4 Auswertung

In Tabelle 12 sind die Ergebnisse der Untersuchung zur Wiederholstandardabweichung angegeben.

Tabelle 12: Wiederholstandardabweichung am Null- und Referenzpunkt

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Wiederholstandardabweichung $s_{r,z}$ bei Null [nmol/mol]	≤ 1,0	0,05	✓	0,04	✓
Wiederholstandardabweichung $s_{r,ct}$ bei c_t [nmol/mol]	≤ 3,0	0,94	✓	0,91	✓
Nachweisgrenze [nmol/mol]		0,17		0,12	

7.5 Bewertung

Es ergibt sich ein Wert für die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt von 0,05 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,04 nmol/mol für Gerät 2. Für die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt ergibt sich ein Wert von 0,94 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,91 nmol/mol für Gerät 2.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 13 sind die Ergebnisse der Einzelmessungen angegeben.

Tabelle 13: Einzelergebnisse der Untersuchung zur Wiederholstandardabweichung

Null Konzentration			C _t -Konzentration		
	Gerät 1	Gerät 2		Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]	Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
12:05:00	1,8	1,1	13:16:00	508,1	505,7
12:06:00	1,8	1,1	13:17:00	508,1	505,7
12:07:00	1,8	1,1	13:18:00	508,1	505,7
12:08:00	1,8	1,2	13:19:00	508,7	505,7
12:09:00	1,8	1,2	13:20:00	508,1	505,7
12:10:00	1,8	1,2	13:21:00	508,7	506,3
12:11:00	1,8	1,2	13:22:00	508,7	506,3
12:12:00	1,8	1,2	13:23:00	508,7	506,3
12:13:00	1,8	1,2	13:24:00	508,7	506,9
12:14:00	1,8	1,2	13:25:00	508,7	506,9
12:15:00	1,8	1,2	13:26:00	509,3	506,9
12:16:00	1,8	1,2	13:27:00	509,9	506,9
12:17:00	1,7	1,2	13:28:00	509,9	506,9
12:18:00	1,7	1,2	13:29:00	509,9	506,9
12:19:00	1,7	1,2	13:30:00	509,9	507,5
12:20:00	1,7	1,2	13:31:00	510,5	508,1
12:21:00	1,7	1,2	13:32:00	510,5	508,1
12:22:00	1,7	1,2	13:33:00	510,5	508,1
12:23:00	1,7	1,2	13:34:00	510,5	508,1
12:24:00	1,7	1,2	13:35:00	510,5	508,1
Mittelwert	1,8	1,2	Mittelwert	509,3	506,8

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 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 unabhängige Messungen 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 14211 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 $Y_i = A + B * X_i$

$$A = a - B * X_z$$

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:

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

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 14211 durchgeführt.

7.4 Auswertung

Es ergeben sich folgende lineare Regressionen:

In Abbildung 10 und Abbildung 11 sind die Ergebnisse der Gruppenmittelwertuntersuchungen zusammenfassend für NO graphisch dargestellt.

Tabelle 14: Abweichungen der Analysenfunktion, AC 32e für NO

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Größte relative Abweichung r_{\max} [%]	$\leq 4,0$	0,79	✓	1,00	✓
Abweichung bei Null r_z [nmol/mol]	$\leq 5,0$	1,67	✓	1,38	✓

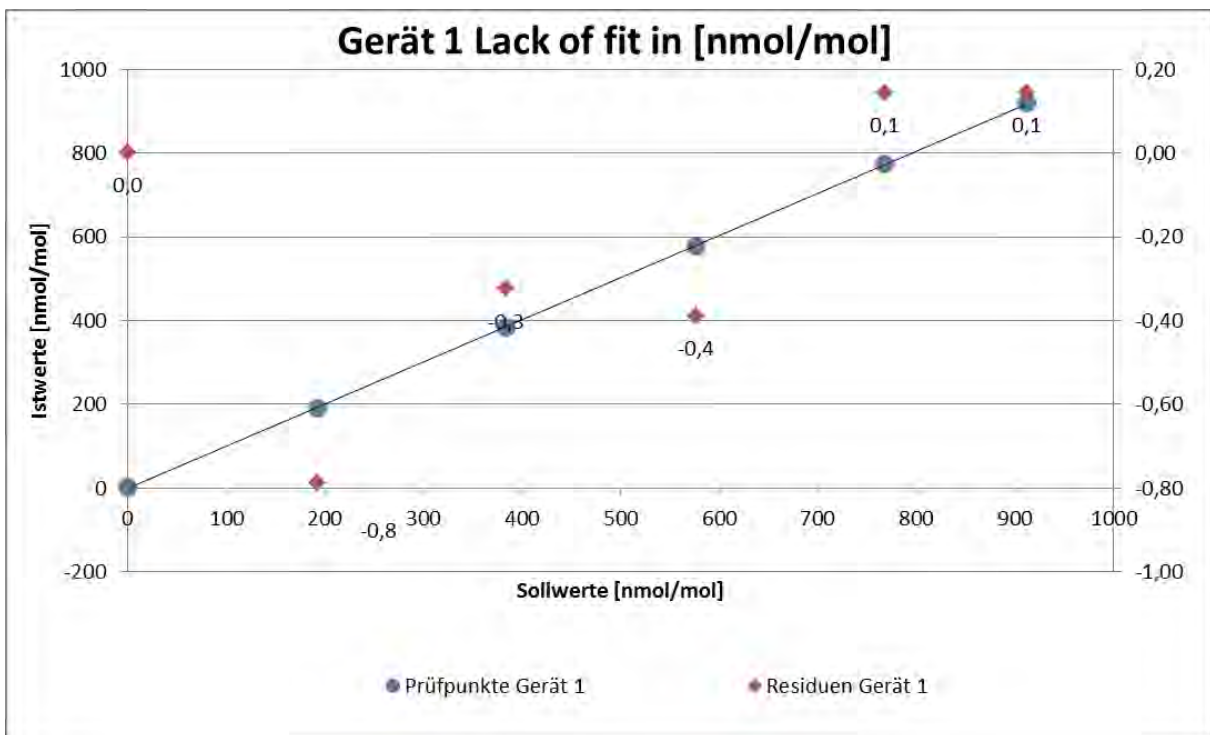


Abbildung 10: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 1, Komponente NO

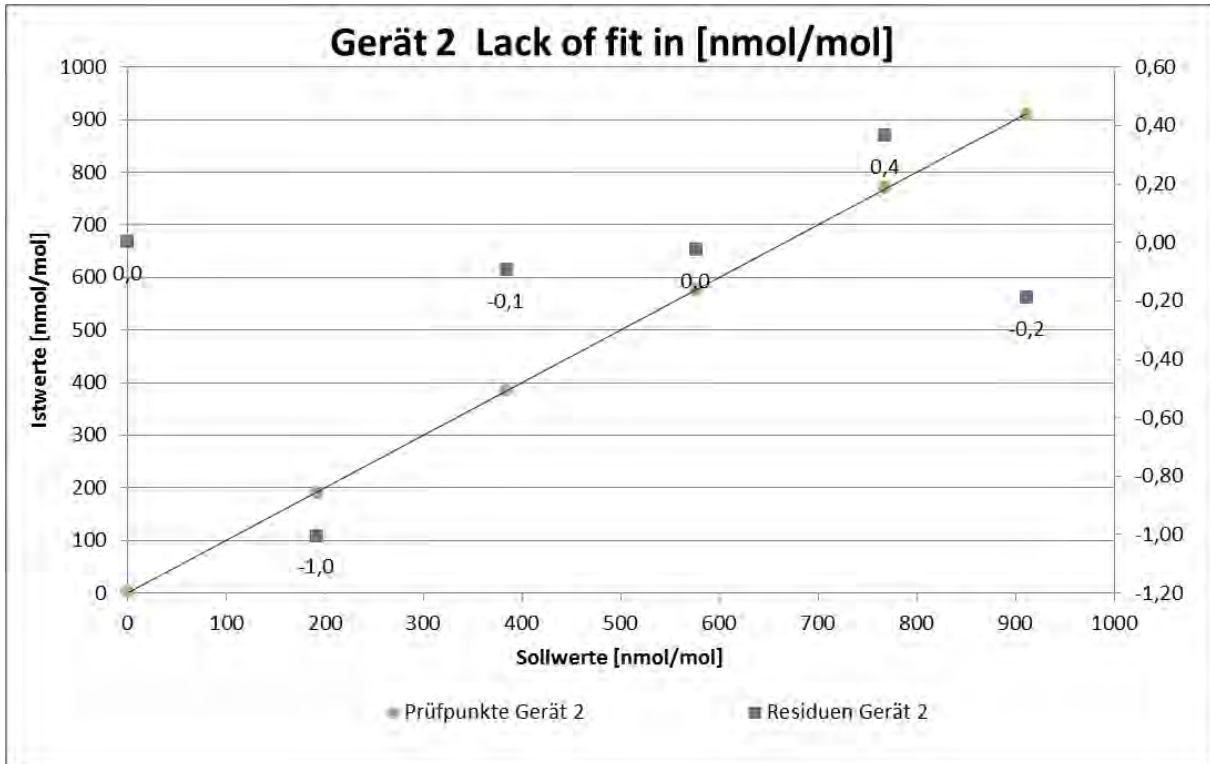


Abbildung 11: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 2, Komponente NO

7.5 Bewertung

Für Gerät 1 ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von 1,67 nmol/mol am Nullpunkt und maximal 0,79 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null. Für Gerät 2 ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von 1,38 nmol/mol am Nullpunkt und maximal 1,00 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null.

Die Abweichungen von der idealen Regressionsgeraden überschreiten nicht die in der DIN EN 14211 geforderten Grenzwerte.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind in Tabelle 15 zu finden.

Tabelle 15: 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
14:01:00	80	774,10	768,00	770,70	768,00
14:02:00	80	774,10	768,00	770,30	768,00
14:03:00	80	773,90	768,00	770,50	768,00
14:04:00	80	774,00	768,00	770,50	768,00
14:05:00	80	774,00	768,00	770,40	768,00
Mittelwert		774,02		770,48	
r _{c,rel}		0,14		0,36	
14:09:00	40	384,80	384,00	383,40	384,00
14:10:00	40	384,80	384,00	383,50	384,00
14:11:00	40	384,80	384,00	383,50	384,00
14:12:00	40	384,70	384,00	383,40	384,00
14:13:00	40	384,70	384,00	383,70	384,00
Mittelwert		384,76		383,50	
r _{c,rel}		-0,32		-0,09	
14:17:00	0	1,76	0,00	1,43	0,00
14:18:00	0	1,69	0,00	1,36	0,00
14:19:00	0	1,64	0,00	1,37	0,00
14:20:00	0	1,62	0,00	1,39	0,00
14:21:00	0	1,62	0,00	1,34	0,00
Mittelwert		1,67		1,38	
r _z		1,67		1,38	
14:25:00	60	577,10	576,00	575,70	576,00
14:26:00	60	577,20	576,00	575,90	576,00
14:27:00	60	577,30	576,00	575,70	576,00
14:28:00	60	577,20	576,00	575,40	576,00
14:29:00	60	577,30	576,00	575,40	576,00
Mittelwert		577,22		575,62	
r _{c,rel}		-0,39		-0,03	
14:33:00	20	190,90	192,00	189,90	192,00
14:34:00	20	191,00	192,00	190,00	192,00
14:35:00	20	191,00	192,00	190,00	192,00
14:36:00	20	191,20	192,00	190,10	192,00
14:37:00	20	191,10	192,00	190,10	192,00
Mittelwert		191,04		190,02	
r _{c,rel}		-0,79		-1,00	
14:41:00	95	919,20	912,00	909,70	912,00
14:42:00	95	919,20	912,00	909,90	912,00
14:43:00	95	919,40	912,00	909,90	912,00
14:44:00	95	919,40	912,00	910,00	912,00
14:45:00	95	919,40	912,00	910,00	912,00
Mittelwert		919,32		909,90	
r _{c,rel}		0,14		-0,19	

7.1 8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks

Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes muss $\leq 8,0$ nmol/mol/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 beiden Drücken werden berechnet.

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

Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probendruckes ergibt sich wie folgt:

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

Dabei ist:

b_{sp} der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes

C_{P_1} der Mittelwert der Messung beim Probengasdruck P_1

C_{P_2} 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 14211 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.

Unabhängige Messungen 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 16: Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Empfindlichkeitskoeff. Probengasdruck b_{gp} [nmol/mol/kPa]	≤ 8,0	0,74	✓	0,97	✓

7.5 Bewertung

Für Gerät 1 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks von 0,74 nmol/mol/kPa.

Für Gerät 2 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks von 0,97 nmol/mol/kPa.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 17: Einzelwerte der Überprüfung der Empfindlichkeit gegen Änderungen des Probengasdrucks

Uhrzeit	Druck [kPa]	Konzentration	Gerät 1	Gerät 2
			[nmol/mol]	[nmol/mol]
14:45:00	80	720,00	700,70	709,90
14:46:00	80	720,00	701,00	709,80
14:47:00	80	720,00	701,40	709,80
Mittelwert C_{P1}			701,03	709,83
14:55:00	110	720,00	723,30	740,00
14:56:00	110	720,00	723,40	738,70
14:57:00	110	720,00	722,90	738,50
Mittelwert C_{P2}			723,20	739,07

7.1 8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur muss $\leq 3,0$ 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_1
- $C_{GT,2}$ der Mittelwert der Messung bei der Probengastemperatur T_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 14211 durchgeführt.

Zur Prüfung wurde das Prüfgasgemisch durch ein ca. 50 Meter langes Schlauchbündel sowie ein Mischgefäß geführt, welche sich in einer Klimakammer befanden. Die Messgeräte wurden unmittelbar vor der Klimakammer installiert. Das Ende des Schlauchbündels wurde aus der Klimakammer herausgeführt und an die Messsysteme angeschlossen. Die Zuleitung außerhalb der Klimakammer wurde isoliert und unmittelbar vor den Messeinrichtungen wurde die Prüfgastemperatur mittels eines Thermoelementes überwacht. Die Klimakammertemperatur wurde eingeregelt, so dass die Gastemperatur unmittelbar vor den Analysatoren 0 °C bzw. 30 °C betrug.

7.4 Auswertung

Tabelle 18: Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Empfindlichkeitskoeff. Probengastemp. b_{gt} [nmol/mol/K]	$\leq 3,0$	0,19	✓	0,13	✓

7.5 Bewertung

Für Gerät 1 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur von 0,19 nmol/mol/K).

Für Gerät 2 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur von 0,13 nmol/mol/K).

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 19: Einzelwerte der Bestimmung des Einflusses des Probengastemperatur für NO

Uhrzeit	Temp [°C]	Konzentration	Gerät 1	Gerät 2
			[nmol/mol]	[nmol/mol]
09:15:00	0	720,00	718,50	725,60
09:16:00	0	720,00	719,20	725,40
09:17:00	0	720,00	719,40	725,90
Mittelwert $C_{GT,1}$			719,03	725,63
12:30:00	30	720,00	724,50	729,60
12:31:00	30	720,00	724,80	729,40
12:32:00	30	720,00	724,90	729,80
Mittelwert $C_{GT,1}$			724,73	729,60

7.1 8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur muss $\leq 3,0$ 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 Spankonzentration 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 Spanniveau (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 14211 durchgeführt.

7.4 Auswertung

Es ergaben sich folgende Empfindlichkeiten gegenüber der Umgebungstemperatur

Tabelle 20: Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Empf. Koeffizient bei 0 °C für Nullniveau [nmol/mol/K]	≤ 3,0	0,254	✓	0,176	✓
Empf. Koeffizient bei 30 °C für Nullniveau [nmol/mol/K]	≤ 3,0	0,198	✓	0,142	✓
Empf. Koeffizient bei 0 °C für Span-Niveau [nmol/mol/K]	≤ 3,0	0,812	✓	1,667	✓
Empf. Koeffizient bei 30°C für Span-Niveau [nmol/mol/K]	≤ 3,0	0,947	✓	0,408	✓

Wie in Tabelle 20 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 3,0 nmol/mol/K. In der Unsicherheitsberechnung wird für beide Geräte der größte Empfindlichkeitskoeffizient b_{st} gewählt. Dies sind für Gerät 1 = 0,947 nmol/mol/K und für Gerät 2 = 1,667 nmol/mol/K.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind in Tabelle 21 aufgeführt.

Tabelle 21: Einzelwerte zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten

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]	
11.10.2016	06:35:00	20	0,99	1,90	06:43:00	20	720,8	719,5	
11.10.2016	06:37:00	20	0,97	1,38	06:44:00	20	720,8	719,4	
11.10.2016	06:38:00	20	0,96	1,37	06:55:00	20	720,7	719,5	
Mittelwert ($X_{1(TS1)}$)			0,97	1,55				720,8	719,5
11.10.2016	13:35:00	0	5,90	4,27	13:42:00	0	735,5	749,8	
11.10.2016	13:36:00	0	5,90	4,27	13:43:00	0	735,6	749,7	
11.10.2016	13:37:00	0	5,87	4,27	13:44:00	0	735,3	750,1	
Mittelwert (X_{TS1})			5,89	4,27				735,5	749,9
12.10.2016	06:54:00	20	0,64	-0,04	07:02:00	20	717,9	713,6	
12.10.2016	06:55:00	20	0,64	-0,04	07:03:00	20	717,6	713,6	
12.10.2016	06:56:00	20	0,63	-0,04	07:04:00	20	717,6	713,6	
Mittelwert ($X_{2(TS1)} = (X_{1(TS2)})$)			0,64	-0,04				717,7	713,6
12.10.2016	14:22:00	30	-1,47	-1,27	14:30:00	30	709,6	711,1	
12.10.2016	14:23:00	30	-1,42	-1,26	14:31:00	30	709,4	711,0	
12.10.2016	14:24:00	30	-1,42	-1,26	14:32:00	30	709,5	711,5	
Mittelwert (X_{TS2})			-1,44	-1,26				709,5	711,2
13.10.2016	07:05:00	20	0,44	0,35	07:13:00	20	719,9	716,8	
13.10.2016	07:06:00	20	0,45	0,35	07:14:00	20	720,3	716,7	
13.10.2016	07:07:00	20	0,45	0,35	07:15:00	20	720,5	717,4	
Mittelwert ($X_{2(TS2)}$)			0,45	0,35				720,2	717,0

7.1 8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung

Der Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung muss $\leq 0,30$ nmol/mol/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 14211 ergibt sich wie folgt:

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

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 22: Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Empf. Koeff. elekt. Spannung b_v bei 0 Niveau [nmol/mol/V]	$\leq 0,3$	0,00	✓	0,00	✓
Empf. Koeff. elekt. Spannung b_v bei Span [nmol/mol/V]	$\leq 0,3$	0,02	✓	0,03	✓

7.5 Bewertung

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung b_v überschreitet bei keinem Prüfpunkt die Anforderungen der DIN EN 14211 von maximal 0,30 nmol/mol/V. In der Unsicherheitsberechnung wird für beide Geräte der größte b_v gewählt. Dies sind für Gerät 1 0,02 nmol/mol/V und für Gerät 2 0,03 nmol/mol/V.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 23: Einzelwerte der Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung

Uhrzeit	Spannung [V]	Konzentration	Gerät 1	Gerät 2
			[nmol/mol]	[nmol/mol]
09:08:00	198	0	2,4	1,2
09:09:00	198	0	2,4	1,2
09:10:00	198	0	2,4	1,2
Mittelwert C_{V1} bei 0			2,40	1,20
09:15:00	264	0	1,8	1,2
09:16:00	264	0	1,8	1,2
09:17:00	264	0	1,8	1,2
Mittelwert C_{V2} bei 0			1,80	1,20
09:30:00	198	720,00	731,4	726,6
09:31:00	198	720,00	730,8	726,6
09:32:00	198	720,00	729	727,2
Mittelwert C_{V1} bei Span			730,40	726,80
09:37:00	264	720,00	727,2	727,8
09:38:00	264	720,00	727,2	727,2
09:39:00	264	720,00	727,8	726,6
Mittelwert C_{V2} bei Span			727,40	727,20

7.1 8.4.11 Störkomponenten

Störkomponenten bei null und bei der NO-Konzentration c_t (500 ± 50 nmol/mol). Die maximal erlaubten Abweichungen für die Störkomponenten H₂O, CO₂ und NH₃, betragen je $\leq 5,0$ nmol/mol.

7.2 Prüfbedingungen

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 NO-Prüfgaskonzentration (c_t) von (500 ± 50) nmol/mol 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 24 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 24 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:

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

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

Dabei ist:

- $X_{\text{int},z}$ die Einflussgröße der Störkomponente bei Null
- x_z der Mittelwert der Messungen bei Null
- $X_{\text{int},ct}$ die Einflussgröße der Störkomponenten bei der Konzentration c_t
- x_{ct} 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 14211 durchgeführt. Die Geräte wurden bei null und der Konzentration c_t (500 ppb) eingestellt. Anschließend wurde Null- und Prüfgas mit den verschiedenen Störkomponenten aufgegeben. Es wurden die in Tabelle 24 aufgeführten Stoffe in den entsprechenden Konzentrationen geprüft. Wie in der DIN EN 14211 angegeben wurde bei der Prüfung der Störkomponente NH₃ anstelle der NO-Konzentration die gemessenen NO_x-Konzentration abgelesen.

Tabelle 24: Störkomponenten nach DIN EN 14211

Störkomponente	Wert
H ₂ O	19 mmol/mol
CO ₂	500 µmol/mol
NH ₃	200 nmol/mol

7.4 Auswertung

In der folgenden Übersicht sind die Einflussgrößen der verschiedenen Störkomponenten aufgelistet.

Tabelle 25: Einfluss der geprüften Störkomponenten ($c_t = 500 \pm 50$ nmol/mol) der beiden Messeinrichtungen AC 32e für NO

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Einflussgröße Störkomponente H ₂ O bei Null [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	-0,22	✓	0,04	✓
Einflussgröße Störkomponente H ₂ O bei c_t [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	3,87	✓	2,60	✓
Einflussgröße Störkomponente CO ₂ bei Null [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	0,29	✓	0,18	✓
Einflussgröße Störkomponente CO ₂ bei c_t [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	-0,47	✓	0,03	✓
Einflussgröße Störkomponente NH ₃ bei Null [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	0,12	✓	0,29	✓
Einflussgröße Störkomponente NH ₃ bei c_t [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	2,07	✓	2,57	✓

7.5 Bewertung

Es ergibt sich für NO ein Wert für die Querempfindlichkeit am Nullpunkt von -0,22 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,04 nmol/mol für Gerät 2 bei H₂O, 0,29 nmol/mol für Gerät 1 und 0,18 nmol/mol für Gerät 2 bei CO₂ sowie 0,12 nmol/mol für Gerät 1 und 0,29 nmol/mol für Gerät 2 bei NH₃.

Für die Querempfindlichkeit am Grenzwert c_t ergibt sich für NO ein Wert von 3,87 nmol/mol für Gerät 1 sowie 2,60 nmol/mol für Gerät 2 bei H₂O, -0,47 nmol/mol für Gerät 1 und 0,03 nmol/mol für Gerät 2 bei CO₂ sowie 2,07 nmol/mol für Gerät 1 und 2,57 nmol/mol bei NH₃.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 26 sind die Einzelwerte der Untersuchung angegeben.

Tabelle 26: Einzelwerte der Untersuchung gegenüber Störkomponenten für NO

	ohne Störkomponente			mit Störkomponente		
	Uhrzeit	Gerät 1	Gerät 2	Uhrzeit	Gerät 1	Gerät 2
Nullgas + H ₂ O (19 mmol/mol)	12:34:00	0,71	0,58	12:44:00	0,47	0,58
	12:35:00	0,61	0,58	12:45:00	0,41	0,63
	12:36:00	0,61	0,57	12:46:00	0,39	0,65
	Mittelwert x_z	0,64	0,58	Mittelwert x_z	0,42	0,62
Prüfgas c _t + H ₂ O (19 mmol/mol)	12:54:00	506,20	505,70	13:04:00	510,30	508,20
	12:55:00	506,50	505,70	13:05:00	510,20	508,40
	12:56:00	506,60	505,80	13:06:00	510,40	508,40
	Mittelwert x_{ct}	506,43	505,73	Mittelwert x_{ct}	510,30	508,33
Nullgas + CO ₂ (500 µmol/mol)	10:40:00	0,17	0,44	10:50:00	0,46	0,60
	10:41:00	0,16	0,41	10:51:00	0,45	0,57
	10:42:00	0,14	0,35	10:52:00	0,43	0,56
	Mittelwert x_z	0,16	0,40	Mittelwert x_z	0,45	0,58
Prüfgas c _t + CO ₂ (500 µmol/mol)	11:00:00	506,00	506,10	11:10:00	505,60	506,00
	11:01:00	506,10	505,90	11:11:00	505,60	506,00
	11:02:00	506,10	505,90	11:12:00	505,60	506,00
	Mittelwert x_{ct}	506,07	505,97	Mittelwert x_{ct}	505,60	506,00
* Nullgas + NH ₃ (200 nmol/mol)	09:58:00	0,14	0,16	10:08:00	0,22	0,37
	09:59:00	0,11	0,06	10:09:00	0,23	0,40
	10:00:00	0,10	0,08	10:10:00	0,26	0,41
	Mittelwert x_z	0,12	0,10	Mittelwert x_z	0,24	0,39
* Prüfgas c _t + NH ₃ (200 nmol/mol)	10:18:00	505,60	504,40	10:28:00	507,60	507,00
	10:19:00	505,60	504,60	10:29:00	507,70	507,10
	10:20:00	505,60	504,70	10:30:00	507,70	507,30
	Mittelwert x_{ct}	507,67	504,57	Mittelwert x_{ct}	507,67	507,13

 *Laut DIN EN 14211 Ablesung bei Störkomponente NH₃ als NO_x- Wert

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 NO₂ Konzentration c_{t,NO_2} von etwa dem Doppelten des 1-Stunden-Grenzwertes
- eine sprunghafte Änderung der NO-Konzentration zwischen Null und 600 nmol/mol (Konzentration $c_{t,NO}$).

Die Zeitspanne (t_c) der konstanten NO-Konzentrationen muss mindestens gleich der zum Erzielen von vier unabhängigen Anzeigewerten. Notwendigen Zeitspanne sein (entsprechend mindestens 16 Einstellzeiten). Die Zeitspanne (t_v) der geänderten NO -Konzentration muss mindestens gleich der zum Erzielen von vier unabhängigen Anzeigewerten erforderlichen Zeitspanne (t_{NO}) für die NO-Konzentration 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_{NO} - und t_{zero} -Paare (mindestens drei Paare)

Der Wechsel von t_{NO} 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 (X_{av}) ist:

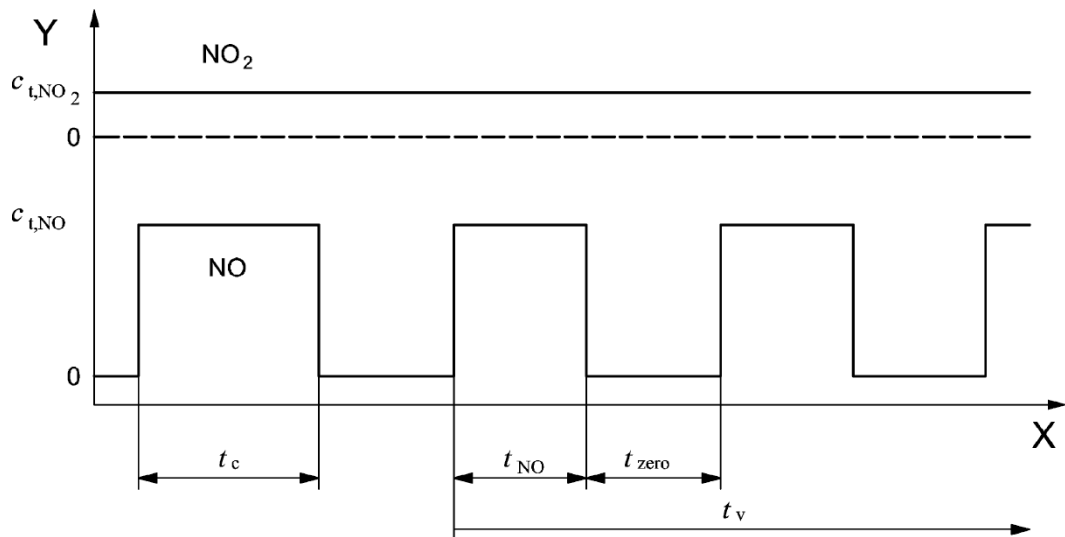
$$E_{av} = \frac{C_{const}^{av} - 2C_{var}^{av}}{C_{const}^{av}} * 100$$

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 ($t_{NO} = t_{zero} = 45$ s.)

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Mittelungsprüfung wurde nach den Vorgaben der DIN EN 14211 durchgeführt. Es wurde eine sprunghafte Änderung der NO-Konzentration zwischen Null und 600 nmol/mol als auch gleichzeitig eine konstante NO₂ Konzentration c_{t,NO_2} von etwa dem Doppelten des 1-Stunden-Grenzwertes mittels einer Massflowcontrollerstation aufgegeben. 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 für die beiden Messeinrichtungen AC 32e ermittelt:

	Anforderung	Gerät 1	Gerät 2
Mittelungseinfluss E_{av} [%]	≤ 7%	-2,33 ✓	3,93 ✓

Daraus ergeben sich folgende Mittelungseinflüsse:

Gerät 1: -2,33 %

Gerät 2: 3,93 %

7.5 Bewertung

Das Leistungskriterium der DIN EN 14211 wird in vollem Umfang eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 27 sind die Einzelergebnisse der Untersuchung zum Mittelungseinfluss angegeben.

Tabelle 27: Einzelwerte der Untersuchung zum Mittelungseinfluss

		Gerät 1	Gerät 2
		[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert Konstanter Wert $C_{av,c}$	Uhrzeit		
	08:00:00	602,9	598,9
	bis		
08:00:00			
Mittelwert Variabler Wert $C_{av,v}$	Uhrzeit		
	08:00:00	309,4	285,8
	bis		
08:00:00			

		Gerät 1	Gerät 2
		[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert Konstanter Wert $C_{av,c}$	Uhrzeit		
	09:15:00	599,1	601,0
	bis		
09:35:00			
Mittelwert Variabler Wert $C_{av,v}$	Uhrzeit		
	09:35:00	303,3	286,8
	bis		
09:55:00			

		Gerät 1	Gerät 2
		[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert Konstanter Wert $C_{av,c}$	Uhrzeit		
	09:55:00	600,9	603,2
	bis		
10:15:00			
Mittelwert Variabler Wert $C_{av,v}$	Uhrzeit		
	10:15:00	309,8	293,5
	bis		
10:35:00			

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 14211 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 für die beiden Messeinrichtungen AC 32e ermittelt:

	Anforderung	Gerät 1	Gerät 2
Differenz Proben-/Kalibriereingang Δx_{cs} [%]	$\leq 1\%$	0,24 ✓	-0,28 ✓

Gerät 1: 0,24 %

Gerät 2: -0,28 %

7.5 Bewertung

Das Leistungskriterium der DIN EN 14211 wird in vollem Umfang eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind Tabelle 28 zu entnehmen.

Tabelle 28: Einzelwerte der Prüfung der Differenz zwischen Proben und Kalibriergaseingang

		Gerät 1	Gerät 2
	Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
Probeneingang	13:15:00	720,3	717,9
	13:16:00	720,2	717,8
	13:17:00	720,0	717,9
Kalibriereingang	13:25:00	718,9	719,5
	13:26:00	718,3	719,9
	13:27:00	718,2	720,3

7.1 8.4.14 Konverterwirkungsgrad

Der Konverterwirkungsgrad muss mindestens ≥ 98 % betragen.

7.2 Prüfvorschriften

Der Konverterwirkungsgrad wird über Messungen mit bekannten NO₂ Konzentrationen bestimmt. Dies kann durch Gasphasentitration von NO zu NO₂ mit Ozon erfolgen.

Die Prüfung ist bei zwei Konzentrationsniveaus durchzuführen: bei 50 % und bei 95 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches von NO₂.

Das NO_x Messgerät ist über den NO- und NO_x Kanal mit einer NO-Konzentration von etwa 70 % bis 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches von NO zu kalibrieren. Beide Kanäle müssen so eingestellt werden, dass sie den gleichen Wert anzeigen. Die Werte sind zu registrieren.

Eine bekannte NO-Konzentration von etwa 50 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches von NO wird auf das Messgerät aufgegeben, bis das Ausgabesignal stabil ist. Diese stabile Zeitspanne muss mindestens vier Einstellzeiten betragen. Vier Einzelmessungen werden am NO- und NO_x Kanal durchgeführt. NO wird dann zur Erzeugung einer NO₂ Konzentration mit O₃ umgesetzt. Dieses Gemisch mit einer konstanten NO_x Konzentration wird auf das Messgerät aufgegeben, bis das Ausgabesignal stabil ist. Diese stabile Zeitspanne muss mindestens vier Einstellzeiten des Messgerätes betragen, die NO Konzentration nach der Gasphasentitration muss zwischen 10 % und 20 % der ursprünglichen NO Konzentration betragen. Anschließend werden vier Einzelmessungen am NO und NO_x Kanal durchgeführt. Die O₃ Versorgung wird dann abgeschaltet und nur NO auf das Messgerät aufgegeben, bis das Ausgabesignal stabil ist. Diese stabile Zeitspanne muss mindestens vier Einstellzeiten des Messgerätes betragen. Dann wird der Mittelwert der vier Einzelmessungen am NO und NO_x-Kanal geprüft.

Der Konverterwirkungsgrad ist:

$$E_{conv} = \left(1 - \frac{(NO_x)_i - (NO_x)_f}{(NO)_i - (NO)_f} \right) \times 100\%$$

Dabei ist:

E_{conv} der Konverterwirkungsgrad in %

$(NO_x)_i$ der Mittelwert der vier Einzelmessungen am NO_x-Kanal bei der anfänglichen NO_x-Konzentration

$(NO_x)_f$ der Mittelwert der vier Einzelmessungen am NO_x Kanal bei der sich einstellenden NO_x-Konzentration nach Zugabe von O₃

$(NO)_i$ der Mittelwert der vier Einzelmessungen am NO-Kanal bei der anfänglichen NO-Konzentration

$(NO)_f$ Der Mittelwert der vier Einzelmessungen am NO-Kanal bei der sich einstellenden NO-Konzentration nach Zugabe von O₃

Der niedrigere der beiden Werte für den Konverterwirkungsgrad ist anzugeben.

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde nach den Vorgaben der DIN EN 14211 durchgeführt. Bei der Prüfgasaufgabe wurden mittels der Gasphasentitration zwei NO₂ Konzentrationen im Bereich von 50 % und 95 % des Zertifizierungsbereichs von NO₂ eingestellt.

7.4 Auswertung

Bei der Prüfung wurden folgende Konverterwirkungsgrade für die beiden Messeinrichtungen AC 32e ermittelt. Es wurde jeweils der niedrigste Wert beider NO₂ Konzentrationsstufen angegeben:

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Konverterwirkungsgrad E _c [%]	≥ 98%	99,4	✓	99,2	✓

7.5 Bewertung

Das Leistungskriterium der DIN EN 14211 wird in vollem Umfang eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind Tabelle 29 zu entnehmen.

Tabelle 29: Einzelwerte der Überprüfung des Konverterwirkungsgrades

	Uhrzeit	O ₃ [nmol/mol]	NO ₂ [nmol/mol]	Gerät 1		Gerät 2	
				NO [nmol/mol]	NO _x [nmol/mol]	NO [nmol/mol]	NO _x [nmol/mol]
	13:15:00			s t a r t			
O ₃ =0, NO=50%	13:27:00	0,0	0,0	482,3	483,6	484,8	485,1
	13:31:00	0,0	0,0	482,3	483,2	484,7	485,2
	13:35:00	0,0	0,0	482,5	483,2	484,7	485,1
	13:51:00	0,0	0,0	482,5	483,4	484,6	485,1
Mittelwert		0,0	0,0	482,4	483,4	484,7	485,1
NO ₂ = 50% 130,75	14:07:00	140,0	136,8	351,2	482,9	350,0	484,3
	14:11:00	140,0	136,8	351,6	483,0	350,0	484,5
	14:15:00	140,0	136,8	351,6	483,0	350,0	484,5
	14:31:00	140,0	136,8	351,5	483,1	350,0	484,5
Mittelwert		140,0	136,8	351,5	483,0	350,0	484,5
O ₃ =0, NO=50%	15:17:00	0,0	0,0	481,8	481,9	482,3	482,5
	15:21:00	0,0	0,0	481,6	482,0	482,4	482,6
	15:25:00	0,0	0,0	481,7	482,0	482,4	482,6
	15:29:00	0,0	0,0	481,7	482,1	482,4	482,4
Mittelwert		0,0	0,0	481,7	482,0	482,4	482,4
NO ₂ = 95% 248,43	15:45:00	250,0	252,9	224,3	480,2	226,5	480,3
	15:49:00	250,0	252,9	224,5	480,4	226,6	480,3
	15:53:00	250,0	253,0	224,5	480,4	226,7	480,4
	15:57:00	250,0	253,0	224,5	480,4	226,7	480,4
Mittelwert		250,0	253,0	224,5	480,4	226,6	480,4
O ₃ =0, NO=50%	16:13:00	0,0	0,0	480,0	480,0	480,0	480,0

7.1 8.4.15 Verweilzeit im Messgerät

Die Verweilzeit im Messgerät muss $\leq 3,0$ s betragen.

7.2 Prüfvorschriften

Die Verweilzeit im Messgerät ist anhand des Volumenstroms und des Volumens der Leitung und anderer relevanter Komponenten des Messgerätes zu bestimmen.

7.3 Durchführung der Prüfung

Das Gasvolumen des AC 32e Analysators besteht bis zum Eingang zur Messzelle nur aus den internen Gasleitungen sowie dem Permeationstrockner. Die Messleitungslänge vom Probengaseingang bis zur Messzelle beträgt ca. 3 m inklusive Trockner. Bei einem Innendurchmesser der Gasleitung von 4 mm ergibt sich daraus ein Volumen von 37,7 ml. Der nominale Probengasvolumenstrom beträgt 1,0 l/min. Daraus ergibt sich eine Verweilzeit im Messgerät vor Messzelle von ca. 2,3 Sekunden.

7.4 Auswertung

Hier nicht erforderlich.

7.5 Bewertung

Es ergibt sich eine Verweilzeit im Messgerät von 2,3 s.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

7.1 8.5.4 Langzeitdrift

Die Langzeitdrift bei null darf maximal $\leq 5,0$ nmol/mol betragen.

Die Langzeitdrift beim Spanniveau darf maximal ≤ 5 % des Zertifizierungsbereiches betragen.

7.2 Prüfvorschriften

Nach jeder zweiwöchigen Kalibrierung ist die Drift der in der Prüfung befindlichen Messgeräte bei null und beim Spanniveau 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 Spanniveau 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 Spanniveau 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 Spanniveau zu Beginn der Driftzeitspanne

$C_{S,1}$ der Mittelwert der Messungen beim Spanniveau 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 30 und Tabelle 31 sind die gefundenen Messwerte der zweiwöchentlichen Prüfgasaufgaben angegeben.

7.4 Auswertung

Tabelle 30: Ergebnisse der Langzeitdrift am Nullpunkt Komponente NO

		Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Start Langzeitdrift Nullpunkt	01.07.2016	≤ 5,0 nmol/mol	---	✓	---	✓
Langzeitdrift D _{L,z} bei Null [nmol/mol]	15.07.2016	≤ 5,0 nmol/mol	-0,17	✓	0,13	✓
Langzeitdrift D _{L,z} bei Null [nmol/mol]	29.07.2016	≤ 5,0 nmol/mol	-0,16	✓	0,67	✓
Langzeitdrift D _{L,z} bei Null [nmol/mol]	12.08.2016	≤ 5,0 nmol/mol	1,40	✓	2,13	✓
Langzeitdrift D _{L,z} bei Null [nmol/mol]	26.08.2016	≤ 5,0 nmol/mol	1,58	✓	2,14	✓
Langzeitdrift D _{L,z} bei Null [nmol/mol]	09.09.2016	≤ 5,0 nmol/mol	0,16	✓	0,41	✓
Langzeitdrift D _{L,z} bei Null [nmol/mol]	23.09.2016	≤ 5,0 nmol/mol	0,02	✓	0,35	✓
Langzeitdrift D _{L,z} bei Null [nmol/mol]	07.10.2016	≤ 5,0 nmol/mol	0,42	✓	0,86	✓

Tabelle 31: Ergebnisse der Langzeitdrift am Referenzpunkt Komponente NO

		Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Start Langzeitdrift Referenzpunkt	01.07.2016	≤ 5 %	---	✓	---	✓
Langzeitdrift D _{L,s} bei Span [nmol/mol]	15.07.2016	≤ 5 %	0,98%	✓	0,16%	✓
Langzeitdrift D _{L,s} bei Span [nmol/mol]	29.07.2016	≤ 5 %	1,79%	✓	0,53%	✓
Langzeitdrift D _{L,s} bei Span [nmol/mol]	12.08.2016	≤ 5 %	1,06%	✓	-0,32%	✓
Langzeitdrift D _{L,s} bei Span [nmol/mol]	26.08.2016	≤ 5 %	0,90%	✓	-0,21%	✓
Langzeitdrift D _{L,s} bei Span [nmol/mol]	09.09.2016	≤ 5 %	0,81%	✓	-0,70%	✓
Langzeitdrift D _{L,s} bei Span [nmol/mol]	23.09.2016	≤ 5 %	1,79%	✓	-0,02%	✓
Langzeitdrift D _{L,s} bei Span [nmol/mol]	07.10.2016	≤ 5 %	2,43%	✓	0,87%	✓

7.5 Bewertung

Die maximale Langzeitdrift am Nullpunkt D_{L,z} liegt bei 1,58 nmol/mol für Gerät 1 und 2,14 nmol/mol für Gerät 2. Die maximale Langzeitdrift am Referenzpunkt D_{L,s} liegt bei 2,43 % für Gerät 1 und 0,87 % für Gerät 2.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Ermittlung der Langzeitdrift sind in Tabelle 32 dargestellt.

Tabelle 32: Einzelwerte der Driftuntersuchungen

Null Konzentration			
Datum	Uhrzeit	Gerät 1	Gerät 2
		nmol/mol	nmol/mol
01.07.2016	12:40:00	0,21	-0,01
	12:41:00	0,23	-0,01
	12:42:00	0,22	-0,01
	Mittel	0,22	-0,01
	12:45:00	0,22	-0,01
	12:46:00	0,24	-0,01
	12:47:00	0,24	-0,01
	Mittel	0,23	-0,01
	12:50:00	0,21	-0,02
	12:51:00	0,23	-0,02
	12:52:00	0,23	-0,02
	Mittel	0,22	-0,02
	12:55:00	0,25	-0,03
	12:56:00	0,25	-0,02
	12:57:00	0,26	-0,03
	Mittel	0,25	-0,03
	13:00:00	0,26	-0,03
	13:01:00	0,27	-0,03
	13:02:00	0,25	-0,03
		0,26	-0,03
Mittelwert Feldstart c_{z,0}		0,24	-0,02
15.07.2016	08:59:00	0,08	0,11
	09:00:00	0,07	0,11
	09:01:00	0,06	0,12
	Mittel c _{z,1}	0,07	0,11
29.07.2016	08:05:00	0,11	0,73
	08:06:00	0,06	0,62
	08:07:00	0,05	0,60
	Mittel	0,07	0,65
12.08.2016	08:18:00	1,77	2,20
	08:19:00	1,64	2,10
	08:20:00	1,50	2,02
	Mittel	1,64	2,11
26.08.2016	10:11:00	1,79	2,11
	10:12:00	1,82	2,15
	10:13:00	1,85	2,10
	Mittel	1,82	2,12
09.09.2016	08:27:00	0,44	0,42
	08:28:00	0,38	0,38
	08:29:00	0,38	0,38
	Mittel c _{z,1}	0,40	0,39
23.09.2016	09:09:00	0,28	0,34
	09:10:00	0,25	0,32
	09:11:00	0,25	0,32
	Mittel c _{z,1}	0,26	0,33
07.10.2016	12:59:00	0,67	0,84
	13:00:00	0,65	0,84
	13:01:00	0,65	0,84
	Mittel c _{z,1}	0,66	0,84

C _r -Konzentration			
Datum	Uhrzeit	Gerät 1	Gerät 2
		nmol/mol	nmol/mol
01.07.2016	13:10:00	720,40	720,50
	13:00:00	720,50	720,40
	14:00:00	720,60	720,50
	Mittel	720,50	720,47
	13:15:00	720,60	720,30
	13:16:00	720,60	720,20
	13:17:00	720,60	720,40
	Mittel	720,60	720,30
	13:20:00	720,40	720,70
	13:21:00	720,50	720,50
	13:22:00	720,50	720,50
	Mittel	720,47	720,57
	13:25:00	720,60	720,50
	13:26:00	720,60	720,60
	13:27:00	720,60	720,80
	Mittel	720,60	720,63
	13:30:00	720,80	720,90
	13:31:00	720,70	720,70
	13:32:00	720,70	720,70
			720,73
Mittelwert Feldstart c_{s,0}		720,58	720,55
15.07.2016	09:06:00	727,00	721,60
	09:07:00	727,40	721,60
	09:08:00	728,00	722,30
	Mittel c _{s,1}	727,47	721,83
29.07.2016	08:11:00	733,10	724,80
	08:12:00	733,40	725,00
	08:13:00	733,40	725,20
	Mittel c _{s,1}	733,30	725,00
12.08.2016	08:26:00	729,70	720,20
	08:27:00	729,60	720,00
	08:28:00	729,50	720,80
	Mittel c _{s,1}	729,60	720,33
26.08.2016	10:19:00	728,70	720,90
	10:20:00	728,50	721,30
	10:21:00	728,70	721,40
	Mittel c _{s,1}	728,63	721,20
09.09.2016	08:36:00	726,50	715,40
	08:37:00	726,70	715,90
	08:38:00	726,50	716,50
	Mittel c _{s,1}	726,57	715,93
23.09.2016	09:19:00	733,60	720,60
	09:20:00	733,40	720,80
	09:21:00	733,40	720,90
	Mittel c _{s,1}	733,47	720,77
07.10.2016	13:15:00	738,60	727,70
	13:16:00	738,60	727,70
	13:17:00	738,40	727,70
	Mittel c _{s,1}	738,53	727,70

7.1 8.5.5 Vergleichsstandardabweichung für NO₂ 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 NO₂-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 NO₂ angereichert, um aufzuzeigen, dass die Messeinrichtungen auch bei höheren Konzentrationen identisch arbeiten.

7.4 Auswertung

Tabelle 33: Bestimmung der Vergleichsstandardabweichung auf Basis aller Daten aus dem Feldtest

Vergleichsstandardabweichung im Feldtest			
Stichprobenumfang	n	=	2356
Mittelwert beider Geräte		=	16,06 nmol/mol
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	sd	=	0,2515 nmol/mol
Vergleichsstandardabweichung (%)	Sr,f	=	1,57 %

Es ergibt sich eine Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen von 1,57 % des Mittelwertes.

7.5 Bewertung

Die Vergleichsstandardabweichung für NO₂ unter Feldbedingungen betrug 1,57 % bezogen auf den Mittelwert über die Dauer des Feldtests von 3 Monaten. Damit sind die Anforderungen der DIN EN 14211 eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Abbildung 13 ist die Vergleichsstandardabweichung im Feld grafisch dargestellt.

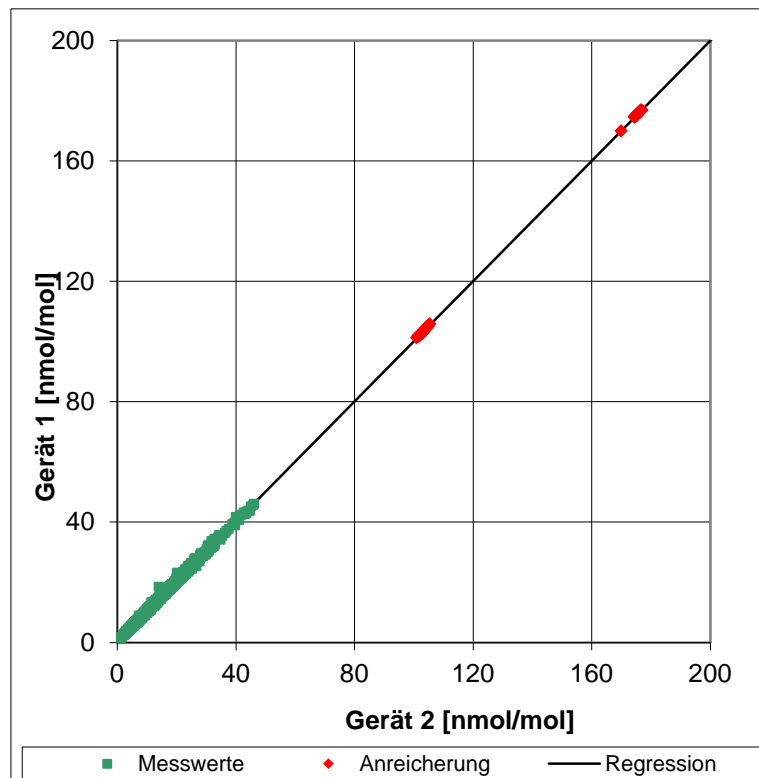


Abbildung 13: Grafische Darstellung der Vergleichsstandardabweichung im Feld

7.1 8.5.6 Wartungsintervall

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.

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 ≥ 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.

7.4 Auswertung

Die während des Feldtestes aufgetretenen Ausfallzeiten sind in Tabelle 34 aufgelistet.

Tabelle 34: Verfügbarkeit des Messgerätes AC 32e

		Gerät 1	Gerät 2
Einsatzzeit	h	2356	2356
Ausfallzeit	h	0	0
Wartungszeit	h	8	8
Tatsächliche Betriebszeit	h	2348	2348
Tatsächliche Betriebszeit inklusive Wartungszeit	h	2356	2356
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 Probengasweg benötigt wurden.

7.5 Bewertung

Die Verfügbarkeit beträgt 100 %. Somit ist die Anforderung der EN 14211 erfüllt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

7.1 8.6 Gesamtmessunsicherheit nach Anhang E der DIN EN 14211 (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 14211 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 14211 angegeben.
- 3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle E.1 der DIN EN 14211 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 14211 angegeben.

7.2 Gerätetechnische Ausstattung

Berechnung der Gesamtunsicherheit nach Anhang E der DIN EN 14211 (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 14211 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 14211 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

Tabelle 35: Leistungsanforderungen nach DIN EN 14211

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei Null	$\leq 1,0$ nmol/mol	S _r Gerät 1: 0,05 nmol/mol S _r Gerät 2: 0,04 nmol/mol	ja	78
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei der Konzentration ct	$\leq 3,0$ nmol/mol	S _r Gerät 1: 0,94 nmol/mol S _r Gerät 2: 0,91 nmol/mol	ja	78
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 1,67 nmol/mol X _l Gerät 1: RP 0,79 % X _{l,z} Gerät 2: NP 1,38 nmol/mol X _l Gerät 2: RP 1,00 %	ja	80
8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes	$\leq 8,0$ nmol/mol/kPa	b _{gp} Gerät 1: 0,74 nmol/mol/kPa b _{gp} Gerät 2: 0,97 nmol/mol/kPa	ja	85
8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur	$\leq 3,0$ nmol/mol/K	b _{gt} Gerät 1: 0,19 nmol/mol/K b _{gt} Gerät 2: 0,13 nmol/mol/K	ja	87
8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	$\leq 3,0$ nmol/mol/K	b _{st} Gerät 1: 0,947 nmol/mol/K b _{st} Gerät 2: 1,667 nmol/mol/K	ja	89
8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	$\leq 0,3$ nmol/mol/V	b _v Gerät 1: RP 0,02 nmol/mol/V b _v Gerät 2: RP 0,03 nmol/mol/V	ja	92
8.4.11 Störkomponenten bei null und der Konzentration ct	H ₂ O $\leq 5,0$ nmol/mol CO ₂ $\leq 5,0$ nmol/mol NH ₃ $\leq 5,0$ nmol/mol	H ₂ O Gerät 1: NP -0,22 nmol/mol / RP 3,87 nmol/mol Gerät 2: NP 0,04 nmol/mol / RP 2,60 nmol/mol CO ₂ Gerät 1: NP 0,29 nmol/mol / RP -0,47 nmol/mol Gerät 2: NP 0,18 nmol/mol / RP 0,03 nmol/mol NH ₃ Gerät 1: NP 0,12 nmol/mol / RP 2,07 nmol/mol Gerät 2: NP 0,29 nmol/mol / RP 2,57 nmol/mol	ja	94

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.12 Mittelungseinfluss	≤ 7,0 % des Messwertes	E _{av} Gerät 1: -2,33 % E _{av} Gerät 2: 3,93 %	ja	94
8.4.13 Differenz Proben-/Kalibrieringang	≤ 1,0 %	Δ _{SC} Gerät 1: 0,24 % Δ _{SC} Gerät 2: -0,28 %	ja	100
8.4.3 Einstellzeit (Anstieg)	≤ 180 s	t _r Gerät 1: 12,25 s (NO) t _r Gerät 2: 13 s (NO) t _r Gerät 1: 14,75 s (NO ₂) t _r Gerät 2: 14,5 s (NO ₂)	ja	69
8.4.3 Einstellzeit (Abfall)	≤ 180 s	t _f Gerät 1: 12,5 s (NO) t _f Gerät 2: 13,5 s (NO) t _f Gerät 1: 14,75 s (NO ₂) t _f Gerät 2: 14 s (NO ₂)	ja	69
8.4.3 Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit	≤ 10 % relative Differenz oder 10 s, je nachdem, welcher Wert größer ist	t _d Gerät 1: -0,25 s (NO) t _d Gerät 2: -0,5 s (NO) t _d Gerät 1: 0 s (NO ₂) t _d Gerät 2: 0,5 s (NO ₂)	ja	69
8.4.14 Konverterwirkungsgrad	≥ 98%	E _{conv} Gerät 1: 99,4 % E _{conv} Gerät 2: 99,2 %	ja	102
8.4.15 Verweilzeit	≤ 3,0 s	Gerät 1: 2,2 s Gerät 2: 2,2 s	ja	104
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	110
8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes	> 90 %	A _a Gerät 1: 100 % A _a Gerät 2: 100 %	ja	111
8.5.5 Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen	≤ 5,0 % des Mittels über einen Zeitraum von drei Monaten	S _{r,f} Gerät 1: 1,57 % S _{r,f} Gerät 2: 1,57 %	ja	108
8.5.4 Langzeitdrift bei Null	≤ 5,0 nmol/mol	C _z Gerät 1: 1,58 nmol/mol C _z Gerät 2: 2,14 nmol/mol	ja	105
8.5.4 Langzeitdrift beim Spannniveau	≤ 5,0 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches	C _s Gerät 1: max. 2,43 % C _s Gerät 2: max. 0,87 %	ja	105
8.4.4 Kurzzeitdrift bei Null	≤ 2,0 nmol/mol über 12 h	D _{s,z} Gerät 1: 0,06 nmol/mol D _{s,z} Gerät 2: 0,04 nmol/mol	ja	74
8.4.4 Kurzzeitdrift beim Spannniveau	≤ 6,0 nmol/mol über 12 h	D _{s,s} Gerät 1: -0,50 nmol/mol D _{s,s} Gerät 2: 1,08 nmol/mol	ja	74

Tabelle 36: Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung für Gerät 1

Messgerät:	AC 32e	Seriennummer:	SN 5
Messkomponente:	NO	1h-Grenzwert:	104,6 nmol/mol

Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,050	u _{r,z}	0,01	0,0000
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	0,940	u _{r,1h}	0,02	0,0005
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,790	u _{l,1h}	0,48	0,2276
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,740	u _{gp}	1,86	3,4672
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,190	u _{gt}	0,48	0,2286
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,947	u _{st}	2,38	5,6783
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,020	u _v	0,06	0,0034
8a	Störkomponente H ₂ O mit 21 mmol/mol	≤ 10 nmol/mol (Null)	-0,220	u _{H2O}	0,47	0,2178
		≤ 10 nmol/mol (Span)	3,870			
8b	Störkomponente CO ₂ mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,290	u _{int,pos}	0,38	0,1456
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	-0,470			
8c	Störkomponente NH ₃ mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,120	oder		
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	2,070			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	-2,330	u _{av}	-1,41	1,9799
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,240	u _{Δsc}	0,25	0,0630
21	Konvertierungswirkungsgrad	≥ 98	99,40	u _{EC}	0,63	0,3939
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	u _{cg}	1,05	1,0941
Kombinierte Standardunsicherheit				u _c		3,6743 nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U		7,3486 nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				W		7,03 %
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				W _{req}		15 %

Tabelle 37: Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfung für Gerät 1

Messgerät:	AC 32e	Seriennummer:	SN 5
Messkomponente:	NO	1h-Grenzwert:	104,6 nmol/mol

Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,050	u _{r,z}	0,01	0,0000
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	0,940	u _{r,1h}	nicht berücksichtigt, da $\sqrt{2} \cdot u_{r,1h} = 0,03 < u_{r,f}$	-
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,790	u _{l,1h}	0,48	0,2276
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,740	u _{gp}	1,86	3,4672
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,190	u _{gt}	0,48	0,2286
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,947	u _{st}	2,38	5,6783
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,020	u _v	0,06	0,0034
8a	Störkomponente H ₂ O mit 21 mmol/mol	≤ 10 nmol/mol (Null)	-0,220	u _{H2O}	0,47	0,2178
		≤ 10 nmol/mol (Span)	3,870			
8b	Störkomponente CO ₂ mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,290	u _{int,pos}	0,38	0,1456
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	-0,470			
8c	Störkomponente NH ₃ mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,120	oder		
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	2,070			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	-2,330	u _{av}	-1,41	1,9799
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	1,570	u _{r,f}	1,64	2,6969
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 5,0 nmol/mol	1,580	u _{Δ1,z}	0,91	0,8321
12	Langzeitdrift bei Span	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	2,430	u _{Δ1,1h}	1,47	2,1535
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,240	u _{Δsc}	0,25	0,0630
21	Konvertierungswirkungsgrad	≥ 98	99,400	u _{EC}	0,63	0,3939
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	u _{cg}	1,05	1,0941
Kombinierte Standardunsicherheit				u _c		4,3797 nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U		8,7595 nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				W		8,37 %
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				W _{req}		15 %

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung AC 32e der Firma Environnement S.A. für die Komponenten NO, NO₂ und NO_x,
Berichts-Nr.: 936/21233023/A

Seite 117 von 212

Tabelle 38: Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung für Gerät 2

Messgerät: AC 32e		Seriennummer: SN 6				
Messkomponente: NO		1h-Grenzwert: 104,6 nmol/mol				
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit	Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,040	u _{r,z}	0,00	0,0000
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	0,910	u _{r,1h}	0,02	0,0005
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	1,000	u _{l,1h}	0,60	0,3647
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,970	u _{gp}	2,44	5,9575
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,130	u _{gt}	0,33	0,1070
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	1,667	u _{st}	4,19	17,5951
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,030	u _v	0,09	0,0078
8a	Störkomponente H ₂ O mit 21 mmol/mol	≤ 10 nmol/mol (Null)	0,040	u _{H2O}	0,42	0,1804
		≤ 10 nmol/mol (Span)	2,600			
8b	Störkomponente CO ₂ mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,180	u _{int,pos}	0,53	0,2797
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,030			
8c	Störkomponente NH ₃ mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,290	oder		
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	2,570			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	3,930	u _{av}	2,37	5,6328
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	-0,280	u _{asc}	-0,29	0,0858
21	Konverterwirkungsgrad	≥ 98	99,20	u _{ec}	0,84	0,7002
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	u _{cg}	1,05	1,0941
Kombinierte Standardunsicherheit				u _c	5,6574	nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U	11,3148	nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				W	10,82	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				W _{req}	15	%

Tabelle 39: Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfung für Gerät 2

Messgerät: AC 32e		Seriennummer: SN 6				
Messkomponente: NO		1h-Grenzwert: 104,6 nmol/mol				
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit	Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,040	u _{r,z}	0,00	0,0000
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	0,910	u _{r,1h}	nicht berücksichtigt, da $\sqrt{2} \cdot u_{r,1h} = 0,03 < u_{r,f}$	-
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	1,000	u _{l,1h}	0,60	0,3647
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,970	u _{gp}	2,44	5,9575
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,130	u _{gt}	0,33	0,1070
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	1,667	u _{st}	4,19	17,5951
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,030	u _v	0,09	0,0078
8a	Störkomponente H ₂ O mit 21 mmol/mol	≤ 10 nmol/mol (Null)	0,040	u _{H2O}	0,42	0,1804
		≤ 10 nmol/mol (Span)	2,600			
8b	Störkomponente CO ₂ mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,180	u _{int,pos}	0,53	0,2797
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,030			
8c	Störkomponente NH ₃ mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,290	oder		
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	2,570			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	3,930	u _{av}	2,37	5,6328
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	1,570	u _f	1,64	2,6969
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 5,0 nmol/mol	2,140	u _{q,l,z}	1,24	1,5265
12	Langzeitdrift bei Span	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	0,870	u _{q,l,1h}	0,53	0,2760
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	-0,280	u _{asc}	-0,29	0,0858
21	Konverterwirkungsgrad	≥ 98	99,200	u _{ec}	0,84	0,7002
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	u _{cg}	1,05	1,0941
Kombinierte Standardunsicherheit				u _c	6,0419	nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U	12,0838	nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				W	11,55	%
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 Referenzpunktüberprüfung mit geeigneten Prüfgasen

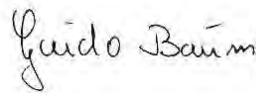
Im Übrigen sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten.

Weitere Einzelheiten können der Bedienungsanleitung entnommen werden.

Immissionsschutz/Luftreinhaltung



Dipl.-Ing. Martin Schneider



Dipl.-Ing. Guido Baum

Köln, 13. Oktober 2016
936/21233023/A

9. Literaturverzeichnis

- [1] VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmeseinrichtungen 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 14211 Außenluft – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemolumineszenz, 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 40: Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Juli 2016

Juli 2016	Datum	Luftdruck [hPa]	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]
1	01.07.2016	1006	18,2	65,9
2	02.07.2016	1007	15,6	66,8
3	03.07.2016	1012	17,4	74,2
4	04.07.2016	1012	15,9	70,6
5	05.07.2016	1008	16,8	68,5
6	06.07.2016	1013	15,2	72,9
7	07.07.2016	1013	15,4	74,2
8	08.07.2016	1008	15,9	66,8
9	09.07.2016	1011	16,5	72,5
10	10.07.2016	1004	16,4	71,9
11	11.07.2016	1003	17,8	68,2
12	12.07.2016	1005	15,4	66,8
13	13.07.2016	1006	12,9	44,3
14	14.07.2016	1012	16,2	66,4
15	15.07.2016	1017	17,5	64,4
16	16.07.2016	1017	19,0	71,0
17	17.07.2016	1014	22,1	72,3
18	18.07.2016	1014	23,4	63,8
19	19.07.2016	1012	25,2	60,2
20	20.07.2016	1006	27,2	55,6
21	21.07.2016	1006	25,0	64,6
22	22.07.2016	1008	24,0	69,5
23	23.07.2016	1009	22,1	78,0
24	24.07.2016	1011	23,2	71,9
25	25.07.2016	1011	23,9	65,7
26	26.07.2016	1012	21,3	69,9
27	27.07.2016	1010	20,7	68,6
28	28.07.2016	1008	20,2	76,4
29	29.07.2016	1005	20,0	76,5
30	30.07.2016	1005	20,9	67,1
31	31.07.2016	1006	17,9	80,2

Tabelle 41: Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat August 2016

August 2016	Datum	Luftdruck [hPa]	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]
1	01.08.2016	1011	18,4	68,2
2	02.08.2016	1007	16,9	87,6
3	03.08.2016	1004	18,9	89,8
4	04.08.2016	1004	18,8	76,0
5	05.08.2016	1010	17,8	75,9
6	06.08.2016	1017	19,5	68,8
7	07.08.2016	1018	21,2	65,5
8	08.08.2016	1012	20,1	67,6
9	09.08.2016	1014	16,4	65,5
10	10.08.2016	1014	14,1	71,5
11	11.08.2016	1015	13,2	79,8
12	12.08.2016	1015	18,4	82,2
13	13.08.2016	1014	20,8	71,0
14	14.08.2016	1015	19,9	72,8
15	15.08.2016	1015	19,6	66,6
16	16.08.2016	1010	19,3	63,4
17	17.08.2016	1005	20,3	58,4
18	18.08.2016	1001	20,7	58,5
19	19.08.2016	1010	21,1	62,5
20	20.08.2016	1011	19,9	76,1
21	21.08.2016	1011	20,5	68,7
22	22.08.2016	1017	21,4	78,2
23	23.08.2016	1015	21,5	80,3
24	24.08.2016	1012	22,3	62,5
25	25.08.2016	1014	22,4	65,4
26	26.08.2016	1016	22,1	65,8
27	27.08.2016	1012	25,5	66,8
28	28.08.2016	1017	26,5	69,8
29	29.08.2016	1015	24,9	74,1
30	30.08.2016	1018	23,1	75,2
31	31.08.2016	1019	20,1	67,4

Tabelle 42: Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat September 2016

September 2016	Datum	Luftdruck [hPa]	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]
1	01.09.2016	1021	18,7	71,4
2	02.09.2016	1018	18,4	72,6
3	03.09.2016	1013	19,4	78,9
4	04.09.2016	1019	17,8	77,4
5	05.09.2016	1022	18,9	69,3
6	06.09.2016	1018	20,1	68,5
7	07.09.2016	1012	19,4	65,9
8	08.09.2016	1005	19,9	66,1
9	09.09.2016	1003	22,4	64,4
10	10.09.2016	1010	20,2	63,5
11	11.09.2016	1008	20,5	64,8
12	12.09.2016	1009	20,7	67,3
13	13.09.2016	1008	23,2	63,5
14	14.09.2016	1006	25,0	61,1
15	15.09.2016	1004	25,1	56,5
16	16.09.2016	1002	23,6	59,6
17	17.09.2016	1005	19,6	68,5
18	18.09.2016	1007	18,0	75,4
19	19.09.2016	1008	17,7	79,8
20	20.09.2016	1011	16,8	66,0
21	21.09.2016	1011	15,9	73,2
22	22.09.2016	1012	16,6	61,4
23	23.09.2016	1013	15,5	64,9
24	24.09.2016	1016	16,5	69,5
25	25.09.2016	1016	17,4	66,1
26	26.09.2016	1010	18,7	63,5
27	27.09.2016	1015	16,7	66,0
28	28.09.2016	1018	16,7	68,4
29	29.09.2016	1017	17,9	66,9
30	30.09.2016	1010	19,7	66,4

Tabelle 43: Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Oktober 2016

Oktober 2016	Datum	Luftdruck [hPa]	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]
1	01.10.2016	1006	16,4	69,3
2	02.10.2016	1002	14,5	81,6
3	03.10.2016	1004	13,5	75,4
4	04.10.2016	1016	14,3	77,6
5	05.10.2016	1024	12,9	75,9
6	06.10.2016	1023	11,0	63,9
7	-	-	-	-
8	-	-	-	-
9	-	-	-	-
10	-	-	-	-
11	-	-	-	-
12	-	-	-	-
13	-	-	-	-
14	-	-	-	-
15	-	-	-	-
16	-	-	-	-
17	-	-	-	-
18	-	-	-	-
19	-	-	-	-
20	-	-	-	-
21	-	-	-	-
22	-	-	-	-
23	-	-	-	-
24	-	-	-	-
25	-	-	-	-
26	-	-	-	-
27	-	-	-	-
28	-	-	-	-
29	-	-	-	-
30	-	-	-	-

Anhang 1 Handbuch

Anhang 1

Handbuch

BETRIEBSHANDBUCH

AC32e

ANALYSATOR ZUR MESSUNG
VON STICKOXIDEN DURCH
CHEMILUMINESZENZ

- JULI 2016 -



Environnement s.a.
L'instrumentation de l'environnement

WARNUNG

Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden.

Environnement S.A., alle Rechte vorbehalten.

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

INHALTSVERZEICHNIS**KAPITEL 1. ALLGEMEINES – KENNDATEN**

1.1	ALLGEMEINES	1–3
1.2	KENNDATEN	1–10

KAPITEL 2. FUNKTIONSWEISE

2.1	MESSPRINZIP	2–2
2.2	ALLGEMEINE FUNKTIONSDARSTELLUNGEN	2–6
2.3	BESCHREIBUNG DER DER HAUPTMODULE	2–8
2.4	PROGRAMMIERUNG DER ANSPRECHZEITEN	2–11
2.5	ELEKTRONISCHE ARCHITEKTUR DER BAUREIHE E	2–12
2.6	NETZWERKVERBINDUNG UND USB-ANSCHLÜSSE	2–13

KAPITEL 3. BETRIEB

3.1.	ERSTINBETRIEBNAHME	3–3
3.2.	PROGRAMMIERUNG DES AC32E	3–11
3.3.	BENUTZERFREUNDLICHE NAVIGATION	3–16
3.4.	BESCHREIBUNG DER FUNKTIONEN DES ANALYSATORS	3–21
3.5.	KALIBRIERUNG	3–42

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1-1 – Darstellung des Analysators AC32e (mit Bildschirm).	1-2
Abbildung 1-2 – Darstellung des Analysators AC32e* (ohne Bildschirm).	1-2
Abbildung 1-3 – Farbbildschirm mit Touchpanel	1-3
Abbildung 1-4 – Rückseite und externe Pumpe des AC32e	1-5
Abbildung 1-5 – Innenansicht des AC32e	1-8
Abbildung 1-6 – Verbindungen zwischen Geräten	1-11
Abbildung 1-7 – Freiraummaße des AC32e (in mm)	1-12
Abbildung 2-1 – Schema des Dunkelzyklus (Nullreferenz)	2-3
Abbildung 2-2 – Schema des NO-Zyklus	2-4
Abbildung 2-3 – Schema des NOx-Zyklus	2-5
Abbildung 2-4 – Allgemeines Funktionsschema	2-6
Abbildung 2-5 – Allgemeines Funktionsschema mit optionaler NO2-Permeationsquelle	2-7
Abbildung 2-6 – PERMA-PURE-Trockner	2-9
Abbildung 2-7 – Elektronische Architektur der Baureihe e	2-13
Abbildung 3-1 – Fluid- und Elektroanschlüsse	3-4
Abbildung 3-2 – Installation der „Probegas“-Entnahme	3-5
Abbildung 3-3 – Anschlussbeispiel für unter Druck stehendes Gas	3-43
Abbildung 3-4 – Anschlussplan des Kalibrators	3-45
Abbildung 3-5 - Typische Gasphasentitrationskurve	3-56



SEITENVERZEICHNIS

Seite	Datum	Seite	Datum	Seite	Datum
0-1	07.2016	3-15	07.2016		
0-2	07.2016	3-16	07.2016		
0-3	07.2016	3-17	07.2016		
0-4	07.2016	3-18	07.2016		
0-5	07.2016	3-19	07.2016		
0-6	07.2016	3-20	07.2016		
		3-21	07.2016		
		3-22	07.2016		
		3-23	07.2016		
		3-24	07.2016		
1-1	07.2016	3-25	07.2016		
1-2	07.2016	3-26	07.2016		
1-3	07.2016	3-27	07.2016		
1-4	07.2016	3-28	07.2016		
1-5	07.2016	3-29	07.2016		
1-6	07.2016	3-30	07.2016		
1-7	07.2016	3-31	07.2016		
1-8	07.2016	3-32	07.2016		
1-9	07.2016	3-33	07.2016		
1-10	07.2016	3-34	07.2016		
1-11	07.2016	3-35	07.2016		
1-12	07.2016	3-36	07.2016		
		3-37	07.2016		
		3-38	07.2016		
2-1	07.2016	3-39	07.2016		
2-2	07.2016	3-40	07.2016		
2-3	07.2016	3-41	07.2016		
2-4	07.2016	3-42	07.2016		
2-5	07.2016	3-43	07.2016		
2-6	07.2016	3-44	07.2016		
2-7	07.2016	3-45	07.2016		
2-8	07.2016	3-46	07.2016		
2-9	07.2016	3-47	07.2016		
2-10	07.2016	3-48	07.2016		
2-11	07.2016	3-49	07.2016		
2-12	07.2016	3-50	07.2016		
2-13	07.2016	3-51	07.2016		
2-14	07.2016	3-52	07.2016		
		3-53	07.2016		
		3-54	07.2016		
3-1	07.2016	3-55	07.2016		
3-2	07.2016	3-56	07.2016		
3-3	07.2016				
3-4	07.2016				
3-5	07.2016				
3-6	07.2016				
3-7	07.2016				
3-8	07.2016				
3-9	07.2016				
3-10	07.2016				
3-11	07.2016				
3-12	07.2016				
3-13	07.2016				
3-14	07.2016				



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	1-9
	1.1.3.1 Standardausführung	1-9
	1.1.3.2 Optionen	1-9
1.1.4	ZUGEHÖRIGE AUSRÜSTUNG	1-9
1.2	KENNDATEN	1-10
1.2.1	TECHNISCHE DATEN	1-10
1.2.2	LAGERDATEN	1-11
1.2.3	INSTALLATIONS DATEN	1-11
	1.2.3.1 Verbindungen zwischen Geräten	1-11
	1.2.3.2 Maße und Gewicht	1-11
	1.2.3.3 Handhabung und Lagerung	1-11
1.2.4	LAGERUNG	1-11

Abbildung 1-1	– Darstellung des Analysators AC32e (mit Bildschirm).	1-2
Abbildung 1-2	– Darstellung des Analysators AC32e* (ohne Bildschirm).	1-2
Abbildung 1-3	– Farbbildschirm mit Touchpanel	1-3
Abbildung 1-4	– Rückseite und externe Pumpe des AC32e	1-5
Abbildung 1-5	– Innenansicht des AC32e	1-8
Abbildung 1-6	– Verbindungen zwischen Geräten	1-11
Abbildung 1-7	– Freiraummaße des AC32e (in mm)	1-12

1 ALLGEMEINES - KENNDATEN

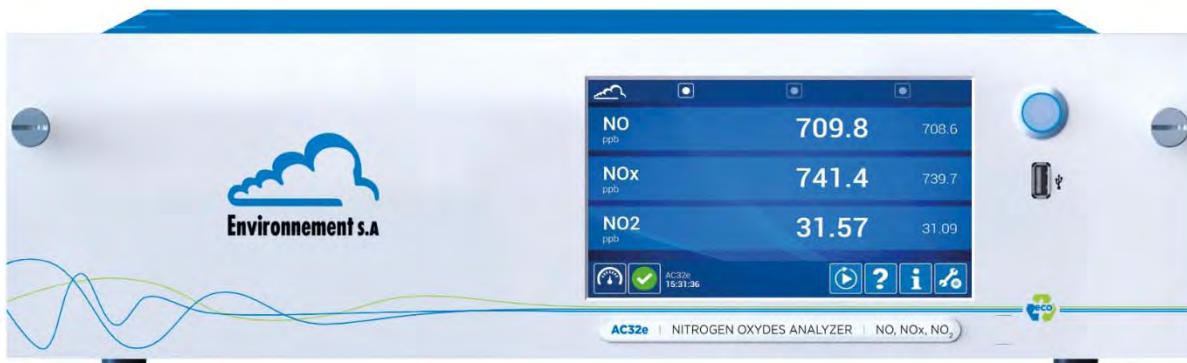


Abbildung 1-1 – Darstellung des Analysators AC32e (mit Bildschirm).



Abbildung 1-2 – Darstellung des Analysators AC32e* (ohne Bildschirm).

1.1 ALLGEMEINES

1.1.1 DARSTELLUNG

Der AC32e ist ein Stickstoffmonoxid- und Stickstoffdioxidanalysator speziell für geringe Konzentrationen in der Umgebungsluft (mit einer Nachweisgrenze von 0,2 ppb).

Sein Messprinzip basiert auf der Chemilumineszenz von Stickoxid (NO) in Gegenwart stark oxidierender Ozonmoleküle.

Das Gerät bietet dank neuester elektronischer und optischer Technik zahlreiche Vorteile und ist dabei wartungsarm.

Die Probe wird mit einem an der Rückseite des Analysators angeschlossenen Teflonrohr (Außendurchmesser: 6 mm) genommen. Sie wird von einer externen Pumpe angesaugt.

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

Dieser Analysator ist auch als Version AC32e* (ohne Bildschirm) erhältlich.

1.1.2 BESCHREIBUNG

1.1.2.1 Vorderseite

Hier befinden sich die folgenden Elemente:

- ein Hauptschalter
- ein TFT-LCD-Farbbildschirm (Flüssigkristallanzeige mit Dünnschichttransistoren) mit Hintergrundbeleuchtung.
 - Auflösung 800 x 480 (Pixel), Bildschirmdiagonale 7 Zoll.
 - Angezeigt werden die Messwerte in der gewählten Einheit sowie die für die Programmierung und Kontrolle des Geräts notwendigen Informationen.
- ein kapazitives Touchpanel mit Glasoberfläche auf dem Bildschirm
- ein Eingang für einen USB-Stick.



Abbildung 1–3 – Farbbildschirm mit Touchpanel

1.1.2.2 Rückseite

Die Fluidein- und -ausgänge und die elektrischen Anschlüsse befinden sich auf der Rückseite des AC32e. Siehe Abbildung 1–4.

Fluidein-/ausgänge für Standard-Analysatoren (linke Seite):

- Der Eingang für die zu analysierende Probe besteht aus einem 4/6-mm-Anschluss, der mit einem Staubfilterträger mit Filtermembran aus Teflon (1) verbunden ist.
- Der Umgebungslufteingang zur Speisung des Ozongenerators besteht aus einem 4/6-mm-Teflon-Anschluss (2).
- Der „Pumpenausgang“ (15) besteht aus einem 4/6-mm-Rohr für die externe Pumpe.
- Ein allgemeiner Ventilator (9) und ein Ventilator für die Peltier-Kühleinheit (14).
- Der „Prüfgas“-Eingang (3) besteht aus einem 4/6-mm-Teflon-Anschluss für den Anschluss eines bei Atmosphärendruck gelieferten externen Prüfgases.

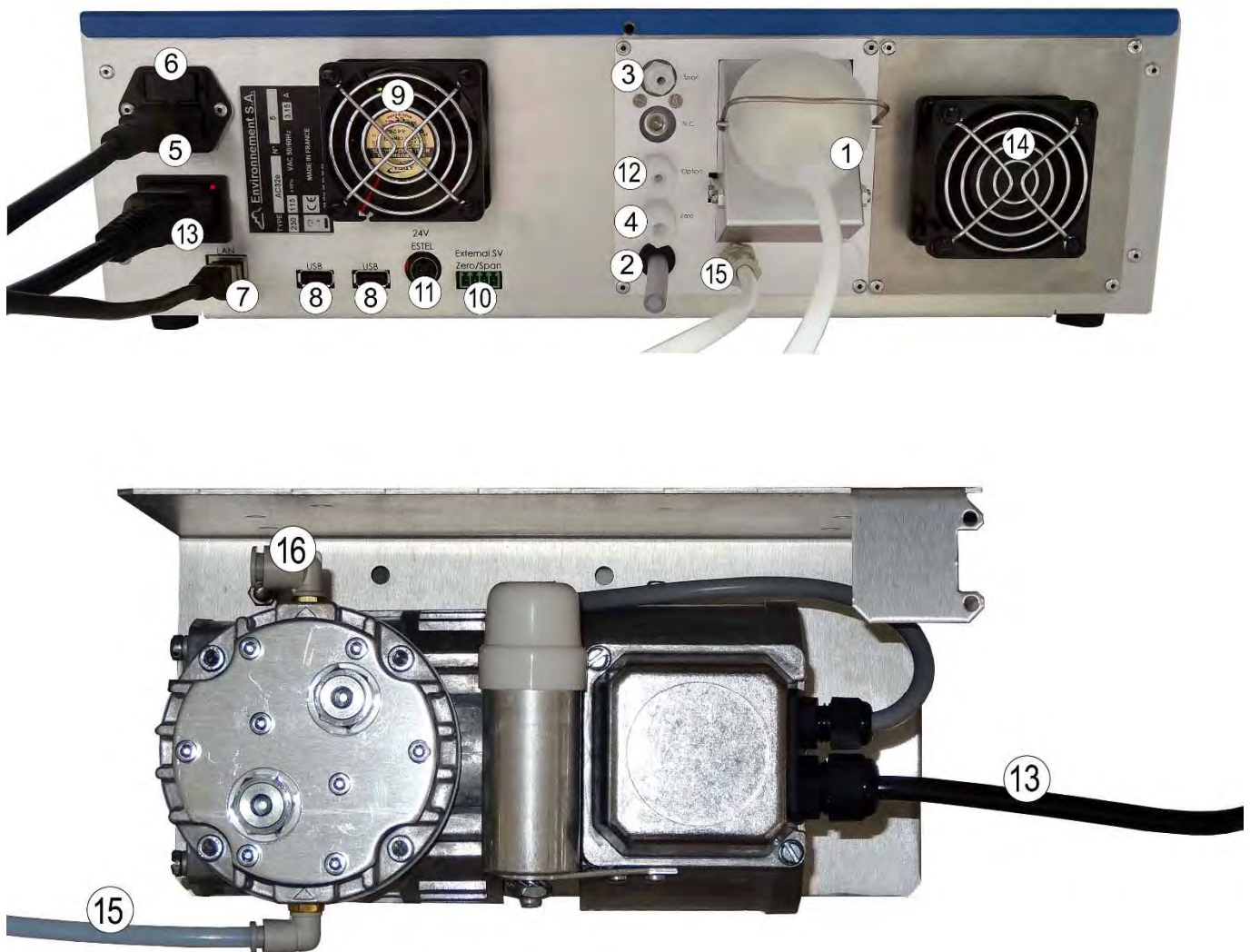
Ebenfalls an der Rückseite befindet sich folgende Option:

- Nulllufteingang für die Permeationsquelle (12).

Elektrische Anschlüsse und Ausrüstungen für alle Analysatoren (links)

- Ein Netzteil bestehend aus einer dreipoligen Buchse (5) für den Netzanschluss (100-240 V) mit einem Standardkabel und der Hauptsicherung 3,15 A (6).
- Ein Ethernet-Ausgang (7) und 2 USB-Anschlüsse (8).
- Eine 4-polige Klemmleiste für das optionale externe Kalibrier-MV (10).
- Ein Anschluss für die 24-V-Versorgung der optionalen ESTEL-Karte (11).
- Ein Netzanschluss für die externe Pumpe (13).

HINWEIS: Der Analysator ist mit einem für ein Netz mit einer Spannung von 100-240 V und einer Frequenz von 50-60 Hz geeigneten Anschluss ausgestattet. Das vorhandene Netz muss allerdings mit der auf dem Gehäuse der Pumpe angegebenen Spannung und Frequenz kompatibel sein.



- (1) Probeneingang, (2) Lufteingang für Ozonisor, (3) Prüfgaseingang, (4) optionaler Eingang, (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-Volt-Versorgung der optionalen ESTEL-Karte, (12) Eingang der Permeationsquelle (optional), (13) Versorgung der externen Pumpe, (14) Peltier-Ventilator, (15) Fluidanschluss der externen Pumpe, (16) Luftauslass Pumpe.

Abbildung 1–4 – Rückseite und externe Pumpe des AC32e

1.1.2.3 Innenansicht

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

Im Innern des Geräts befinden sich (Abbildung 1–5):

- der Staubfilter am Probegaseingang auf der Rückseite (1),
- der optionale Trockner (2) zur Entfernung der Feuchtigkeit aus dem Probegas,
- der Magnetventilblock (3) des Probegas-/Nullgas-/Prüfgaseingangs,
- der Magnetventilblock des NO_x-Zyklus (4) zur Auswahl den Messzyklus (NO-NO_x),
- der Nullgasfilter (5), der für den Nullreferenzzyklus ein NO-freies Gas generiert,
- der Probegas-Drucksensor (6),
- die Verbindungskarte (7), die die Vernetzung der Versorgungs-, ARM20-, Steuerungs- und Messkarten gewährleistet
- das Magnetventil des NO_x-Zyklus (9),
- der Drucksensor (10) der Reaktionskammer,
- das Konvertergehäuse (11), in dem sich der NO_x-Konverterofen (8) und der Ozonvernichter (17) befinden,
- das Gehäuse der 24-V-Versorgung, das die Netzversorgung in Gleichstrom (12) umwandelt,
- der Ozonkreislauf, bestehend aus dem Lufteingangfilter (13), dem Trockner (14), dem Ozongenerator (15), an dem die Ozonisatorkarte (29) montiert ist, dem Ozonreiniger (16) und dem Ozonscrubber (17),
- die ARM20-Karte (18),
- das Messmodul (19), das die Reaktionskammer, die gekühlte Umwandlung des Photomultiplierrohrs (PM) und die RTP-Karte (RTP = Temperaturregelung Peltier) (28) umfasst,
- der Spültrocknerfilter (20),
- die Messkarte (21),
- die Steuerungskarte (22),
- die Versorgungskarte (23),
- der Ventilator des Peltier-Moduls (24) und der Kühlventilator der Elektronikarten (25),
- der Vakuumverteiler (26),
- das Gehäuse der Vorverstärkerkarte (27),
- die Pumpenrelaiskarte (30).

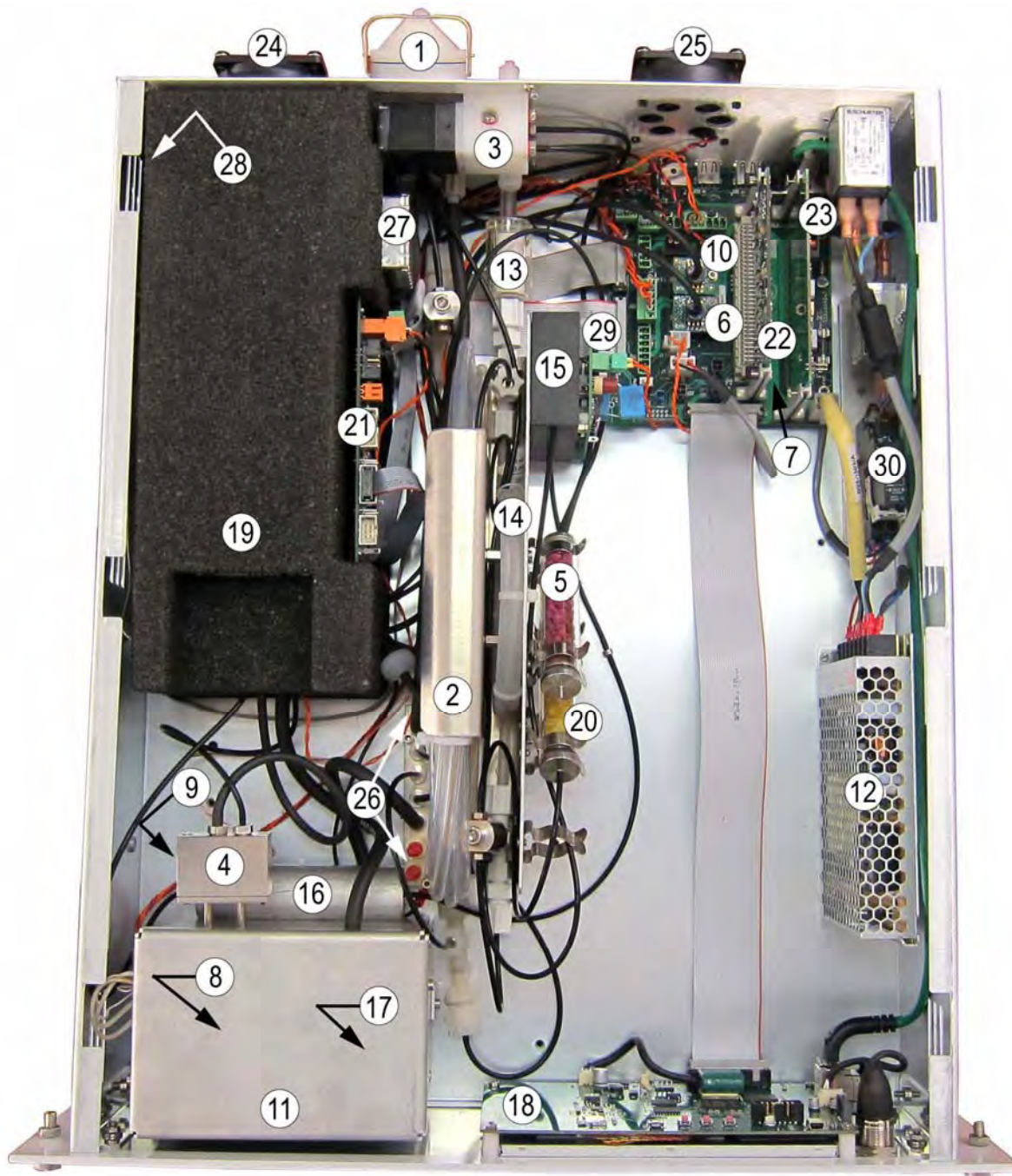
Das Messgas strömt über den Eingangsstaubfilter (1) durch die Magnetventileinheit (2), die den Eingangsanschluss auswählt (Probe, Prüfgas, Nullgas). Der optionale Trockner (2) zwischen dem Staubfilter und der Magnetventileinheit ermöglicht die Beseitigung aller Störungen des Wassers.

Die Probe wird für den NO-Zyklus direkt und für den NO_x-Zyklus über den NO₂ → NO-Konverterofen (8) in die Reaktionskammer gesaugt.

Der Ozonisator ermöglicht die Generierung des für die Messung erforderlichen Ozons aus der Umgebungsluft. Die angesaugte Luft wird zuerst entstaubt und anschließend getrocknet. Hierzu wird sie durch den EingangsfILTER (13) und anschließend den Trockner (14) geleitet. Am Ausgang des Ozongenerators (15) passiert das produzierte Ozon den Reiniger (16), wo es von seinen Verunreinigungen gereinigt wird, bevor es in die Reaktionskammer im Innern des Messmoduls (19) gelangt. Die Ozonisatorkarte (29) gewährleistet die Stromversorgung des Hochspannungstransformators des Ozonisators.

Der Trockner (14) liefert außerdem die Spülluft für die Umwandlung des Photomultiplierrohrs nach Durchströmen des Spültrocknerfilters (20).

Der an der externen Pumpe angeschlossene Vakuumverteiler (26) verbindet alle internen Elemente, die unter Unterdruck zu setzen sind.



(1) Staubfilter Probeneingang, (2) optionaler Trockner, (3) Magnetventilblock Eingang, (4) Magnetventilblock NOx, (5) Nullgasfilter, (6) Drucksensor Probe, (7) Verbindungskarte, (8) Konverterofen, (9) Magnetventil NOx-Zyklus, (10) Drucksensor Reaktionskammer, (11) Konvertergehäuse, (12) 24-V-Versorgung, (13) Eingangsluftfilter Ozonisator, (14) Trockner Ozonisator, (15) Ozongenerator, (16) Ozonreiniger, (17) Ozonvernichter, (18) ARM20-Karte, (19) Messmodul, (20) Spültrocknerfilter, (21) Messkarte, (22) Steuerungskarte, (23) Versorgungskarte, (24) Peltier-Ventilator, (25) Kühlventilator, (26) Vakuumverteiler, (27) Gehäuse der Verstärkerkarte, (28) Peltier-Karte, (29) Ozonisatorkarte, (30) Pumpenrelaiskarte.

Abbildung 1-5 – Innenansicht des AC32e

1.1.3 BETRIEBSARTEN**1.1.3.1 Standardausführung**

- Bis 10 ppm programmierbare Messbereiche mit einem detektierbaren Minimum von 0,2 ppb bei einer Ansprechzeit von 25 Sekunden.
- Automatische Kontrolle der messtechnisch relevanten Parameter (UV-Energie, Durchfluss, Temperatur, Druck) und Funktionsprüfungen des Geräts.
- Messwerte in ppb oder $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (integrierter Umrechnungskoeffizient).
- Speicherung der Durchschnittsmesswerte mit programmierbarer Periode.

1.1.3.2 Optionen

Das Gerät kann mit den folgenden Optionen ausgestattet werden:

- 1 bis 2 ESTEL-Gehäuse, als Zubehör und direkt an den USB-Anschlüssen auf der Rückseite anschließbar.
- ein RS-Gehäuse, als Zubehör und direkt an den USB-Anschlüssen auf der Rückseite anschließbar.
- eine Permeationsquelle.

1.1.4 ZUGEHÖRIGE AUSRÜSTUNG

- Analog- oder Digital-Datenlogger
- digitales Datenerfassungssystem

1.2 KENNDATEN

1.2.1 TECHNISCHE DATEN

Messbereich	:	Programmierbar (maximal 10 ppm)
Einheit	:	ppb oder $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (programmierbar)
Rauschen (σ)	:	0,1 ppb (automatische Ansprechzeit)
Mindest erfassung (2σ)	:	0,2 ppb (automatische Ansprechzeit)
Minimale Ansprechzeit (0-90 %)	:	25 s
Nullpunktdrift	:	< 1 ppb / 24 Stunden
Kalibrierungsdrift	:	< 1% / 7 Tage
Linearität	:	1%
Wiederholbarkeit	:	1%
Probenfluss	:	0,66 l/min
Probenfluss bei optionalem Probentrockner	:	1 l/min
Ozonfluss	:	0,06 l/min
Kammerdruck	:	200 hPa absolut
NOx-Konverter	:	Molybdän, geregelt auf 340°C
Ozonvernichter	:	Katalytisch, beheizt
Temperatur Photomultiplier	:	Geregelt auf 0 °C
Temperatur Reaktionskammer	:	60 °C
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)
Spannungsversorgung	:	230 V oder 115 V, 50 HZ oder 60 Hz + Erde
Verbrauch	:	250 VA beim Start 160 VA im Normalbetrieb
Betriebstemperatur	:	von 0 °C bis + 40 °C
Speicherung der Messwerte	:	Kapazität: 1 Jahr, Basis ¼ Stunde Flash-EPROM-Speicher
Alarmprüfungen	:	Erfassung und Angabe von Funktionsfehlern: Temperaturen, Drücke, Stromwerte, Spannungen, Überschreitung der programmierbaren Messschwellen für NO, NOx, NO ₂ , Kalibrierfehler.
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)
Ansteuerung externes Null-/Prüfgas-Magnetventil	:	Steckverbinder mit Schraubklemmen

1.2.2 LAGERDATEN

- Temperatur: – 10 °C bis 60 °C.

1.2.3 INSTALLATIONSDATEN

1.2.3.1 Verbindungen zwischen Geräten

Der Analysator AC32e verwendet die in Abbildung 1–6 dargestellten externen Verbindungen und Versorgungen:

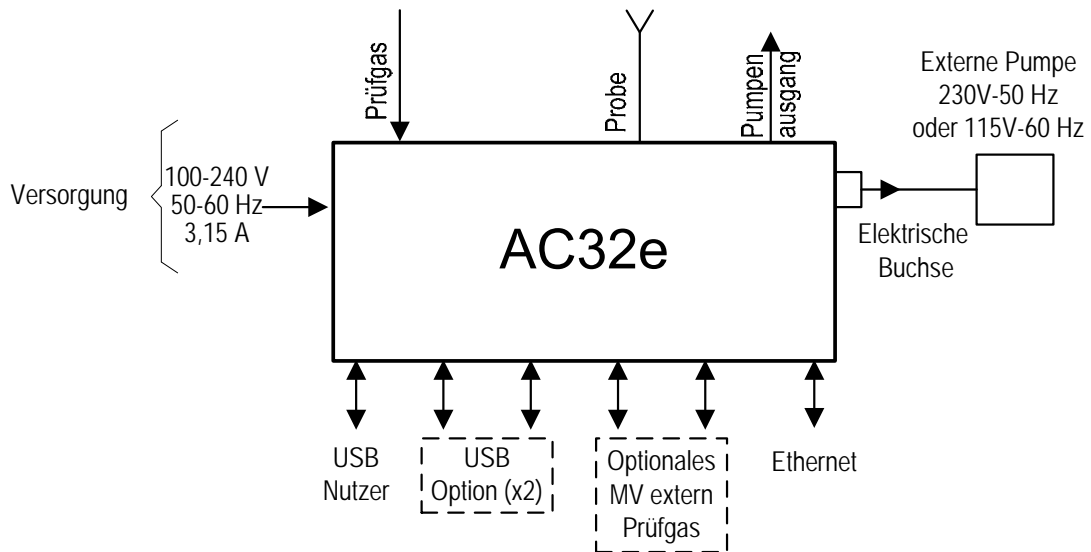


Abbildung 1–6 – Verbindungen zwischen Geräten

1.2.3.2 Maße und Gewicht

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

Länge : 606 mm

Breite : 483 mm

Höhe : 133 mm

Gewicht : 10 kg + externe Pumpe 4,5 kg

1.2.3.3 Handhabung und Lagerung

Der Analysator AC32e muss sorgfältig gehandhabt werden, um eine Beschädigung der verschiedenen Stecker und Anschlüsse an 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.

1.2.4 LAGERUNG

Das Gerät muss in dem für diesen Zweck vorgesehenen und mit Schaum ausgeschlagenen Koffer gelagert werden.

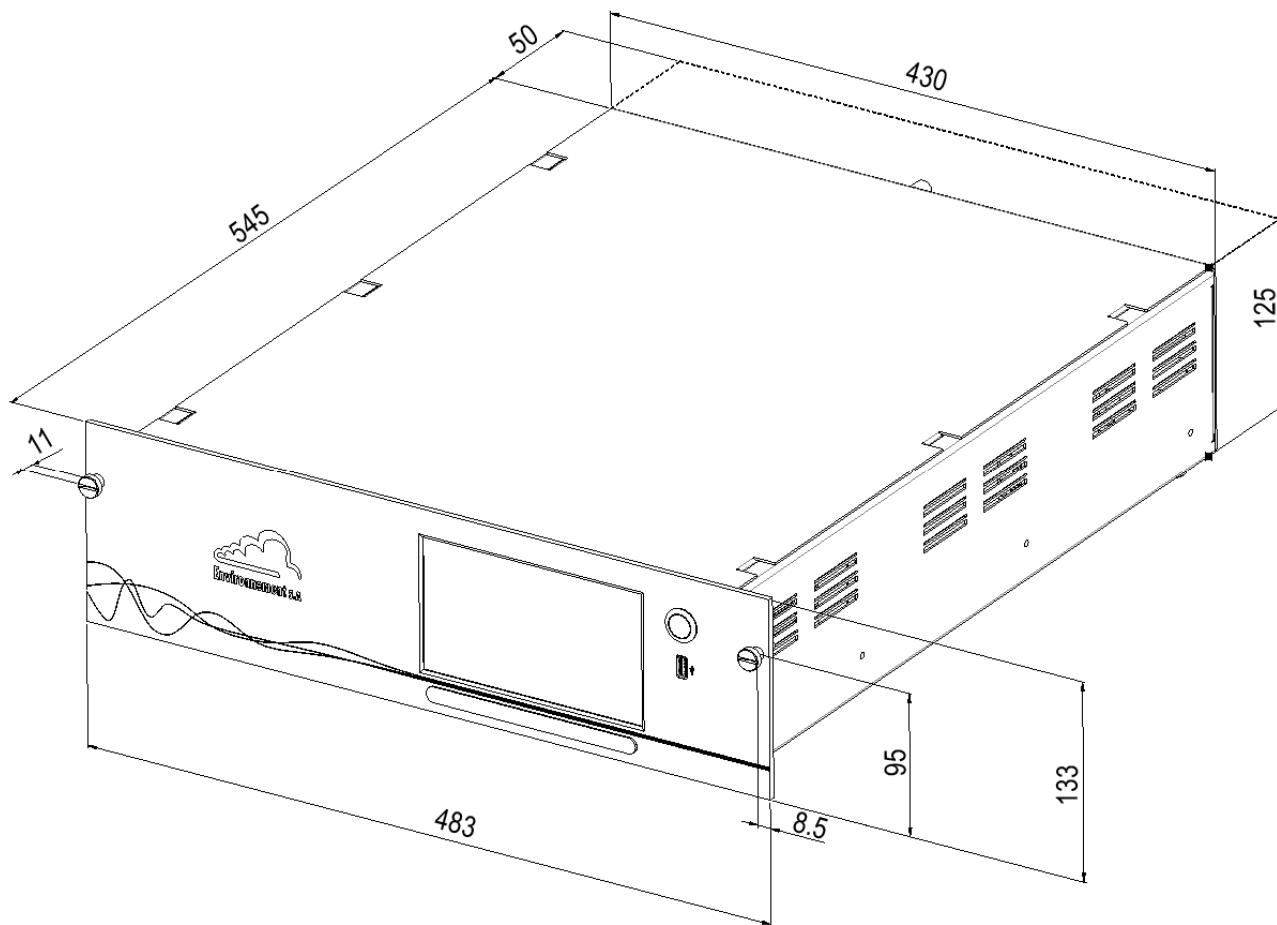


Abbildung 1-7 – Freiraummaße des AC32e (in mm)

KAPITEL 2

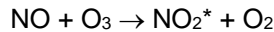
FUNKTIONSWEISE

2.1	MESSPRINZIP	2-2
2.2	ALLGEMEINE FUNKTIONSDARSTELLUNGEN	2-6
2.3	BESCHREIBUNG DER HAUPTMODULE	2-8
2.3.1	EINHEIT NOX-KONVERTER – OZONVERNICHTER – OZONREINIGER	2-8
2.3.2	PM-MODUL (PM = PHOTOMULTIPLIER)	2-8
2.3.2.1	Reaktionskammer	2-8
2.3.2.2	PM-Umwandung (PM = Photomultiplier)	2-8
2.3.3	MAGNETVENTILEINHEIT AN DEN GASEINGÄNGEN	2-9
2.3.4	OZONISATORTROCKNER	2-9
2.3.5	PROBENTROCKNER (OPTION)	2-9
2.3.6	OZONISATOR	2-10
2.3.7	ZYKLUSMAGNETVENTIL	2-10
2.3.8	VAKUUMPUMPE	2-10
2.4	PROGRAMMIERUNG DER ANSPRECHZEITEN	2-11
2.4.1	PRINZIP	2-11
2.4.2	PROGRAMMIERUNG DER ANSPRECHZEIT	2-11
2.5	ELEKTRONISCHE ARCHITEKTUR DER BAUREIHE E	2-12
2.6	NETZWERKVERBINDUNG UND USB-ANSCHLÜSSE	2-13
	Abbildung 2-1 – Schema des Dunkelzyklus (Nullreferenz)	2-3
	Abbildung 2-2 – Schema des NO-Zyklus	2-4
	Abbildung 2-3 – Schema des NOx-Zyklus	2-5
	Abbildung 2-4 – Allgemeines Funktionsschema	2-6
	Abbildung 2-5 – Allgemeines Funktionsschema mit optionaler NO ₂ -Permeationsquelle	2-7
	Abbildung 2-6 – PERMA-PURE-Trockner	2-9
	Abbildung 2-7 – Elektronische Architektur der Baureihe e	2-13

2. FUNKTIONSWEISE

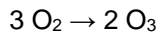
2.1 MESSPRINZIP

Die Chemilumineszenz entspricht einer Oxidation von NO-Molekülen durch Ozonmoleküle:

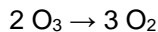


Die Reaktion erfolgt bei einem Ozonüberschuss. Sie wird nur von der Anzahl der in der Kammer vorhandenen NO-Moleküle begrenzt.

Das für die Chemilumineszenzreaktion erforderliche Ozon wird von einem Entladungsozonisator aus der Umgebungsluft gemäß der folgenden Reaktion erzeugt:

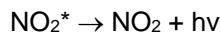


Das überschüssige Ozon wird am Ausgang der Reaktionskammer von einem katalytischen Ozonvernichter entsprechend folgender Rückreaktion eliminiert:

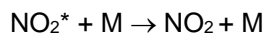


Die Rückkehr der angeregten NO_2^* -Moleküle zum Grundzustand erfolgt:

- durch Lichtstrahlung in einem Spektrum von 600 bis 1200 Nanometer:



- oder durch Zusammenstoß mit bestimmten in der Probe vorhandenen Molekülen (Quenching):

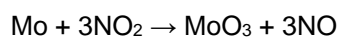


Durch Verringerung des Drucks in der Reaktionskammer wird die Wahrscheinlichkeit eines Zusammenstoßes herabgesetzt, wodurch sich eine bessere Lichtausbeute erreichen lässt. Die Druckverringerung in der Kammer erfolgt über eine Vakuumpumpe am Ende des Kreislaufs, die auch die Zirkulation der Probe gewährleistet.

Die Reaktionskammer ist durch einen optischen Filter vom Sensor getrennt, der nur die Strahlen mit einer Wellenlänge von über 610 Nanometer durchlässt und so die von der Chemilumineszenz der Kohlenwasserstoffe verursachten Störungen beseitigt.

Die Strahlungsmessung erfolgt durch ein Photomultiplierrohr. Das von ihm gelieferte elektrische Signal wird für die Verarbeitung durch den Mikroprozessor verstärkt und digitalisiert.

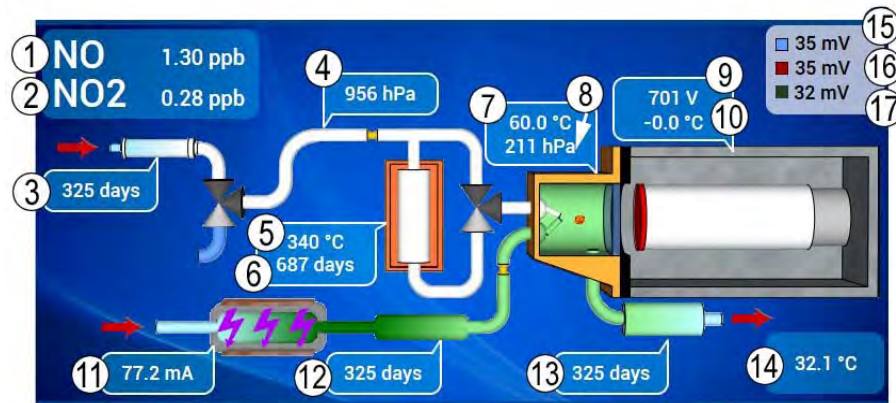
Um mittels Chemilumineszenz gemessen werden zu können, muss das NO_2 vorher zu NO reduziert werden. Hierzu wird ein Molybdän-Konverter für diese Redoxreaktion verwendet:



Die Messung besteht aus 3 Zyklen: dem Nullreferenzzyklus, dem NO-Zyklus und dem NO_x -Zyklus.

(*) Gibt an, dass sich das Molekül in einem angeregten Zustand befindet.

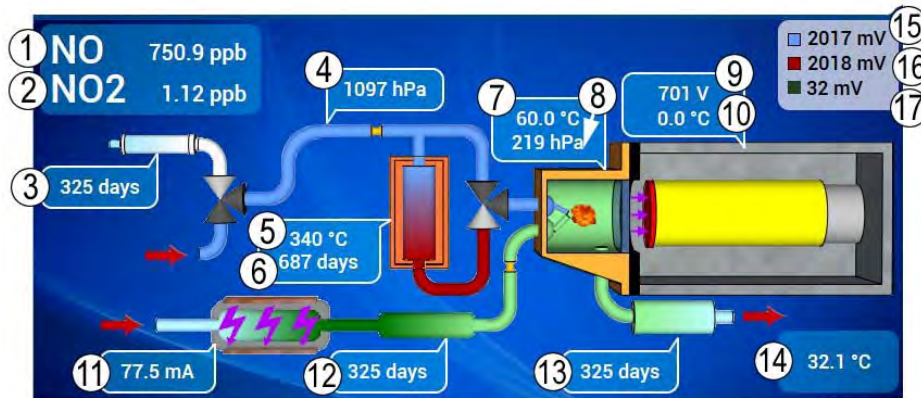
Nullreferenzzyklus: Die Probe wird durch Luft ersetzt, die in einer mit Purafil® gefüllten Patrone, die NO zu NO₂ oxidiert, behandelt wurde. Das so produzierte Gas wird in die Reaktionskammer injiziert, erzeugt jedoch keine Chemilumineszenzreaktion bei Kontakt mit Ozon, da es kein NO enthält. Das vom Photomultiplierrohr gemessene Signal entspricht der Summe des Dunkelstroms des Photomultiplierrohrs und der Offsetspannungen der Elektronik. Dieses Signal wird als Dunkelsignal gespeichert.



(1) NO-Messung, (2) NO₂-Messung, (3) Standzeit des Nullgasfilters, (4) Probendruck, (5) Temperatur des NO_x-Konverterofens, (6) Standzeit des NO_x-Konverterofens, (7) Temperatur der Reaktionskammer, (8) Druck in der Reaktionskammer, (9) Hochspannung des Photomultiplierrohrs, (10) Temperatur des Photomultiplierrohrs, (11) Stromstärke des Ozonisators, (12) Standzeit des Ozonreinigers, (13) Standzeit des Ozonvernichters (Ozonscrubbers), (14) Innentemperatur des Analysators, (15) Signal des Photomultiplierrohrs für den NO-Zyklus, (16) Signal des Photomultiplierrohrs für den NO_x-Zyklus, (17) Signal des Photomultiplierrohrs für den Nullreferenzzyklus (Dunkelsignal).

Abbildung 2-1 – Schema des Dunkelzyklus (Nullreferenz)

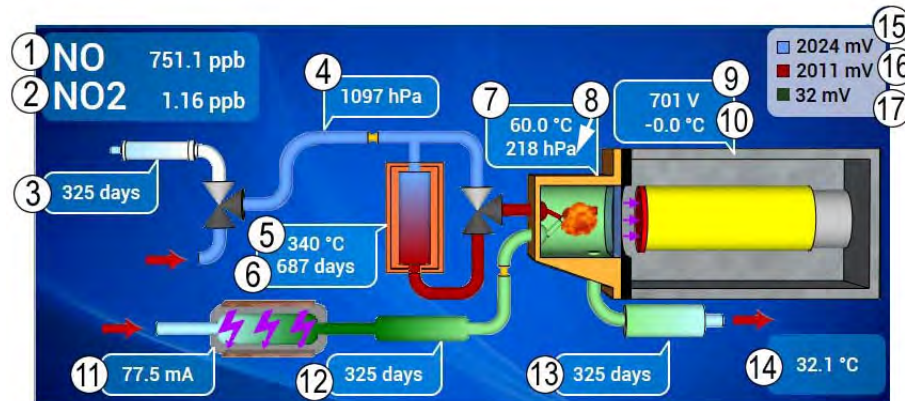
NO-Zyklus: Die Probe wird direkt in die Messkammer geleitet, in der die NO-Moleküle mit Ozon oxidiert werden. Das vom Photomultiplierrohr gemessene Signal, verringert durch das Dunkelsignal, ist proportional zur Anzahl der in der Probe vorhandenen NO-Moleküle.



(1) NO-Messung, (2) NO₂-Messung, (3) Standzeit des Nullgasfilters, (4) Probedruck, (5) Temperatur des NO_x-Konverterofens, (6) Standzeit des NO_x-Konverterofens, (7) Temperatur der Reaktionskammer, (8) Druck in der Reaktionskammer, (9) Hochspannung des Photomultiplierrohrs, (10) Temperatur des Photomultiplierrohrs, (11) Stromstärke des Ozonisators, (12) Standzeit des Ozonreinigers, (13) Standzeit des Ozonvernichters (Ozonscrubbers), (14) Innentemperatur des Analysators, (15) Signal des Photomultiplierrohrs für den NO-Zyklus, (16) Signal des Photomultiplierrohrs für den NO_x-Zyklus, (17) Signal des Photomultiplierrohrs für den Nullreferenzzyklus (Dunkelsignal).

Abbildung 2-2 – Schema des NO-Zyklus

NO_x-Zyklus: Die Probe wird durch den Konverterofen geleitet, der das NO₂ zu NO reduziert, und dann in der Reaktionskammer mit Ozon gemischt. Das vom Photomultiplierrohr gemessene Signal, verringert durch das Dunkelsignal, ist proportional zur Summe der in der Probe enthaltenen NO-Moleküle und NO₂-Moleküle (im Konverter zu NO reduziert).



(1) NO-Messung, (2) NO₂-Messung, (3) Standzeit des Nullgasfilters, (4) Probendruck, (5) Temperatur des NO_x-Konverterofens, (6) Standzeit des NO_x-Konverterofens, (7) Temperatur der Reaktionskammer, (8) Druck in der Reaktionskammer, (9) Hochspannung des Photomultiplierrohrs, (10) Temperatur des Photomultiplierrohrs, (11) Stromstärke des Ozonisators, (12) Standzeit des Ozonreinigers, (13) Standzeit des Ozonvernichters (Ozonscrubbers), (14) Innentemperatur des Analysators, (15) Signal des Photomultiplierrohrs für den NO-Zyklus, (16) Signal des Photomultiplierrohrs für den NO_x-Zyklus, (17) Signal des Photomultiplierrohrs für den Nullreferenzzyklus (Dunkelsignal).

Abbildung 2-3 – Schema des NO_x-Zyklus

2.2 ALLGEMEINE FUNKTIONSDARSTELLUNGEN

Siehe Abbildung 2-4 und Abbildung 2-5.

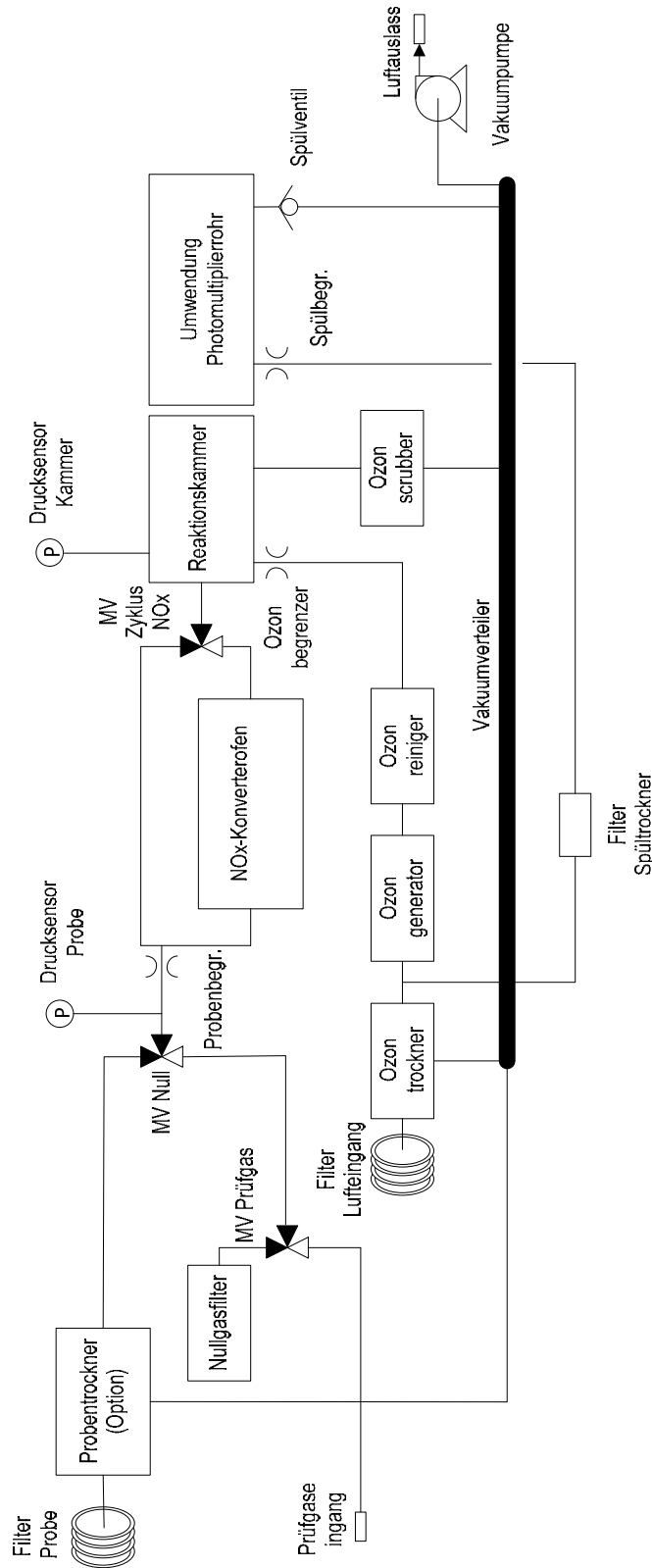


Abbildung 2-4 – Allgemeines Funktionsschema

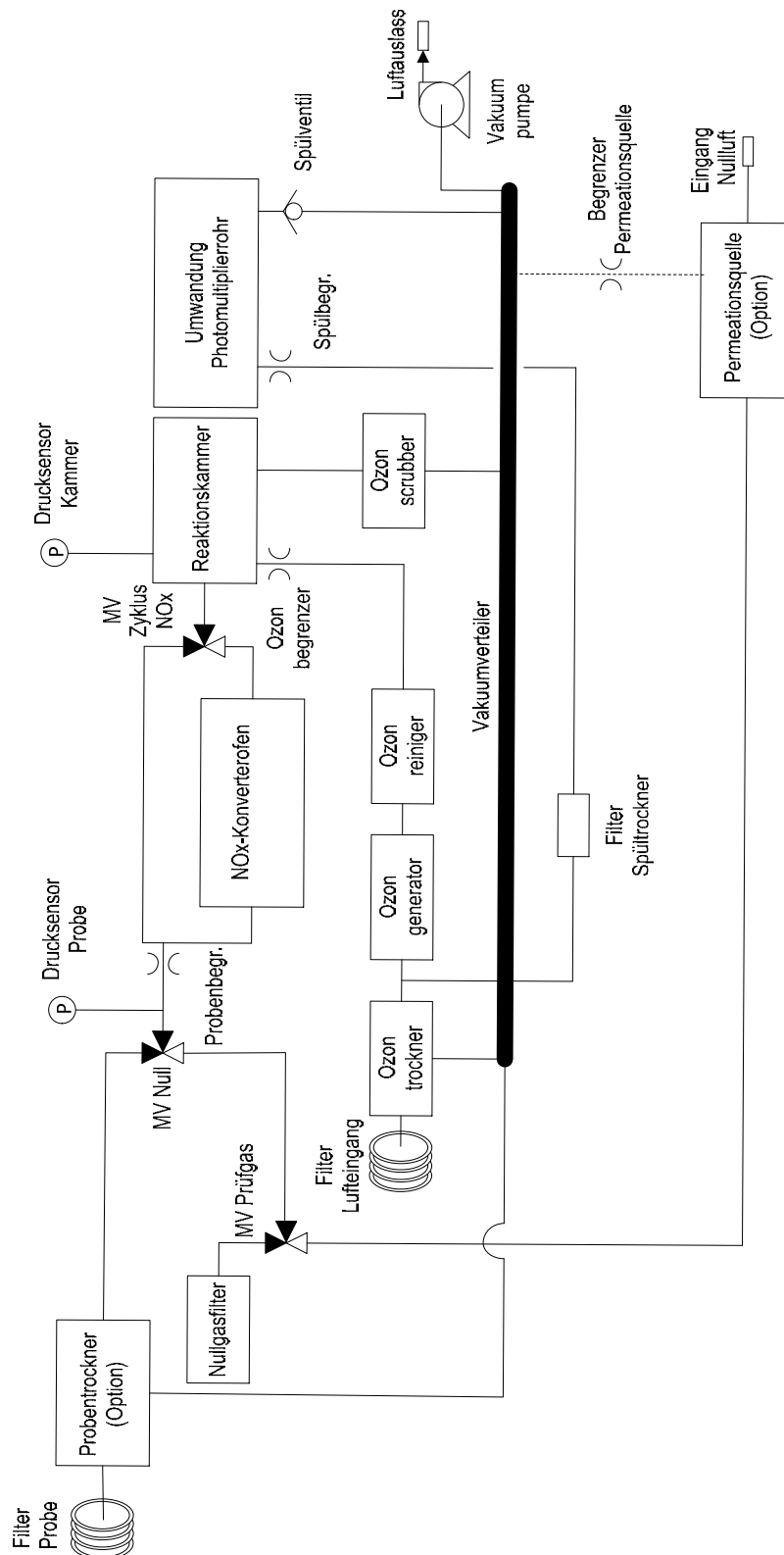


Abbildung 2-5 – Allgemeines Funktionsschema mit optionaler NO2-Permeationsquelle

2.3 BESCHREIBUNG DER HAUPTMODULE

2.3.1 EINHEIT NOX-KONVERTER – OZONVERNICHTER – OZONREINIGER

Der **NOx-Konverter** besteht aus einer geschweißten Einheit mit den Molybdän-Gittern. Die Einheit wird von einem Heizungsband mit einer Pt100-Sonde auf 340 °C gehalten und mit Glaswolle wärmegeämmt. Die Temperaturregelung wird von der Steuerungskarte gewährleistet.

Der **Ozonvernichter** besteht aus einer demontierbaren Patrone, die einen Katalysator auf Basis von Kupferoxid und Manganoxid enthält. Die Patrone wird durch die Nähe zum NOx-Konverter auf einer hohen Temperatur gehalten.

Der **Ozonreiniger** befindet sich zwischen dem Ozongenerator und der Reaktionskammer. Er besteht aus einer demontierbaren Glaspatrone, die eine Reagenz enthält, die die im Ozon enthaltenen Verunreinigungen zurückhalten soll.

2.3.2 PM-MODUL (PM = PHOTOMULTIPLIER)

Dieses Element umfasst 2 Bauteile: die Reaktionskammer und die PM-Umwandung (PM = Photomultiplier)

2.3.2.1 Reaktionskammer

Die Reaktionskammer besteht aus einer goldplattierten Aluminiumeinheit. Hierzu gehören:

- Das Probeneingangsmodul zur Aufnahme von 3 Kopplern:
 - Koppler des Probeneingangs,
 - Koppler des Probedrucksensors,
 - Koppler des Probenbegrenzers, der den Durchfluss zum Zyklusventil begrenzt.
- Das Ozoneingangsmodul, das den Ozonbegrenzer enthält.
- Die Eingangs- und Ausgangsanschlüsse sowie der Druckanschluss der Kammer, die ebenfalls Koppler aufnehmen.
- Die Kammer, in der die Reaktion abläuft, eine durch eine Glasscheibe verschlossene Kavität.
- Die Regelung der Temperatur auf 60 °C mit einem Heizwiderstand und einer Pt1000-Sonde, die von der Steuerungskarte gewährleistet wird.

2.3.2.2 PM-Umwandung (PM = Photomultiplier)

Die PM-Umwandung ist durch eine Glasscheibe an der Reaktionskammer von dieser getrennt. Das Photomultiplierrohr befindet sich in einem wärmeleitenden Rohr, das mit einem roten optischen Filter ausgestattet ist. Das wärmeleitende Rohr wird von einem zweistufigen Peltier-Kühler bei 0 °C gehalten, dessen Kühlkörper aus dem Deckel der Umwandung besteht. Die Temperatur wird von einer Pt1000-Sonde, die auf eine fest mit dem Wärmeleiter verbundene Kälteplatte aufgeschraubt ist, geregelt.

Die Wärmeisolierung des wärmeleitenden Rohrs erfolgt durch die Vakuumierung der PM-Umwandung, die über ein Ventil am mit der externen Vakuumpumpe verbundenen Vakuumverteiler angeschlossenen ist. Im Fall des Stillstands der Vakuumpumpe isoliert das Ventil die PM-Umwandung vor einem abrupten Wiederanstieg des Drucks, während ein Hilfskreis eine leichte Spülung mit Trockenluft gewährleistet, die sich der Retrodiffusion der im Vakuumverteiler enthaltenen Gase entgegensetzt.

Das Photomultiplierrohr ist an einer Box angeschlossen, die seine Hochspannungsversorgung gewährleistet und das Ausgangssignal über ein Koaxialkabel übermittelt.

Die Box ist mit der Verstärkerkarte auf der Außenseite der PM-Umwandung verbunden, die die Versorgung der Box und die Verstärkung des PM-Signals gewährleistet.

Die Verlegung der verschiedenen Kabel (PM-Box, Peltier, Pt1000) durch die Umwandung erfolgt mit vakuumdichten Flanschen.

2.3.3 MAGNETVENTILEINHEIT AN DEN GASEINGÄNGEN

Zwei 3-Wege-Magnetventile ermöglichen die Auswahl eines der drei Kanäle des Analysators: „Probe“, „Nullluft“ oder „Prüfgas“. Der Staubschutz wird von einem PTFE-Filter gewährleistet, der am „Probeneingang“ angeschlossen ist.

2.3.4 OZONISATORTROCKNER

Die für den Ozonisator bestimmte Luft wird vorab mit Hilfe eines Permeationstrockners getrocknet. Diese Art Trockner besteht aus zwei konzentrischen Rohren. Das Innenrohr besteht aus einem speziellen, wasserdurchlässigen Polymer, Nafion. Durch dieses Rohr wird das zu trocknende Gas geleitet. Der Raum zwischen diesem Innenrohr und dem Außenrohr enthält das Trocknungsgas, das im Gegenstrom zirkuliert. Das Trocknungsgas wird erhalten durch Entnahme eines Teils des getrockneten Gases und dessen Entlastung, um den Partialdruck der Feuchtigkeit noch weiter zu reduzieren.

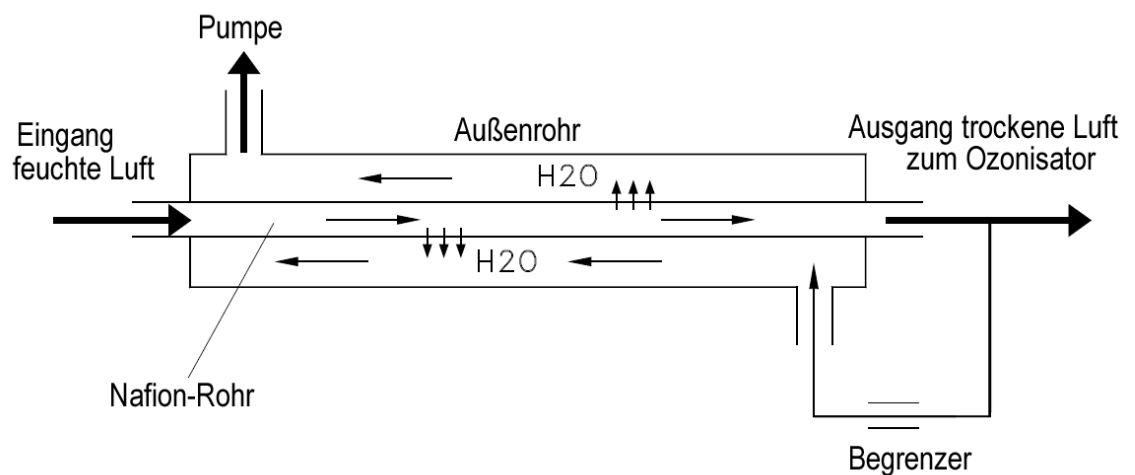


Abbildung 2-6 – PERMA-PURE-Trockner

2.3.5 PROBENTROCKNER (OPTION)

Der optionale Probentrockner befindet sich zwischen dem Probenfilter und dem Probenanschluss der Gaseingangs-Magnetventile. Seine Funktionsweise ist identisch mit der des Ozonisatorrockners.

2.3.6 OZONISATOR

Der Ozonisator besteht aus 2 Einheiten:

- einer Elektronikkarte, die ein Impulssignal aus der 24-V-Versorgung generiert,
- einem Hochspannungsmodul, das den Hochspannungstransformator und das Ozonisorrohr umfasst.

Das Ozonisorrohr ist ein Modell mit zwei Dielektrika, in dem jeder der zwei zylindrischen Elektroden mit einem eigenen Dielektrikum verbunden ist, das sie vom Gas trennt. So gibt es keinen physischen Kontakt zwischen dem Gas und den Elektroden.

Das Ozonisorrohr, der Transformator und die Hochspannungsverkabelung sind in ein Gehäuse eingebettet. Sie sind nicht demontierbar und bedürfen keiner Wartung.

2.3.7 ZYKLUSMAGNETVENTIL

Das Zyklusmagnetventil ist an einer Box installiert, die seine Verbindung zwischen Folgendem übernimmt:

- Ein- und Ausgang des NOx-Konverters,
- Probenbegrenzer und Probeneingang der Reaktionskammer.

2.3.8 VAKUUMPUMPE

Bei der Vakuumpumpe handelt es sich um eine externe Pumpe.

2.4 PROGRAMMIERUNG DER ANSPRECHZEITEN

Um seine Metrologie zu verbessern, ist der AC32e mit einer Funktionssoftware namens *Automatische Ansprechzeit* ausgestattet, die die Filterung von Messungen ermöglicht.

Der *Ansprechzeitindex* oder *RT* ist eine Maßzahl, auf Basis derer der Betriebsmodus auszuwählen ist; entsprechend hat sie keine Einheit. Ist der Index auf 13 (Standard) gesetzt, entspricht er der optimalen Ansprechzeit des Analysators mit sowohl einer schnellen Reaktion als auch einer niedrigen unteren Nachweisgrenze.

2.4.1 PRINZIP

Mit dem *RT* kann der Nutzer die Ansprechzeit des Analysators ändern. Der Wert des *RT* kann von 01 bis 20 programmiert werden, was sich in zwei Gruppen aufgliedert:

- *Manueller RT* von 01 bis 10
- *Automatischer RT* von 11 bis 20

01 bis 10: Für jede Erfassung alle 5 Sekunden ersetzt eine Anzahl Elemente gleich *RT* dieselbe Anzahl der ältesten *RT*-Werte in einer Gruppe von 60 Elementen. Deshalb variiert die Ansprechzeit von 60×5 bis 6×5 Sekunden. Um den theoretischen Wert der Ansprechzeit (in Sekunden) zu berechnen, ist

folgende Rechnung durchzuführen: $5 \times \frac{60}{RT}$.

Beim *Manuellen RT* wird der Nutzer darauf hingewiesen, dass je größer der *RT* ist, desto mehr rauscht die Messung.

Je größer der *RT*, desto schneller die Reaktion.

11 bis 20: Die Ansprechzeit wird abhängig von den Messungen automatisch angepasst. Zuerst wird eine Gruppe von 60 Elementen alle 5 Sekunden durch ein [RT]-Element gefüllt, um den wie folgt berechneten Mittelwert zu bilden:

$$[MEAS]_{AVERAGE} = \frac{1}{60} \sum_1^{60} [MEAS]_{INSTANTANEOUS}$$

WICHTIG! Der *Ansprechzeitindex* [RT] = 13 gibt an, dass der gesamte Zwischenspeicher alle 5 Sekunden aktualisiert wird.

Dann wird ein gewichtetes Mittel zwischen den gefilterten Werten ($[MEAS]_{FILTERED}$) und dem Mittelwert ($[MEAS]_{AVERAGE}$) rekursiv nach der folgenden Formel berechnet:

$$[MEAS]_{FILTERED(t)} = X \times [MEAS]_{FILTERED(t-1)} + Y \times [MEAS]_{AVERAGE}$$

mit $(X + Y) = 100\%$

Übersteigt die Differenz ($[MEAS]_{FILTERED(t-1)} - [MEAS]_{AVERAGE}$) eine festgelegte Schwelle, wird der Wert von Y bis zu 99 % erhöht, um schnell die ausgelesene Konzentration zu erreichen.

Liegt ($[MEAS]_{FILTERED(t-1)} - [MEAS]_{AVERAGE}$) unter der Schwelle, wird der Wert Y progressiv verringert, um die Filterung und das Rauschen zu optimieren

Je stabiler die Messung, desto mehr tendiert X zu 99 %.

2.4.2 PROGRAMMIERUNG DER ANSPRECHZEIT

Die Funktion *Automatische Ansprechzeit* kann im Bildschirm „*Erweiterte Konfiguration des Analysators*“ aktiviert oder gesperrt werden. Die minimale Ansprechzeit kann ebenfalls in diesem Menü geändert werden.

2.5 ELEKTRONISCHE ARCHITEKTUR DER BAUREIHE E

Die Kommunikation zwischen der ARM20-Karte und den anderen Elektronikarten (Messkarte, Verbindungskarte, Versorgungskarte, Steuerungskarte, Drucksensorkarte usw.) erfolgt gemäß nachfolgendem Schema.

Die ARM20-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 die ARM20-Karte 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 ARM20-Karte übermittelt.

Die VERSORGUNGSKARTE generiert mit dem 24-V-Schaltnetzteil die internen Spannungen des Analysators:

- +24 V, gefiltert und gesichert
- +12 V, für die Versorgung der ARM20-Karte,
- +5 V,
- +3,3 V.

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.

Die VERBINDUNGSKARTE sichert die Vernetzung der Versorgungs-, Arm20-, Steuerungs- und Messkarte und ermöglicht die Verbindung aller Stecker und Sensoren untereinander.

Zusätzlich zur Standardelektronik der Baureihe e ist der AC32e mit spezifischen Karten ausgestattet:

- Die VORVERSTÄRKERKARTE verstärkt das Signal des Photomultiplierrohrs und übernimmt die Versorgung seiner Hochspannungsbox.
- Die RTP-Karte (RTP = Temperaturregelung Peltier) konvertiert das PWM-Signal von der Steuerungskarte in Gleichstrom, der das Peltier-Kühlmodul des Photomultiplierrohrs versorgt und das PM-Temperatursignal zur Steuerungskarte zurückleitet.

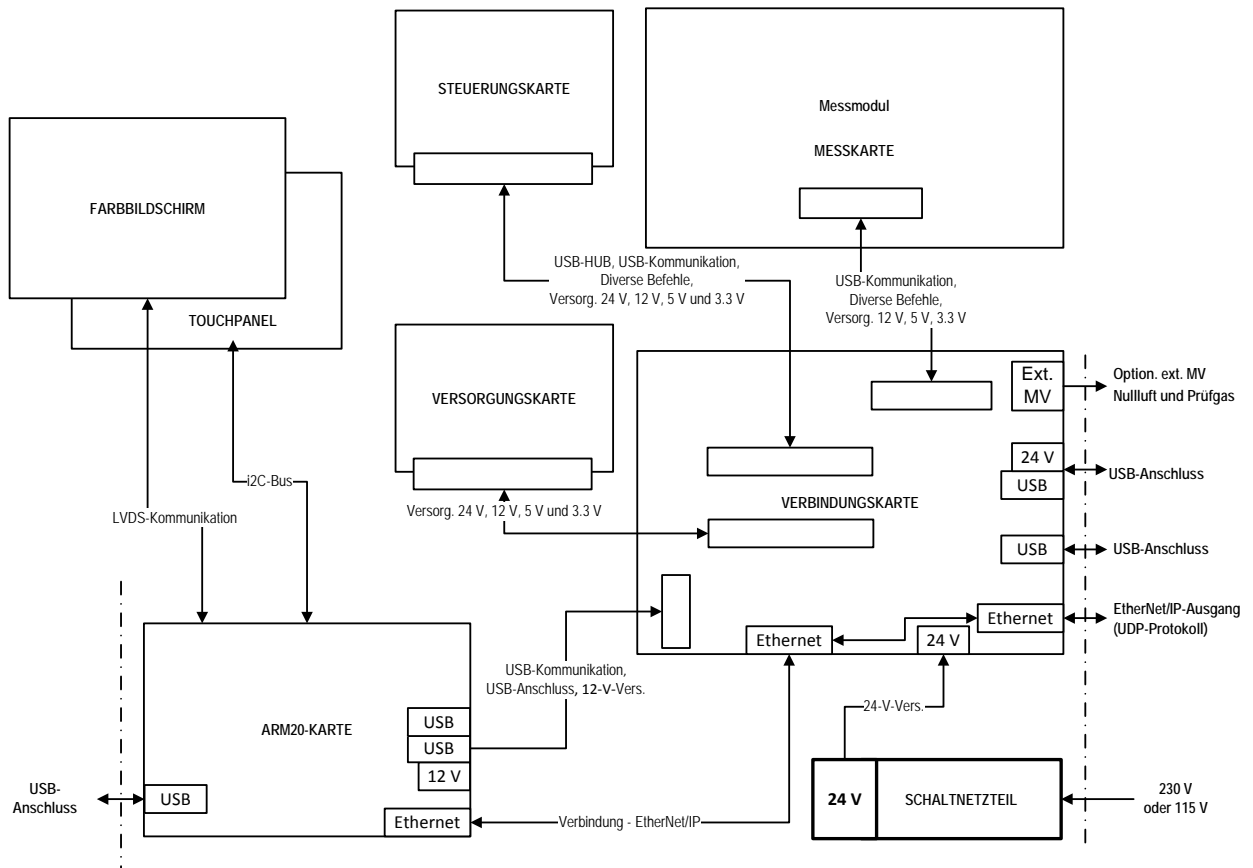


Abbildung 2-7 – Elektronische Architektur der Baureihe e

2.6 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	3–6
3.2.	PROGRAMMIERUNG DES AC32E	3–11
3.2.1.	BESCHREIBUNG UND VERWENDUNG DES BILDSCHIRMS UND DER TASTATUR	3–11
3.2.1.1.	Definition der Bereiche der Bedienbildschirme	3–11
3.2.1.2.	Funktionsweise der kontextbezogenen Hilfe	3–12
3.2.1.3.	Virtuelle Eingabetastatur	3–12
3.2.2.	PROGRAMMIERUNG DER BETRIEBSPARAMETER	3–15
3.2.2.1.	Feld für die Eingabe von Zeichen über die Tastatur	3–15
3.2.2.2.	Feld zur Auswahl der Parameter aus einer Auswahlliste	3–15
3.2.2.3.	Taste zur Statusänderung AUS/EIN	3–15
3.3.	Benutzerfreundliche Navigation	3–16
3.4.	BESCHREIBUNG DER FUNKTIONEN DES ANALYSATORS	3–21
3.4.1.	STANDARDFUKTIONEN	3–21
3.4.1.1.	Bedienelemente des Analysators	3–21
3.4.1.2.	Anzeige der Messkanäle	3–23
3.4.1.3.	Anzeige der Kurven der Messkanäle	3–26
3.4.1.4.	Synoptische Darstellung des Analysators	3–29
3.4.2.	DIE ERWEITERTEN FUNKTIONEN	3–30
3.4.2.1.	Passwortverwaltung	3–30
3.4.2.2.	Allgemeine Konfiguration	3–31
3.4.2.3.	Konfiguration der automatischen Zyklen	3–33
3.4.2.4.	Sprachauswahl	3–34
3.4.2.5.	Suche nach und Anzeige der gespeicherten Mittelwerte	3–34
3.4.2.6.	Löschen aller gespeicherten Mittelwerte	3–35
3.4.2.7.	Liste der angemeldeten Clients	3–35
3.4.2.8.	Diagnosefunktionen	3–36
3.4.2.9.	Aktivierung des Standby-Modus	3–38
3.4.2.10.	Aktivierung des Wartungsmodus	3–38

3.4.2.11. Erweiterte Konfiguration des Analysators	3-39
3.4.2.12. Automatische Linearisierung des Durchflusses	3-40
3.4.2.13. Dichtheitsprüfung	3-41
3.5. KALIBRIERUNG	3-42
3.5.1. ÜBERSICHT ÜBER DIE KALIBRIERUNG UND TERMINOLOGIE	3-42
3.5.1.1. Nullluftherzeugung	3-44
3.5.1.2. Prüfgaserzeugung (NOx)	3-45
3.5.1.3. Interne Magnetventile	3-46
3.5.2. NULL- UND SKALENPUNKTPRÜFUNG:	3-47
3.5.2.1. Notwendige Hardware	3-47
3.5.2.2. Verfahren	3-47
3.5.2.3. Verwendung der automatischen Zyklen	3-49
3.5.3. ZWEI-PUNKT-KALIBRIERUNG	3-50
3.5.3.1. Notwendige Hardware	3-50
3.5.3.2. Verfahren	3-50
3.5.4. MEHRPUNKTKALIBRIERUNG	3-54
3.5.4.1. Darstellung	3-54
3.5.4.2. Verfahren	3-54
3.5.5. ÜBERPRÜFUNG DER KONVERTIERUNGSLEISTUNG DES MOLYBDÄNOFENS DURCH GPT	3-55
3.5.5.1. Vorrichtung	3-55
3.5.5.2. Verfahren	3-55
Abbildung 3-1 – Fluid- und elektrische Anschlüsse	3-4
Abbildung 3-2 – Installation des „Probegas“-Anschlusses	3-5
Abbildung 3-3 – Anschlussbeispiel für unter Druck stehendes Gas	3-43
Abbildung 3-4 – Anschlussplan des Kalibrators	3-46
Abbildung 3-5 – Typische Gasphasentitrationskurve	3-56

3. BETRIEB

3.1. ERSTINBETRIEBNAHME

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

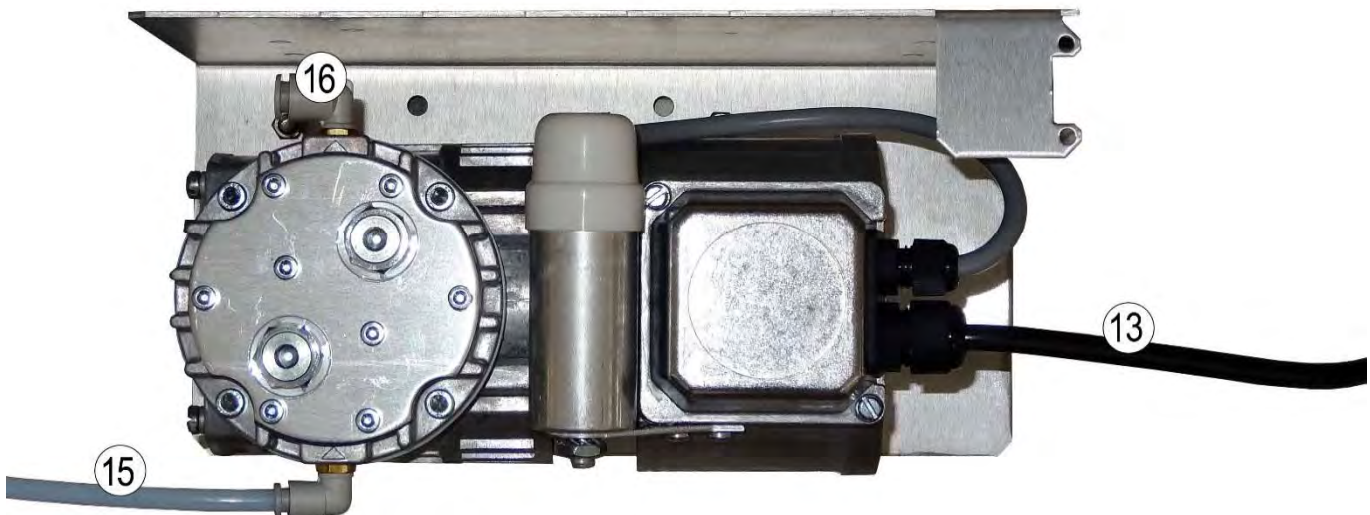
3.1.1. VORBEREITENDE ARBEITEN

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.
- Entfernen Sie die Verschlüsse der Fluidein- und -ausgänge (1) (3) des Geräts (bewahren Sie diese für eine spätere Lagerung auf).
- Überprüfen Sie, dass sich im Staubfilter (1) eine Filtermembran befindet, und schließen Sie anschließend das 4/6-mm-Teflonrohr für die Luftentnahme am Probeneingang an.
- Schließen Sie den ETHERNET-Ausgang (7) an.
- Schließen Sie bei Bedarf eventuelle Zubehörteile über die USB-Anschlüsse (8) an.
- Schließen Sie den Netzanschluss (5) des Analysators mit Hilfe des Netzkabels an eine geerdete Netzsteckdose an.
- Überprüfen Sie, dass die auf dem Gehäuse der externen Pumpe angegebene Spannung und Frequenz der Spannung und der Frequenz des verfügbaren Netzes entsprechen. Schließen Sie anschließend die Stromversorgung (14) der externen Pumpe an der Rückseite des Geräts an.
- Schließen Sie die externe Pumpe (16) mit Hilfe eines 4/6-mm-Teflonrohrs an.
- Schließen Sie den Pumpenausgang mit einem 6/8-mm-Teflonrohr am Luftauslass an.

HINWEIS: Der Analysator ist mit einem für ein Netz mit einer Spannung von 100-240 V und einer Frequenz von 50-60 Hz geeigneten Anschluss ausgestattet. Das vorhandene Netz muss allerdings mit der auf dem Gehäuse der Pumpe angegebenen Spannung und Frequenz kompatibel sein.



(1) Probeneingang, (2) Lufteingang für Ozonisator, (3) Prüfgaseingang, (4) Eingang für den externen Nullgasgenerator, (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-Volt-Versorgung der optionalen ESTEL-Karte, (12) Eingang der Permeationsquelle (optional), (13) Versorgung der externen Pumpe, (14) Peltier-Ventilator, (15) Fluid-Anschluss der externen Pumpe, (16) Luftauslass Pumpe.

Abbildung 3-1 – Fluid- und elektrische Anschlüsse

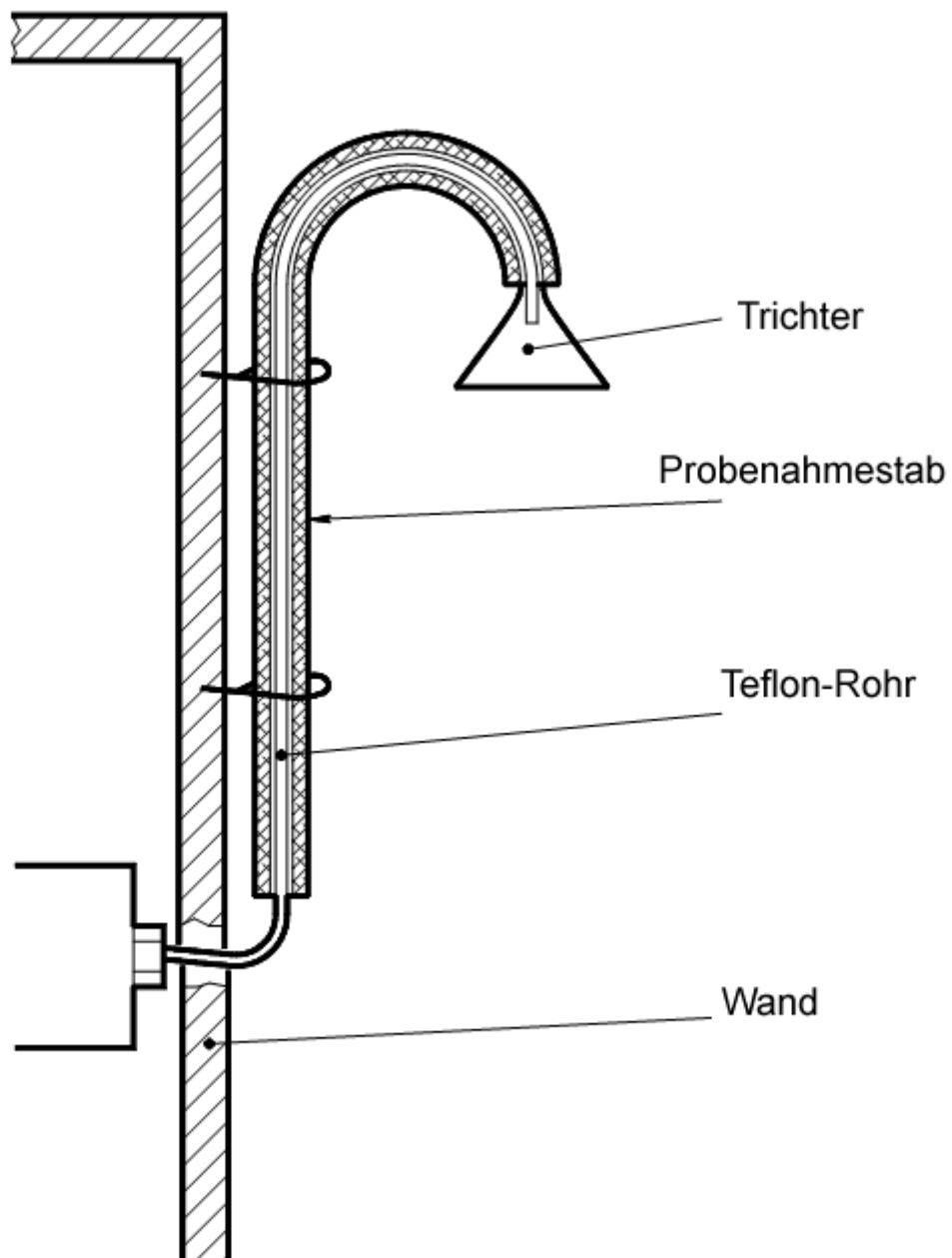


Abbildung 3-2 – Installation des „Probegas“-Anschlusses

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 EIN/AUSOFF auf der Vorderseite drücken. Der Analysator startet, er geht in den Vorheizzyklus (die Dauer dieses Zyklus beträgt maximal 1800 Sekunden). Es wird der Startbildschirm angezeigt: Er ermöglicht die Visualisierung des Status der Vorheizung.

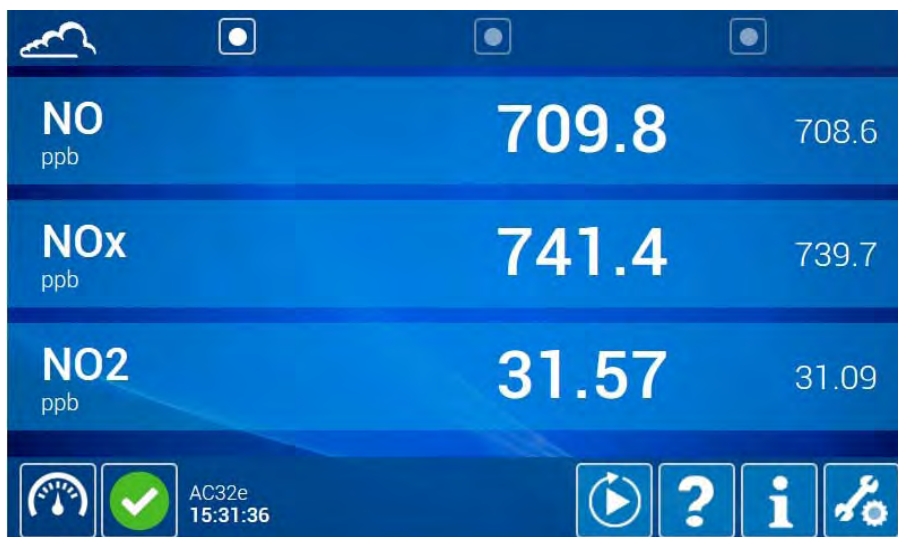




Sobald sich alle messtechnischen Parameter innerhalb der Betriebsgrenzen befinden, verlässt das Gerät den Vorheizmodus.

Das Symbol des Fortschritts des Vorheizvorgangs erlischt und das Gerät führt automatisch eine Nullreferenz durch:




Ist die Nullreferenz beendet, erlischt das Fortschrittsymbol und der folgende Bildschirm wird angezeigt:







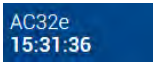










Dieser Bildschirm ist die Startseite der Standardfunktionen des Analysators. Er umfasst zusätzliche Seiten, die durch Aktivierung einer der Tasten  oben auf dem Bildschirm (Änderung in ) angezeigt werden. Diese Seiten ermöglichen die Anzeige der Messkanäle, der „Echtzeitgrafik“ der Momentanwerte der Messkanäle und die „synoptische Übersicht des Analysators“ mit den wichtigsten Parameterwerten.


Über den Touchscreen auf der Vorderseite des Analysators: Für die Aktivierung der Standardfunktionen ist kein Passwort erforderlich.



Über einen Remote-Rechner: Geben Sie im Pop-up das in der Sparte „Wartung“ im Quick-Start angegebene Nutzerpasswort ein und bestätigen Sie mit .

Definition der bildschirmspezifischen Tasten und Symbole

	Zur Anzeige der Tasten zur Auswahl der Fluideingänge des Analysators:  Probeneingang,  Nulllufteingang,  Prüfgaseingang.
	Symbolisiert den Vorheizzustand des Analysators.
	Symbolisiert den normalen Betriebszustand des Analysators.
	Informationsbereich mit Datum und Uhrzeit des Analysators.
	Zur Visualisierung des Fortschrittstatus des Vorheizvorgangs.
	Zum Anhalten des laufenden Vorheizzyklus.
	Zur Anzeige der Tasten zum Start der Zyklen des Analysators:  startet einen Kalibrierzyklus,  startet einen Nullreferenzzyklus.
	Zur Aktivierung der kontextbezogenen Hilfe.
	Zur Anzeige der Informationstafel des Analysators.
	Zum Zugriff auf die erweiterten Funktionen des Analysators.


2/ Zugriff auf die erweiterten Funktionen des Analysators

Über den Touchscreen auf der Vorderseite des Analysators: Drücken Sie die Taste  , um das Pop-up (1) für die Eingabe des Nutzerpassworts zu öffnen. Berühren Sie das Eingabefeld (2) zur Anzeige der Folientastatur (3) in der unteren Hälfte des Bildschirms (QWERTY für Englisch / AZERTY für Französisch).

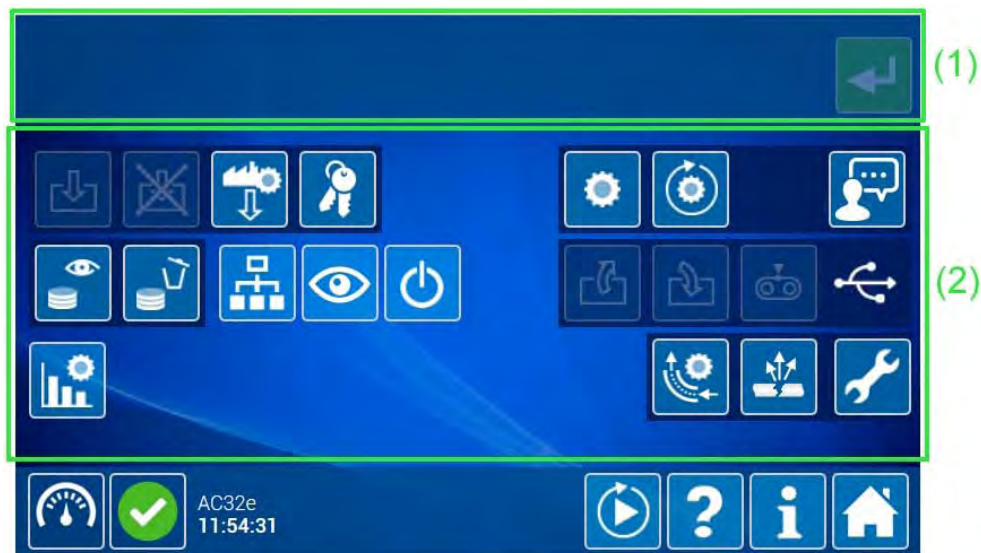
Berühren Sie  , um von der alphanumerischen Tastatur zur numerischen Tastatur umzuschalten. Geben Sie das Nutzerpasswort ein und bestätigen Sie es mit  : Das Pop-up und die Folientastatur werden geschlossen und auf dem Bildschirm wird die Startseite der erweiterten Funktionen angezeigt.

Über einen Remote-Rechner: Die Vorgehensweise ist analog zur Eingabe über das Touchpanel. Verwenden Sie zur Eingabe die Tastatur und die Maus des Computers.





Mit der Taste  wird das Pop-up ohne Bestätigung der Eingabe geschlossen.

Die Startseite der erweiterten Funktionen des Analysators ist wie folgt aufgebaut:






Die für den Bediener zugänglichen Funktionen erscheinen weiß auf blauem Hintergrund im Bereich (2). Der Zugang zu den Funktionen hängt von der hierarchischen Ebene des eingegebenen Passworts ab.


Jede zugängliche Funktion wird durch Kontakt aktiviert, die Farbe der Funktion wechselt von blau zu grün, im Bereich (1) wird eine Meldung mit der Erläuterung der Funktion des entsprechenden

Bildschirms angezeigt und die Taste  wird hervorgehoben .

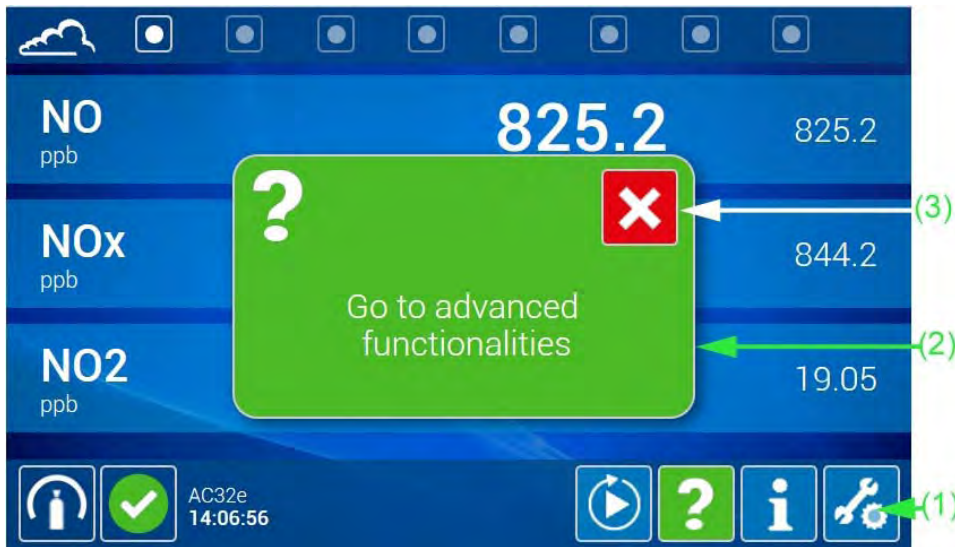
Durch Doppelklick auf das Funktionssymbol oder durch Verwendung der Taste  gelangt der Nutzer zum entsprechenden Bildschirm.

3/ Funktionsweise der kontextbezogenen Hilfe

Die kontextbezogene Hilfe ist direkt von allen Bildschirmen zugänglich. Der Bediener aktiviert sie durch Berühren / Anklicken der Taste , deren Farbe von blau zu grün wechselt . Dann berührt er / klickt er auf die Tasten oder einen Teil des Parametrierbildschirms, um ein Pop-up aufzurufen, das die Verwendung oder die Funktionsweise der entsprechenden Taste oder des entsprechenden Bildschirmbereichs erläutert. Das Pop-up wird durch Berühren/Anklicken von  geschlossen.

Um die kontextbezogene Hilfe zu deaktivieren, muss  erneut berührt / angeklickt werden.

Siehe das folgende Beispiel:



(1) Taste aktiviert (hervorgehoben), (2) Pop-up-Meldung zur Erläuterung der Funktion der aktivierten Taste, (3) Symbol zum Schließen des Pop-ups.

3.2. PROGRAMMIERUNG DES AC32E

3.2.1. BESCHREIBUNG UND VERWENDUNG DES BILDSCHIRMS UND DER TASTATUR

Auf dem mit einem Touchpanel ausgestatteten Bildschirm auf der Vorderseite des Geräts werden abwechselnd die Bedienanzeigen des Analysators und die Eingabetastatur für die Eingabe und Änderung der Analysator-Parameter auf dem Bildschirm angezeigt. Die Aktivierung der Schaltflächen erfolgt durch ihre Berührung mit dem Finger.

Ist der Analysator mit einem Remote-Rechner verbunden, erfolgt die Änderung der Parameter mit der Tastatur des Rechners, und die Schaltflächen werden durch Anklicken mit der Maus aktiviert.

3.2.1.1. Definition der Bereiche der Bedienbildschirme









Es gibt folgende Bedienbildschirmbereiche:

(1)	Navigationsbereich des gerade angezeigten Bildschirms: Besteht der Bildschirm aus mehr als einer Seite, ermöglicht die Aktivierung der Taste (Änderung in die Anzeige der entsprechenden Seite.
(2)	Mess- oder Konfigurationsbereich: Hier werden die Messparameter (Gas, Wert, Einheiten...) oder die je nach ausgewähltem Bildschirm konfigurierbaren Parameter angezeigt.
(3)	Manuelle Bedienbereiche: Auswahl der Fluideingänge und manueller Start der Kalibrier- und Nullreferenzzyklen. Informationsbereich und Zugang zu den Funktionen des Analysators.




Beschreibung des Bedien- und Informationsbereichs (3)

Dieser Bereich findet sich auf allen Bildschirmen.

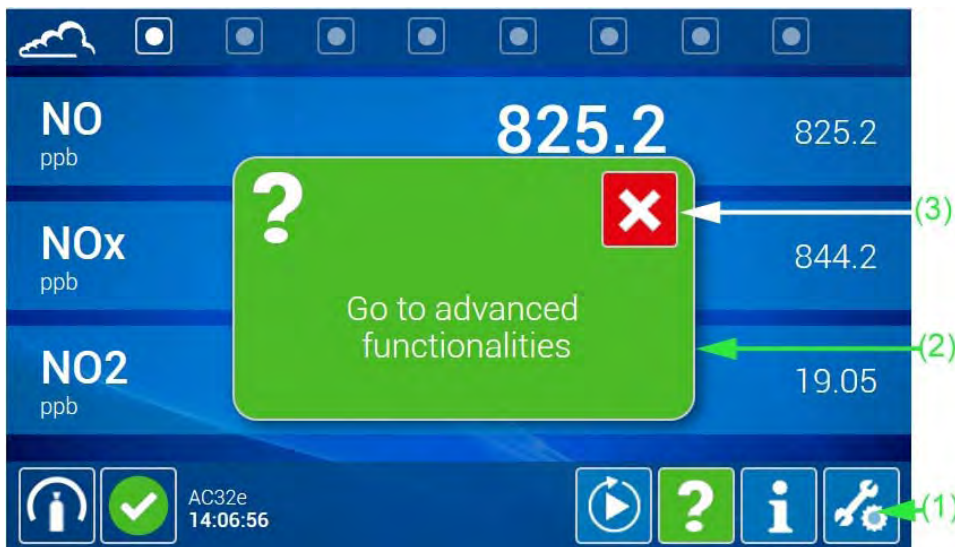
	Durch Aktivierung dieser Taste werden die Tasten angezeigt, die die manuelle Auswahl der Fluideingänge des Analysators ermöglichen: Probeneingang, Nulllufteingang, Prüfgaseingang.
	Das Symbol an dieser Stelle gibt den Funktionsstatus des Analysators an. Es gibt folgende Statussymbole: Normalbetrieb, Vorheizen, Kontrolle , Alarm , vom Netz getrennt, Wartung, Standby.
AC32e 15:31:36	Informationsbereich mit Modell und Uhrzeit des Analysators.

	Durch Aktivierung dieser Taste werden die Tasten angezeigt, die den manuellen Start der Zyklen des Analysators ermöglichen:  startet einen Kalibrierzyklus,  startet einen Nullreferenzzyklus.
	Taste für die Anzeige der kontextbezogenen Hilfe.
	Taste für die Anzeige der Informationstafel des Analysators.
	Taste für den Zugriff auf die Startseite der erweiterten Funktionen des Analysators.

3.2.1.2. Funktionsweise der kontextbezogenen Hilfe

Die kontextbezogene Hilfe ist von allen Bildschirmen aus direkt zugänglich. Der Bediener aktiviert sie durch Berühren / Anklicken der Taste , deren Farbe von blau zu grün wechselt . Dann berührt er / klickt er auf die Tasten oder einen Teil des Parametrierbildschirms, um ein Pop-up aufzurufen, das die Verwendung oder die Funktionsweise der entsprechenden Taste oder des entsprechenden Bildschirmbereichs erläutert. Das Pop-up wird durch Berühren/Anklicken von  geschlossen.

Siehe das folgende Beispiel:





- (1) Taste aktiviert (hervorgehoben), (2) Pop-up-Meldung mit der Funktion der aktivierten Taste, (3) Symbol zum Schließen des Pop-ups.

3.2.1.3. Virtuelle Eingabetastatur

Im virtuellen Eingabebildschirm können mit dem Touchpanel auf der Vorderseite des Analysators die Parameter der angezeigten Bedienanzeigen geändert werden. Dieser Bildschirm wird sofort in der unteren Hälfte des Bildschirms angezeigt, wenn der Nutzer ein zu änderndes Eingabefeld berührt. Es stehen zwei Arten von Tastaturen mit berührungssensitiven Tasten zur Verfügung: numerisch und alphanumerisch (QWERTY für Englisch / AZERTY für Französisch). Ihre Anzeige hängt von der Art des auszufüllenden Felds ab: numerische Tastatur, wenn das Feld die Eingabe ausschließlich numerischer Zeichen erfordert, alphanumerische Tastatur, wenn das Feld die Eingabe von Ziffern und Buchstaben erfordert.

Die folgenden Beispiele zeigen die Anzeige der Tastaturen im Bildschirm „Allgemeine Konfiguration“. Die Funktionsweise der Tastaturen ist in allen Bildschirmen identisch.

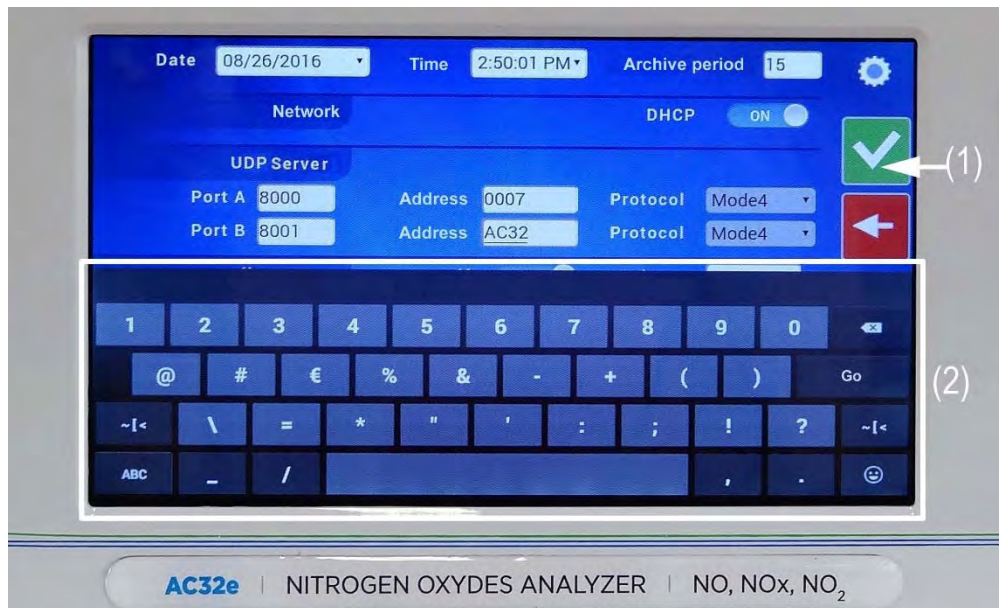
Sobald der Nutzer eine Taste der Tastatur antippt, wird die Taste (1)  oben rechts aktiviert und hervorgehoben . Sie dient dazu, alle im Bildschirm vorgenommenen Eingaben zu bestätigen und den Bildschirm zu schließen, sobald diese Bestätigung stattgefunden hat.

NOTE : Die Eingabefelder sind indiziert.

Die Tasten jeder der Tastaturen funktionieren genauso wie die Tasten von Android-Tablets und Android-Smartphones.

Numerische Tastatur:

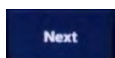
Sie wird im Bereich (2) des folgenden Bildschirms angezeigt:



(1) Taste für die Bestätigung der Eingaben, (2) numerische Tastatur mit berührungssensitiven Tasten.

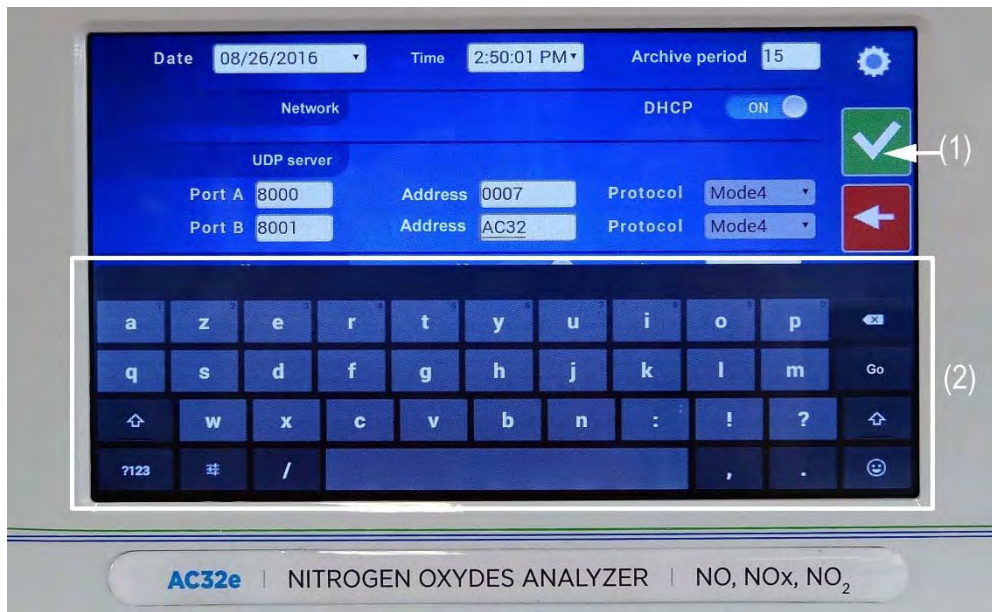


: zum Löschen der gerade eingegebenen Zeichen.

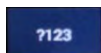


: zur Bewegung von einem Eingabefeld zum anderen gemäß seiner Indizierung.

Alphanumerische Tastatur:



(1) Taste für die Bestätigung der Eingaben, (2) alphanumerische Tastatur mit berührungssensitiven Tasten.



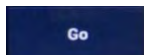
: zum Wechsel von der alphanumerischen zur numerischen Tastatur.



: zum Wechsel von der numerischen zur alphanumerischen Tastatur.



: zum Wechsel von der numerischen Tastatur zur Tastatur mit Symbolen.



: zur Bestätigung der Eingabe für das entsprechende Feld.


3.2.2. PROGRAMMIERUNG DER BETRIEBSPARAMETER

Die Standardfunktionen des Analysators bedürfen keiner Änderungen. Nur die Parameter der erweiterten Funktionen des Analysators sind veränderbar.

3.2.2.1. Feld für die Eingabe von Zeichen über die Tastatur

- Über den Touchscreen an der Vorderseite des Analysators:

Berühren Sie das zu ändernde Eingabefeld: Handelt es sich um ein alphanumerisches Feld, wird die QWERTY-Tastatur für Englisch / die AZERTY-Tastatur für Französisch angezeigt. Handelt es sich um ein numerisches Feld, wird die numerische Tastatur angezeigt.

Führen Sie die Eingabe mit den berührungssensitiven Tasten durch und bestätigen Sie mit .


Die Tastatur wird geschlossen und das Eingabefeld erscheint ordnungsgemäß ausgefüllt auf dem Bedienbildschirm.

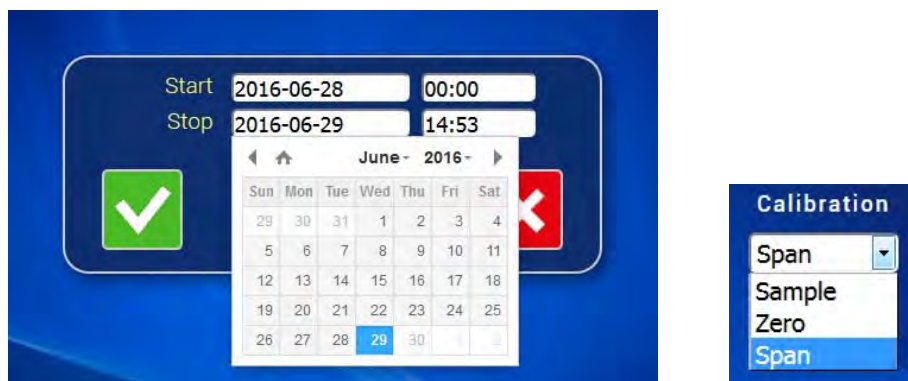
- Über einen Remote-Rechner:

Verwenden Sie die Tastatur und die Maus des Rechners für die Eingabe, Änderung und Bestätigung der Zeichen in den Feldern.

3.2.2.2. Feld zur Auswahl der Parameter aus einer Auswahlliste

Berühren Sie das zu ändernde Feld. Es wird die Liste der auszuwählenden Parameter oder Werte angezeigt (siehe die zwei folgenden Beispiele): Der für die Auswahl markierte Parameter oder Wert wird weiß auf blauem Grund angezeigt. Berühren Sie den neuen Parameter oder Wert, um ihn auszuwählen (oder klicken Sie ihn mit der Maus eines Remote-Rechners an). Er wechselt seine Farbe von grau zu weiß auf blauem Grund, und die zuvor ausgewählten Werte oder Parameter werden wieder grau.


Bestätigen Sie mit . Die Liste wird geschlossen und dieser neue Parameter oder Wert ersetzt den vorhergehenden.



3.2.2.3. Taste zur Statusänderung AUS/EIN

Um das Feld von AUS auf EIN zu stellen, berühren Sie die weiße Taste (oder klicken Sie sie an). Das Feld EIN wird weiß auf blauem Grund angezeigt. Und umgekehrt.



HINWEIS : Werden auf demselben Bildschirm mehrere Änderungen vorgenommen, ist immer mit der Taste  zu bestätigen, um alle Änderungen zu berücksichtigen.



3.3. Benutzerfreundliche Navigation

Der Startbildschirm des AC32e ist wie folgt aufgebaut:




Standardmäßig zeigt die Startseite die Messkanäle NO, NO_x und NO₂ an.

Über den Touchscreen auf der Vorderseite des Analysators gibt die Startseite freien (d. h. ohne Passwort) und direkten Zugang zu den Standardfunktionen des Analysators.














Durch Aktivierung einer der Tasten  an der Oberseite des Bildschirms (Änderung in ) verschiebt der Nutzer die Ansicht seitwärts, um die „Echtzeitgrafik“ der Momentanwerte des/der ausgewählten Messkanals/Messkanäle und die „Synoptische Übersicht des Analysators“ mit den Hauptwerten der Funktionsparameter anzuzeigen.

Über einen Remote-Rechner wird zunächst die folgende Seite angezeigt:

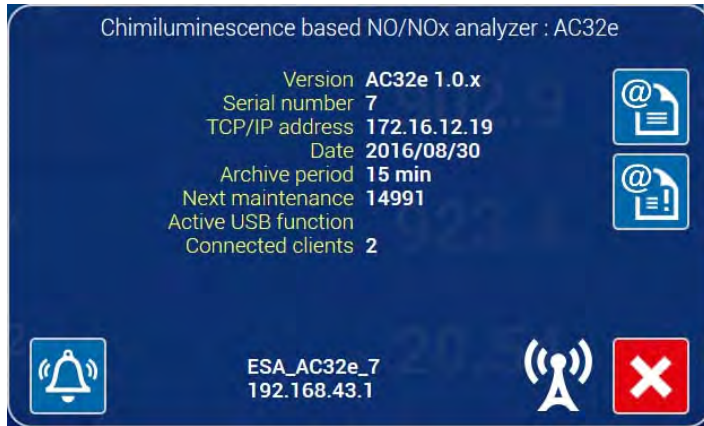


Der Nutzer gibt sein Passwort in das Feld (1) ein und bestätigt mit , um die Startseite zu öffnen und auf die Standardfunktionen des Analysators zuzugreifen.






Es stehen folgende Standardfunktionen des Analysators zur Verfügung:

	Anzeige der Tasten zur Auswahl der Fluideingänge des Analysators.
	Manuelle Auswahl des Probegaseingangs.
	Manuelle Auswahl des Nullgaseingangs.
	Manuelle Auswahl des Prüfgaseingangs.
	Anzeige des Status des Analysators.
	Angabe des Modells und der Uhrzeit des Analysators.
	Anzeige der Tasten zum Start der Zyklen des Analysators.
	Manueller Start des Kalibrierzyklus.
	Manueller Start des Nullreferenzzyklus.
	Anzeige der kontextbezogenen Hilfe.
	Anzeige der Informationstafel des Analysators.
	Zugriff auf die erweiterten Funktionen des Analysators.
	Rückkehr zur Startseite.

Die Informationstafel zeigt die Softwareversion, die Seriennummer des Analysators, die TCP-/IP-Adresse des Analysators, das im Analysator programmierte Datum (Tag), die Speicherperiode für die Archivierung der gespeicherten Daten, die Anzahl an verbleibenden Tagen bis zur nächsten Wartung, das Vorhandensein oder das Fehlen eines mit dem Analysator verbundenen USB-Sticks und die Anzahl der mit dem Analysator verbundenen Clients an.



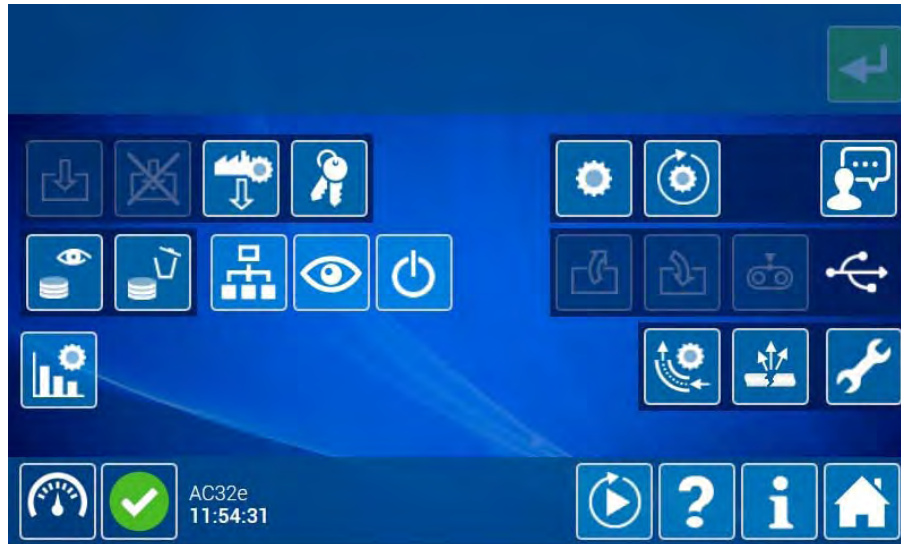
Definition der spezifischen Symbole und Tasten der Informationstafel:

	Gibt an, dass der Analysator mit einem WLAN-Stick ausgestattet ist, um sich aus der Ferne von einem Tablet-Computer oder einem Smartphone aus mit ihm zu verbinden. Dieses Symbol wird zusammen mit der für die Verbindung erforderlichen Geräteerkennung und TCP-/IP-Adresse des WLANs angezeigt.
	Zum Versenden des Analysestatus per E-Mail (Werte der Mux-Signale).
	Zum Versenden der gespeicherten Ereignisse (Historie) per E-Mail
	Zur Ausgabe eines Signaltons, mit dessen Hilfe der entsprechende Analysator gefunden werden kann, wenn er nicht mit einem Bildschirm ausgestattet ist.
	Zum Schließen der Informationstafel.













Der Zugang zu den erweiterten Funktionen wird selektiv ausschließlich den Passwortinhabern erteilt. Es gibt drei mögliche Autorisierungsebenen für die Passwörter: Nutzerebene, erweiterte Ebene, Expertenebene.









Die für den Bediener zugänglichen Funktionen erscheinen weiß auf blauem Untergrund. Sie sind abhängig von der Hierarchieebene des zugewiesenen Passworts.

Die Einstiegsseite zu den erweiterten Funktionen ist wie folgt aufgebaut:



Folgende erweiterten Funktionen des Analysators stehen zur Verfügung:

	Zur Wiederherstellung der werkseitigen Parametrierung. Es wird die Durchführung einer Speicherung vor Durchführung dieser Operation empfohlen.
	Passwortverwaltung
	Allgemeine Konfiguration (Adresse, Protokoll, Messkanäle...)
	Konfiguration der automatischen Zyklen
	Sprachauswahl
	Suche nach und Anzeige der gespeicherten Mittelwerte
	Zur Löschung aller gespeicherten Mittelwerte (Vorgang kann nicht rückgängig gemacht werden)
	Liste der angemeldeten Clients
	Diagnosefunktionen (Alarmer, Ein-/Ausgänge, Mux...)
	Zur Aktivierung des Standby-Modus
	Erweiterte Funktionen des Analysators
	Automatische Linearisierung des Durchflusses

	Dichtheitsprüfung
	Zur Aktivierung des Wartungsmodus
	Zur Rückkehr zur Startseite der Standardfunktionen des Analysators.
	Anzeige der Eigenschaften des USB-Sticks (Gesamtspeicher und verfügbarer Speicher), wenn er mit dem Analysator verbunden ist.
	Speicherung der Software und der Konfiguration auf USB-Stick, wenn er mit dem Analysator verbunden ist.
	Zur Wiederherstellung der Software und der Konfiguration vom USB-Stick, wenn er mit dem Analysator verbunden ist
	Speicherung der Momentanwerte auf USB-Stick
	Kontrolle der Regelung des Potentiometers der PM-Verstärkerkarte



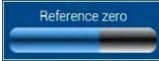




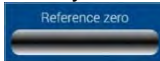
3.4. BESCHREIBUNG DER FUNKTIONEN DES ANALYSATORS

3.4.1. STANDARDFUNKTIONEN

3.4.1.1. Bedienelemente des Analysators

Der Analysator verfügt über folgende Bedienelemente:

Bedienelemente	Funktionsbeschreibung
 <p>Auswahl des Probegaseingangs</p>	<p>Diese Funktion schaltet den Analysator auf den Probeneingang. Die Probe wird kontinuierlich über den Staubfilter am Eingang entnommen. Dieser Modus kann jederzeit durch manuelle Auswahl eines anderen Gaseingangs (Null oder Probe) unterbrochen werden. Die Einheit ist die, die im Bildschirm „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ ausgewählt wurde</p>
 <p>Auswahl des Nullgaseingangs</p>	<p>Diese Funktion schaltet den Analysator auf den Nullgaseingang. Damit sollen die Stabilität und die Drift bei der Nullluftmessung überprüft werden, um festzustellen, ob ein Nullluftreferenzzyklus gestartet oder eine Wiederholungszeit programmiert werden muss.</p>
 <p>Auswahl des Prüfgaseingangs</p>	<p>Diese Funktion schaltet den Analysator auf den Prüfgaseingang. Der mit Prüfgas gemessene Wert (erhöht um einen eventuell programmierten Offset) wird am Bildschirm angezeigt. Damit kann die Stabilität und die Drift bei der Prüfgasmessung überprüft werden, um festzustellen, ob ein Autokalibrierzyklus gestartet oder eine Wiederholungszeit programmiert werden muss. An diesem Kanal muss ein kalibriertes externes Prüfgas angeschlossen sein.</p>
 <p>Start des Kalibrierzyklus</p>	<p>Mit dieser Funktion kann ein automatischer Kalibrierzyklus manuell gestartet werden. Der Bediener aktiviert  und zeigt den Fortschritt des Zyklus in der Bildlaufleiste  an. Er kann den laufenden Zyklus jederzeit durch Antippen von  abbrechen oder durch Antippen von  stoppen und bestätigen. Das Anhalten des laufenden Zyklus führt zur Änderung des Werts des „Kalibrierkoeff.“. Während des Autokalibrierzyklus stellt der Analysator automatisch seinen Kalibrierfaktor („Kalibrierkoeff.“) ein, um den ausgelesenen Wert (abzüglich des programmierten Offsets) mit der Prüfgaskonzentration abzugleichen. Die Prüfgaskonzentrationen können im Bildschirm „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ angezeigt werden. Die Einstellung der Zyklusdauer erfolgt im Feld „Dauer“ des Bildschirms „Konfiguration der automatischen Zyklen“. Der Zyklus ist beendet, wenn die Bildlaufleiste komplett grau ist , sie wird automatisch geschlossen.</p>

 <p>Startet einen Nullreferenzzyklus</p>	<p>Mit dieser Funktion lässt sich manuell ein automatischer Nullkorrekturzyklus starten, um die Nulldrift des Analysators anzupassen.</p> <p>Der Bediener aktiviert  und zeigt den Fortschritt des Zyklus in der Bildlaufleiste    an.</p> <p>Er kann den laufenden Zyklus jederzeit durch Antippen von  verlassen oder durch Antippen von  stoppen und bestätigen.</p> <p>Der Zyklus ist beendet, wenn die Bildlaufleiste komplett grau ist , sie wird automatisch geschlossen.</p>
---	--

3.4.1.2. Anzeige der Messkanäle





Standardmäßig zeigt die Startseite die Messkanäle Verbindungen an:




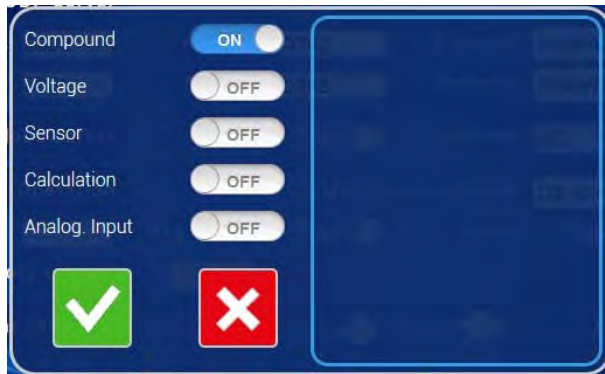
Um zusätzliche Messkanäle anzuzeigen, müssen sie zuerst im Bereich „Messkanäle“ des folgenden Bildschirms „Allgemeine Konfiguration“ ausgewählt werden (siehe Rahmen mit Pfeil):



Definition der spezifischen Tasten für diesen Bereich:

	Zum Löschen des gewählten Messkanals
	Zur Verschiebung nach oben des gewählten Messkanals
	Zur Verschiebung nach unten des gewählten Messkanals
	Zum Hinzufügen eines Messkanals

Um zusätzliche Kanäle auszuwählen, aktivieren Sie  und öffnen Sie das Auswahl-Pop-up. Die Kanäle lassen sich in fünf Familien aufteilen: Verbindung, Spannung, Sensor, Berechnung, Analogeingänge.



Aktivieren Sie anschließend eine der Tasten OFF in ON, um die Elemente der entsprechenden Familie anzuzeigen, und berühren Sie das/die zu wählenden Element(e) oder klicken Sie diese(s) an: Sie werden blau hervorgehoben.

Sobald sie ausgewählt worden sind, erscheinen die Kanäle nicht mehr in der Liste. So wird sichergestellt, dass derselbe Kanal nicht zweimal ausgewählt wird.

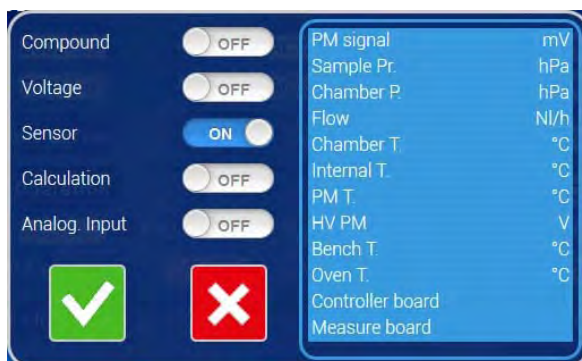
Aktivieren Sie dann im Pop-up, um diese Auswahl zu bestätigen und das Pop-up zu schließen.

Gehen Sie für die anderen Kanalfamilien genauso vor: Es können alle verfügbaren Kanäle wie im Folgenden gezeigt ausgewählt werden.

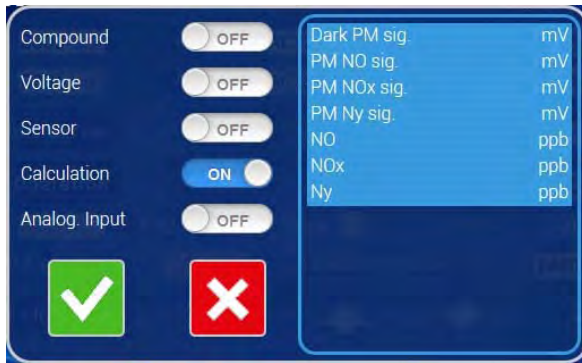
Auswahl der Kanäle „Spannung“:



Auswahl der Kanäle „Sensoren“:



Auswahl der Kanäle „Berechnungen“:





Die ausgewählten Messkanäle werden in den nummerierten Feldern angeordnet (siehe Rahmen mit Pfeil weiter unten):



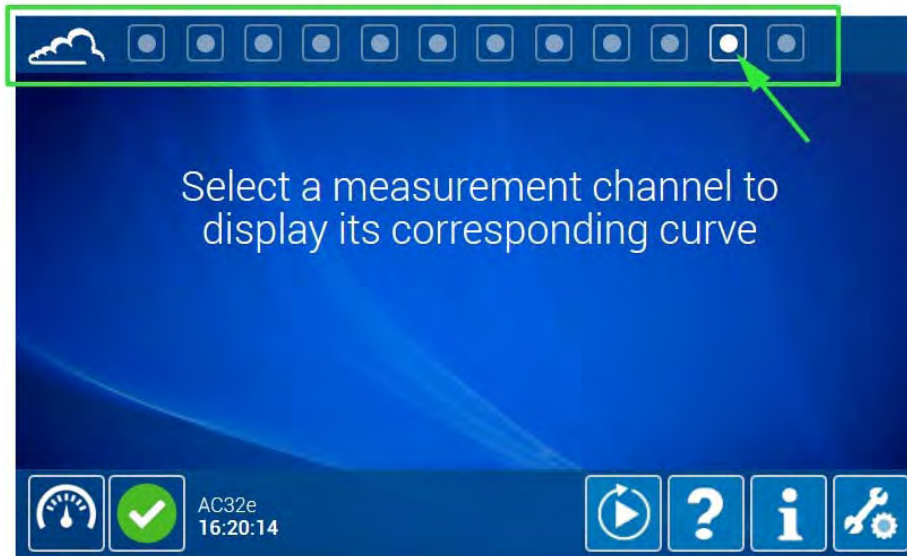
Am Ende der Auswahl aktivieren Sie  auf der rechten Seite des Bildschirms, um die gesamte alle Auswahl zu bestätigen, aktivieren Sie anschließend , um die Messkanäle im Bildschirm der Standardfunktionen anzuzeigen:



Drei Kanäle werden pro Seite angezeigt. Um alle gewählten Kanäle anzuzeigen, erstellt die grafische Benutzeroberfläche so viele Seiten wie notwendig. Diese zusätzlichen Seiten werden durch die Tasten  und  an der Oberseite des Bildschirms symbolisiert (siehe Rahmen mit Pfeil weiter oben). Der Nutzer zeigt die Seiten nacheinander durch Berühren/Anklicken dieser Tasten an.

3.4.1.3. Anzeige der Kurven der Messkanäle

Der Nutzer visualisiert die Grafen der Messkanäle durch Berühren/Anklicken der vorletzten Taste der Navigationsleiste auf der Oberseite des Bildschirms (siehe Pfeil im folgenden Rahmen). Wurde vorab kein Kanal ausgewählt, erscheint die folgende Meldung:



Berühren Sie/klicken Sie auf den Namen des/der anzuzeigenden Kanals/Kanäle, um ihn/sie auszuwählen: Sie wechseln die Farbe und werden grün angezeigt, wie im folgenden Bildschirm gezeigt:



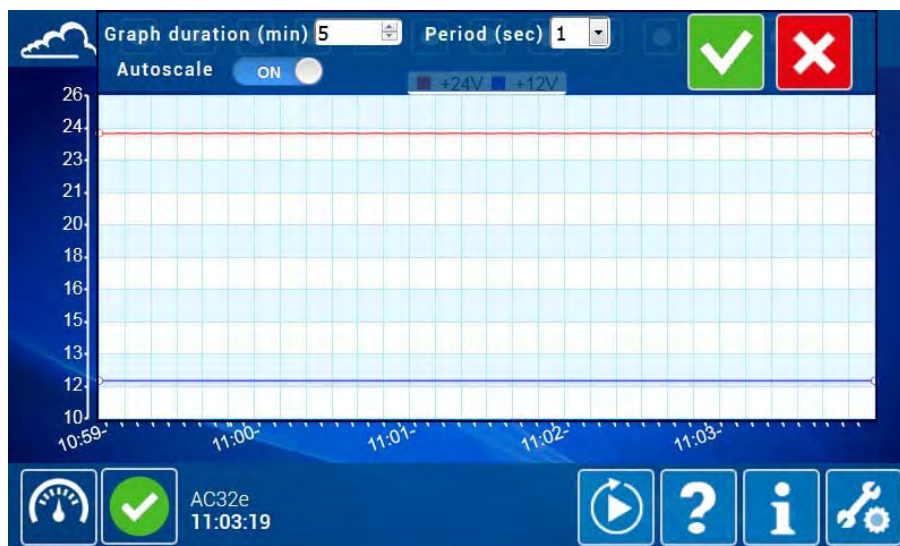
Kehren Sie zur vorletzten Seite zurück, um die entsprechenden Kurven anzuzeigen:



Die Parametrierung des Maßstabs der Ordinaten erfolgt automatisch und wird für eine maximale Optimierung der laufenden Anzeige in Echtzeit angepasst.

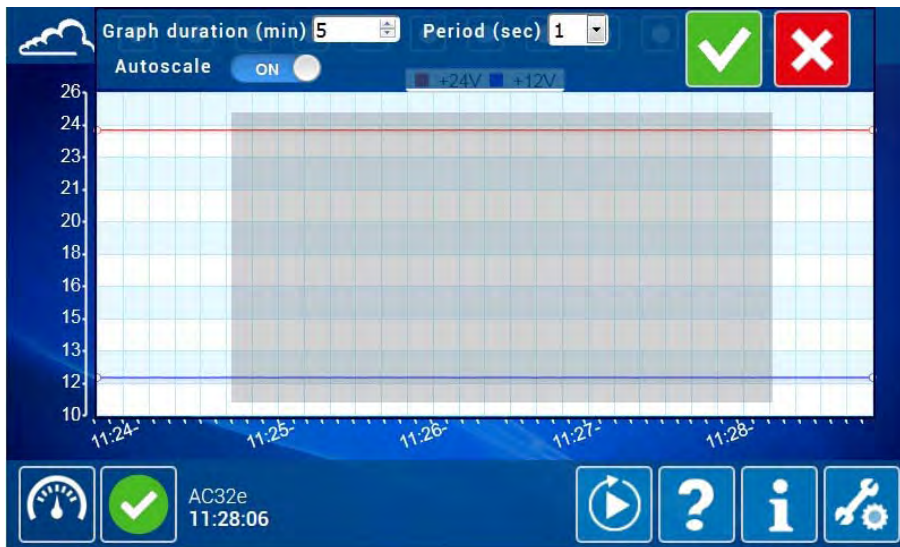
Es können maximal sechs Kurven gleichzeitig angezeigt werden.

Durch Berühren / Anklicken in der Grafik aktiviert der Nutzer die Zoomfunktion mit dem automatischen Maßstab, wie im folgenden Bildschirm gezeigt:



Die Änderung des Felds „Autom. Maßstab“ von EIN auf AUS aktiviert die Zoomfunktion mit dem manuellen Maßstab, was es dem Nutzer ermöglicht, den Maßstab der Y-Achse nach Wunsch zu ändern.

Der Nutzer wählt den Bereich aus, den er zoomen möchte:



Dann klickt er auf / berührt er  zur Bestätigung: Der gewählte Bereich wird im Bildschirm vergrößert:

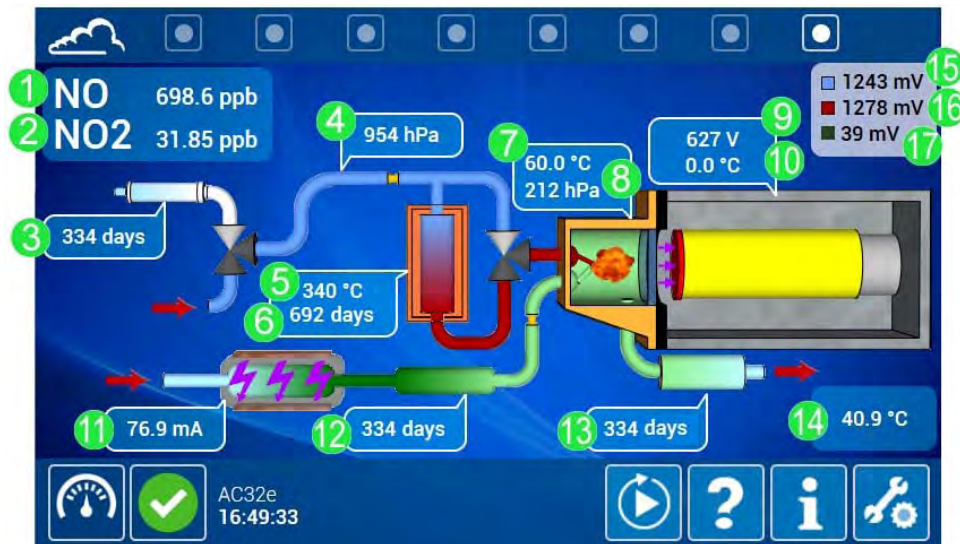


Um die Zoomfunktion zu verlassen, klickt der Nutzer in den Bildschirm.

Diese Zoomfunktion ist für die X- und die Y-Achse verfügbar.

3.4.1.4. Synoptische Darstellung des Analysators

Der Nutzer visualisiert die synoptische Darstellung des Analysators durch Berühren/Anklicken der letzten Taste der Navigationsleiste auf der Oberseite des Bildschirms (siehe Pfeil im folgenden Rahmen). Dieser Bildschirm ermöglicht die Visualisierung des gesamten Fluidkreislaufs und der relevanten Werte der Betriebsparameter.

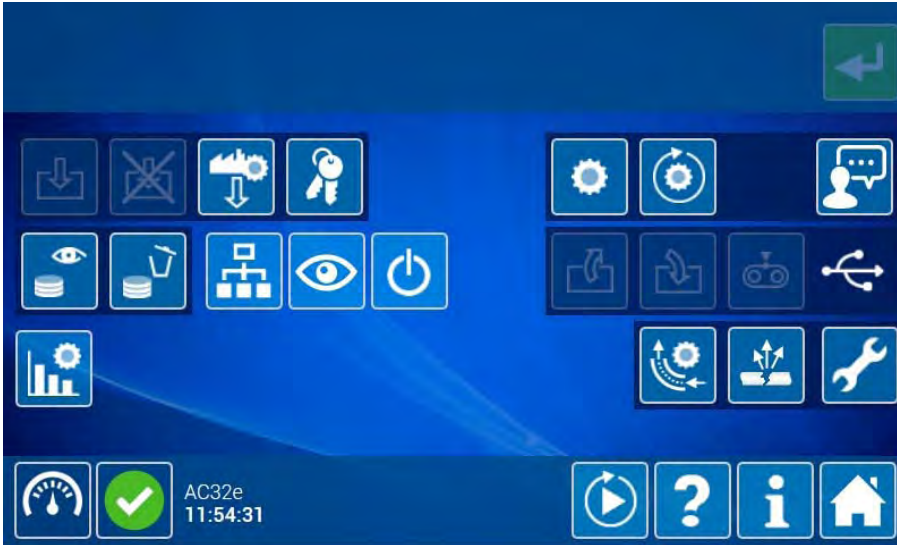


Legende dieses Bildschirms:

- (1): Messung von NO,
- (2): Messung von NO₂,
- (3): Standzeit des Nullgasfilters,
- (4): Probendruck,
- (5): Temperatur des NO_x-Konverterofens,
- (6): Standzeit des NO_x-Konverterofens,
- (7): Temperatur der Reaktionskammer,
- (8): Druck in der Reaktionskammer,
- (9): Hochspannung des Photomultiplierrohrs,
- (10): Temperatur des Photomultiplierrohrs,
- (11): Stromstärke des Ozonisators,
- (12): Standzeit des Ozonreinigers,
- (13): Standzeit des Ozonvernichters (Ozonscrubbers),
- (14): Innentemperatur des Analysators,
- (15): Signal des Photomultiplierrohrs für den NO-Zyklus,
- (16): Signal des Photomultiplierrohrs für den NO_x-Zyklus,
- (17): Signal des Photomultiplierrohrs für den Nullref-Zyklus.

3.4.2. DIE ERWEITERTEN FUNKTIONEN


Der Nutzer gelangt zur Plattform der Erweiterten Funktionen durch Berühren/Anklicken von .




Die Erweiterten Funktionen sind nur für Passwortinhaber zugänglich. Es gibt drei verschiedene Autorisierungsebenen zur Gewährung der selektiven Zugänge: Nutzerebene, erweiterte Ebene, Expertenebene.


Alle für Nutzer mit Expertenpasswort zugänglichen Erweiterten Funktionen werden im Folgenden beschrieben.

3.4.2.1. Passwortverwaltung

Nur der Nutzer auf „Expertenebene“ kann **diese Funktion durch Berühren/Doppelklicken der Taste  aktivieren, um das Pop-up der Passwortverwaltung anzuzeigen.**



Um die Passwörter zu ändern, füllen Sie die entsprechenden Felder aus und berühren Sie anschließend  oder klicken Sie darauf, um die Änderungen zu bestätigen und das Fenster zu schließen.


Berühren Sie/klicken Sie auf , um das Fenster ohne Bestätigung der Änderungen zu schließen.

3.4.2.2. Allgemeine Konfiguration

Der Bediener gelangt zu dieser Bildschirmanzeige durch Anklicken/Berühren der Taste .

Mit diesem Bildschirm lassen sich die für die Kommunikation erforderlichen Adressen und Protokolle und die Messkanäle konfigurieren.

Felder DATUM und UHRZEIT: Sie geben das aktuelle Datum und die aktuelle Uhrzeit des Analysators an und ermöglichen es dem Passwortinhaber der Ebene „Experte“, sie zu ändern.

: Dieses Symbol wird angezeigt, wenn der Analysator mit einem PC oder einem Tablet verbunden ist. Durch Klick darauf aktualisiert der Nutzer das Datum und die Uhrzeit des Rechners oder des Tablets.

Feld PERIODE ARCHIV: gibt die Archivierungsperiode des Analysators an und ermöglicht es dem Passwortinhaber der Ebene „Experte“, sie zu ändern.

Feld DHCP: Zur Aktivierung der automatischen Netzkonfiguration.

Steht das Feld DHCP auf EIN, ermöglicht es den Anschluss des Analysators an ein TC-/IP-Netz, dessen Adresse von einem DHCP-Server erstellt wird.

Steht das Feld DHCP auf AUS, öffnen sich die Felder ADRESSE, MASKE und GATEWAY, damit der Inhaber des Expertenpassworts die TCP-/IP-Adresse, die Maske und das Gateway für die Verbindung definieren kann.

Feld WIFI/WPA: Gibt den WPA-Schlüssel des WLAN an und ermöglicht es dem Inhaber des Expertenpassworts, ihn zu ändern (8 bis 63 Zeichen lang, 0-9 und A-F als Zeichen zulässig).

Bereich UDP-SERVER: Er ermöglicht die Konfiguration der 2 verfügbaren UDP-Anschlüsse, Anschluss A und Anschluss B.

- Die Anschlussnummern können im Bereich von 1000 bis 9999 festgelegt werden.
- Die Adresse des Analysators für die Kommunikation wird nur für Mode4 (4 alphanumerische Zeichen) und JBUS (Zahl von 0000 bis 0255) verwendet. Sie ist vom Inhaber des Expertenpassworts änderbar.

Bereich BETRIEB:

- Das Feld NEGATIVWERTE EIN/AUS gibt dem Analysator an, ob Negativwerte erlaubt sind oder nicht.
- Das Feld ALARM EIN/AUS aktiviert oder deaktiviert die Alarmverwaltung.
- Das Feld MESSMODUS definiert den Betriebszyklus des Analysators. Der Analysator kann je nach seinen Optionen 3 Arten an Messzyklen durchführen:
 - NO-Zyklus: Die Probe strömt direkt in die Reaktionskammer.
 - NOx-Zyklus: Die Probe strömt durch den NOx-Konverterofen, bevor sie in die Reaktionskammer gelangt.
 - NOy-Zyklus: Die Probe strömt durch den CNH3-Ofen und dann den NOx-Konverterofen, bevor sie in die Reaktionskammer gelangt.

Die Kombination dieser Zyklen führt zu folgenden Messmodi: NO, NO/NO₂, NH₃, NO/NO₂/NH₃. Der Standardmodus ist NO/NO₂.

In der folgenden Tabelle sind diese Messmodi schematisch dargestellt:

Zyklus	NO	NOx	Ny
Messmodus			
NO	1	0	0
NO/NO ₂	1	1	0
NH ₃	0	1	1
NO/NO ₂ /NH ₃	1	1	1

Bereich MESSKANÄLE: Ermöglicht die Parametrierung der Anzeige der Messkanäle.



3.4.2.3. Konfiguration der automatischen Zyklen

Der Bediener gelangt zu dieser Bildschirmanzeige durch Anklicken/Berühren der Taste .

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



Feld EINGANG: Zur Auswahl des für den Zyklus verwendeten Kanals (Null, Prüfgas, Nullref, Kalibrierung).

Feld PROGRAMMIERTER EINGANG: Steht dieses Feld auf EIN, verwendet der Analysator den im Feld EINGANG programmierten Eingang bei Auslösung des Zyklus im manuellen Modus. Steht es auf AUS, verwendet der Analysator den aktiven Eingang.

Feld FERNBEDIENUNG: autorisiert das Auslösen des Zyklus über einen Fernbedienungseingang (optionale ESTEL-Karte).


Feld ZYKLISCH: zur Aktivierung oder Deaktivierung der Auslösung eines Zyklus im Automatikmodus.

Feld DAUER: zur Festlegung der Zyklusdauer.

- Feld DAUER SPÜLEN: zur Festlegung der Spüldauer. Das Spülen erfolgt je nach Analysator vor oder nach dem Zyklus.
- Feld PERIODE: zur Festlegung der Häufigkeit der automatischen Auslösung.
- Feld UHRZEIT und START: zur Festlegung der Startzeit für die automatische Auslösung der Zyklen. Befinden sich mehrere Zyklen im Automatikmodus, werden sie in dieser Reihenfolge durchgeführt: Nullref, Kalibrierung, Null, Prüfgas.
- Feld BEIM START: Dieses Feld ist optional und ermöglicht die Forcierung der Auslösung eines Nullrefzyklus beim Start des Analysators (am Ende seines Vorheizzyklus).

3.4.2.4. Sprachauswahl


Als Sprachen stehen Englisch und Französisch zur Verfügung.

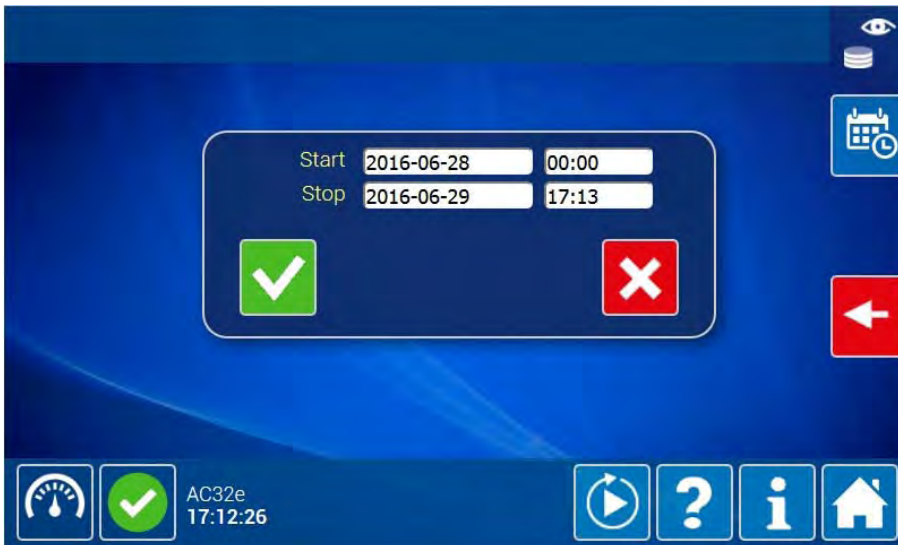
Der Bediener berührt/doppelklickt auf , um das Pop-up für die Auswahl der Sprache anzuzeigen.


Die Fahne mit einem roten Rahmen symbolisiert die gerade verwendete Sprache. Der Bediener berührt/klickt auf die andere Fahne, um die andere Sprache auszuwählen und das Pop-up zu schließen. Im Rahmen an der Oberseite des Bildschirms wird die Meldung „Choix de la langue“ angezeigt, wenn die neu ausgewählte Sprache Französisch ist, und „Language selection“, wenn die neu ausgewählte Sprache Englisch ist.




3.4.2.5. Suche nach und Anzeige der gespeicherten Mittelwerte

Dieser Bildschirm ist zugänglich durch Anklicken/Berührung der Taste , er ermöglicht die Definition der Periode der Daten, die der Nutzer ansehen möchte, und die Anzeige dieser Daten.



Durch Berühren/Anklicken von  bestätigt der Nutzer die Auswahl, schließt das Pop-up und zeigt den Bildschirm der Visualisierung der vom Gerät gespeicherten Mittelwerte für die entsprechende Periode an.

Berühren Sie/klicken Sie auf , um das Pop-up zu schließen, ohne die Änderungen von Datum und Uhrzeit zu bestätigen.

	NO	NOx	NO2	Sig. PM NO
23 / 06 / 2016				
00:15	670.00	741.49	71.49	1156.03
00:30	677.58	751.62	74.04	1236.53
00:45	678.45	752.50	74.05	1238.38
01:00	678.91	753.07	74.16	1239.27
01:15	680.34	752.77	72.42	1241.99
01:30	680.62	752.67	72.06	1242.81
01:45	681.38	753.31	71.94	1244.72
02:00	682.61	753.65	71.04	1246.19
02:15	683.20	754.19	70.99	1247.15
02:30	684.41	755.04	70.62	1248.91
02:45	685.01	755.26	70.25	1250.80

Definition der bildschirmspezifischen Tasten



Mit dieser Taste lassen sich die angezeigten Daten als TXT-Datei exportieren.



Mit dieser Taste lässt sich das Pop-up für die Auswahl der Daten und Zeiten des Starts und des Endes der Periode auswählen, im Laufe derer der Nutzer die Daten ansehen möchte.

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 „Kontrolle“ 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 (Null, Prüfgas) angezeigt.

3.4.2.6. Löschen aller gespeicherten Mittelwerte

Mit der Taste werden alle gespeicherten Mittelwerte gelöscht.

ACHTUNG: Dieser Vorgang kann nicht rückgängig gemacht werden.


3.4.2.7. Liste der angemeldeten Clients

Der Bediener berührt/doppelklickt auf , um das Pop-up mit den IP-Adressen der gerade mit dem Gerät verbundenen Clients anzuzeigen. :

Address	Inactivity duration
172.16.10.216	0 s
172.16.10.53	0 s

Klicken Sie auf/berühren Sie , um das Pop-up zu schließen.




3.4.2.8. Diagnosefunktionen

Dieser Bildschirm ist zugänglich durch Anklicken/Berühren der Taste . Er umfasst vier Seiten, die durch Anklicken/Berühren der weißen Punkte in der Navigationsleiste an der Oberseite des Bildschirms zugänglich sind.

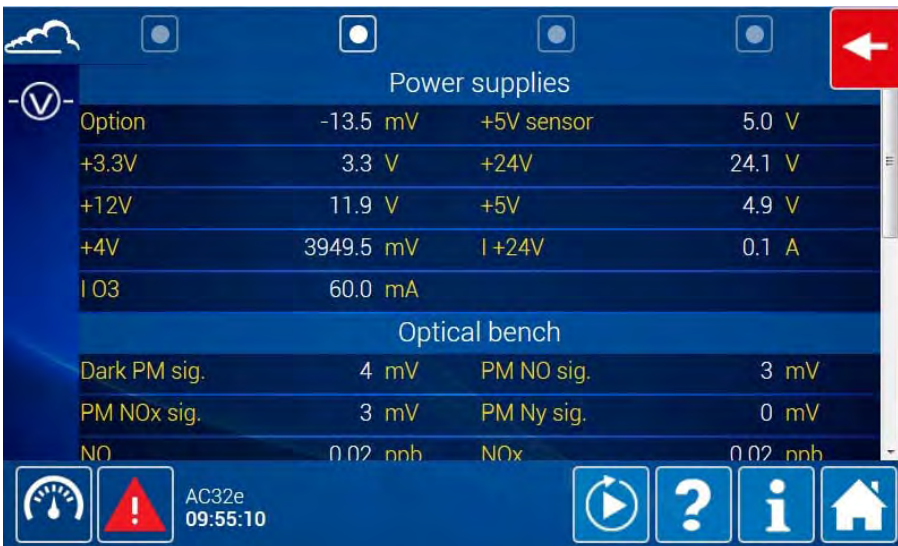
Auf der ersten Seite befindet sich die Liste der laufenden relevanten Alarme und Ereignisse. Von hier gelangt man zur Seite 4 der Alarmlösung:



Definition der bildschirmspezifischen Tasten

-  Mit dieser Taste lassen sich alle archivierten Ereignisse anzeigen oder ausblenden.
-  Mit dieser Taste lassen sich einfache Ereignisse anzeigen oder ausblenden. Sie dient als Filter.
-  Mit dieser Taste lassen sich die angezeigten Daten als TXT-Datei exportieren.

Auf der zweiten Seite befinden sich die Werte der Signale des Analysators:







Auf der dritten Seite befinden sich der Status der Bedienelemente, die Liste der Komponenten und deren Status, sofern sie beim Start des Analysators erkannt werden. Die Tasten EIN / AUS werden verwendet, um zu überprüfen, ob die entsprechenden Elemente korrekt funktionieren. Verlässt der Benutzer den Bildschirm, kehren die Elemente zu ihrem Standardstatus zurück.







Lösung der erfassten Alarme:





Wird ein Alarm ausgelöst, wird das Symbol des Alarmzustands  unten rechts auf dem Bildschirm der Standardfunktionen angezeigt. Durch Berühren/Anklicken dieses Symbols gelangt der Nutzer zur ersten Seite des Diagnosebildschirms mit der Liste der aktuellen relevanten Alarme und Ereignisse (siehe die folgende Abbildung). Durch Anklicken/Berühren des Symbols  des Alarmfelds mit Angabe der Art des Fehlers und der Uhrzeit seiner Auslösung gelangt der Nutzer zu Seite 4 der Diagnosefunktion.






3.4.2.9. Aktivierung des Standby-Modus


Um den Standby-Modus zu aktivieren, doppelklickt der Nutzer auf/berührt er , was zu  wird. Der Standby-Modus wird verwendet, um die Pumpe anzuhalten, während alle anderen Einstellungen in Betrieb bleiben. Um den Messmodus zu reaktivieren, doppelklicken Sie auf/berühren Sie .




Wird das Gerät in den Standby-Modus geschaltet, ändert sich das Zustandssymbol des Informationsbereichs des Bildschirms (unten links) und zeigt den Standbyzustand  an. Die Meldung von Alarmen oder Kontrollen hat allerdings Vorrang.


Außerdem wird das Symbol  (Alarm) oder  (Kontrolle) weiterhin angezeigt, wenn das Gerät in den Standby versetzt wird, während es sich im Alarm- oder Kontrollzustand befindet; das Symbol für den Standbyzustand  wird dann nicht angezeigt. Bei diesen Bedingungen erkennt der Bediener daran, ob in der Plattform der erweiterten Funktionen die Taste  rot umkreist ist oder nicht, ob sich das Gerät im Mess- oder im Standbyzustand befindet.

3.4.2.10. Aktivierung des Wartungsmodus


Um den Wartungsmodus zu aktivieren, doppelklickt der Bediener auf/berührt er , was zu  wird. Die Aktivierung des Wartungsmodus ermöglicht die Angabe in den Flags, dass sich das Gerät im Wartungsmodus befindet. Die während des Wartungsmodus gespeicherten Daten erhalten eine Wartungszustandsangabe: Neben den entsprechenden Daten erscheint bei ihrem Herunterladen „Wartung“. Um den Messmodus zu reaktivieren, doppelklicken Sie auf/berühren Sie .

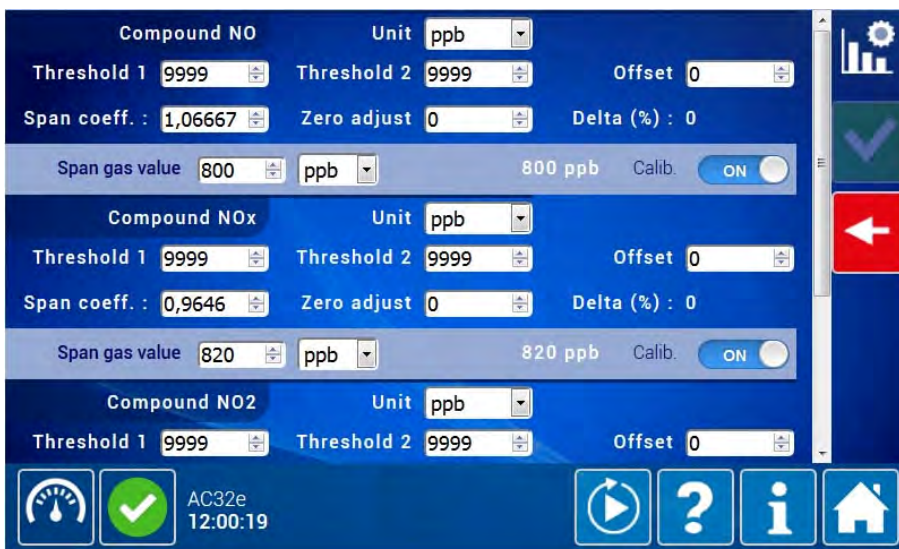
Wird das Gerät in den Wartungsmodus geschaltet, ändert sich das Zustandssymbol des Informationsbereichs des Bildschirms (unten links) und zeigt den Wartungszustand  an. Die Meldung von Alarmen oder Kontrollen hat allerdings Vorrang.

Außerdem wird das Symbol  (Alarm) oder  (Kontrolle) weiterhin angezeigt, wenn das Gerät in den Wartungszustand versetzt wird, während es sich im Alarm- oder Kontrollzustand befindet; das Symbol für den Wartungszustand  wird dann nicht angezeigt.

Bei diesen Bedingungen erkennt der Bediener daran, ob in der Plattform der erweiterten Funktionen die Taste  rot umkreist ist oder nicht, ob sich das Gerät im Mess- oder im Wartungszustand befindet.

3.4.2.11. Erweiterte Konfiguration des Analysators

Dieser Bildschirm ist zugänglich durch Anklicken/Berühren der Taste . Er ermöglicht die Konfiguration der Messparameter des Analysators.



Abschnitte NO-Verbindung, NO_x-Verbindung und NO₂-Verbindung:

- Feld „Einheit“: Hier kann die Maßeinheit der Verbindung ausgewählt werden.
- 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.
- Feld „Umrechnungskoeff“: der für die Umrechnung der Einheit (z. B.: ppb in µg/Nm³) verwendete Koeffizient. Diese Funktionalität ist nur anwendbar, wenn die Einheit µg/m³, mg/m³, g/m³ ist.
- Felder „Offset“ und „Kalibrierkoeff.“ : Diese beiden Werte werden für die Kalibrierung der Messung mit der Linearisierungskurve $Y = Ax + B$ verwendet. A ist der Kalibrierkoeffizient, B ist der Offset. Der Kalibrierkoeffizient kann vom Nutzer oder nach einem Kalibrierzyklus geändert werden.
- Feld „Nullpunkteinstellung“: Hier kann die Basislinie (Nullpunkt) der Verbindung manuell nachgeregelt 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. Um diesen Alarm zu deaktivieren, muss der Kalibrierkoeffizient manuell erneut bestätigt werden. Befindet sich der Analysator im Alarmzustand, berücksichtigt er nicht den neuen, berechneten Kalibrierkoeffizienten, sondern behält den vorhergehenden Kalibrierkoeffizienten.

Feld „Prüfgasgehalt“: Konzentration der für die Durchführung der Kalibrierprüfung verwendeten Prüfgasquelle. Diese Konzentration stellt den zu erreichenden Referenzwert dar.

Feld „Kalib. EIN/AUS“: Dieses Feld ist nützlich, wenn das Gerät mehrere Gase messen kann. Es ermöglicht eine Kalibrierung Gas für Gas ohne Beeinflussung der anderen Gase. Es inaktiviert oder nicht die Autokalibrierung für das entsprechende Gas.

Feld „Ansprechzeit“: Dieses Feld gibt den Wert der Ansprechzeit an. Weitere Details entnehmen Sie Kapitel 2 dieses Handbuchs.





Feld „Standzeit Filter (j)“: gibt die Standzeit des neuen Nullgasfilters (in Tagen) an. Der Analysator zählt täglich von diesem Wert runter (siehe die synoptische Darstellung der Bildschirme der Standardfunktionen). Wenn eine Standzeit von 120 Tagen bleibt, wird eine Kontrolle ausgelöst, wenn eine Standzeit von einem Tag bleibt, wird ein Alarm ausgelöst.

Feld „Init. Zähler AUS/EIN“: zur Initialisierung der Standzeit des Filters auf den programmierten Wert nach einem Filterwechsel.

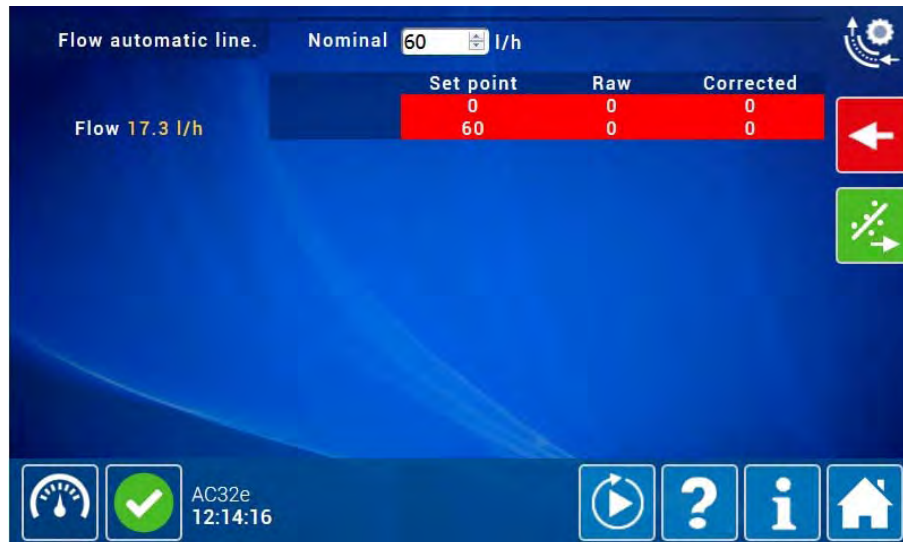
Feld „Verdünnung AUS/EIN“: zur Aktivierung der Verdünnungsfunktion und zur Festlegung des Verdünnungskoeffizienten.

3.4.2.12. Automatische Linearisierung des Durchflusses


Dieser Bildschirm ist zugänglich durch Berühren/Anklicken von . Er ermöglicht die Linearisierung des Durchflusswerts abhängig vom entsprechenden Sollwert der Pumpe.

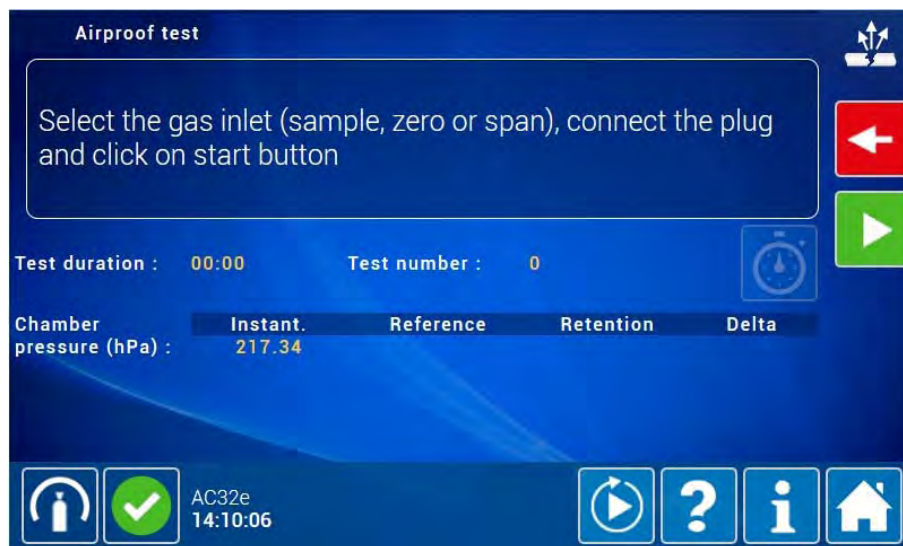
Vor Start der Linearisierung muss der Nutzer ein Durchflussmessgerät (0-100 nl / h) am entsprechenden Fluideingang anschließen. Anschließend berührt/ klickt er auf die Taste des entsprechenden Fluideingangs  oder  oder  und gibt im Feld „Nennwert“ den am Durchflussmessgerät angezeigten Wert ein. Anschließend startet er die Linearisierung durch Berühren / Anklicken von . Anschließend geht der Analysator 5 Minuten lang in den Wartungsmodus.

HINWEIS: Der werkseitig eingestellte Sollwert der Pumpe ist standardmäßig 100 %.



3.4.2.13. Dichtheitsprüfung

Dieser Bildschirm ist zugänglich durch Berühren/Anklicken von . Er erläutert das Vorgehen zur Durchführung der Dichtheitsprüfung des Fluidkreislaufs des Analysators. Der Nutzer muss die detaillierten Anweisungen im weißen Rahmen befolgen.



Startet der Nutzer eine Dichtheitsprüfung, schaltet der Analysator in den Wartungsmodus.

3.5. KALIBRIERUNG

WICHTIGER HINWEIS:

Die Verwendung des Analysators als äquivalente Methode für die EPA-Berichte erfordert eine periodische Kalibrierung an mehreren Punkten (die so genannte Mehrpunktkalibrierung) und spätere Nullpunkt-/Kalibrierpunktprüfungen, wie im Folgenden beschrieben. Alle für die Kalibrierung verwendeten Gase müssen auf eine Referenz des National Institute of Standards and Technology (NIST) rückführbar sein.

3.5.1. ÜBERSICHT ÜBER DIE KALIBRIERUNG UND TERMINOLOGIE

Um sich von der Exaktheit der mit dem Analysator AC32e durchgeführten Messungen zu vergewissern, muss dieser regelmäßig, unter Einhaltung des Qualitätssicherungsplans des Nutzers, überprüft, kalibriert und justiert werden.

– Nullpunkt- und Kalibrierprüfung:

Dieser Vorgang besteht im Vergleich der Reaktion des Analysators am Nullpunkt und am Kalibrierpunkt auf die verwendeten Prüfgase.

Diese Prüfung dient der Messung der Drift des Analysators in der Zeit ohne Änderung der Kalibrierkoeffizienten (Kalibrierkoeff.).

Diese Überprüfung kann unter Verwendung der internen Nullluft und des Prüfgases durchgeführt werden.

Häufigkeit: im Allgemeinen alle 24 Stunden, im Automatikzyklus.

Hinweis: Standardmäßig führt der Analysator einmal täglich (üblicherweise um 0:00 Uhr) einen automatischen Nullreferenzzyklus durch.

– 2-Punkt-Kalibrierung:

Dieses Verfahren dient der Überprüfung und der Korrektur der Reaktion des Analysators für die Null- und Kalibrierpunkte, die sich bei ungefähr 0 % und 80 % des Endwerts des verwendeten Messbereichs befinden.

Häufigkeit: jeden Monat oder häufiger, sofern dies die Installation erlaubt.

– Mehrpunktkalibrierung:

Dieses Verfahren ermöglicht die Erstellung einer vollständigen Bilanz der Linearitätsleistung des Analysators.

Häufigkeit: alle drei Monate oder nach Kalibrierprüfergebnissen außerhalb der Toleranz, die einen Eingriff am Gerät erfordern.

Hinweis bezüglich der Anschlüsse von unter Druck stehenden Gasflaschen:

Der Analysator ist mit einem internen Nullgasfilter ausgestattet. Um ihn an eine externe Nullgasquelle anzuschließen, verwenden Sie den Prüfgas- oder den Probeneingang.

Ist der Analysator mit einer internen Permeationsquelle ausgestattet, müssen die Kalibriergasquellen am Probeneingang angeschlossen werden.

Hinweis zu den Gasgenerierungsgeräten:

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 der Verwendung eines automatischen Zyklus mit einer Flasche ist ein vom Analysator fernsteuerbares Abschaltventil vorzusehen (siehe Abbildung 3-3).

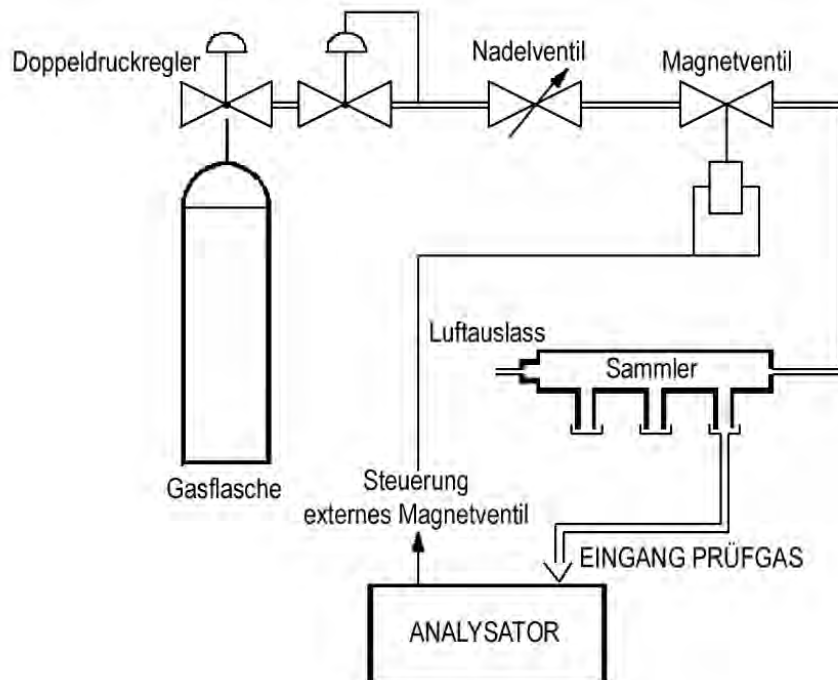


Abbildung 3-3 – Anschlussbeispiel für unter Druck stehendes Gas

3.5.1.1. Nullluftzeugung

Die Nullluft kann für die Nullpunktprüfung oder als Verdünner in einem Gasverdünner verwendet werden. Es sind mehrere Quellen denkbar:

Interner Nullgasfilter. Der interne Nullgasfilter (Purafil) ist geeignet, NO zu NO₂ zu oxidieren, was ausreichend ist für die Durchführung der Nullreferenz im NO-Zyklus. Dieser Filter entfernt jedoch das NO₂ nicht vollständig, so dass er nicht für die Nullpunktprüfung des NO_x-Kanals verwendet werden kann.

Externer Nullgasfilter. Die NO_x-Moleküle können eliminiert werden durch Kombination von:

- Purafil am Eingang für die Oxidierung von NO zu NO₂,
- Aktivkohle am Ausgang für die Absorption des NO₂.

Ein Volumen von 1/4 l für jedes Absorptionsmittel ist ausreichend für den Eingangsdurchfluss des Analysators.

Die Feuchtigkeit kann entzogen werden, indem diesem Filter eine Patrone mit Silicagel vorgeschaltet wird.

Eine Flasche mit synthetischer Luft. Es handelt sich um ein Gemisch aus 80 % Stickstoff und 20 % Sauerstoff.

Eine Stickstoffflasche mit einer Qualität von mindestens 5.0. Achtung: Stickstoff ist nicht als Verdünner für die GPT (Gasphasentitration) geeignet.

Ein Nullgasgenerator. Ein Nullgasgenerator umfasst einen Luftkompressor und mehrere Filtersysteme zur Entziehung der Feuchtigkeit und der vom Analysator gemessenen Gase. Die Nullluft wird unter Druck geliefert und kann einen Verdünner speisen.

In jedem Fall muss die Nullluft weniger als 0,5 ppb NO_x enthalten

Die folgende Tabelle zeigt die Verwendungsmöglichkeiten der verschiedenen Nullluftquellen.

VERWENDUNGSMÖGLICHKEITEN DER NULLLUFTQUELLEN						
NULLLUFT-QUELLEN	Null-referenz	Nullpunkt-prüfung NO	Nullpunkt-prüfung NO _x	Permeationsquelle	Verdünnungs-mittel für Verdünner	Verdünnungs-mittel für GPT
Interner Filter	JA	JA	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN
Externer Filter	JA	JA	JA	JA	NEIN	NEIN
Synthetische Luft	JA	JA	JA	Nicht empfohlen	JA	JA
Stickstoff	JA	JA	JA	Nicht empfohlen	JA	NEIN
Generator	JA	JA	JA	JA	JA	JA

HINWEIS : Eine Permeationsquelle erfordert einen permanenten Durchfluss von Nullgas für die Spülung des Rohrs, wodurch eine fest installierte Flasche mit synthetischer Luft oder mit Stickstoff schnell leer werden kann.

3.5.1.2. Prüfgaserzeugung (NOx)

Als Quelle kommt Folgendes in Betracht:

- **Eine NO-Flasche.** Die Konzentration von NO entspricht 80 % des Endwerts, d. h. 800 ppb. Die Messung der Konzentration von NOx muss durchgeführt werden, um zu überprüfen, dass die Konzentration des eventuell in der Flasche enthaltenen NO₂ unter 1 ppb liegt (Norm EN14211).
- **Eine Permeationsquelle** (intern oder extern) mit einem NO₂-Rohr und gespeist von einer Quelle mit trockener Nullluft.
- **Ein Gasverdünner**, der an eine Flasche mit in Stickstoff vorverdünntem NO (üblicherweise 50 ppm) (mit NOx-Titration) und an einen Nullluftgenerator angeschlossen ist. Der Verdünner kann mit einem Ozongenerator für die GPT (Gasphasentitration) ausgestattet werden.

Folgende Sicherheitsmaßnahmen sind einzuhalten:

- Die Gasflaschen müssen mit einem zweistufigen Druckminderer ausgestattet sein, um einen stabilen Ausgangsdruck zu garantieren.
- Während der Installation des Druckminderers an einer Flasche mit einem Gemisch von NO und Stickstoff ist eine Spülprozedur einzuhalten, um zu vermeiden, dass die ursprünglich im Druckminderer enthaltene Luft in die Flasche zurückgelangt, in der sie das NO oxidieren und somit seine Konzentration verändern würde.
- Die Verbindung zwischen der Flasche mit dem vorgemischtem NO und dem Verdünner hat vorzugsweise mit einem Metallrohr (typischerweise Edelstahl) zu erfolgen. Kunststoffrohre (insbesondere aus PTFE) sind sauerstoffdurchlässig und können die Konzentration des NO am Eingang des Verdünners verfälschen.
- Die Verbindung zwischen Verdünner und Analysator kann mit einer PTFE- oder einer PFA-Leitung ausgeführt werden.
- Alle Anschlüsse, Ventile, Pneumatikleitungen und andere Elemente, die in Kontakt mit Prüfgas gelangen können, müssen aus höchst NOx-beständigen (d. h. PTFE, PFA, Glas oder Edelstahl) Materialien hergestellt werden.
- Die folgende Tabelle zeigt die Verwendungsmöglichkeiten der verschiedenen Nullluftquellen.

	Flasche mit verdünntem NOx	Permeationsquelle	Einfacher Verdünner	Verdünner mit Ozongenerator
Skalenpunktprüfung.	JA	JA	JA	JA
2-Punkt-Kalibrierung:	JA	JA	JA	JA
Mehrpunktkalibrierung	NEIN	NEIN	JA	JA
GPT NOx-Konverter	NEIN	NEIN	NEIN	JA

HINWEIS: Die verwendeten Prüfgasflaschen müssen gemäß einem Qualitätssicherungsplan des Nutzers zertifiziert sein.

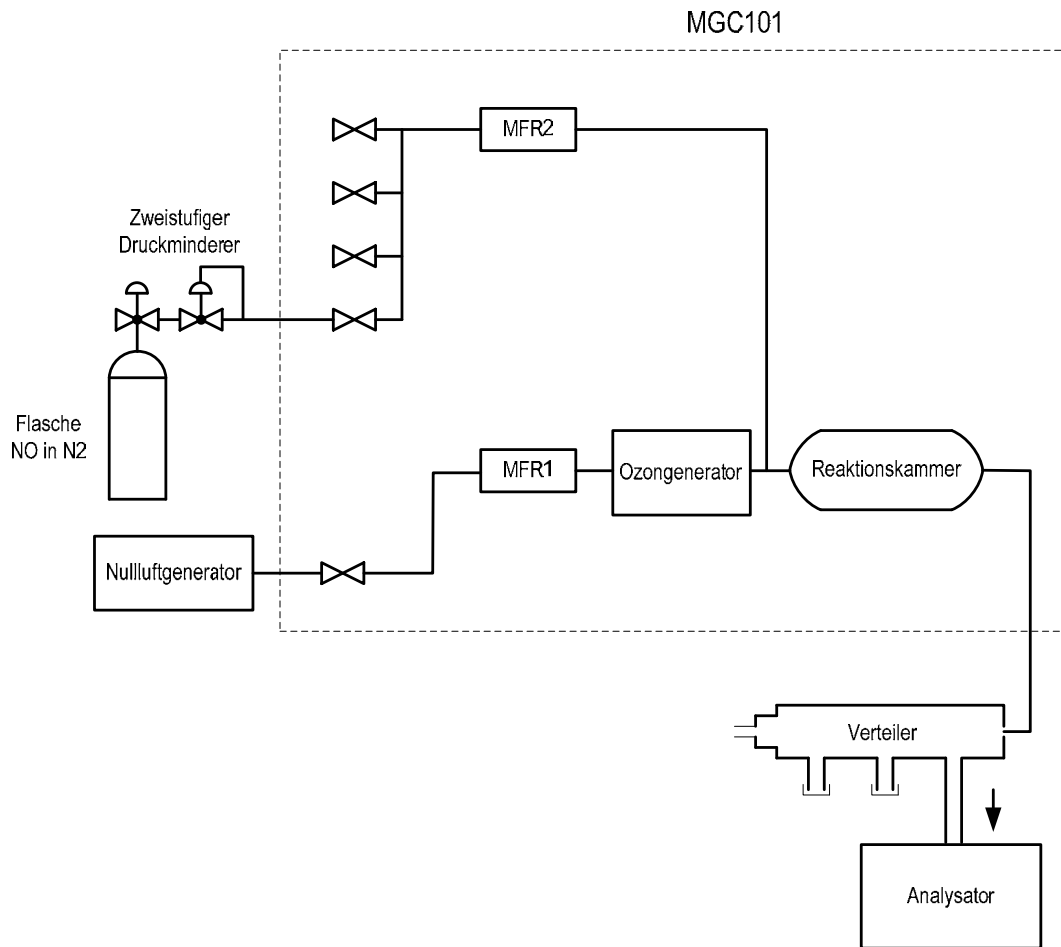


Abbildung 3-4 – Anschlussplan des Kalibrators

3.5.1.3. Interne Magnetventile

Der AC32e ist mit einem Eingangselektor mit 2 Magnetventilen ausgestattet, der die Auswahl eines Eingangs des zu analysierenden Gases unter 3 Eingangsanschlüssen ermöglicht:

Der Nulllufteingang besteht aus der internen Nullluftpatrone (Purafil). Dieser Eingang wird automatisch vom automatischen Nullreferenzzyklus gewählt.

Der Prüfgaseingang ist auf der Rückseite verfügbar.

Der Probeneingang ist auf dem Filterträger auf der Rückseite verfügbar.

Die Proben- und Prüfgaseingänge können für die Nullpunkt- und Kalibrierprüfungen verwendet werden. Der Nutzer muss überprüfen, dass die Reaktion des Analysators an den beiden Eingängen identisch ist. Ansonsten müssen die internen Magnetventile gereinigt oder ausgetauscht werden.

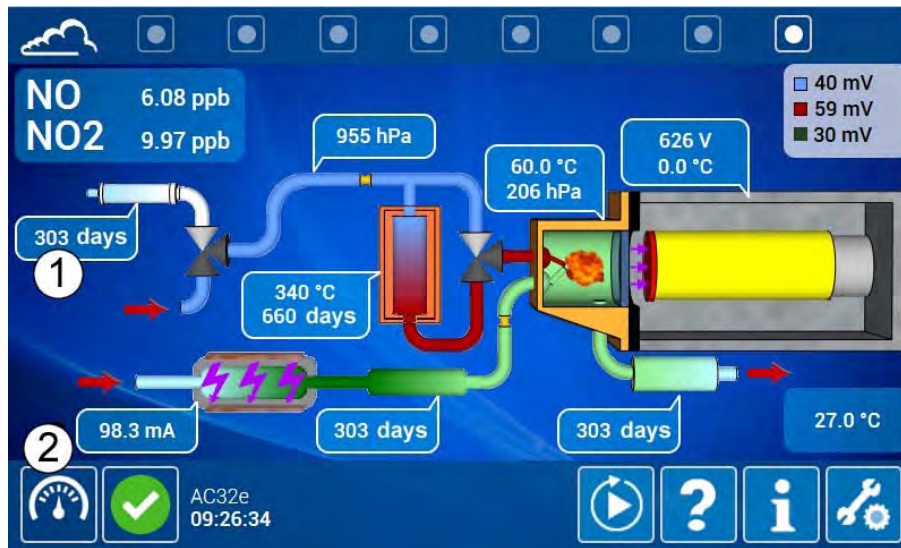
3.5.2. NULL- UND SKALENPUNKTPRÜFUNG:



3.5.2.1. Notwendige Hardware

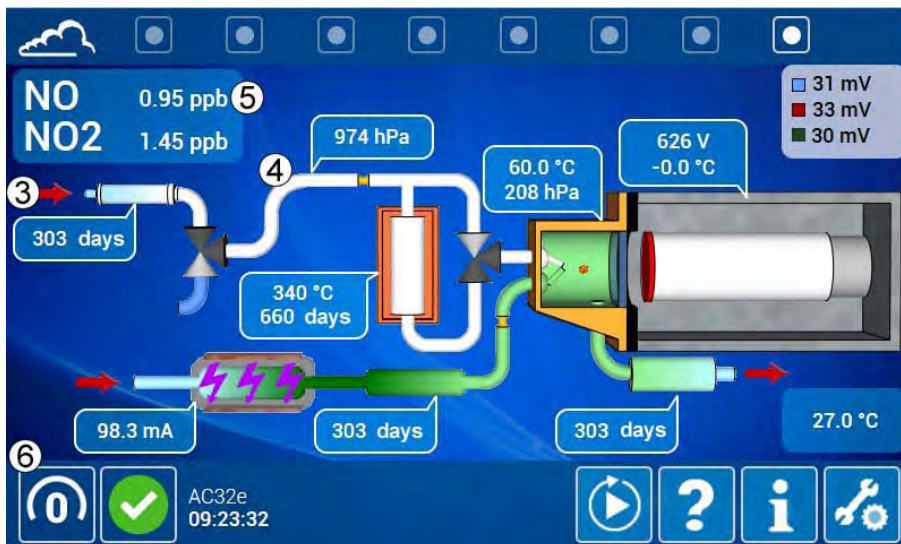
- Nullpunktprüfung:
Verwenden Sie den internen Nullluftfilter oder schließen Sie die Nullluft am Proben- oder Prüfgaseingang ein.
- Kalibrierpunkt:
Schließen Sie die Prüfgasquelle am Prüfgaseingang an.

3.5.2.2. Verfahren

- Nullpunktprüfung:







Überprüfen Sie auf dem synoptischen Bildschirm (1), dass die Standzeit über 30 Tage beträgt, drücken sie die Taste unten links (2), um die Auswahl des Eingangsanschlusses  anzuzeigen zu lassen, und drücken Sie  für die Auswahl des Nulllufteingangs.

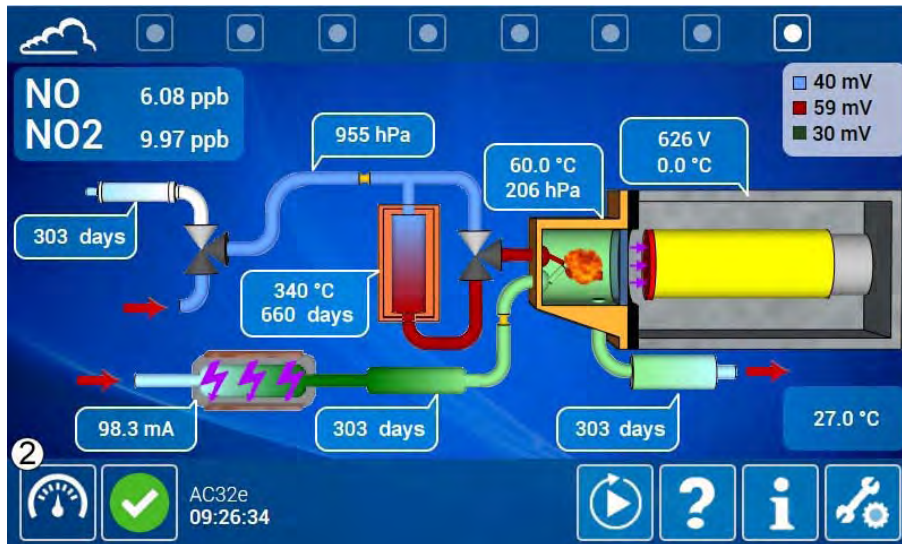


Der Pfeil des Gaseingangs auf der synoptischen Übersicht bewegt sich vor den Nullgasfilter (3), die Farbe des Fluids verändert sich von blau zu weiß (4) und das Symbol des Nulllufteingangs erscheint unten links auf dem Bildschirm (6).

Warten Sie die Stabilisierung der Messung ab. Der NO-Messwert (5) muss zwischen ± 2 ppb liegen (unter Berücksichtigung des Offsets, sofern einer programmiert wurde). Ansonsten muss eine Nullreferenz durchgeführt werden.

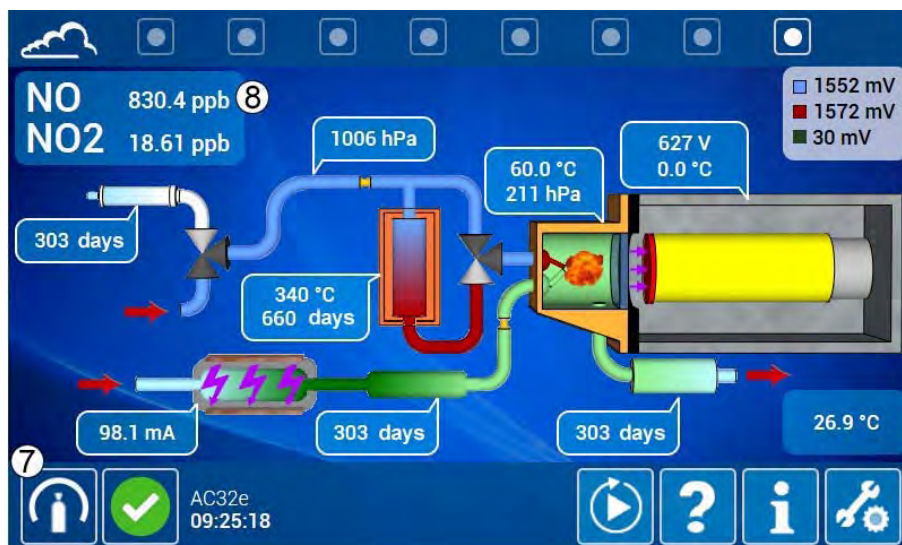
– Kalibrierprüfung:

Überprüfen Sie, dass der Prüfgaseingang korrekt mit der Prüfgasquelle verbunden ist, drücken Sie die Taste unten links (2), um die Auswahl des Eingangsanschlusses    anzeigen zu lassen, und drücken Sie  zur Auswahl des Prüfgaseingangs.




Das Symbol des Prüfgaseingangs erscheint unten links auf dem Bildschirm (7).

Warten Sie die Stabilisierung der Messung ab. Das Ergebnis (8) wird mit der vom verwendeten Gerät erzeugten Konzentration verglichen, unter Berücksichtigung seiner Präzision sowie eines gegebenenfalls programmierten Offsets.



3.5.2.3. Verwendung der automatischen Zyklen

Um die Zyklen zu programmieren, berühren Sie / klicken Sie auf die Taste , um zum Bildschirm „Konfiguration der automatischen Zyklen“ zu gelangen (siehe Abschnitt 3.4.2.3).

– Nullreferenzzyklus:

Der Nullgasfilter ist permanent am Nulllufteingang des Analysators angeschlossen. Die empfohlene Dauer für die Nullpunktprüfung beträgt 60 Sekunden und 30 Sekunden Spülen, wie es im Feld „Dauer“ der Spalte „Zyklen / Null“ des folgenden Bildschirms angegeben ist.

Steht der programmierte Eingang auf „EIN“ (8), wird der Analysator dazu gezwungen, den programmierten Eingang (9) zu verwenden, im folgenden Bildschirm der Nullluftanschluss.

Achtung: Steht der programmierte Eingang auf „AUS“, verwendet der Analysator den Anschluss, der vor dem Zyklus in Betrieb war (10), d. h. im folgenden Beispiel den Probeneingang.

Steht der Reiter zyklisch auf „EIN“ (13), wird der Analysator dazu gezwungen, täglich um 0:00 Uhr eine Nullreferenz durchzuführen.

Steht der Reiter beim Start auf „EIN“ (14), wird der Analysator dazu gezwungen, bei jedem Neustart eine Nullreferenz durchzuführen.

– Kalibrierzyklus:

Die Vorrichtung der Prüfgasgenerierung muss permanent mit dem Prüfgaseingang des Geräts verbunden sein. Die empfohlene Dauer für den Kalibrierzyklus beträgt 120 Sekunden und 60 Sekunden Spülen, wie es im Feld „Dauer“ der Spalte „Zyklen / Kalibrierung“ des folgenden Bildschirms angegeben ist.

Achtung: Diese Dauern berücksichtigen nur die Ansprechzeit des Analysators. Ist die Gasquelle entfernt und benötigt sie eine Stabilisierungszeit, muss diese Zeit in die Spüldauer integriert werden.

Steht der programmierte Eingang auf „EIN“ (11), wird der Analysator dazu gezwungen, den programmierten Eingang (12) zu verwenden, im folgenden Bildschirm der Prüfgasanschluss.

Achtung: Steht der programmierte Eingang auf „AUS“, verwendet der Analysator den Anschluss, der vor dem Zyklus in Betrieb war (10), d. h. im folgenden Beispiel den Probeneingang.





3.5.3. ZWEI-PUNKT-KALIBRIERUNG


3.5.3.1. Notwendige Hardware

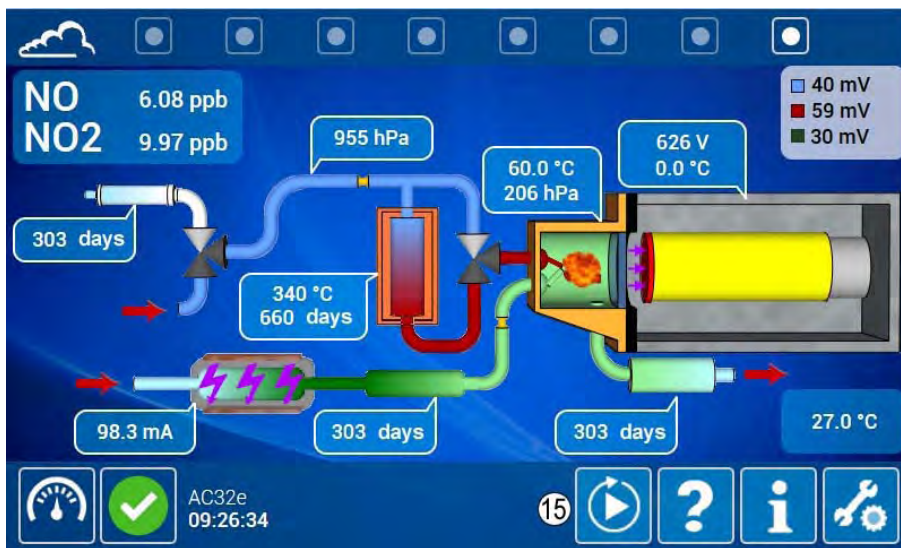
Siehe Abschnitt 3.5.2.1.

3.5.3.2. Verfahren

- Nullreferenz:

Drücken Sie die Taste (15), um die Bedienelemente des automatischen Zyklus  und  anzeigen zu lassen

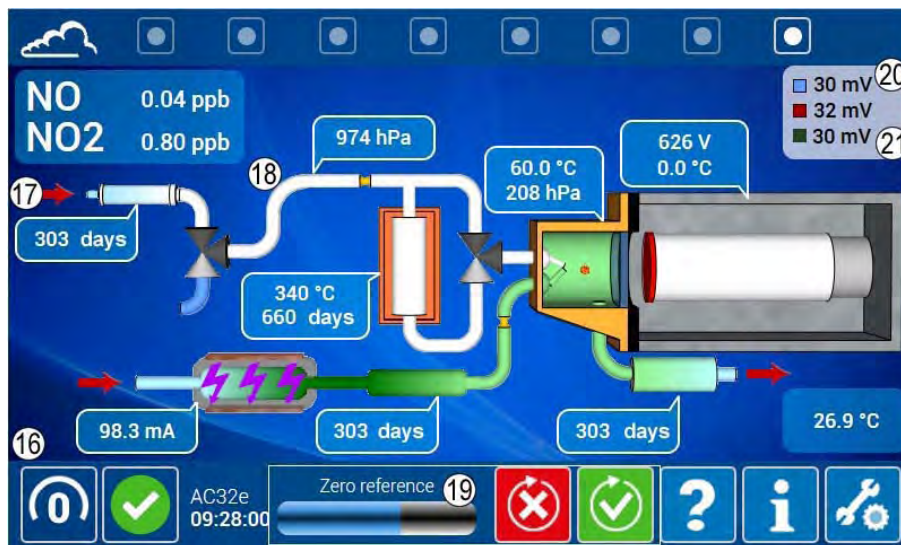
Starten Sie mit der Taste  einen Nullreferenzzyklus in Übereinstimmung mit der Tabelle der Bedienelemente in Abschnitt 3.4.1.1.



Der Pfeil des Gaseingangs auf der synoptischen Übersicht bewegt sich vor den Nullgasfilter (17), die Farbe des Fluids wechselt von blau zu weiß (18) und das Symbol des Nulllufteingangs erscheint unten links auf dem Bildschirm (16).

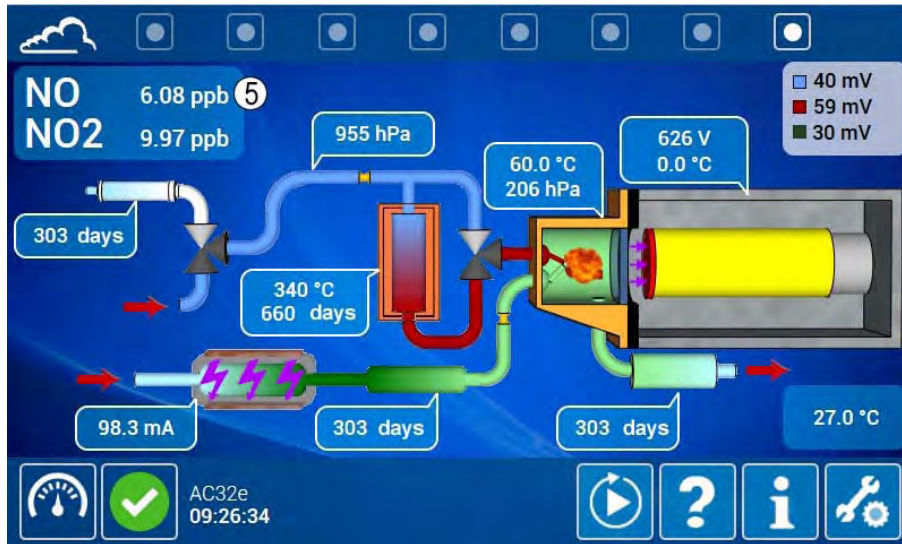
Auf dem Bildschirm wird ein Fortschrittsbalken (19) angezeigt.

Das NO-Signal (20) wird kleiner und stabilisiert sich, das Dunkelsignal speichert diesen Wert (21).





Der NO-Messwert (5) muss zwischen $\pm 0,5$ ppb liegen (unter Berücksichtigung des Offsets, sofern einer programmiert wurde).

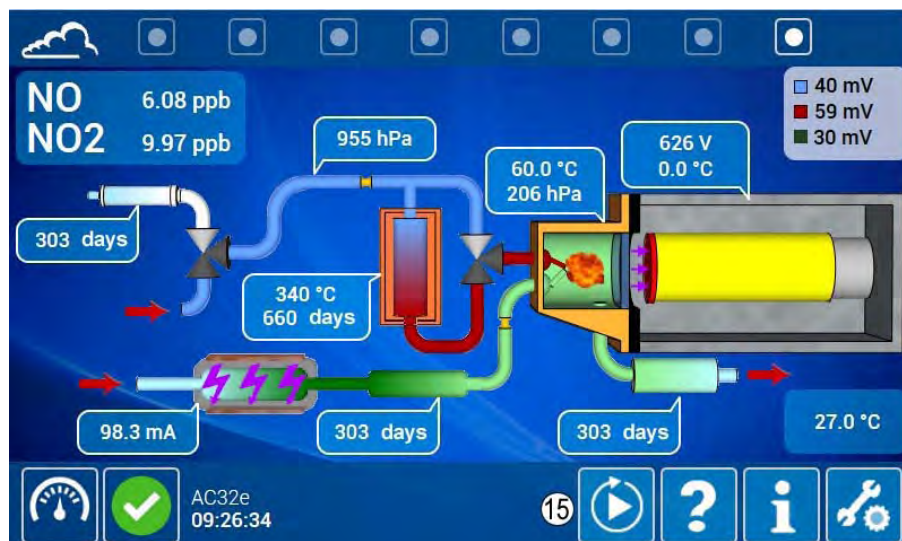
Am Ende des Zyklus kehrt der Analysator automatisch zur ursprünglichen Messkonfiguration zurück.



- Kalibrierung am Skalenpunkt.

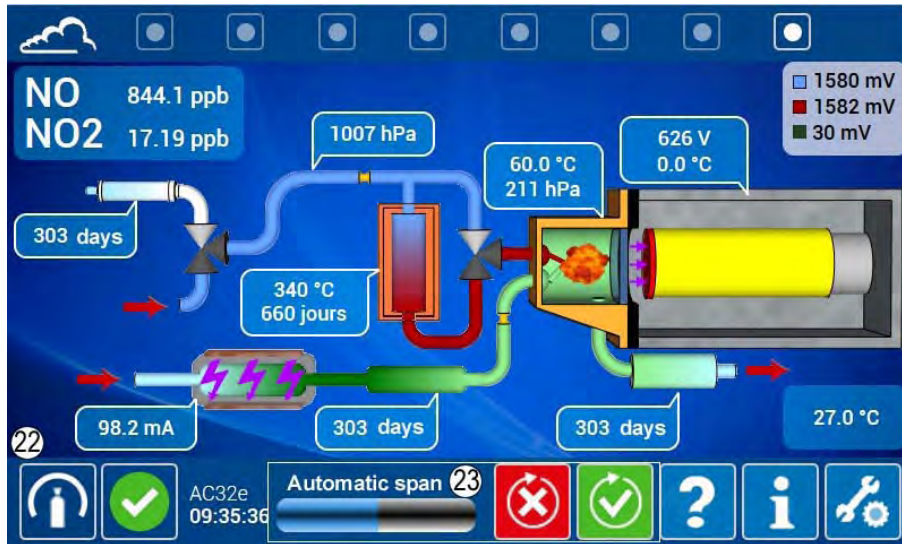
Überprüfen Sie, dass der Prüfgaseingang korrekt mit der Prüfgasquelle verbunden ist. Drücken Sie die Taste (15), um die Bedienelemente des automatischen Zyklus  und  anzeigen zu lassen

Starten Sie mit der Taste  einen Kalibrierzyklus.



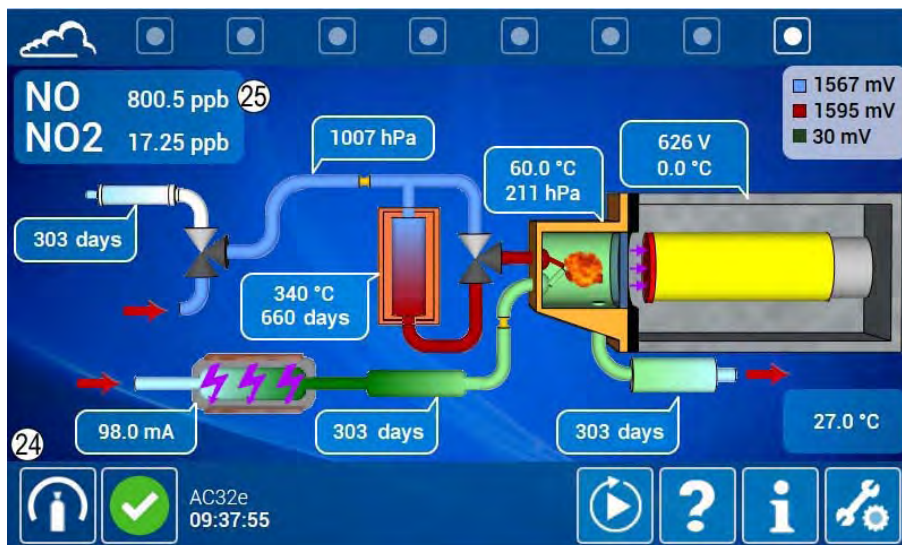
Das Symbol des Prüfgaseingangs erscheint unten links auf dem Bildschirm (22), entsprechend der Kalibrierkonfiguration. Auf dem Bildschirm wird ein Fortschrittsbalken (23) angezeigt.

Am Ende des Zyklus kehrt der Analysator automatisch zur ursprünglichen Messkonfiguration zurück (in unserem Beispiel zur Messung Probeneingang)



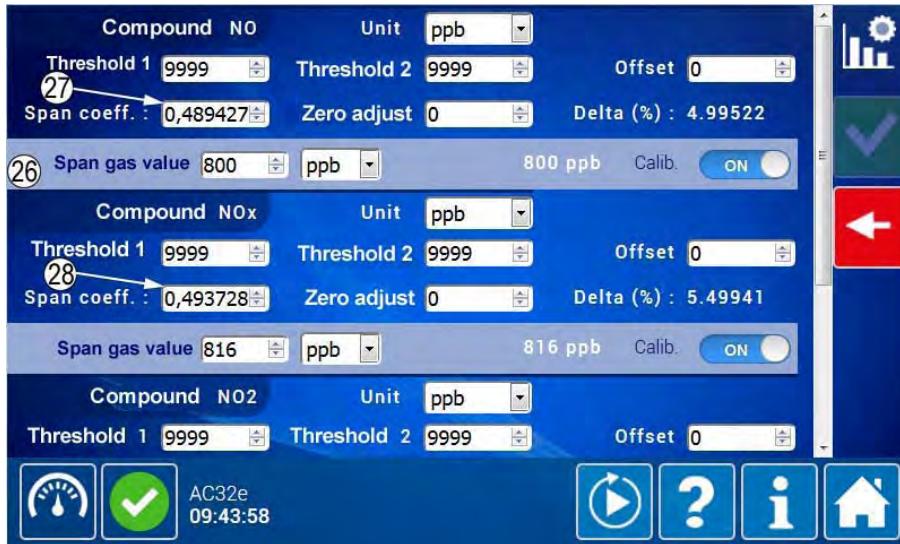
Die Kalibrierung lässt sich durch erneute Auswahl des Prüfgaseingangsanschlusses (24) überprüfen.

Überprüfen Sie also, dass der NO-Messwert (25) der injizierten Konzentration +/-2 ppb entspricht.



Diese Konzentration entspricht der Konzentration (26) in der erweiterten Konfigurationsseite der Kalibrierung.

Auf dieser Seite werden die neuen Kalibrierkoeffizienten für NO (27) und NOx (28) nach der automatischen Kalibrierung angegeben.



3.5.4. MEHRPUNKTKALIBRIERUNG

3.5.4.1. Darstellung

Eine geeignete Vorrichtung ist mit einem Verdüner (Typ MGC101), einer zertifizierten Prüfgasflasche (NO) mit einer Genauigkeit von 1% mit NO_x-Titration und einem Nullluftgenerator ausgestattet. Die Kalibrierung der zertifizierten Prüfgasflasche lässt sich auf Referenzmaterialien des National Institute of Standards and Technology (NIST) für die Kalibrierung im Messfeld der US EPA zurückführen. Siehe Abbildung 3-4.

Die Gase werden am Probeneingang des Analysators unter Atmosphärendruck angelegt. Der Durchfluss am Ausgang des Verdüners muss mindestens zweimal höher sein als der vom Analysator entnommene Durchfluss.

Die Kalibrierung des Analysators erfordert die Erzeugung von 7 Punkten, einschließlich des Nullpunkts (Beispiel: 0, 15, 30, 45, 60, 75 und 90 % des Endwerts des verwendeten Messbereichs). Das Verdünnungsgas muss dasselbe Gas sein wie bei der Nullmessung.

3.5.4.2. Verfahren

Führen Sie zuerst eine 2-Punkt-Kalibrierung durch (siehe § 3.5.3). Stellen Sie dabei die vom Verdüner generierte [NO]-Konzentration auf 90 % des Endwerts der verwendeten Bereiche ein.

HINWEIS: Überprüfen Sie, dass die generierten NO_x-Konzentrationen (NO + NO₂-Verunreinigungen) + ein möglicher programmierter Offset den für NO_x programmierten Endwert nicht übersteigen, bzw. verringern Sie, falls dies der Fall ist, die NO-Konzentration, bis eine NO_x-Konzentration von 95 % des für NO_x programmierten Endwerts erreicht wird.

Generieren Sie mehrere zusätzliche Konzentrationen (mindestens 5 Punkte mit gleichem Abstand über die verbleibende Skala sind für die Überprüfung der Linearität empfohlen) und warten Sie die Stabilisierung (10 min) zwischen 2 Punkten ab.

Für jede generierte Konzentration speichern Sie die vom Verdüner gemessenen Werte (NO, NO_x) und die entsprechend vom Analysator gelieferten Werte (NO, NO_x).

Vergleichen Sie die Reaktionen des Analysators mit den generierten Konzentrationen. Überprüfen Sie, dass sich diese Reaktionen innerhalb der generierten Konzentrationen ±0,4 ppb oder der generierten Konzentrationen ±1 % (unter Berücksichtigung der Präzision des Gasgenerators) befinden.

$[NO]_{\text{Reakt}} = [NO]_{\text{gen}} \pm 0,4 \text{ ppb}$	(für $[NO]_{\text{gen}} < 40 \text{ ppb}$)
$[NO]_{\text{Reakt}} = [NO]_{\text{gen}} \pm 1 \%$	(für $[NO]_{\text{gen}} > 40 \text{ ppb}$)
$[NO_x]_{\text{Reakt}} = [NO_x]_{\text{gen}} \pm 0,4 \text{ ppb}$	(für $[NO_x]_{\text{gen}} < 40 \text{ ppb}$)
$[NO_x]_{\text{Reakt}} = [NO_x]_{\text{gen}} \pm 1 \%$	(für $[NO_x]_{\text{gen}} > 40 \text{ ppb}$)

Wobei [NO]_{Reakt} und [NO_x]_{Reakt} die Reaktionen des Analysators in ppb und

[NO]_{gen} und [NO_x]_{gen} die generierten Konzentrationen in ppb sind.

Liegen die Reaktionen des Analysators außerhalb der Grenzen, muss eine vollständige Wartung durchgeführt werden.

HINWEIS: Nähere Informationen zum Kalibrierverfahren finden sich im Anhang F, Teil 50, des Dokuments EPA CFR40.

3.5.5. ÜBERPRÜFUNG DER KONVERTIERUNGSLEISTUNG DES MOLYBDÄNOFENS DURCH GPT

Die Methode der Gasphasentitration (GPT) mit NO-Überschuss ermöglicht die Prüfung der Leistung des NO₂/NO-Konverters ausgehend von einer Referenz-NO-Konzentration.

Sie verwendet die folgende Reaktion: $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$, was die Dosierung von NO₂ in Abhängigkeit von der Schwankung der NO-Konzentration ermöglicht.

3.5.5.1. Vorrichtung

- Nullluftgenerator
- Flasche mit NO in N₂. Die Konzentration wird so gewählt, dass nach Verdünnung eine NO-Konzentration von ungefähr 90 % des für die Messung verwendeten Endwerts erreicht wird.
- Verdünner mit O₃-Photolyse-Generator (Typ MGC101) siehe Abbildung 3-4.
- Analysator seit mindestens 2 h in Betrieb.

3.5.5.2. Verfahren

Führen Sie zuerst eine 2-Punkt-Kalibrierung durch (siehe Abschnitt 3.5.3). Stellen Sie dabei die vom Verdünner generierte [NO]-Konzentration auf 90 % des Endwerts der verwendeten Bereiche ein.

Erstellen Sie einen Konzentrationspunkt [NO] bei 80 % des Endwerts von NO₂ (400 ppb für den Endwert von NO₂ bei 500 ppb). Lesen Sie nach der Stabilisierung die am Analysator angezeigten Konzentrationen [NO]_{Anfang} und [NO_x]_{Anfang} ab.

Unter Beibehaltung derselben Einstellungen am Verdünner (NO-Konzentration und Durchfluss am Ausgang) aktivieren sie den Ozongenerator des Verdünners, so dass er eine Ozonkonzentration von ungefähr 80 % der vorhergehenden [NO]-Konzentration (320 ppb O₃ für 400 ppb NO) erzeugt. Lesen Sie nach der Stabilisierung die am Analysator angezeigten Konzentrationen [NO]_{Ende} und [NO_x]_{Ende} ab.

Überprüfen Sie, dass [NO]_{Ende} > 40 ppb (Überschuss an NO). Ist dies nicht der Fall, verringern Sie die Ozonkonzentration und führen Sie den Vorgang erneut durch.

Berechnen Sie die Leistung R des Konverters wie folgt:

$$R (\%) = 100 \times (1 - ([\text{NO}_x]_{\text{Anfang}} - [\text{NO}_x]_{\text{Ende}}) / ([\text{NO}]_{\text{Anfang}} - [\text{NO}]_{\text{Ende}}))$$

Die Leistung muss über 98 % liegen.

Hinweise:

- Die Aktivierung des Ozongenerators ändert weder den Durchfluss am Ausgang noch den Betriebspunkt der Massendurchflussregler (MFR) des Verdünners.
- Die NO_x-Konzentration (= NO + NO₂) bleibt während der GPT konstant, es ändert sich lediglich das Verhältnis NO / NO₂ durch Zufuhr von Ozon.

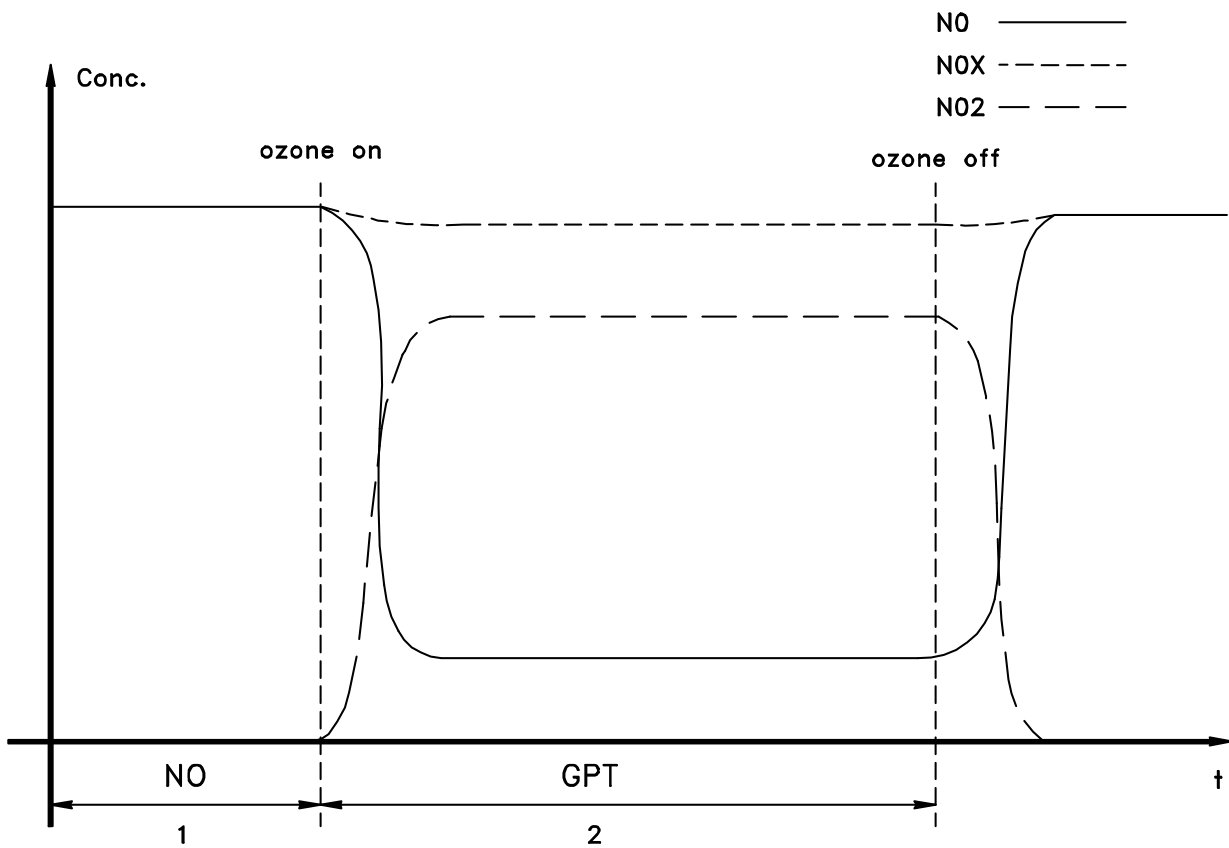


Abbildung 3-5 – Typische Gasphasentitrationskurve

Die obige Kurve zeigt die Entwicklung der verschiedenen Konzentrationen während der GPT.

Ein idealer Konverter ($R = 100\%$) wandelt 100% an O in NO um, was zu $[NO_x]_{Anfang} = [NO_x]_{Ende}$ und damit zu einer während der GPT stabilen NO_x -Messung führt.

Umgekehrt führt ein wahrnehmbarer Abfall des NO_x -Messwerts während der Aktivierung des Ozongenerators des Verdünners zu einem Leistungsfehler des Konverters.