

TÜV RHEINLAND ENERGY GMBH



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung T200P der Firma Teledyne API für die Komponenten NO_x, NO₂ und NO_x

TÜV-Bericht: 936/21238687/A
Köln, 12. September 2017

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
T200P der Firma Teledyne API für die Komponenten NO, NO₂ und
NO_x**

Geprüftes Gerät:	T200P
Hersteller:	Teledyne API 9970 Carroll Canyon Rd San Diego, CA, 92131 USA
Prüfzeitraum:	April 2017 bis September 2017
Berichtsdatum:	12. September 2017
Berichtsnummer:	936/21238687/A
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Martin Schneider martin.schneider@de.tuv.com
Fachlich Verantwortlicher:	Dr. Peter Wilbring peter.wilbring@de.tuv.com
Berichtsumfang:	Bericht: 120 Seiten Handbuch ab Seite 120 Handbuch mit 228 Seiten Gesamt 352 Seiten

Leerseite

Inhaltsverzeichnis

1.	KURZFASSUNG UND BEKANNTGABEVORSCHLAG	9
1.1	Kurzfassung	9
1.2	Bekanntgabevorschlag	10
1.3	Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse	11
2.	AUFGABENSTELLUNG	19
2.1	Art der Prüfung	19
2.2	Zielsetzung	19
3.	BESCHREIBUNG DER GEPRÜFTEN MESSEINRICHTUNG	20
3.1	Messprinzip	20
3.2	Umfang und Aufbau der Messeinrichtung	21
4.	PRÜFPROGRAMM	27
4.1	Allgemeines	27
4.2	Laborprüfung	28
4.3	Feldtest	28
5.	REFERENZMESSVERFAHREN	29
6.	PRÜFERGEBNISSE NACH VDI 4203 BLATT 3	30
6.1	4.1.1 Messwertanzeige	30
6.1	4.1.2 Wartungsfreundlichkeit	31
6.1	4.1.3 Funktionskontrolle	32
6.1	4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten	33
6.1	4.1.5 Bauart	34
6.1	4.1.6 Unbefugtes Verstellen	35
6.1	4.1.7 Messsignalausgang	36
6.1	5.1 Allgemeines	37
6.1	5.2.1 Zertifizierungsbereiche	38
6.1	5.2.2 Messbereich	39
6.1	5.2.3 Negative Messsignale	40
6.1	5.2.4 Stromausfall	41
6.1	5.2.5 Gerätefunktionen	42
6.1	5.2.6 Umschaltung	43
6.1	5.2.7 Wartungsintervall	44
6.1	5.2.8 Verfügbarkeit	45
6.1	5.2.9 Gerätesoftware	46
6.1	5.3.1 Allgemeines	47
6.1	5.3.2 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt	48
6.1	5.3.3 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt	49
6.1	5.3.4 Linearität (Lack-of-fit)	50
6.1	5.3.5 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks	51
6.1	5.3.6 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur	52
6.1	5.3.7 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	53
6.1	5.3.8 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	54
6.1	5.3.9 Querempfindlichkeit	55
6.1	5.3.10 Mittelungseinfluss	56
6.1	5.3.11 Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	57
6.1	5.3.12 Langzeitdrift	58
6.1	5.3.13 Kurzzeitdrift	59
6.1	5.3.14 Einstellzeit	60
6.1	5.3.15 Differenz zwischen Proben- und Kalibriereingang	61
6.1	5.3.16 Konverterwirkungsgrad	62



6.1	5.3.17 Anstieg der NO ₂ -Konzentration durch Verweilen im Messgerät	63
6.1	5.3.18 Gesamtunsicherheit.....	64
7.	PRÜFERGEBNISSE NACH DIN EN 14211 (2012)	65
7.1	8.4.3 Einstellzeit	65
7.1	8.4.4 Kurzzeitdrift	70
7.1	8.4.5 Wiederholstandardabweichung.....	74
7.1	8.4.6 Abweichung von der Linearität bei der Kalibrierfunktion	76
7.1	8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks	81
7.1	8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur	83
7.1	8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	85
7.1	8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung.....	88
7.1	8.4.11 Störkomponenten	90
7.1	8.4.12 Mittelungsprüfung	93
7.1	8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang	96
7.1	8.4.14 Konverterwirkungsgrad.....	98
7.1	8.4.15 Verweilzeit im Messgerät.....	100
7.1	8.5.4 Langzeitdrift.....	101
7.1	8.5.5 Vergleichsstandardabweichung für NO ₂ unter Feldbedingungen	104
7.1	8.5.6 Wartungsintervall.....	106
7.1	8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes	107
7.1	8.6 Gesamtmessunsicherheit nach Anhang E der DIN EN 14211 (2012)	109
8.	EMPFEHLUNGEN ZUM PRAXISEINSATZ	114
9.	LITERATURVERZEICHNIS	115
10.	ANLAGEN.....	116

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Geprüfte Messbereiche.....	9
Tabelle 2:	Gerätetechnische Daten T200P (Herstellerangaben).....	26
Tabelle 3:	Zertifizierungsbereiche VDI 4202-1 und DIN EN 14211	38
Tabelle 4:	Ermittlung der Verfügbarkeit	45
Tabelle 5:	Einstellzeiten der beiden Messeinrichtungen T200P für NO.....	67
Tabelle 6:	Einstellzeiten der beiden Messeinrichtungen T200P für NO ₂	67
Tabelle 7:	Einzelwerte der Einstellzeit für die Komponente NO	68
Tabelle 8:	Einzelwerte der Einstellzeit für die Komponente NO ₂	69
Tabelle 9:	Ergebnisse der Kurzzeitdrift.....	71
Tabelle 10:	Anfangswerte der Prüfung zur Kurzzeitdrift.....	72
Tabelle 11:	Endwerte der Prüfung zur Kurzzeitdrift.....	73
Tabelle 12:	Wiederholstandardabweichung am Null- und Referenzpunkt.....	75
Tabelle 13:	Einzelergebnisse der Untersuchung zur Wiederholstandardabweichung	75
Tabelle 14:	Abweichungen der Analysenfunktion, T200P für NO.....	78
Tabelle 15:	Einzelwerte „lack of fit“ Prüfung.....	80
Tabelle 16:	Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks.....	82
Tabelle 17:	Einzelwerte der Überprüfung der Empfindlichkeit gegen Änderungen des Probengasdrucks	82
Tabelle 18:	Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur.....	84
Tabelle 19:	Einzelwerte der Bestimmung des Einflusses des Probengastemperatur für NO	84
Tabelle 20:	Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	86
Tabelle 21:	Einzelwerte zur Prüfung des Empfindlichkeitskoeffizienten	87
Tabelle 22:	Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung.....	89
Tabelle 23:	Einzelwerte der Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung.....	89
Tabelle 24:	Störkomponenten nach DIN EN 14211	91
Tabelle 25:	Einfluss der geprüften Störkomponenten (ct = 500±50 nmol/mol) der beiden Messeinrichtungen T200P für NO	91
Tabelle 26:	Einzelwerte der Untersuchung gegenüber Störkomponenten für NO	92
Tabelle 27:	Einzelwerte der Untersuchung zum Mittelungseinfluss	95
Tabelle 28:	Einzelwerte der Prüfung der Differenz zwischen Proben und Kalibriergaseingang	97
Tabelle 29:	Einzelwerte der Überprüfung des Konverterwirkungsgrades.....	99
Tabelle 30:	Ergebnisse der Langzeitdrift am Nullpunkt Komponente NO.....	102
Tabelle 31:	Ergebnisse der Langzeitdrift am Referenzpunkt Komponente NO	102
Tabelle 32:	Einzelwerte der Driftuntersuchungen	103
Tabelle 33:	Bestimmung der Vergleichsstandardabweichung auf Basis aller Daten aus dem Feldtest	105
Tabelle 34:	Verfügbarkeit des Messgerätes T200P	108
Tabelle 35:	Leistungsanforderungen nach DIN EN 14211	110
Tabelle 36:	Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung für Gerät 1 ..	112
Tabelle 37:	Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfung für Gerät 1.....	112
Tabelle 38:	Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Laborprüfung für Gerät 2.....	113
Tabelle 39:	Erweiterte Unsicherheit aus den Ergebnissen der Labor- und Feldprüfung für Gerät 2.....	113
Tabelle 40:	Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Mai 2017.....	116
Tabelle 41:	Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Juni 2017.....	116
Tabelle 42:	Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Juli 2017	117

Tabelle 43:	Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat August 2017.....	118
Tabelle 44:	Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat September 2017	119

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Darstellung des T200P Analysators.....	20
Abbildung 2:	Spektrale Blaulicht-Absorptionsbande	22
Abbildung 3:	Messkammer mit Photomultiplier und optischem Filter	23
Abbildung 4:	Messgas-Trockner.....	24
Abbildung 5:	Interne Anordnung des T200P.....	25
Abbildung 6:	Pneumatische Verbindungen des T200P.....	26
Abbildung 7:	Softwareversion der T200P Testgeräte.....	27
Abbildung 8:	Anzeige der Softwareversion im Bedienmenü.....	46
Abbildung 9:	Veranschaulichung der Einstellzeit	66
Abbildung 10:	Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 1, Komponente	78
Abbildung 11:	Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 2, Komponente NO.....	79
Abbildung 12:	Konzentrationsänderung für die Prüfung des Mittelungseinflusses ($t_{NO} = t_{zero} = 45$ s.)	94
Abbildung 13:	Grafische Darstellung der Vergleichsstandardabweichung im Feld	105

1. Kurzfassung und Bekanntgabevorschlag

1.1 Kurzfassung

Im Auftrag der Firma Teledyne API führte die TÜV Rheinland Energy GmbH die Eignungsprüfung der Messeinrichtung T200P 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 T200P 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 Stickstoffoxiden vorgeschlagen.

1.2 Bekanntgabevorschlag

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

Messeinrichtung:

T200P für NO, NO₂ und NO_x

Hersteller:

Teledyne API, San Diego, USA

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

Softwareversionen:

Package Version 1.1.5

Driver Version 1.0.15.22

Einschränkungen:

keine

Hinweis:

Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter www.qal1.de einsehbar.

Prüfbericht:

TÜV Rheinland Energy GmbH, Köln

Bericht-Nr.: 936/21238687/A vom 12. September 2017

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	30
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	31
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	32
4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten	Die Betriebsanleitung muss hierzu Angaben enthalten.	Die Rüst- und Einlaufzeiten wurden ermittelt.	ja	33
4.1.5 Bauart	Die Betriebsanleitung muss Angaben hierzu enthalten.	Die in der Betriebsanleitung aufgeführten Angaben zur Bauart sind vollständig und korrekt.	ja	34
4.1.6 Unbefugtes Verstellen	Muss Sicherung dagegen enthalten.	Die Messeinrichtung ist gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen von Geräteparametern durch einen Passwortschutz gesichert.	ja	35
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 – 5 V, 0 – 10 V) und digital (über TCP/IP, RS 232, USB) angeboten.	ja	36

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	37
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	38
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 – 4 ppm sind möglich. Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung ist somit größer oder gleich der jeweiligen oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs.	ja	39
5.2.3 Negative Messsignale	Dürfen nicht unterdrückt werden (lebender Nullpunkt).	Die Messeinrichtung kann negative Messsignale ausgeben.	ja	40
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	41
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	42
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	43
5.2.7 Wartungsintervall	Möglichst 3 Monate, mindestens 2 Wochen.	Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 4 Wochen.	ja	44
5.2.8 Verfügbarkeit	Mindestens 95 %.	Die Verfügbarkeit betrug für beide Geräte 100 % inkl. prüfungsbedingter Wartezeit.	ja	45
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	46

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
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	47
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	48
5.3.3 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt	Die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt darf im Zertifizierungsbereich nach Tabelle 1 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Siehe Kapitel 7.1 8.4.5 Wiederholstandardabweichung.	ja	49
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	50
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	51
5.3.6 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengas-temperatur	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 Probengas-temperatur.	ja	52
5.3.7 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgeb-ungstemperatur	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 Umgebungs-temperatur.	ja	53



Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
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	54
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	55
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	56
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 Vergleichsstandardabweichung für NO ₂ unter Feldbedingungen.	ja	57
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.	Siehe Kapitel 7.1 8.5.4 Langzeitdrift.	ja	58
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	59

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
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	60
5.3.15 Differenz zwischen Proben- und Kalibriereingang	Die Differenz zwischen den Messwerten bei Aufgabe am Proben- und Kalibriereingang darf den Wert der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten	Siehe Kapitel 7.1 8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang.	ja	61
5.3.16 Konverterwirkungsgrad	Bei Messeinrichtungen mit einem Konverter muss dessen Wirkungsgrad mindestens 98 % betragen.	Siehe Kapitel 7.1 8.4.14 Konverterwirkungsgrad.	ja	62
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	63
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	64

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
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 54 s, bei NO ₂ 42,5 s und für Gerät 2 bei NO 54 s und NO ₂ 42 s.	ja	65
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 0,03 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,03 nmol/mol für Gerät 2. Es ergibt sich ein Wert für die Kurzzeitdrift am Referenzpunkt von 0,72 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,86 nmol/mol für Gerät 2.	ja	70
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 0,00 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,00 nmol/mol für Gerät 2. Für die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt ergibt sich ein Wert von 1,23 nmol/mol für Gerät 1 sowie 1,46 nmol/mol für Gerät 2.	ja	74
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 -0,94 nmol/mol am Nullpunkt und maximal 0,75 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null. Für Gerät 2 ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von -0,94 nmol/mol am Nullpunkt und maximal 1,10 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null.	ja	76
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 0,99 nmol/mol/kPa. Für Gerät 2 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks von 0,91 nmol/mol/kPa.	ja	81
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 0,15 nmol/mol/K. Für Gerät 2 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur von 0,13 nmol/mol/K.	ja	83

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
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 bst der Umgebungstemperatur überschreitet nicht die Anforderungen von maximal $3,0$ nmol/mol/K. In der Unsicherheitsberechnung wird für beide Geräte der größte Empfindlichkeitskoeffizient bst gewählt. Dies sind für Gerät 1 = $0,410$ nmol/mol/K und für Gerät 2 = $0,732$ nmol/mol/K.	ja	85
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 $0,02$ nmol/mol/V.	ja	88
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 $-0,33$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $-0,60$ nmol/mol für Gerät 2 bei H ₂ O, $1,10$ nmol/mol für Gerät 1 und $1,47$ nmol/mol für Gerät 2 bei CO ₂ sowie $0,93$ nmol/mol für Gerät 1 und $0,83$ nmol/mol für Gerät 2 bei NH ₃ . Für die Querempfindlichkeit am Grenzwert c_t ergibt sich für NO ein Wert von $-1,37$ nmol/mol für Gerät 1 sowie $-0,07$ nmol/mol für Gerät 2 bei H ₂ O, $-0,50$ nmol/mol für Gerät 1 und $-1,30$ nmol/mol für Gerät 2 bei CO ₂ sowie $0,53$ nmol/mol für Gerät 1 und $0,97$ nmol/mol bei NH ₃ .	ja	90
8.4.12 Mittelungsprüfung	Der Mittelungseinfluss muss bei ≤ 7 % des Messwertes liegen.	Das Leistungskriterium der DIN EN 14211 wird in vollem Umfang eingehalten.	ja	93
8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang	Die Differenz zwischen Proben- und Kalibriergaseingang muss ≤ 1 % sein.	Das Leistungskriterium der DIN EN 14211 wird in vollem Umfang eingehalten.	ja	96
8.4.14 Konverterwirkungsgrad	Der Konverterwirkungsgrad muss ≥ 98 % sein.	Das Leistungskriterium der DIN EN 14211 wird in vollem Umfang eingehalten.	Ja	98
8.4.15 Verweilzeit im Messgerät	Die Verweilzeit im Messgerät muss $\leq 3,0$ s sein.	Es ergibt sich eine Verweilzeit im Messgerät von $1,6$ s.	ja	100

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
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 Spannniveau 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 -2,21 nmol/mol für Gerät 1 und 1,15 nmol/mol für Gerät 2. Die maximale Langzeitdrift am Referenzpunkt DI,s liegt bei -0,94 % für Gerät 1 und -0,76 % für Gerät 2.	ja	101
8.5.6 Wartungsintervall	Das Wartungsintervall muss mindestens 2 Wochen betragen.	Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 4 Wochen.	ja	106
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 3,83 % bezogen auf den Mittelwert über die Dauer des Feldtests von 3 Monaten. Damit sind die Anforderungen der DIN EN 14211 eingehalten.	ja	104
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	107

2. Aufgabenstellung

2.1 Art der Prüfung

Im Auftrag der Firma Teledyne API wurde von der TÜV Rheinland Energy GmbH eine Eignungsprüfung für die Messeinrichtung T200P 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 T200P 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 T200P 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.

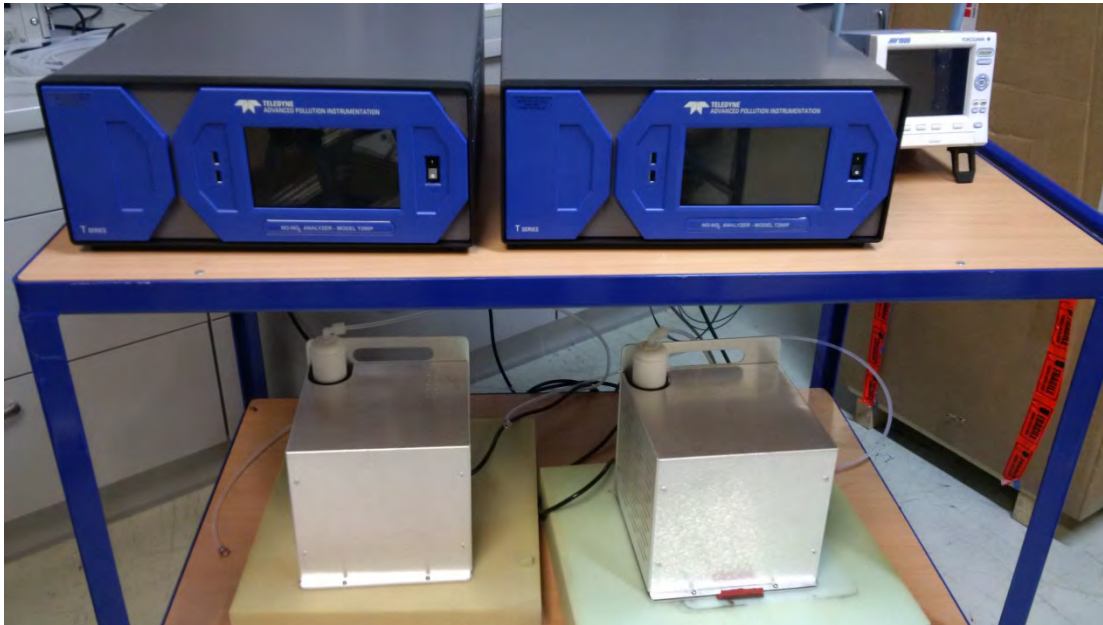
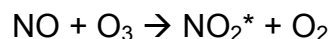


Abbildung 1: Darstellung des T200P Analysators

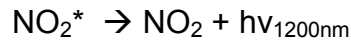
3.1 Messprinzip

Der Analysator misst die im Gas vorhandene Menge an NO durch die Erfassung von Chemilumineszenz, die bei der Reaktion von Stickoxid (NO) und Ozon (O₃) erzeugt wird. Die Reaktion ist ein Zweischnittprozess:

- Im ersten Schritt kollidiert ein Molekül NO mit einem Molekül O₃ und produziert in einer chemischen Reaktion ein Molekül Sauerstoff (O₂) und ein Molekül Stickstoffdioxid (NO₂). Ein Teil des NO₂ hält eine bestimmte Menge Überschussenergie aus der Kollision zurück und bleibt infolgedessen in einem angeregten Zustand, dies bedeutet, dass ein Elektron des NO₂ Moleküls in einem höheren Energiezustand als normal bleibt.



- Der zweite Schritt passiert, weil die Thermodynamik verlangt, dass Systeme sich den niedrigsten stabilen Energiezustand suchen, infolgedessen wird das NO₂ Molekül im nächsten Schritt schnell in seinen Grundzustand zurückkehren. Dabei setzt es die Überschussenergie in Form eines Lichtquantums (hν) mit Wellenlängen zwischen 600 und 3000 nm und einem Peak bei ungefähr 1200 nm frei.



- Sind alle Faktoren (Temperatur, Druck, Menge an vorhandenem Ozon, usw.) konstant, ist das Verhältnis zwischen der in der Reaktionskammer vorhandenen Menge an NO und dem durch die Reaktion emittierten Licht sehr linear. Mehr NO erzeugt mehr Licht, das mit einem lichtempfindlichen Sensor im Fast-Infrarotspektrum gemessen werden kann.

3.2 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung

Der T200P Analysator von Teledyne API ist ein photolytischer NO/NO₂/NO_x-Analysator, der einen Hocheffizienz-Blaulichtkonverter (BLC) in Verbindung mit modernster Mikroprozessor-Technologie verwenden, um korrekte Messungen von Stickstoffdioxid (NO₂) in der Umgebungsluft zu ermöglichen. Der BLC enthält die neueste LED-Technologie und eine Teflon-Kammer mit reflektierenden Eigenschaften, um die allgemeine Konverter-Effizienz zu erhöhen und dadurch eine bessere Bestimmung von niedrigen NO₂-Werten ermöglichen.

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-BLC Konverter 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 Ozonisatorkarte 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.

Im Inneren des Analysators befinden sich die folgenden Hauptbaugruppen:

Blaulicht-Konverter (BLC)

Der Analysator verwendet das Prinzip der Photolyse in seinem Umwandlungsprozess, indem Messgas durch die Konverterkammer geleitet wird, wo es blauem Licht von zwei leistungsstarken ultraviolettes Licht-emittierenden Dioden (LEDs) mit sehr kurzen Wellenlängen um ~395 nm (schraffierter Teil der Abbildung) ausgesetzt wird. Dieses spektrale Blaulicht beinhaltet auch einen Bereich, wo es nur von NO₂ absorbiert wird, nicht aber von anderen Komponenten. Dadurch erreicht man eine selektive Umwandlung von NO₂ in NO ohne nennenswerte Querempfindlichkeiten.

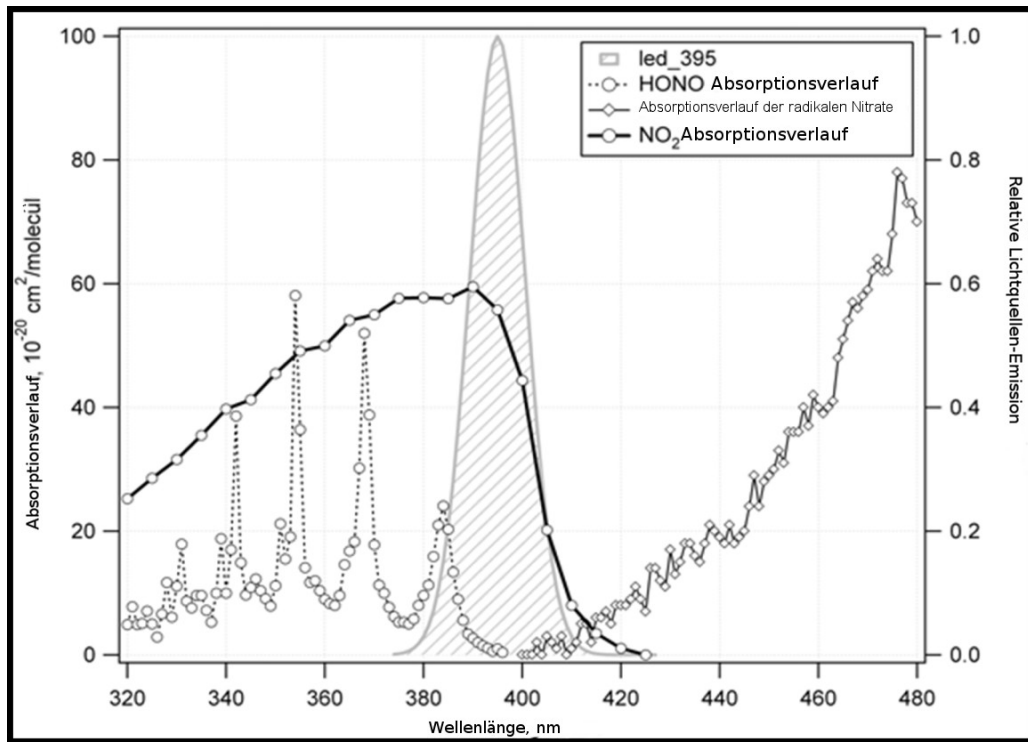


Abbildung 2: Spektrale Blaulicht-Absorptionsbande

Photomultiplier (PMT)

Der Analysator verwendet eine spezielle Vakuumröhre, genannt Photomultiplier (PMT), um die durch die Reaktion von NO und O₃ in der Messkammer erzeugte Menge an Licht zu erfassen.

Photonen treffen auf den PMT, treffen auf eine negativ geladene Fotokathode und lösen bei ihr das Emittieren von Elektronen aus. Diese Elektronen werden durch eine angelegte Hochspannung beschleunigt und durch eine Abfolge solcher Beschleunigungsschritte (Dynoden) bis zur Erzeugung eines verwendbaren Stromsignals vervielfacht (siehe Abschnitt 6.6 für mehr Informationen). Je mehr Licht vorhanden ist (in diesem Fall Photonen, die bei der oben beschriebenen Chemilumineszenz-Reaktion entstehen), desto mehr Strom wird erzeugt. Je mehr NO in der Messkammer vorhanden ist, desto mehr Strom wird von dem PMT erzeugt.

Der Strom, der von dem PMT erzeugt wird, wird in eine Spannung umgewandelt, vom Vorverstärker-Board verstärkt und dann über den A-D-Konverter der CPU mitgeteilt.

Optischer Filter

Zwischen der Messkammer und dem PMT befindet sich ein Hochpassfilter, der nur für Lichtwellenlängen über 645 nm durchlässig ist, der in Verbindung mit Ansprechcharakteristika des PMT ein sehr schmales Fenster von Lichtwellenlängen erzeugt, auf die der Analysator anspricht. Dieser schmale Empfindlichkeitsbereich ermöglicht dem Analysator äußeres Licht und äußere Strahlung zu ignorieren, die ansonsten die Messungen beeinflussen könnte.

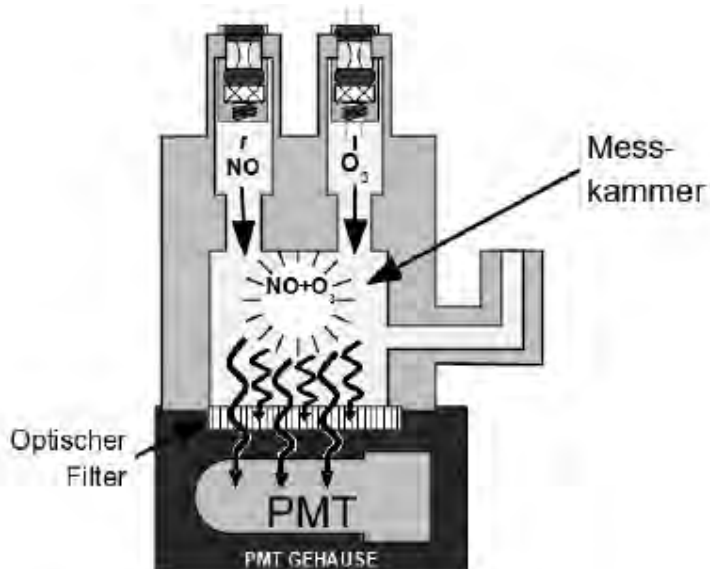


Abbildung 3: Messkammer mit Photomultiplier und optischem Filter

Ozontrockner / Probentrockner

Umgebungsluft enthält üblicherweise genug Wasserdampf, um die Menge des vom Ozongenerator produziertem Ozons deutlich zu verringern. Des Weiteren kann Wasser mit anderen Chemikalien wie Ammoniumsulfat oder hoch korrosiver Salpetersäure innerhalb des O₃ Generators reagieren und den in der Reaktionskammer angebrachten optischen Filter beschädigen.

Um dies zu verhindern, wird die Luft für den O₃-Generator mit einem speziellen Permeations-trockner getrocknet. Der Trockner besteht aus einem einzelnen Nafion®-Schlauch, der sich in einem äußeren, flexiblen Plastikschlauch befindet. Nafion® ist ein CO-Polymer, das nur Wasser gut absorbiert aber kaum andere Chemikalien. Während das Gas durch das Nafion® Schlauchinnere strömt, wird der Wasserdampf an den Membranwänden absorbiert. Das absorbierte Wasser wird durch die Membranwand transportiert und verdunstet, gegen den Gasstrom im inneren Schlauch, in der durch den äußeren Schlauch strömenden trockenen Spülluft.

Die chemische Reaktion basiert auf den Wasserstoffbindungen zwischen dem Wassermolekül und dem Nafion®-Material, andere chemische Komponenten der zu trocknenden Gase bleiben im Allgemeinen unbeeinflusst. Die Gase, die für den T200 interessant sind, NO und NO₂, werden nicht absorbiert und passieren den Trockner unverändert.

Um trockene Spülluft für die äußere Seite des Nafion®-Schlauchs zur Verfügung zu stellen, schleust der Analysator die getrocknete Luft vom inneren Schlauch teilweise zum äußeren Schlauch. Wenn der Analysator über 30 Minuten ausgeschaltet war, wird der Feuchtigkeitsgradient zwischen innerem und äußerem Schlauch nicht sehr hoch und damit die Effizienz des Trockners sehr niedrig sein. Es benötigt eine bestimmte Zeit, bis der Feuchtigkeitsgradient groß genug ist, dass der Messgas-Trockner effizient betrieben werden kann. In solchen Kaltstart-Fällen wird der O₃-Generator erst nach 30 Minuten eingeschaltet, damit er erst mit ausreichend trockener Luft betrieben wird.

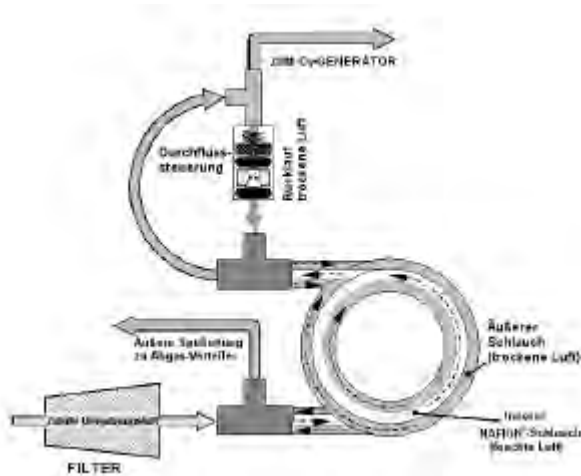


Abbildung 4: Messgas-Trockner

Ozongenerator

Der Analysator verwendet ein duales dielektrisches Korona-Entladungsröhrchen (CD) zur Erzeugung von O₃, das hohe Konzentrationen von O₃ effizient und mit geringer Überschusswärme erzeugen kann. Die Hauptkomponente des Generators ist ein Glasröhrchen mit hohlen Wänden, dessen äußeren und inneren Oberflächen mit einem elektrisch leitenden Material beschichtet sind.

Die Luft fließt zwischen den beiden leitenden Oberflächen durch das Glasröhrchen und bildet dabei einen Kondensator, wobei Luft und Glas als das Dielektrikum handeln. Die Glasschichten trennen, zur Vermeidung einer Reaktion mit dem O₃, ebenfalls die leitenden Oberflächen vom Luftstrom. Während sich der Kondensator lädt und entlädt, werden Elektronen erzeugt, über die Luftlücke beschleunigt und kollidieren mit den O₂ Molekülen im Luftstrom, wobei sie diese in elementaren Sauerstoff spalten.

Einige dieser Sauerstoffatome verbinden sich neu mit O₂ zu O₃. Die Ozonmenge hängt von Faktoren wie der Spannung und Frequenz des wechselnden, auf die CD Zellen aufgegebenen Stroms ab. Werden genug Hochenergie-Elektronen zur Ionisierung der O₂-Moleküle erzeugt, wird ein lichtemittierendes, gasförmiges Plasma gebildet, das im Allgemeinen als Korona bezeichnet wird.

Vakuumpumpe

Der Gasfluss wird durch eine externe Vakuumpumpe erzeugt, die sich pneumatisch gesehen nach dem Analysator befindet.

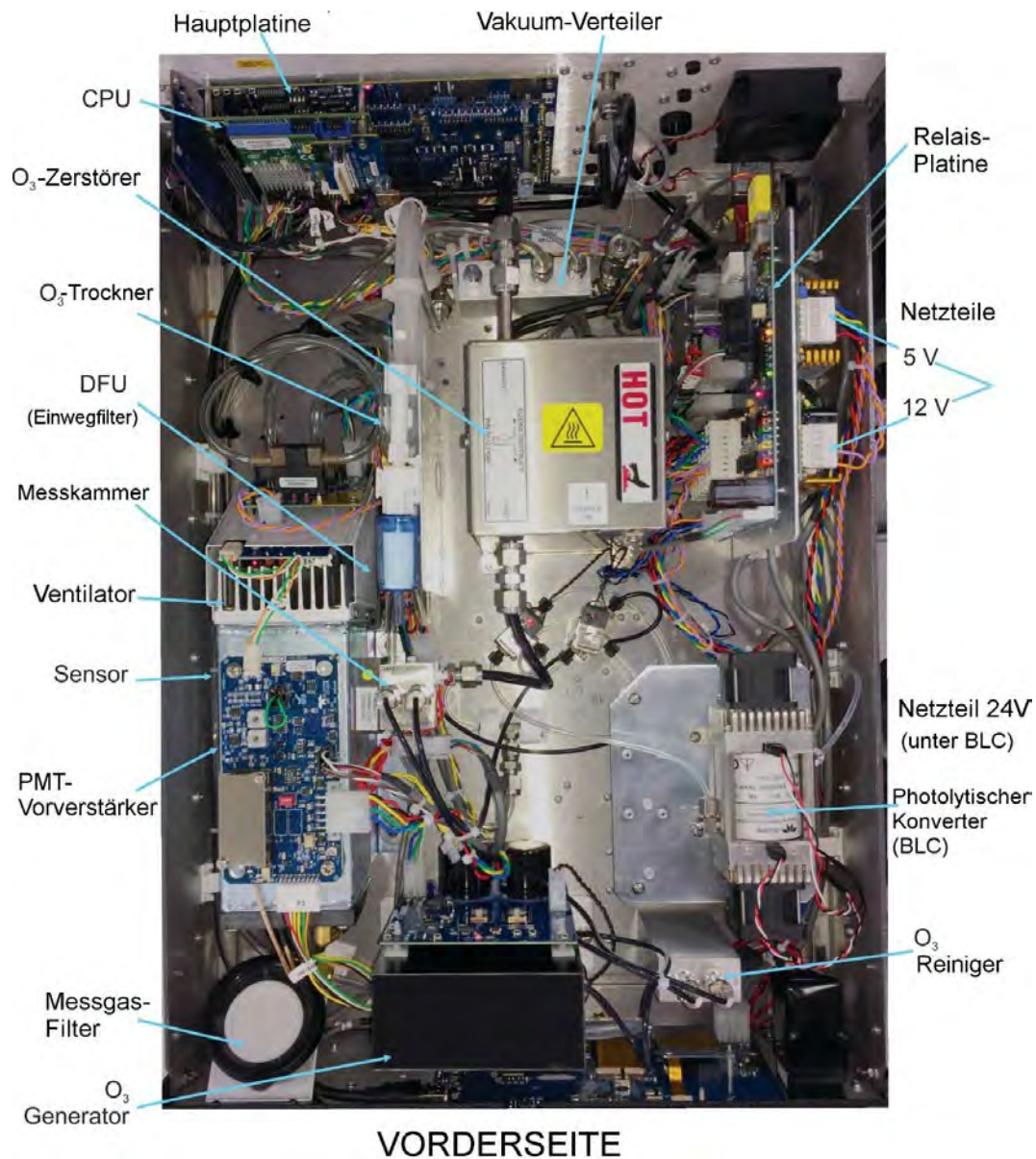


Abbildung 5: Interne Anordnung des T200P

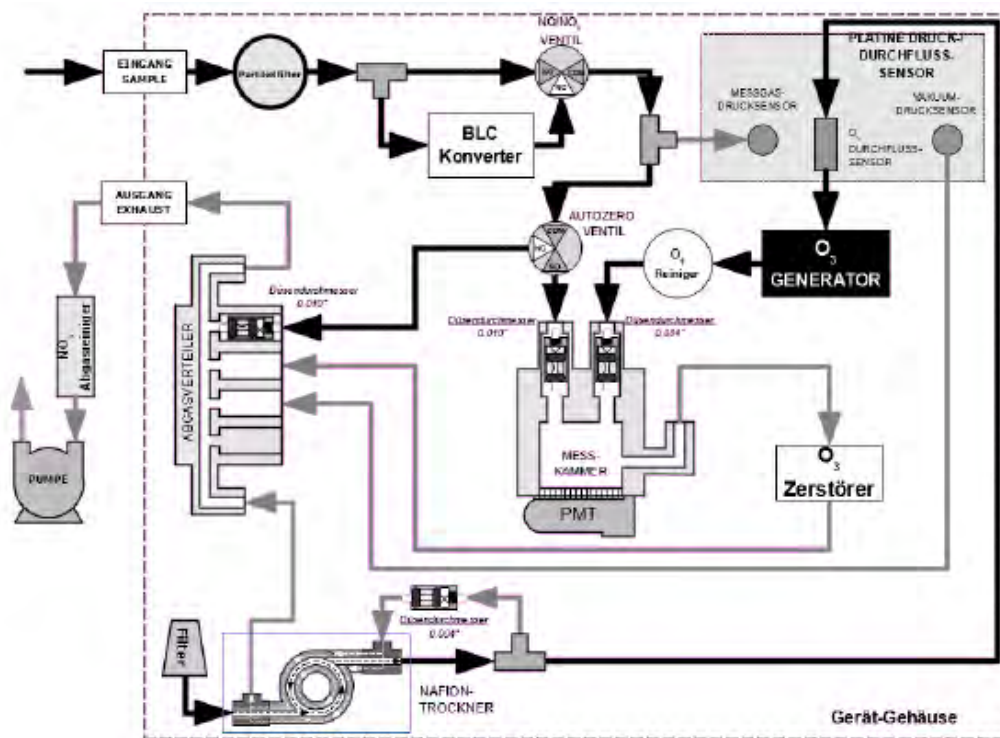


Abbildung 6: Pneumatische Verbindungen des T200P

Die Tabelle 2 enthält eine Auflistung wichtiger gerätetechnischer Kenndaten des T200P.

Tabelle 2: Gerätetechnische Daten T200P (Herstellerangaben)

Messbereich:	Maximal 0 – 4 ppm (frei programmierbar)
Einheiten:	ppb, ppm, mg/m ³ oder µg/m ³
Gemessene Verbindungen:	NO, NO ₂ , NO _x
Probenfluss:	ca. 0,5 Liter/min
Ausgänge:	<ul style="list-style-type: none"> • USB-Anschluss • RS-232 • TCP/IP Ethernet-Netzwerkverbindung • 8 Digitale Ausgänge • 4 Analogausgänge
Stromversorgung:	Spannung: 230 V oder 115 V Frequenz: 50Hz oder 60 Hz
Stromverbrauch:	ca. 160 Watt
Abmessungen (L x B x H) / Gewicht:	178 x 432 x 597 mm / 18 kg + 7 kg Pumpe

4. Prüfprogramm

4.1 Allgemeines

Die Eignungsprüfung erfolgte an zwei identischen Geräten mit den Seriennummern:

Gerät 1: SN 59

Gerät 2: SN 60

Die Prüfung wurde mit folgender Softwareversion durchgeführt.

Package Version 1.1.5

Driver Version 1.0.15.22

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

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

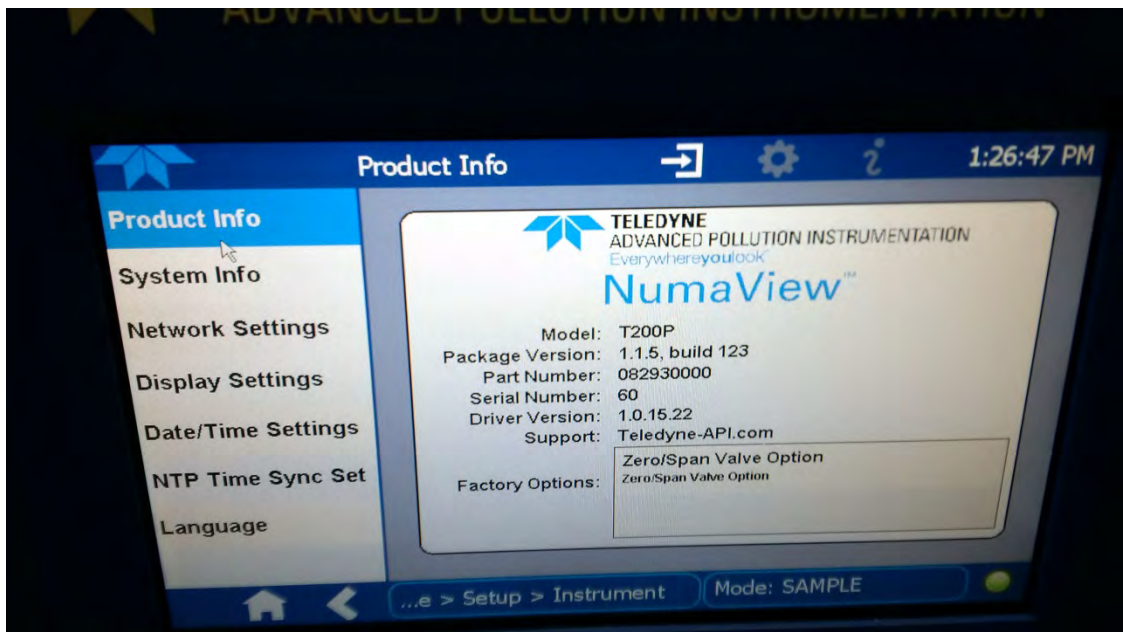


Abbildung 7: Softwareversion der T200P Testgeräte

4.2 Laborprüfung

Die Laborprüfung wurde mit zwei identischen Geräten des Typs T200P mit den Seriennummern SN: 59 und SN: 60 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 29.05.2017 bis zum 11.09.2017 durchgeführt. Die eingesetzten Messgeräte waren identisch mit den während des Labortests geprüften Geräten. Die Seriennummern waren wie folgt:

Gerät 1: SN 59

Gerät 2: SN 60

Es ergab sich folgendes Prüfprogramm im Feldtest:

- Langzeitdrift
- Wartungsintervall
- Verfügbarkeit
- Vergleichsstandardabweichung 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: **2080 ppb in N₂**

Flaschennummer: 16296 / DI50364

Hersteller / Herstelldatum: Praxair / 27.01.2017

Stabilitätsgarantie / zertifiziert: 24 Monate

Überprüfung des Zertifikates durch: Eigenlabor

Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat: 5 %

Prüfgas NO: **152,54 ppb in N₂**

Flaschennummer: 3920860

Hersteller / Herstelldatum: Linde / 03.05.2017

Stabilitätsgarantie / zertifiziert: 6 Monate

Überprüfung des Zertifikates durch: UBA

Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat: 20 %

Rel. Unsicherheit gemäß UBA: +/- 4,6 nmol/mol

Prüfgas NO₂: **0,39 ppm in Luft**

Flaschennummer: 16322 / DI50511

Hersteller / Herstelldatum: Praxair / 18.07.2017

Stabilitätsgarantie / zertifiziert: 12 Monate

Überprüfung des Zertifikates durch: Eigenlabor

Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat: 5 %

Prüfgas NO₂: **9,86 ppm in Luft**

Flaschennummer: 16297

Hersteller / Herstelldatum: Praxair / 22.02.2017

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 im Handbuch 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 T200P 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. 30 Minuten ermittelt.

Bei Einschalten aus völlig kaltem Zustand benötigt das Gerät mindestens 30 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. 30 Minuten und die Einlaufzeit je nach notwendiger Stabilisierungszeit ebenfalls ca. 30 Minuten.

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 ca. 160 VA angegeben. 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 Touch-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 – 1/5/10 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 – 5 V, 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 – 4 ppm eingestellt werden.

Möglicher Messbereich:	4 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 – 4 ppm sind möglich.

Der Messbereichsendwert der Mess-einrichtung ist somit größer oder gleich der jeweiligen oberen 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 29.05.2017 bis zum 11.09.2017 durchgeführt. Tabelle 4 zeigt eine Aufstellung der Betriebs-, Wartungs- und Störungszeiten.

Die Ausfallzeit von 151 Stunden entstand durch den Ausfall der Stromversorgung des Messcontainers. Am 20.07. wurde die Stromversorgung des Messcontainers durch ein Unwetter außer Funktion gesetzt. Der Messcontainer konnte erst am 26.07 nach Reparatur durch eine Fachfirma wieder in Betrieb genommen werden. Der Feldtest wurde um eine Woche bis zum 11.09. verlängert, um die ausgefallene Zeit zu kompensieren. Die Ausfallzeit durch den Stromausfall wurde bei der Berechnung der Verfügbarkeit nicht berücksichtigt. Die Wartungszeiten ergeben sich aus den täglichen Prüfgasaufgaben zur Bestimmung des Driftverhaltens und des Wartungsintervalls sowie aus den Zeiten, die zum Austausch der geräteinternen Teflon Filter im Probegasweg benötigt wurden.

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	2366	2366
Ausfallzeit	h	151*	151*
Wartungszeit	h	9	9
Tatsächliche Betriebszeit	h	2357	2357
Tatsächliche Betriebszeit inklusive Wartungszeit	h	2366	2366
Verfügbarkeit	%	100	100

*Stromausfall im Feldmesscontainer

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 folgender Softwareversion durchgeführt.

Package Version 1.1.5

Driver Version 1.0.15.22

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

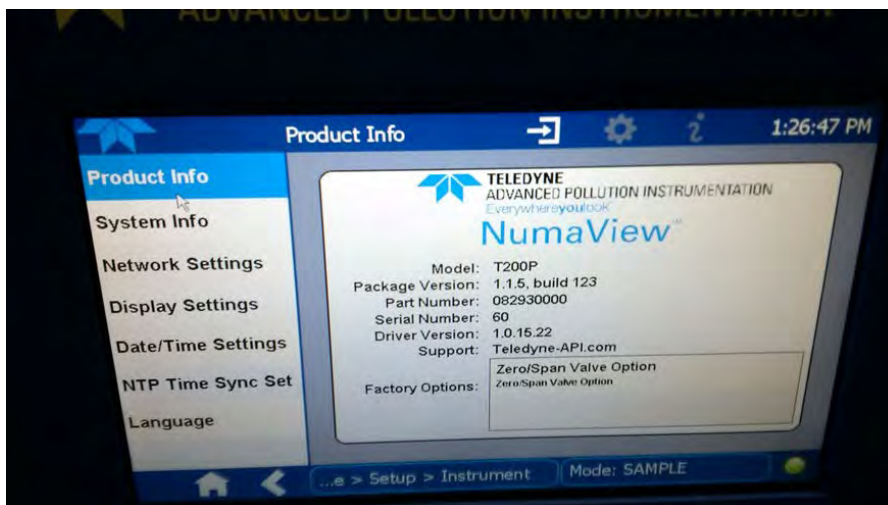


Abbildung 8: Anzeige der Softwareversion im Bedienmenü

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_i 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_i 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 7.1 8.4.11 Störkomponenten verwiesen.

6.4 Auswertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.11 Störkomponenten verwiesen.

6.5 Bewertung

Siehe Kapitel 7.1 8.4.11 Störkomponenten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht notwendig.

6.1 5.3.10 Mittelungseinfluss

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

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung des Mittelungseinflusses ist identisch mit dem Prüfpunkt zur Ermittlung des Mittelungseinflusses nach DIN EN 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 Vergleichsstandardabweichung für NO₂ unter Feldbedingungen verwiesen.

6.4 Auswertung

Siehe Kapitel 7.1 8.5.5 Vergleichsstandardabweichung für NO₂ unter Feldbedingungen.

6.5 Bewertung

Siehe Kapitel 7.1 8.5.5 Vergleichsstandardabweichung 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_i 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.

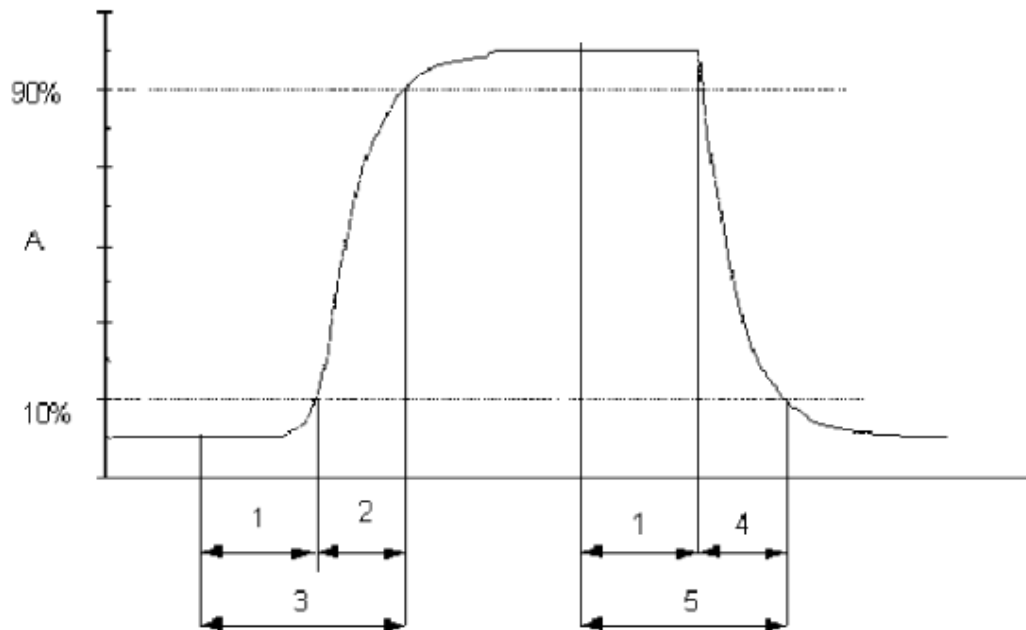
Die Differenz zwischen den Einstellzeiten wird nach folgender Gleichung berechnet:

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

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 T200P für NO

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Mittelwert Anstieg t_r [s]	≤ 180 s	52	✓	53	✓
Mittelwert Abfall t_f [s]	≤ 180 s	54	✓	54	✓
Differenz t_d [s]	≤ 10 s	-2	✓	-1	✓

Für Gerät 1 ergibt sich für NO ein mittleres t_r von 52 s, ein mittleres t_f von 54 s und ein t_d von -2 s.

Für Gerät 2 ergibt sich für NO ein mittleres t_r von 53 s, ein mittleres t_f von 54 s und ein t_d von -1 s.

Tabelle 6: Einstellzeiten der beiden Messeinrichtungen T200P für NO₂

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Mittelwert Anstieg t_r [s]	≤ 180 s	42	✓	42	✓
Mittelwert Abfall t_f [s]	≤ 180 s	42,5	✓	41,5	✓
Differenz t_d [s]	≤ 10 s	-0,5	✓	0,5	✓

Für Gerät 1 ergibt sich für NO₂ ein mittleres t_r von 42 s, ein mittleres t_f von 42,5 s und ein t_d von -0,5 s.

Für Gerät 2 ergibt sich für NO₂ ein mittleres t_r von 42 s, ein mittleres t_f von 41,5 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 54 s, bei NO₂ 42,5 s und für Gerät 2 bei NO 54 s und NO₂ 42 s.

Mindestanforderung erfüllt? ja



7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 7: Einzelwerte der Einstellzeit für die Komponente NO

80%		Gerät 1					
		Anstieg			Abfall		
Messbereich bis	768,00 nmol/mol	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	12:05:00	12:05:55	12:07:00	12:12:00	12:12:55	12:14:00
	delta t		00:00:55			00:00:55	
	delta t [s]		55			55	
2. Durchgang	t = 0	12:19:00	12:19:52	12:20:00	12:25:00	12:25:52	12:26:00
	delta t		00:00:52			00:00:52	
	delta t [s]		52			52	
3. Durchgang	t = 0	12:31:00	12:31:51	12:33:00	12:45:00	12:45:53	12:46:00
	delta t		00:00:51			00:00:53	
	delta t [s]		51			53	
4. Durchgang	t = 0	12:51:00	12:51:50	12:53:00	12:57:00	12:57:56	12:58:00
	delta t		00:00:50			00:00:56	
	delta t [s]		50			56	

80%		Gerät 2					
		Anstieg			Abfall		
Messbereich bis	768,00 nmol/mol	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	12:05:00	12:05:54	12:07:00	12:12:00	12:12:55	12:14:00
	delta t		00:00:54			00:00:55	
	delta t [s]		54			55	
2. Durchgang	t = 0	12:19:00	12:19:56	12:20:00	12:25:00	12:25:52	12:26:00
	delta t		00:00:56			00:00:52	
	delta t [s]		56			52	
3. Durchgang	t = 0	12:31:00	12:31:50	12:33:00	12:45:00	12:45:53	12:46:00
	delta t		00:00:50			00:00:53	
	delta t [s]		50			53	
4. Durchgang	t = 0	12:51:00	12:51:52	12:53:00	12:57:00	12:57:56	12:58:00
	delta t		00:00:52			00:00:56	
	delta t [s]		52			56	

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	09:17:00	09:17:42	09:19:00	09:24:00	09:24:44	09:26:00
	delta t		00:00:42			00:00:44	
	delta t [s]		42			44	
2. Durchgang	t = 0	09:31:00	09:31:41	09:33:00	09:38:00	09:38:43	09:40:00
	delta t		00:00:41			00:00:43	
	delta t [s]		41			43	
3. Durchgang	t = 0	09:45:00	09:45:41	09:47:00	09:51:00	09:51:41	09:53:00
	delta t		00:00:41			00:00:41	
	delta t [s]		41			41	
4. Durchgang	t = 0	09:58:00	09:58:44	10:00:00	10:05:00	10:05:42	10:07:00
	delta t		00:00:44			00:00:42	
	delta t [s]		44			42	

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	09:17:00	09:17:43	09:19:00	09:24:00	09:24:41	09:26:00
	delta t		00:00:43			00:00:41	
	delta t [s]		43			41	
2. Durchgang	t = 0	09:31:00	09:31:42	09:33:00	09:38:00	09:38:40	09:40:00
	delta t		00:00:42			00:00:40	
	delta t [s]		42			40	
3. Durchgang	t = 0	09:45:00	09:45:39	09:47:00	09:51:00	09:51:41	09:53:00
	delta t		00:00:39			00:00:41	
	delta t [s]		39			41	
4. Durchgang	t = 0	09:58:00	09:58:44	10:00:00	10:05:00	10:05:44	10:07:00
	delta t		00:00:44			00:00:44	
	delta t [s]		44			44	

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]	-	0,12		0,11	
Mittelwert Nullpunkt Endwerte (12h) [nmol/mol]	-	0,14		0,14	
Mittelwert Span Anfangswerte [nmol/mol]	-	719,75		720,32	
Mittelwert Span Endwerte (12h) [nmol/mol]	-	720,50		721,20	
12-Stunden-Drift Nullniveau D _{s,z} [nmol/mol]	≤ 2,0	0,03	✓	0,03	✓
12-Stunden-Drift Spaniveau D _{s,s} [nmol/mol]	≤ 6,0	0,72	✓	0,86	✓

7.5 Bewertung

Es ergibt sich ein Wert für die Kurzzeitdrift am Nullpunkt von 0,03 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,03 nmol/mol für Gerät 2.

Es ergibt sich ein Wert für die Kurzzeitdrift am Referenzpunkt von 0,72 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,86 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]
19:00:00	0,1	0,1
19:01:00	0,1	0,1
19:02:00	0,1	0,1
19:03:00	0,1	0,1
19:04:00	0,1	0,1
19:05:00	0,1	0,1
19:06:00	0,1	0,1
19:07:00	0,1	0,1
19:08:00	0,1	0,1
19:09:00	0,1	0,1
19:10:00	0,1	0,1
19:11:00	0,1	0,1
19:12:00	0,1	0,1
19:13:00	0,1	0,1
19:14:00	0,1	0,1
19:15:00	0,1	0,1
19:16:00	0,1	0,1
19:17:00	0,1	0,1
19:18:00	0,1	0,1
19:19:00	0,1	0,1
Mittelwert	0,1	0,1

Anfangswerte		
Span-Konzentration		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
19:30:00	719,8	720,5
19:31:00	719,8	720,5
19:32:00	719,8	720,5
19:33:00	719,8	720,5
19:34:00	719,8	720,5
19:35:00	719,8	720,5
19:36:00	719,8	720,5
19:37:00	719,8	720,5
19:38:00	719,8	720,5
19:39:00	719,8	720,5
19:40:00	719,8	720,5
19:41:00	719,8	720,5
19:42:00	719,8	720,5
19:43:00	719,8	720,5
19:44:00	719,8	720,5
19:45:00	719,8	719,8
19:46:00	719,8	719,8
19:47:00	719,8	719,8
19:48:00	719,8	719,8
19:49:00	719,8	719,8
Mittelwert	719,8	720,3

Tabelle 11: Endwerte der Prüfung zur Kurzzeitdrift

Nach 12h		
Nullpunkt		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
07:05:00	0,2	0,2
07:06:00	0,2	0,2
07:07:00	0,2	0,1
07:08:00	0,2	0,1
07:09:00	0,2	0,1
07:10:00	0,1	0,1
07:11:00	0,1	0,1
07:12:00	0,1	0,1
07:13:00	0,1	0,1
07:14:00	0,1	0,1
07:15:00	0,1	0,1
07:16:00	0,1	0,1
07:17:00	0,1	0,1
07:18:00	0,1	0,1
07:19:00	0,1	0,1
07:20:00	0,1	0,1
07:21:00	0,1	0,1
07:22:00	0,1	0,1
07:23:00	0,1	0,1
07:24:00	0,1	0,1
Mittelwert	0,1	0,1

Nach 12h		
Span-Konzentration		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
07:35:00	720,5	721,3
07:36:00	720,5	721,0
07:37:00	720,5	721,0
07:38:00	720,5	721,3
07:39:00	720,5	721,3
07:40:00	720,5	721,3
07:41:00	720,5	721,3
07:42:00	720,5	721,3
07:43:00	720,5	721,3
07:44:00	720,5	721,0
07:45:00	720,5	721,0
07:46:00	720,5	721,3
07:47:00	720,5	721,3
07:48:00	720,5	721,3
07:49:00	720,5	721,3
07:50:00	720,5	721,3
07:51:00	720,5	721,3
07:52:00	720,5	721,3
07:53:00	720,5	721,3
07:54:00	720,5	721,3
Mittelwert	720,5	721,2



7.1 8.4.5 Wiederholstandardabweichung

Die Wiederholstandardabweichung muss sowohl das Leistungskriterium bei Null $\leq 1,0$ nmol/mol als auch bei der Prüf-gaskonzentration 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]	$\leq 1,0$	0,00	✓	0,00	✓
Wiederholstandardabweichung $s_{r,ct}$ bei c_t [nmol/mol]	$\leq 3,0$	1,23	✓	1,46	✓
Nachweisgrenze [nmol/mol]		0,00		0,00	

7.5 Bewertung

Es ergibt sich ein Wert für die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt von 0,00 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,00 nmol/mol für Gerät 2. Für die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt ergibt sich ein Wert von 1,23 nmol/mol für Gerät 1 sowie 1,46 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]
13:43:00	-1,0	-1,0	14:17:00	505,0	504,3
13:44:00	-1,0	-1,0	14:18:00	505,0	504,3
13:45:00	-1,0	-1,0	14:19:00	506,9	504,3
13:46:00	-1,0	-1,0	14:20:00	506,9	504,3
13:47:00	-1,0	-1,0	14:21:00	506,9	504,3
13:48:00	-1,0	-1,0	14:22:00	506,9	506,2
13:49:00	-1,0	-1,0	14:23:00	506,9	506,2
13:50:00	-1,0	-1,0	14:24:00	506,9	506,2
13:51:00	-1,0	-1,0	14:25:00	506,9	506,2
13:52:00	-1,0	-1,0	14:26:00	506,9	506,2
13:53:00	-1,0	-1,0	14:27:00	506,9	506,2
13:54:00	-1,0	-1,0	14:28:00	506,9	506,2
13:55:00	-1,0	-1,0	14:29:00	506,9	506,2
13:56:00	-1,0	-1,0	14:30:00	508,8	506,2
13:57:00	-1,0	-1,0	14:31:00	508,8	508,1
13:58:00	-1,0	-1,0	14:32:00	508,8	508,1
13:59:00	-1,0	-1,0	14:33:00	508,8	508,1
14:00:00	-1,0	-1,0	14:34:00	508,8	508,1
14:01:00	-1,0	-1,0	14:35:00	508,8	508,1
14:02:00	-1,0	-1,0	14:36:00	508,8	508,1
Mittelwert	-1,0	-1,0	Mittelwert	507,4	506,3



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 Einzelmessungen durchgeführt.

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

Die Berechnung der linearen Regressionsfunktion und der Abweichungen wird nach Anhang A der DIN EN 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, T200P für NO

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Größte relative Abweichung r_{\max} [%]	$\leq 4,0$	0,75	✓	1,10	✓
Abweichung bei Null r_z [nmol/mol]	$\leq 5,0$	-0,94	✓	-0,94	✓

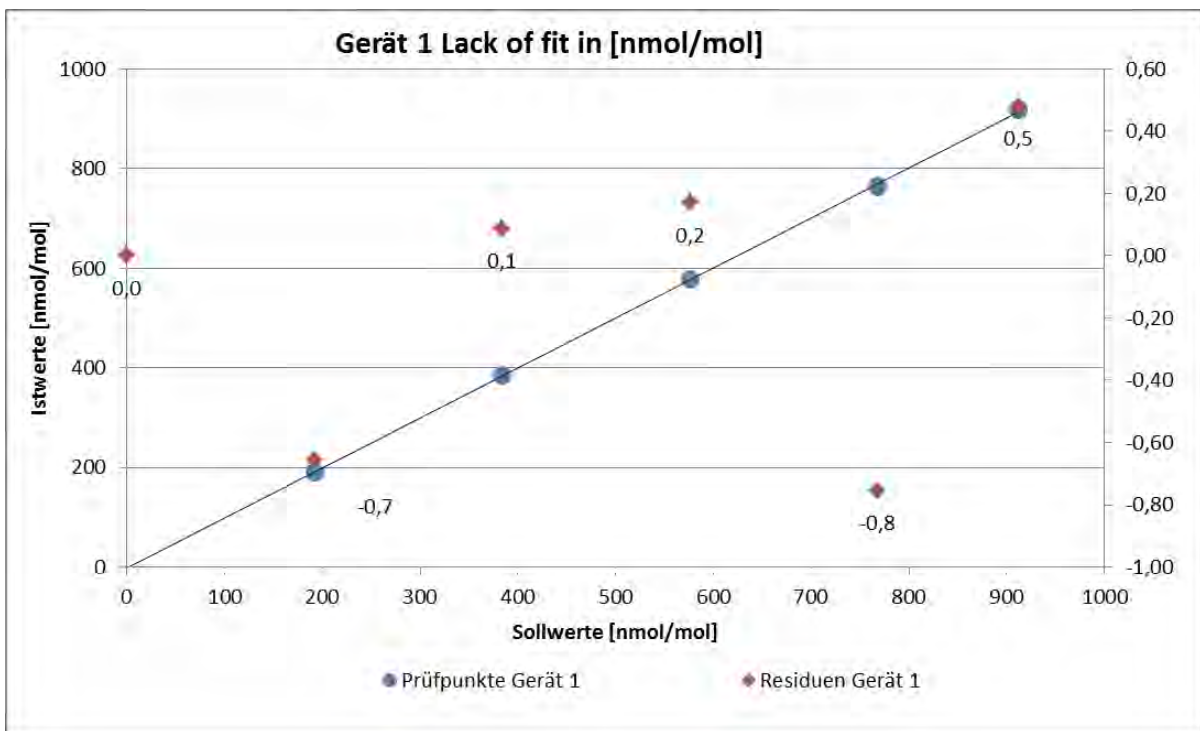


Abbildung 10: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 1, Komponente NO

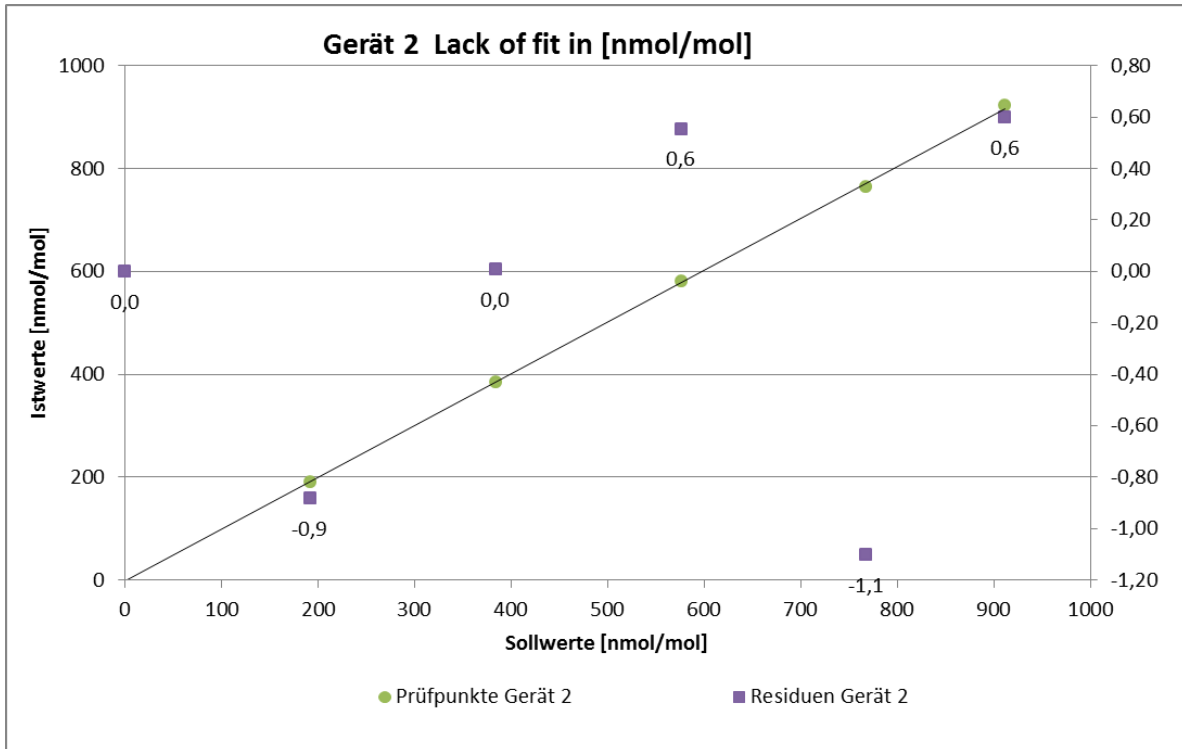


Abbildung 11: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 2, Komponente NO

7.5 Bewertung

Für Gerät 1 ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von -0,94 nmol/mol am Nullpunkt und maximal 0,75 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null. Für Gerät 2 ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von -0,94 nmol/mol am Nullpunkt und maximal 1,10 % 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
10:13:00	80	762,50	768,00	762,20	768,00
10:14:00	80	762,80	768,00	762,30	768,00
10:15:00	80	763,00	768,00	763,10	768,00
10:16:00	80	764,10	768,00	764,20	768,00
10:17:00	80	765,40	768,00	765,30	768,00
Mittelwert		763,56		763,42	
r _{c,rel}		-0,75		-1,10	
10:21:00	40	384,20	384,00	384,60	384,00
10:22:00	40	384,00	384,00	384,50	384,00
10:23:00	40	383,80	384,00	384,80	384,00
10:24:00	40	383,60	384,00	384,80	384,00
10:25:00	40	383,70	384,00	385,10	384,00
Mittelwert		383,86		384,76	
r _{c,rel}		0,09		0,01	
10:29:00	0	-0,80	0,00	-0,90	0,00
10:30:00	0	-0,90	0,00	-0,90	0,00
10:31:00	0	-0,90	0,00	-0,90	0,00
10:32:00	0	-1,00	0,00	-1,00	0,00
10:33:00	0	-1,10	0,00	-1,00	0,00
Mittelwert		-0,94		-0,94	
r _z		-0,94		-0,94	
10:37:00	60	576,80	576,00	582,00	576,00
10:38:00	60	577,00	576,00	581,90	576,00
10:39:00	60	577,40	576,00	581,40	576,00
10:40:00	60	577,80	576,00	581,20	576,00
10:41:00	60	578,10	576,00	581,00	576,00
Mittelwert		577,42		581,50	
r _{c,rel}		0,17		0,55	
10:45:00	20	189,30	192,00	188,90	192,00
10:46:00	20	189,40	192,00	189,20	192,00
10:47:00	20	189,40	192,00	189,50	192,00
10:48:00	20	189,40	192,00	189,70	192,00
10:49:00	20	189,30	192,00	190,00	192,00
Mittelwert		189,36		189,46	
r _{c,rel}		-0,65		-0,88	
10:53:00	95	918,10	912,00	922,50	912,00
10:54:00	95	918,20	912,00	922,50	912,00
10:55:00	95	918,40	912,00	922,60	912,00
10:56:00	95	918,40	912,00	922,40	912,00
10:57:00	95	919,00	912,00	922,60	912,00
Mittelwert		918,42		922,52	
r _{c,rel}		0,48		0,60	

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:

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

Dabei ist:

- b_{sp} der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes
- C_{P1} der Mittelwert der Messung beim Probengasdruck P_1
- C_{P2} der Mittelwert der Messung beim Probengasdruck P_2
- P_1 der Probengasdruck P_1
- P_2 der Probengasdruck P_2
- b_{sp} muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 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	0,99	✓	0,91	✓

7.5 Bewertung

Für Gerät 1 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks von 0,99 nmol/mol/kPa.

Für Gerät 2 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks von 0,91 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]
13:28:00	80	720,00	738,80	736,10
13:29:00	80	720,00	739,90	736,20
13:30:00	80	720,00	739,10	737,50
Mittelwert C_{P1}			739,27	736,60
13:14:00	110	720,00	710,10	709,20
13:15:00	110	720,00	709,80	709,30
13:16:00	110	720,00	709,00	709,50
Mittelwert C_{P2}			709,63	709,33

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 Thermoelements 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]	$\leq 3,0$	0,15	✓	0,13	✓

7.5 Bewertung

Für Gerät 1 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur von 0,15 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]
08:20:00	0	720,00	720,30	720,30
08:21:00	0	720,00	720,40	720,70
08:22:00	0	720,00	720,60	721,20
Mittelwert $C_{GT,1}$			720,43	720,73
08:26:00	30	720,00	715,10	716,10
08:27:00	30	720,00	716,30	717,10
08:28:00	30	720,00	716,50	717,30
Mittelwert $C_{GT,1}$			715,97	716,83

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 $T_1 = 20$ °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_1, T_{\min}, T_1 und T_1, T_{\max}, T_1

Bei der ersten Temperatur (T_1) 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_1, T_{\min} und wieder bei T_1 durchgeführt. Diese Vorgehensweise wird bei der Temperaturfolge T_1, T_{\max} und T_1 wiederholt.

Um eine auf andere Faktoren als die Temperatur zurückgehende Drift auszuschließen, werden die Messungen bei T_1 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_1
- x_2 der zweite Mittelwert der Messungen bei T_1
- 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	0,015	✓	0,016	✓
Empf. Koeffizient bei 30 °C für Nullniveau [nmol/mol/K]	≤ 3,0	0,027	✓	0,023	✓
Empf. Koeffizient bei 0 °C für Span-Niveau [nmol/mol/K]	≤ 3,0	0,410	✓	0,342	✓
Empf. Koeffizient bei 30°C für Span-Niveau [nmol/mol/K]	≤ 3,0	0,297	✓	0,732	✓

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 = 0,410 nmol/mol/K und für Gerät 2 = 0,732 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]
09.05.2017	07:57:00	20	0,0	0,0	08:25:00	20	720,3	720,5
09.05.2017	07:58:00	20	0,0	0,1	08:26:00	20	720,5	720,6
09.05.2017	07:58:00	20	0,0	0,1	08:27:00	20	720,6	720,8
Mittelwert ($X_{1(TS1)}$)			0,0	0,1			720,5	720,6
09.05.2017	15:55:00	0	-0,3	-0,1	16:12:00	0	711,1	713,7
09.05.2017	15:56:00	0	-0,3	-0,3	16:13:00	0	711,2	714,0
09.05.2017	15:57:00	0	-0,3	-0,3	16:14:00	0	711,3	714,2
Mittelwert (X_{TS1})			-0,3	-0,2			711,2	714,0
10.05.2017	08:08:00	20	0,0	0,1	08:25:00	20	718,2	720,4
10.05.2017	08:09:00	20	0,0	0,1	08:26:00	20	718,2	721,4
10.05.2017	08:10:00	20	0,0	0,1	08:27:00	20	718,6	721,2
Mittelwert ($X_{2(TS1)} = X_{1(TS2)}$)			0,0	0,1			718,3	721,0
10.05.2017	14:49:00	30	0,3	0,3	15:06:00	30	722,4	728,6
10.05.2017	14:50:00	30	0,2	0,3	15:07:00	30	723,3	729,5
10.05.2017	14:51:00	30	0,3	0,3	15:08:00	30	723,5	729,7
Mittelwert (X_{TS2})			0,3	0,3			723,1	729,3
11.05.2017	08:19:00	20	0,0	0,1	08:36:00	20	721,5	722,2
11.05.2017	08:20:00	20	0,0	0,0	08:37:00	20	722,0	723,0
11.05.2017	08:21:00	20	0,0	0,0	08:38:00	20	722,1	723,5
Mittelwert ($X_{2(TS2)}$)			0,0	0,0			721,9	722,9



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:

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

Dabei ist:

- b_v der Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung
- C_{V1} der Mittelwert der Messung bei der Spannung V_1
- C_{V2} der Mittelwert der Messung bei der Spannung V_2
- V_1 die niedrigste Spannung V_{\min}
- V_2 die höchste Spannung V_{\max}

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

b_v muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

7.3 Durchführung der Prüfung

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

7.4 Auswertung

Es ergaben sich folgende Empfindlichkeiten gegenüber der elektrischen Spannung:

Tabelle 22: Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Empf. Koeff. elekt. Spannung b_v bei 0 Niveau [nmol/mol/V]	≤ 0,3	0,00	✓	0,01	✓
Empf. Koeff. elekt. Spannung b_v bei Span [nmol/mol/V]	≤ 0,3	0,02	✓	0,02	✓

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 0,02 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]
14:38:00	207	0	-1,7	-1,2
14:39:00	207	0	-1,8	-0,9
14:40:00	207	0	-1,9	-1
Mittelwert C_{V1} bei 0			-1,80	-1,03
14:48:00	253	0	-2	-1,6
14:49:00	253	0	-1,9	-1,7
14:50:00	253	0	-1,8	-1,8
Mittelwert C_{V2} bei 0			-1,90	-1,70
15:05:00	207	720,00	722,3	724,2
15:06:00	207	720,00	722,8	724,3
15:07:00	207	720,00	722,9	724,3
Mittelwert C_{V1} bei Span			722,67	724,27
15:15:00	253	720,00	723,4	725,1
15:16:00	253	720,00	723,5	725,2
15:17:00	253	720,00	723,5	725,6
Mittelwert C_{V2} bei Span			723,47	725,30



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:

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

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

Dabei ist:

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

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

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 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±50 nmol/mol) der beiden Messeinrichtungen T200P für NO

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Einflussgröße Störkomponente H ₂ O bei Null [nmol/mol/V]	≤ 5.0 nmol/mol	-0,33	✓	-0,60	✓
Einflussgröße Störkomponente H ₂ O bei c _t [nmol/mol/V]	≤ 5.0 nmol/mol	-1,37	✓	-0,07	✓
Einflussgröße Störkomponente CO ₂ bei Null [nmol/mol/V]	≤ 5.0 nmol/mol	1,10	✓	1,47	✓
Einflussgröße Störkomponente CO ₂ bei c _t [nmol/mol/V]	≤ 5.0 nmol/mol	-0,50	✓	-1,30	✓
Einflussgröße Störkomponente NH ₃ bei Null [nmol/mol/V]	≤ 5.0 nmol/mol	0,93	✓	0,83	✓
Einflussgröße Störkomponente NH ₃ bei c _t [nmol/mol/V]	≤ 5.0 nmol/mol	0,53	✓	0,97	✓

7.5 Bewertung

Es ergibt sich für NO ein Wert für die Querempfindlichkeit am Nullpunkt von -0,33 nmol/mol für Gerät 1 sowie -0,60 nmol/mol für Gerät 2 bei H₂O, 1,10 nmol/mol für Gerät 1 und 1,47 nmol/mol für Gerät 2 bei CO₂ sowie 0,93 nmol/mol für Gerät 1 und 0,83 nmol/mol für Gerät 2 bei NH₃.

Für die Querempfindlichkeit am Grenzwert c_t ergibt sich für NO ein Wert von -1,37 nmol/mol für Gerät 1 sowie -0,07 nmol/mol für Gerät 2 bei H₂O, -0,50 nmol/mol für Gerät 1 und -1,30 nmol/mol für Gerät 2 bei CO₂ sowie 0,53 nmol/mol für Gerät 1 und 0,97 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)	13:34:00	-0,20	-0,20	13:44:00	-0,60	-0,90
	13:35:00	-0,30	-0,30	13:45:00	-0,60	-0,80
	13:36:00	-0,30	-0,30	13:46:00	-0,60	-0,90
	Mittelwert x_z	-0,27	-0,27	Mittelwert x_z	-0,60	-0,87
Prüfgas c _t + H ₂ O (19 mmol/mol)	13:54:00	498,70	499,60	14:04:00	497,70	499,90
	13:55:00	498,80	499,50	14:05:00	497,40	499,60
	13:56:00	498,80	499,90	14:06:00	497,10	499,30
	Mittelwert x_{ct}	498,77	499,67	Mittelwert x_{ct}	497,40	499,60
Nullgas + CO ₂ (500 µmol/mol)	14:17:00	-0,50	-0,80	14:27:00	0,90	0,70
	14:18:00	-0,50	-0,80	14:28:00	0,40	0,50
	14:19:00	-0,60	-0,90	14:29:00	0,40	0,70
	Mittelwert x_z	-0,53	-0,83	Mittelwert x_z	0,57	0,63
Prüfgas c _t + CO ₂ (500 µmol/mol)	14:39:00	501,10	502,30	14:49:00	500,30	500,60
	14:40:00	501,00	502,30	14:50:00	500,70	501,00
	14:41:00	501,00	502,10	14:51:00	500,60	501,20
	Mittelwert x_{ct}	501,03	502,23	Mittelwert x_{ct}	500,53	500,93
Nullgas + NH ₃ (200 nmol/mol)	15:01:00	-1,10	-1,70	15:11:00	-0,40	-1,10
	15:02:00	-1,10	-1,70	15:12:00	-0,30	-0,90
	15:03:00	-1,30	-1,80	15:13:00	0,00	-0,70
	Mittelwert x_z	-1,17	-1,73	Mittelwert x_z	-0,23	-0,90
Prüfgas c _t + NH ₃ (200 nmol/mol)	15:21:00	501,80	502,70	15:31:00	502,40	504,00
	15:22:00	501,90	503,00	15:32:00	502,50	503,60
	15:23:00	502,10	502,80	15:33:00	502,50	503,7
	Mittelwert x_{ct}	502,47	502,83	Mittelwert x_{ct}	502,47	503,80

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:

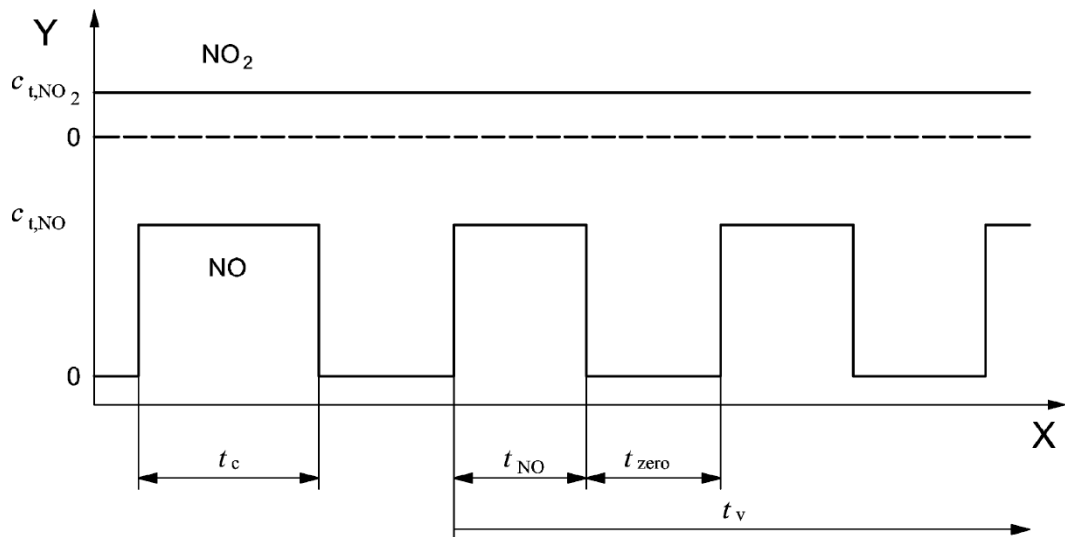
$$E_{av} = \frac{C_{const}^{av} - 2C_{var}^{av}}{C_{const}^{av}} * 100$$

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

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 T200P ermittelt:

	Anforderung	Gerät 1	Gerät 2
Mittelungseinfluss E_{av} [%]	$\leq 7\%$	-2,46 ✓	-3,72 ✓

Daraus ergeben sich folgende Mittelungseinflüsse:

Gerät 1: -2,46 %

Gerät 2: -3,72 %

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
	Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert	09:05:00	597,5	596,7
Konstanter Wert	bis		
$C_{av,c}$	09:25:00		
Mittelwert	09:26:00	302,9	305,8
Variabler Wert	bis		
$C_{av,v}$	09:46:00		

		Gerät 1	Gerät 2
	Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert	09:57:00	577,7	578,6
Konstanter Wert	bis		
$C_{av,c}$	10:17:00		
Mittelwert	10:18:00	303,6	305,9
Variabler Wert	bis		
$C_{av,v}$	10:38:00		

		Gerät 1	Gerät 2
	Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert	10:39:00	579,2	578,6
Konstanter Wert	bis		
$C_{av,c}$	10:59:00		
Mittelwert	11:00:00	292,2	297,8
Variabler Wert	bis		
$C_{av,v}$	11:20:00		



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 T200P ermittelt:

	Anforderung	Gerät 1	Gerät 2
Differenz Proben-/Kalibriereingang Δx_{cs} [%]	$\leq 1\%$	-0,24	-0,13
		✓	✓

Gerät 1: -0,24 %

Gerät 2: -0,13 %

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	11:17:00	721,5	723,5
	11:18:00	721,4	723,3
	11:19:00	721,4	723,4
Kalibriereingang	11:24:00	723,3	724,5
	11:25:00	723,3	724,2
	11:26:00	722,8	724,3



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 T200P ermittelt. Es wurde jeweils der niedrigste Wert beider NO₂ Konzentrationsstufen angegeben:

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Konverterwirkungsgrad E _c [%]	≥ 98%	99,6	✓	99,4	✓

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]
	10:25:00	s t a r t					
O ₃ =0, NO=50%	10:37:00	0,0	0,2	480,8	481,1	481,5	481,7
	10:41:00	0,0	-0,1	480,4	481,3	481,6	481,2
	10:45:00	0,0	0,4	480,7	481,1	481,8	481,9
	10:49:00	0,0	-0,5	480,9	481,4	401,2	481,5
Mittelwert		0,0	0,0	480,7	481,2	461,5	481,6
NO ₂ = 50% 130,75	11:05:00	131,0	147,3	333,8	480,8	331,6	480,5
	11:09:00	131,0	147,4	333,4	480,8	332,4	480,7
	11:13:00	131,0	148,1	333,2	480,7	331,8	480,9
	11:17:00	131,0	148,1	333,6	480,5	331,0	481,1
Mittelwert		131,0	147,7	333,5	480,7	331,7	480,8
O ₃ =0, NO=50%	12:24:00	0,0	-0,8	483,5	482,5	485,2	482,8
	12:28:00	0,0	-0,7	483,6	482,9	485,2	482,9
	12:32:00	0,0	-1,1	483,8	482,8	485,3	483,1
	12:36:00	0,0	-0,7	483,8	483,1	485,4	483,0
Mittelwert		0,0	-0,8	483,7	482,8	485,3	483,0
NO ₂ = 95% 248,43	12:52:00	248,4	245,8	238,0	483,0	235,6	481,4
	12:56:00	248,4	244,8	237,3	482,3	236,7	481,5
	13:00:00	248,4	244,7	237,8	482,4	236,8	481,5
	13:04:00	248,4	245,8	237,6	482,3	236,0	481,8
Mittelwert		248,4	245,3	237,7	482,5	236,3	481,6
O ₃ =0, NO=50%	13:16:00	0,0	0,0	481,2	481,0	481,5	481,1

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 T200P Analysators besteht bis zum Eingang zur Messzelle nur aus den internen Gasleitungen sowie dem Permeationstrockner. Die Messleitungslänge vom Probengaseingang bis zur Messzelle beträgt ca. 0,5 m bei einem Innendurchmesser von 4 mm ohne Berücksichtigung des Trockners. Im Trockner beträgt die Leitungslänge ca. 2 m bei einem Innendurchmesser von 4 mm. Daraus ergibt sich ein Volumen von 12,8 ml im Analysator vor Messzelle. Der nominale Probengasvolumenstrom beträgt 0,5 l/min. Daraus ergibt sich eine Verweilzeit im Messgerät vor Messzelle von ca. 1,6 Sekunden.

7.4 Auswertung

Hier nicht erforderlich.

7.5 Bewertung

Es ergibt sich eine Verweilzeit im Messgerät von 1,6 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 Leistungsgrößen 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.

Am 20.07. wurde die Stromversorgung des Messcontainers durch ein Unwetter außer Funktion gesetzt. Der Messcontainer konnte erst am 26.07. nach Reparatur durch eine Fachfirma



wieder in Betrieb genommen werden. Nach Wiederherstellung der Stromversorgung kehrten die Prüflinge nach der Warmlaufphase automatisch den Messbetrieb zurück. Die regelmäßige 14-tägige Prüfgasaufgabe am 24.07. wurde auf den 27.07. verschoben. Bei der Prüfgasaufgabe nach dem Stromausfall lagen die gefundenen Werte innerhalb der Spezifikationen. Es war keine Justierung der Messwerte notwendig. Der Feldtest wurde um eine Woche verlängert.

7.4 Auswertung

Tabelle 30: Ergebnisse der Langzeitdrift am Nullpunkt Komponente NO

		Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Mittel zu Beginn Cz ₁ bei Null [nmol/mol]	29.05.2017	≤ 5,0	0,15	✓	0,17	✓
Langzeitdrift D _{L,z} bei Null [nmol/mol]	12.06.2017	≤ 5,0	-0,15	✓	0,07	✓
Langzeitdrift D _{L,z} bei Null [nmol/mol]	26.06.2017	≤ 5,0	0,24	✓	0,43	✓
Langzeitdrift D _{L,z} bei Null [nmol/mol]	10.07.2017	≤ 5,0	-0,01	✓	0,27	✓
Langzeitdrift D _{L,z} bei Null [nmol/mol]	*27.07.2017	≤ 5,0	0,23	✓	0,61	✓
Langzeitdrift D _{L,z} bei Null [nmol/mol]	07.08.2017	≤ 5,0	0,23	✓	0,35	✓
Langzeitdrift D _{L,z} bei Null [nmol/mol]	21.08.2017	≤ 5,0	-2,21	✓	-0,07	✓
Langzeitdrift D _{L,z} bei Null [nmol/mol]	04.09.2017	≤ 5,0	-1,17	✓	1,15	✓
Langzeitdrift D _{L,z} bei Null [nmol/mol]	11.09.2017	≤ 5,0	-1,37	✓	0,99	✓

* Ausfall der Stromversorgung am Messcontainer vom 20.7 bis 26.7. Daher Driftcheck am 27.07

Tabelle 31: Ergebnisse der Langzeitdrift am Referenzpunkt Komponente NO

		Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Mittel zu Beginn Cs ₁ bei Span [nmol/mol]	29.05.2017	≤ 5 %	--	✓	--	✓
Langzeitdrift D _{L,s} bei Span [nmol/mol]	12.06.2017	≤ 5 %	-0,04	✓	-0,04	✓
Langzeitdrift D _{L,s} bei Span [nmol/mol]	26.06.2017	≤ 5 %	-0,22	✓	-0,32	✓
Langzeitdrift D _{L,s} bei Span [nmol/mol]	10.07.2017	≤ 5 %	-0,37	✓	-0,54	✓
Langzeitdrift D _{L,s} bei Span [nmol/mol]	*27.07.2017	≤ 5 %	-0,94	✓	0,19	✓
Langzeitdrift D _{L,s} bei Span [nmol/mol]	07.08.2017	≤ 5 %	-0,50	✓	-0,61	✓
Langzeitdrift D _{L,s} bei Span [nmol/mol]	21.08.2017	≤ 5 %	-0,43	✓	-0,76	✓
Langzeitdrift D _{L,s} bei Span [nmol/mol]	04.09.2017	≤ 5 %	-0,16	✓	-0,09	✓
Langzeitdrift D _{L,s} bei Span [nmol/mol]	11.09.2017	≤ 5 %	-0,60	✓	-0,51	✓

* Ausfall der Stromversorgung am Messcontainer vom 20.7 bis 26.7. Daher Driftcheck am 27.07

7.5 Bewertung

Die maximale Langzeitdrift am Nullpunkt D_{L,z} liegt bei -2,21 nmol/mol für Gerät 1 und 1,15 nmol/mol für Gerät 2. Die maximale Langzeitdrift am Referenzpunkt D_{L,s} liegt bei -0,94 % für Gerät 1 und -0,76 % 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				C ₁ -Konzentration			
Datum	Uhrzeit	Gerät 1		Gerät 2			
		nmol/mol	nmol/mol	nmol/mol	nmol/mol		
29.05.2017	08:19:00	0,00	0,00	09:04:00	719,60	721,30	
	08:20:00	0,00	0,00	09:05:00	719,50	721,20	
	08:21:00	0,10	0,10	09:06:00	719,60	721,00	
	Mittel	0,03	0,03	Mittel	719,57	721,17	
	08:25:00	0,10	0,10	09:10:00	719,40	720,90	
	08:26:00	0,10	0,10	09:11:00	719,20	721,00	
	08:27:00	0,10	0,10	09:12:00	719,60	721,30	
	Mittel	0,10	0,10	Mittel	719,40	721,07	
	08:31:00	0,20	0,20	09:16:00	719,40	721,10	
	08:32:00	0,20	0,20	09:17:00	720,10	721,00	
	08:33:00	0,20	0,20	09:18:00	719,90	721,10	
	Mittel	0,20	0,20	Mittel	719,80	721,07	
	08:37:00	0,20	0,20	09:22:00	720,20	721,50	
	08:38:00	0,20	0,30	09:23:00	720,30	721,60	
	08:39:00	0,20	0,20	09:24:00	720,40	721,40	
	Mittel	0,20	0,23	Mittel	720,30	721,50	
	08:43:00	0,20	0,30	09:28:00	720,80	721,30	
08:44:00	0,20	0,30	09:29:00	720,50	721,20		
08:45:00	0,20	0,30	09:30:00	720,70	721,20		
		0,20	0,30		720,67	721,23	
Mittelwert Feldstart c_{z,0}		0,15	0,17	Mittelwert Feldstart c_{s,0}	719,95	721,21	
12.06.2017	08:30:00	0,00	0,20	12.06.2017	08:45:00	719,20	720,80
	08:31:00	0,00	0,20	08:46:00	719,50	720,90	
	08:21:00	0,00	0,30	08:47:00	719,50	721,00	
	08:33:00	0,00	0,30	08:49:00	719,60	721,00	
	08:34:00	0,00	0,20	08:50:00	719,60	721,10	
	Mittel c _{z,1}	0,00	0,24	Mittel c _{s,1}	719,48	720,96	
26.06.2017	12:36:00	0,50	0,60	26.06.2017	12:44:00	718,90	719,40
	12:37:00	0,50	0,60	12:45:00	718,40	719,40	
	12:38:00	0,05	0,60	12:46:00	718,90	719,40	
	12:39:00	0,40	0,60	12:47:00	718,40	719,30	
	12:40:00	0,50	0,60	12:48:00	718,40	719,20	
	Mittel	0,39	0,60	Mittel c _{s,1}	718,60	719,34	
10.07.2017	10:22:00	0,20	0,40	10.07.2017	10:35:00	716,40	717,00
	10:23:00	0,20	0,40	10:36:00	716,60	717,20	
	10:24:00	0,10	0,40	10:37:00	716,70	717,20	
	10:25:00	0,10	0,40	10:38:00	718,20	718,10	
	10:26:00	0,10	0,60	10:39:00	718,40	718,60	
	Mittel	0,14	0,44	Mittel c _{s,1}	717,26	717,62	
*27.07.2017	08:33:00	0,40	0,90	*27.07.2017	09:46:00	713,10	723,00
	09:34:00	0,40	0,90	09:47:00	713,10	723,10	
	09:35:00	0,40	0,90	09:48:00	713,40	723,10	
	09:36:00	0,30	0,60	09:49:00	713,90	723,40	
	09:37:00	0,40	0,60	09:50:00	714,00	723,50	
	Mittel	0,38	0,78	Mittel c _{s,1}	713,50	723,22	
07.08.2017	08:08:00	0,40	0,60	07.08.2017	08:17:00	716,40	716,80
	08:09:00	0,50	0,50	08:18:00	716,40	717,00	
	08:10:00	0,20	0,60	08:19:00	716,40	717,00	
	08:11:00	0,10	0,60	09:20:00	716,80	717,50	
	08:12:00	0,70	0,30	09:21:00	717,10	717,60	
	Mittel c _{z,1}	0,38	0,52	Mittel c _{s,1}	716,62	717,18	
21.08.2017	13:36:00	-2,10	0,10	21.08.2017	13:46:00	714,00	715,00
	13:37:00	-2,10	0,10	13:47:00	714,20	715,00	
	13:38:00	-2,10	0,10	13:48:00	714,40	715,20	
	13:39:00	-2,00	0,10	13:49:00	715,20	716,60	
	13:40:00	-2,00	0,10	13:50:00	715,70	716,60	
	Mittel c _{z,1}	-2,06	0,10	Mittel c _{s,1}	714,70	715,68	
04.09.2017	13:58:00	-1,00	1,40	04.09.2017	14:08:00	717,50	721,40
	13:59:00	-1,00	1,40	14:09:00	717,50	721,50	
	14:00:00	-1,00	1,40	14:10:00	717,60	721,50	
	14:01:00	-1,00	1,30	14:11:00	717,80	722,00	
	14:02:00	-1,10	1,10	14:12:00	717,70	722,10	
	Mittel c _{z,1}	-1,02	1,32	Mittel c _{s,1}	717,62	721,70	
11.09.2017	08:50:00	-1,20	1,20	11.09.2017	09:00:00	714,20	718,40
	08:51:00	-1,20	1,20	09:01:00	714,20	718,40	
	08:52:00	-1,20	1,20	09:02:00	714,20	718,40	
	08:53:00	-1,20	1,20	09:03:00	714,50	718,90	
	08:54:00	-1,30	1,00	09:04:00	714,50	718,50	
	Mittel c _{z,1}	-1,22	1,16	Mittel c _{s,1}	714,32	718,52	

* Ausfall der Stromversorgung am Messcontainer vom 20.7 bis 26.7. Daher Driftcheck am 27.07



7.1 8.5.5 Vergleichsstandardabweichung für NO₂ unter Feldbedingungen

Die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen darf maximal ≤ 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.

Am 20.07. wurde die Stromversorgung des Messcontainers durch ein Unwetter außer Funktion gesetzt. Der Messcontainer konnte erst am 26.07. nach Reparatur durch eine Fachfirma wieder in Betrieb genommen werden. Der Feldtest wurde um eine Woche bis zum 11.09. verlängert um die ausgefallenen Messwerte zu kompensieren.

7.4 Auswertung

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

Vergleichsstandardabweichung im Feldtest			
Stichprobenumfang	n	=	2366
Mittelwert beider Geräte		=	11,05 nmol/mol
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	sd	=	0,423 nmol/mol
Vergleichsstandardabweichung (%)	Sr,f	=	3,83 %

Es ergibt sich eine Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen von 3,83 % des Mittelwertes.

7.5 Bewertung

Die Vergleichsstandardabweichung für NO₂ unter Feldbedingungen betrug 3,83 % 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.

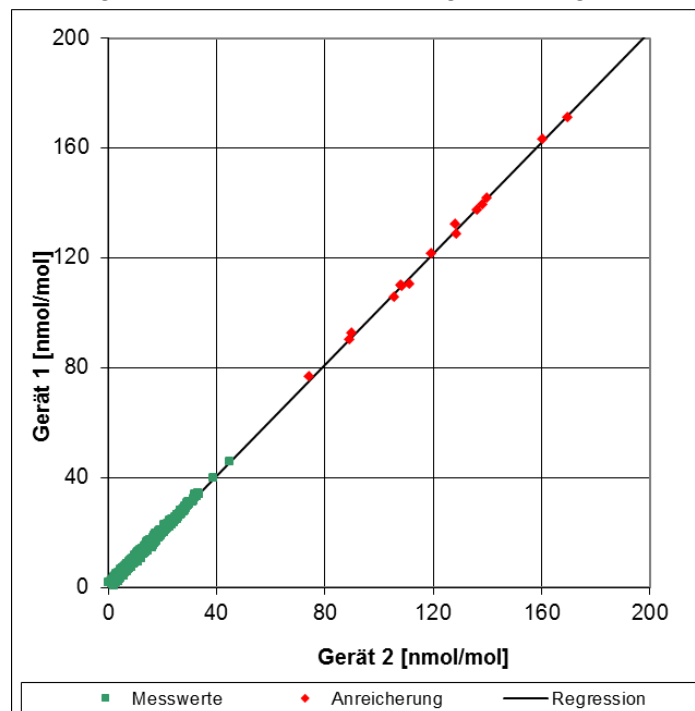


Abbildung 13: Grafische Darstellung der Vergleichsstandardabweichung im Feld

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 T200P

		Gerät 1	Gerät 2
Einsatzzeit	h	2366	2366
Ausfallzeit	h	151*	151*
Wartungszeit	h	9	9
Tatsächliche Betriebszeit	h	2357	2357
Tatsächliche Betriebszeit inklusive Wartungszeit	h	2366	2366
Verfügbarkeit	%	100	100

Die Ausfallzeit von 151 Stunden entstand durch den Ausfall der Stromversorgung des Messcontainers. Am 20.07. wurde die Stromversorgung des Messcontainers durch ein Unwetter außer Funktion gesetzt. Der Messcontainer konnte erst am 26.07. nach Reparatur durch eine Fachfirma wieder in Betrieb genommen werden. Der Feldtest wurde um eine Woche bis zum 11.09. verlängert um die ausgefallenen Messwerte zu kompensieren. Die Ausfallzeit durch den Stromausfall wurde bei der Berechnung der Verfügbarkeit nicht berücksichtigt.

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 angegebenen 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	$\leq 1,0 \text{ nmol/mol}$	S _r Gerät 1: 0,00 nmol/mol S _r Gerät 2: 0,00 nmol/mol	ja	74
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei der Konzentration ct	$\leq 3,0 \text{ nmol/mol}$	S _r Gerät 1: 1,23 nmol/mol S _r Gerät 2: 1,46 nmol/mol	ja	74
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 $\leq 5 \text{ nmol/mol}$	X _{l,z} Gerät 1: NP -0,94 nmol/mol X _i Gerät 1: RP 0,75 % X _{l,z} Gerät 2: NP -0,94 nmol/mol X _i Gerät 2: RP 1,10 %	ja	76
8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes	$\leq 8,0 \text{ nmol/mol/kPa}$	b _{gp} Gerät 1: 0,99 nmol/mol/kPa b _{gp} Gerät 2: 0,91 nmol/mol/kPa	ja	81
8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur	$\leq 3,0 \text{ nmol/mol/K}$	b _{gt} Gerät 1: 0,15 nmol/mol/K b _{gt} Gerät 2: 0,13 nmol/mol/K	ja	83
8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	$\leq 3,0 \text{ nmol/mol/K}$	b _{st} Gerät 1: 0,410 nmol/mol/K b _{st} Gerät 2: 0,732 nmol/mol/K	ja	85
8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	$\leq 0,3 \text{ nmol/mol/V}$	b _v Gerät 1: RP 0,02 nmol/mol/V b _v Gerät 2: RP 0,02 nmol/mol/V	ja	88
8.4.11 Störkomponenten bei null und der Konzentration ct	H ₂ O $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$ CO ₂ $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$ NH ₃ $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$	H ₂ O Gerät 1: NP -0,33 nmol/mol / RP -1,37 nmol/mol Gerät 2: NP -0,60 nmol/mol / RP -0,07 nmol/mol CO ₂ Gerät 1: NP 1,10 nmol/mol / RP -0,50 nmol/mol Gerät 2: NP 1,47 nmol/mol / RP -1,30 nmol/mol NH ₃ Gerät 1: NP 0,93 nmol/mol / RP 0,53 nmol/mol Gerät 2: NP 0,83 nmol/mol / RP 0,97 nmol/mol	ja	90

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.12 Mittelungseinfluss	≤ 7,0 % des Messwertes	E _{av} Gerät 1: -2,46 % E _{av} Gerät 2: -3,72 %	ja	90
8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang	≤ 1,0 %	Δ _{SC} Gerät 1: -0,24 % Δ _{SC} Gerät 2: -0,13 %	ja	96
8.4.3 Einstellzeit (Anstieg)	≤ 180 s	t _r Gerät 1: 52 s (NO) t _r Gerät 2: 53 s (NO) t _r Gerät 1: 42 s (NO ₂) t _r Gerät 2: 42,5 s (NO ₂)	ja	65
8.4.3 Einstellzeit (Abfall)	≤ 180 s	t _f Gerät 1: 54 s (NO) t _f Gerät 2: 54 s (NO) t _f Gerät 1: 42,5 s (NO ₂) t _f Gerät 2: 41,5 s (NO ₂)	ja	65
8.4.3 Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit	≤ 10 % relative Differenz oder 10 s, je nachdem, welcher Wert größer ist	t _d Gerät 1: -2 s (NO) t _d Gerät 2: -1 s (NO) t _d Gerät 1: -0,5 s (NO ₂) t _d Gerät 2: 0,5 s (NO ₂)	ja	65
8.4.14 Konverterwirkungsgrad	≥ 98%	E _{conv} Gerät 1: 99,6 % E _{conv} Gerät 2: 99,4 %	ja	98
8.4.15 Verweilzeit	≤ 3,0 s	Gerät 1: 1,6 s Gerät 2: 1,6 s	ja	100
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	106
8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes	> 90 %	A _a Gerät 1: 100 % A _a Gerät 2: 100 %	ja	107
8.5.5 Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen	≤ 5,0 % des Mittels über einen Zeitraum von drei Monaten	S _{r,f} Gerät 1: 3,83 % S _{r,f} Gerät 2: 3,83 %	ja	104
8.5.4 Langzeitdrift bei Null	≤ 5,0 nmol/mol	C _z Gerät 1: -2,21 nmol/mol C _z Gerät 2: 1,15 nmol/mol	ja	101
8.5.4 Langzeitdrift beim Spannniveau	≤ 5,0 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches	C _s Gerät 1: max. -0,94 % C _s Gerät 2: max. -0,76 %	ja	101
8.4.4 Kurzzeitdrift bei Null	≤ 2,0 nmol/mol über 12 h	D _{s,z} Gerät 1: 0,03 nmol/mol D _{s,z} Gerät 2: 0,03 nmol/mol	ja	70
8.4.4 Kurzzeitdrift beim Spannniveau	≤ 6,0 nmol/mol über 12 h	D _{s,s} Gerät 1: 0,72 nmol/mol D _{s,s} Gerät 2: 0,86 nmol/mol	ja	70



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

Messgerät:	T200P	Seriennummer:	SN: 59			
Messkomponente:	NO	1h-Grenzwert:	104,6 nmol/mol			
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit	Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,000	U _{r,z}	0,00	0,0000
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	1,230	U _{r,1h}	0,06	0,0038
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,750	U _{i,1h}	0,45	0,2051
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,990	U _{gp}	2,49	6,2057
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,150	U _{gt}	0,38	0,1425
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,410	U _{st}	1,03	1,0644
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)	-0,330	U _{H2O}	-0,41	0,1673
		≤ 10 nmol/mol (Span)	-1,370			
8b	Störkomponente CO ₂ mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	1,100	U _{int,pos}	0,93	0,8668
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	-0,500			
8c	Störkomponente NH ₃ mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,930	U _{int,neg}	0,93	0,8668
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,530			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	-2,460	U _{av}	-1,49	2,2071
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	-0,240	U _{isc}	-0,25	0,0630
21	Konvertierwirkungsgrad	≥ 98	99,60	U _{EC}	0,42	0,1751
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	U _{cg}	1,05	1,0941
Kombinierte Standardunsicherheit				u _c	3,4931	nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U	6,9863	nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				W	6,68	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				W _{req}	15	%

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

Messgerät:	T200P	Seriennummer:	SN: 59			
Messkomponente:	NO	1h-Grenzwert:	104,6 nmol/mol			
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit	Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,000	U _{r,z}	0,00	0,0000
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	1,230	U _{r,1h}	nicht berücksichtigt, da $\sqrt{2} \cdot u_{r,1h} = 0,08 < u_{r,f}$	-
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,750	U _{i,1h}	0,45	0,2051
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,990	U _{gp}	2,49	6,2057
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,150	U _{gt}	0,38	0,1425
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,410	U _{st}	1,03	1,0644
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)	-0,330	U _{H2O}	-0,41	0,1673
		≤ 10 nmol/mol (Span)	-1,370			
8b	Störkomponente CO ₂ mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	1,100	U _{int,pos}	0,93	0,8668
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	-0,500			
8c	Störkomponente NH ₃ mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,930	U _{int,neg}	0,93	0,8668
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,530			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	-2,460	U _{av}	-1,49	2,2071
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	3,830	U _{r,f}	4,01	16,0495
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 5,0 nmol/mol	-2,210	U _{z,t,z}	-1,28	1,6280
12	Langzeitdrift bei Span	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	-0,940	U _{z,t,1h}	-0,57	0,3223
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	-0,240	U _{isc}	-0,25	0,0630
21	Konvertierwirkungsgrad	≥ 98	99,600	U _{EC}	0,42	0,1751
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	U _{cg}	1,05	1,0941
Kombinierte Standardunsicherheit				u _c	5,4949	nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U	10,9898	nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				W	10,51	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				W _{req}	15	%

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung T200P der Firma Teledyne API für die Komponenten NO, NO₂ und NO_x,
Berichts-Nr.: 936/21238687/A

Seite 113 von 352

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

Messgerät:		T200P		Seriennummer:		SN: 60	
Messkomponente:		NO		1h-Grenzwert:		104,6 nmol/mol	
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,000	u _{r,z}	0,00	0,0000	
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	1,460	u _{r,th}	0,07	0,0054	
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	1,100	u _{i,th}	0,66	0,4413	
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,910	u _{gp}	2,29	5,2433	
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	0,732	u _{st}	1,84	3,3927	
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)	-0,600	u _{H2O}	-0,36	0,1332	
		≤ 10 nmol/mol (Span)	-0,070				
8b	Störkomponente CO ₂ mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	1,470	u _{int,pos}	1,00	1,0063	
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	-1,300				
8c	Störkomponente NH ₃ mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,830	u _{int,neg}	1,00	1,0063	
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,970				
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	-3,720	u _{av}	-2,25	5,0469	
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	-0,130	u _{asc}	-0,14	0,0185	
21	Konvertierwirkungsgrad	≥ 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	4,1099	nmol/mol	
Erweiterte Unsicherheit				U	8,2198	nmol/mol	
Relative erweiterte Unsicherheit				W	7,86	%	
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				W _{req}	15	%	

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

Messgerät:		T200P		Seriennummer:		SN: 60	
Messkomponente:		NO		1h-Grenzwert:		104,6 nmol/mol	
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,000	u _{r,z}	0,00	0,0000	
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	1,460	u _{r,th}	nicht berücksichtigt, da $\sqrt{2} \cdot u_{r,th} = 0,1 < u_{r,f}$	-	
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	1,100	u _{i,th}	0,66	0,4413	
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,910	u _{gp}	2,29	5,2433	
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	0,732	u _{st}	1,84	3,3927	
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)	-0,600	u _{H2O}	-0,36	0,1332	
		≤ 10 nmol/mol (Span)	-0,070				
8b	Störkomponente CO ₂ mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	1,470	u _{int,pos}	1,00	1,0063	
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	-1,300				
8c	Störkomponente NH ₃ mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,830	u _{int,neg}	1,00	1,0063	
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,970				
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	-3,720	u _{av}	-2,25	5,0469	
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	3,830	u _{r,f}	4,01	16,0495	
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 5,0 nmol/mol	1,150	u _{s,l,z}	0,66	0,4408	
12	Langzeitdrift bei Span	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	-0,760	u _{s,l,th}	-0,46	0,2107	
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	-0,130	u _{asc}	-0,14	0,0185	
21	Konvertierwirkungsgrad	≥ 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	5,7950	nmol/mol	
Erweiterte Unsicherheit				U	11,5899	nmol/mol	
Relative erweiterte Unsicherheit				W	11,08	%	
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

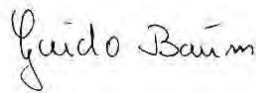
Im Übrigen sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten.

Weitere Einzelheiten können der Bedienungsanleitung entnommen werden.

Immissionsschutz/Luftreinhaltung



Dipl.-Ing. Martin Schneider



Dipl.-Ing. Guido Baum

Köln, 12. September 2017
936/21238687/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 Mai 2017

Mai 2017	Datum	Luftdruck [hPa]	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]
29	29.05.2017	1004	27	58
30	30.05.2017	1006	23	65
31	31.05.2017	1009	21	62

Tabelle 41: Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Juni 2017

Juni 2017	Datum	Luftdruck [hPa]	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]
1	01.06.2017	1006	22	67
2	02.06.2017	1007	25	60
3	03.06.2017	1005	22	70
4	04.06.2017	1007	18	70
5	05.06.2017	1006	19	55
6	06.06.2017	995	17	59
7	07.06.2017	1004	15	61
8	08.06.2017	1008	20	57
9	09.06.2017	1005	19	65
10	10.06.2017	1012	20	58
11	11.06.2017	1008	24	56
12	12.06.2017	1008	20	57
13	13.06.2017	1011	19	60
14	14.06.2017	1010	20	58
15	15.06.2017	1006	24	58
16	16.06.2017	1012	19	60
17	17.06.2017	1018	19	66
18	18.06.2017	1016	23	61
19	19.06.2017	1012	25	52
20	20.06.2017	1008	26	52
21	21.06.2017	1008	27	54
22	22.06.2017	1003	28	52
23	23.06.2017	1007	24	56
24	24.06.2017	1008	21	59
25	25.06.2017	1004	22	61
26	26.06.2017	1005	21	59
27	27.06.2017	1000	20	65
28	28.06.2017	990	20	81
29	29.06.2017	989	20	73
30	30.06.2017	996	19	69

Tabelle 42: Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Juli 2017

Juli 2017	Datum	Luftdruck [hPa]	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]
1	01.07.2017	1001	17	84
2	02.07.2017	1010	17	82
3	03.07.2017	1012	24	52
4	04.07.2017	1009	24	58
5	05.07.2017	1009	23	67
6	06.07.2017	1006	26	60
7	07.07.2017	1008	25	59
8	08.07.2017	1005	24	61
9	09.07.2017	1000	22	71
10	10.07.2017	1001	17	84
11	11.07.2017	1009	17	69
12	12.07.2017	1008	18	66
13	13.07.2017	1011	19	69
14	14.07.2017	1012	19	66
15	15.07.2017	1011	21	64
16	16.07.2017	1017	20	71
17	17.07.2017	1009	22	72
18	18.07.2017	1008	23	64
19	19.07.2017	1009	21	71
20	20.07.2017*	--	--	--
21	21.07.2017*	--	--	--
22	22.07.2017*	--	--	--
23	23.07.2017*	--	--	--
24	24.07.2017*	--	--	--
25	25.07.2017*	--	--	--
26	26.07.2017*	--	--	--
27	27.07.2017	1002	21	65
28	28.07.2017	1000	20	70
29	29.07.2017	1004	19	62
30	30.07.2017	1004	23	64
31	31.07.2017	1001	25	55

*Stromausfall im Messcontainer

Tabelle 43: Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat August 2017

August 2017	Datum	Luftdruck [hPa]	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]
1	01.08.2017	1007	21	77
2	02.08.2017	1009	21	73
3	03.08.2017	1003	22	72
4	04.08.2017	1005	22	61
5	05.08.2017	1007	18	78
6	06.08.2017	1014	18	67
7	07.08.2017	1011	19	59
8	08.08.2017	1008	21	57
9	09.08.2017	1008	21	59
10	10.08.2017	1011	19	59
11	11.08.2017	1012	18	69
12	12.08.2017	1010	18	66
13	13.08.2017	1009	20	66
14	14.08.2017	1009	19	71
15	15.08.2017	1011	19	69
16	16.08.2017	1010	19	66
17	17.08.2017	1007	21	69
18	18.08.2017	1005	18	86
19	19.08.2017	1009	16	76
20	20.08.2017	1015	16	74
21	21.08.2017	1015	18	67
22	22.08.2017	1013	18	66
23	23.08.2017	1008	21	62
24	24.08.2017	1008	21	65
25	25.08.2017	1010	19	74
26	26.08.2017	1007	22	77
27	27.08.2017	1010	21	69
28	28.08.2017	1010	22	66
29	29.08.2017	1007	25	63
30	30.08.2017	1018	23	76
31	31.08.2017	1019	21	74

Tabelle 44: Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat September 2017

September 2017	Datum	Luftdruck [hPa]	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]
1	01.09.2017	1006	18	71
2	02.09.2017	1007	18	72
3	03.09.2017	1004	19	78
4	04.09.2017	1005	23	60
5	05.09.2017	1009	20	71
6	06.09.2017	1001	19	75
7	07.09.2017	1000	19	69
8	08.09.2017	1000	16	73
9	09.09.2017	997	15	78
10	10.09.2017	997	14	81
11	11.09.2017	995	15	78

Anhang 1

Handbuch



Übersetzung des Benutzerhandbuchs
MODELLE T200P und T200UP
Photolytischer NO/NO₂/NO_x-Analysator

mit NumaView™-Software

EAS Envimet Analytical Systems GesmbH
Industriegasse B16
A-2345 Brunn am Gebirge
Austria

Telefon: +43-(0)2236-378 007
Fax: +43-(0)2236-378 008
E-Mail: office@envimet.com
Webseite: www.envimet.com

URHEBERRECHTVERMERK

© 2017 Teledyne API (TAPI) Alle Rechte vorbehalten.

© TELEDYNE API (TAPI)
9970 CARROLL CANYON ROAD
SAN DIEGO, CALIFORNIA 92131-1106
USA

Gebührenfreies Telefon: 800-324-5190
Telefon: +1 858-657-9800
Fax: +1 858-657-9816
E-Mail: api-sales@teledyne.com
Website: <http://www.teledyne-api.com/>

MARKENRECHTE

Alle Warenzeichen, eingetragenen Warenzeichen, Markennamen oder Produktnamen, die in diesem Handbuch genannt werden, sind ausschließlich Eigentum der betreffenden Inhaber und werden nur zu Identifizierungszwecken verwendet.

SICHERHEITSHINWEISE

Um Verletzungen oder Schäden am Gerät zu vermeiden finden Sie in diesem Handbuch wichtige Sicherheitshinweise. Bitte lesen Sie diese Hinweise aufmerksam durch. Jeder Sicherheitshinweis verfügt über ein Warnsymbol. Diese unten erläuterten Symbole finden Sie sowohl im Handbuch als auch an den einzelnen Geräteteilen. Es ist unbedingt erforderlich, dass Sie diese Hinweise genau beachten, die Beschreibungen sind wie folgt:



WARNUNG: Stromschlaggefahr



GEFAHR: Starkes Oxidationsmittel



ALLGEMEINER WARNHINWEIS/ACHTUNG: Lesen Sie den zugehörigen Hinweis für genauere Informationen.



ACHTUNG: Heiße Oberfläche



Nicht berühren: Das Berühren mancher Teile des Geräts ohne Schutz oder den entsprechenden Werkzeugen kann zur Beschädigung der Teile und/oder des Geräts führen.



Technikersymbol: Sämtliche mit diesem Symbol versehene Arbeiten dürfen nur von geschultem Servicepersonal ausgeführt werden



Elektrische Erdung: Dieses Symbol kennzeichnet den zentralen Erdungspunkt für das Gerät.

ACHTUNG



Das Gerät sollte ausschließlich zu seinem vorbestimmten Zweck und auf die in diesem Handbuch dargestellte Art und Weise betrieben werden. Eine andere als die vorgesehene Einsatzweise kann zu unberechenbarem Verhalten des Analysators mit möglicherweise gefährlichen Folgen führen.

Verwenden Sie NIEMALS einen Analysator um entflammbare Gase zu messen!

Technische Unterstützung bezüglich der Verwendung und Wartung dieses oder anderer Geräte von Teledyne API, kontaktieren Sie EAS Envimet (siehe Deckblatt) oder den technischen Support von Teledyne API.

SAFETY MESSAGES

Important safety messages are provided throughout this manual for the purpose of avoiding personal injury or instrument damage. Please read these messages carefully. Each safety message is associated with a safety alert symbol and is placed throughout this manual; the safety symbols are also located inside the instrument. It is imperative that you pay close attention to these messages, the descriptions of which are as follows:



WARNING: Electrical Shock Hazard



HAZARD: Strong oxidizer



GENERAL WARNING/CAUTION: Read the accompanying message for specific information.



CAUTION: Hot Surface Warning



Do Not Touch: Touching some parts of the instrument without protection or proper tools could result in damage to the part(s) and/or the instrument.



Technician Symbol: All operations marked with this symbol are to be performed by qualified maintenance personnel only.



Electrical Ground: This symbol inside the instrument marks the central safety grounding point for the instrument.

CAUTION



This instrument should only be used for the purpose and in the manner described in this manual. If you use this instrument in a manner other than that for which it was intended, unpredictable behavior could ensue with possible hazardous consequences.

NEVER use any gas analyzer to sample combustible gas(es)!

GARANTIE

GARANTIE-GRUNDSATZ (02024J)

Teledyne Advanced Pollution Instrumentation (TAPI), ein Teil der Teledyne Instruments, Inc., bestätigt dass:

Alle TAPI-Geräte werden vor dem Versand sorgfältig geprüft und getestet. Wenn Fehler auftreten sollten, versichert TAPI seinen Kunden eine prompte Bearbeitung Ihres Anliegens durch TAPI bzw. deren Vertreter (EAS Envimet).

GARANTIE-UMFANG

Nach Ablauf der Garantiezeit und während der Lebenszeit des Geräts und dessen Zubehör, bietet EAS Envimet Service vor Ort oder werksinterne Kundenunterstützung zu angemessenen Preisen an. Reguläre Wartungsarbeiten sind nicht in der Garantie enthalten und sind vom Kunden auszuführen.

NICHT VON TAPI HERGESTELLTE TEILE

Teile, die von TAPI zur Verfügung, aber nicht hergestellt werden, stehen unter Garantie und werden entsprechend den aktuellen Geschäftsbedingungen der jeweiligen Herstellergarantie repariert bzw. ausgetauscht.

EINSENDUNGEN ZUR REPARATUR

Bitte verpacken Sie die Geräte entsprechend und kontaktieren Sie den Kundendienst von EAS Envimet.

ÜBER DIESES HANDBUCH

Dieses Handbuch besteht aus mehreren Dokumenten in PDF-Format, diese sind unten aufgelistet.

Part Nr.	Name/Beschreibung
083730229	T200P/T200UP Betriebshandbuch mit NumaView™-Software (dieses Handbuch)
n/a	MODBUS-Register, Anhang A (in englischer Sprache)
084440000	T200P Verbindungsdiagramm, Anhang B
074570000	T200UP Verbindungsdiagramm, Anhang B

Zusätzliche Handbücher, wie das über Schutzmaßnahmen für elektrostatische Entladungen (ESD), sind auf der TAPI-Website <http://www.teledyne-api.com> unter Product Manuals im Abschnitt Special Manuals zu finden.

Hinweis

Wir empfehlen allen Benutzern, dieses Handbuch vor der Inbetriebnahme des Geräts komplett zu lesen.

ZUSÄTZLICHE HINWEISE

Zusätzlich zu den Sicherheitssymbolen, erklärt auf der Seite *Sicherheitshinweise*, enthält das Handbuch spezielle Hinweise, die der achtsamen und effektiven Anwendung des Geräts dienen und andere wichtige Informationen enthalten.

ACHTUNG

KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN

Dieser Hinweis enthält Informationen zur Vermeidung von Schäden am Gerät und Garantieverlust.

Wichtig

AUSWIRKUNGEN AUF MESSWERTE ODER DATEN

Enthält Informationen über Auswirkungen auf die Messdaten oder möglichen Datenverlust.

Hinweis

Enthält Informationen über den richtigen Umgang, Betrieb oder die richtige Wartung des Geräts und seiner Teile.

INHALTSVERZEICHNIS

1.1. Spezifikationen	15
1.2. EPA Übereinstimmungserklärung	16
1.2.1. Modell T200P	17
1.2.2. Modell T200UP	17
1.3. Sicherheit	17
1.4. EMV	17
1.5. Weitere Zertifikate	17
2.1. Auspacken	18
2.1.1. Ventilationsabstand	19
2.2. Aufbau des Geräts	19
2.2.1. Frontplatte	20
2.2.2. Rückwand	20
2.2.3. Gehäuseinneres	22
2.3. Verbindungen und Inbetriebnahme	24
2.3.1. Elektrische Anschlüsse	24
2.3.1.1. Netzversorgung anschliessen	24
2.3.1.2. Anschluss von Analogeingängen (Option)	25
2.3.1.3. Anschluss von Analogausgängen	26
2.3.1.4. Stromschleifen-Analogausgänge (Option 41) Einstellungen	27
2.3.1.5. Verbinden der Statusausgänge (Digitale Ausgänge)	29
2.3.1.6. Verbinden der Steuerungseingänge (Digitale Eingänge)	30
2.3.1.7. Grenzwertalarm-Relais (Option 61)	31
2.3.1.8. Verbinden der Kommunikationsschnittstellen	31
2.3.2. Pneumatische Verbindungen	38
2.3.2.1. Essentielle Voraussetzungen für Leitungen, Druck, Überschussleitungen und Abgas	39
2.3.2.2. Grundlegende Verbindungen ausgehend vom Kalibrator	40
2.3.2.3. Verbindungen mit Nullgas-/Prüfgasventilen (Z/S) (Option 50A)	41
2.3.2.4. Verbindungen mit Nullgas-/Prüfgasventilen mit Umgebungsdruck/Druckeingang (OPT 50B)	42
2.3.2.5. Nullgasreiniger und Interner Prüfgasgenerator (IZS) (OPT 50G)	43
2.3.2.6. Gasaufbereitungs-Optionen	46
2.3.3. Pneumatische Flussdiagramme	46
2.3.4. Inbetriebnahme, Funktionskontrollen und Kalibrierung	51
2.3.4.1. Inbetriebnahme	51
2.3.4.2. Warnmeldungen: Warnungen und andere Benachrichtigungen	52
2.3.4.3. Funktionskontrollen	53
2.3.4.4. Kalibrierung	53
2.4. Übersicht der Menüs	54
2.4.1. Home Page	55
2.4.2. Dashboard	57
2.4.3. Alerts	58
2.4.4. Calibration	59
2.4.5. Utilities	60
2.4.6. Setup	60
2.5. Menüs Setup: Software-Konfiguration	61
2.5.1. Setup>Data Logging (Datenerfassungssystem, DAS)	61
2.5.1.1. Auslöser-Arten konfigurieren: Periodisch	63
2.5.1.2. Auslöser-Arten konfigurieren: Kriterien-gebundene Auslöser	64
2.5.1.3. Herunterladen von Daten des DAS (Datenerfassungssystem)	64
2.5.2. Setup>Events	66
2.5.2.1. Ändern oder Löschen von Ereignissen	68

2.5.2.2. Ereignisse als Auslöser für Datenaufzeichnung.....	69
2.5.3. Dashboard.....	69
2.5.4. Setup>AutoCal (mit Ventiloption).....	70
2.5.5. Setup>Vars	70
2.5.6. Setup>Homescreen	71
2.5.7. Setup>Digital Outputs	72
2.5.8. Setup>Analog Outputs.....	73
2.5.8.1. Manuelle Kalibrierung des Spannungsbereichs der Analogausgänge	75
2.5.8.2. Manuelle Anpassung des Strombereichs der Analogausgänge	76
2.5.9. Setup>Instrument.....	77
2.5.10. Setup>COMM	78
2.5.10.1. COM1/COM2.....	78
2.5.10.2. TCP Port1.....	79
2.5.10.3. TCP Port2.....	79
2.5.10.4. Network Settings	79
2.6. Übertragen von Konfigurationen auf andere Geräte.....	80
3.1. DTE/DCE Kommunikation.....	82
3.2. Modi, Baud Rate und serielle Kommunikation	82
3.2.1. Serielle Kommunikation: RS-232	83
3.2.2. Serielle Kommunikation: RS-485 (Option).....	83
3.3. Ethernet.....	83
3.4. Kommunikationsprotokolle	84
3.4.1. MODBUS	84
3.4.1.1. Konfiguration der MODBUS-Schnittstelle.....	84
3.4.2. Hessen	86
3.4.2.1. Konfiguration der Hessen-Schnittstelle	87
3.4.2.2. Konfiguration für Hessen.....	87
3.4.2.3. Konfiguration der Hessen-Gasliste.....	90
4.1. Wichtige Informationen von der Kalibrierung	91
4.1.1. Kalibrierungsvoraussetzungen	91
4.1.2. Nullgas	92
4.1.3. Prüfgas/Kalibriergas.....	92
4.1.4. Prüfgas/Kalibriergas für Multipoint-Kalibrierungen	93
4.1.5. Physikalischer Messbereich.....	93
4.1.6. Interferenzen	94
4.1.7. NO ₂ -Permeationsröhrchen.....	94
4.1.8. Datenaufzeichnungsgeräte	95
4.1.9. NO ₂ -Konverter-Effizienz (CE)	95
4.2. Kalibrierungen	95
4.2.1. Kalibrierung und Funktionskontrollen der Standard-Konfiguration	96
4.2.1.1. Nullgas: Kalibrierungs-Überprüfung und tatsächliche Kalibrierung	97
4.2.1.2. Prüfgas: Kalibrierungs-Überprüfung und tatsächliche Kalibrierung	98
4.2.2. Kalibrierung und Funktionskontrollen mit eingebauter Ventiloption.....	99
4.2.2.1. Verwendung der Option Nullgas-/Prüfgasventil Ventil mit ferngesteuerter Kontaktschließung	99
4.3. Automatische Überprüfung/Kalibrierung von Nullpunkt/Endbereich.....	100
4.4. Analyse der Kalibrierungsqualität.....	103
4.5. Kalibrierung der Konverter-Effizienz (CE).....	104
4.5.1. Kalibrieren der Konverter-Effizienz (CE): Methode Gasphasentitration (GPT)	104
4.5.2. Kalibrieren der Konverter-Effizienz (CE): Methode abgefülltes NO ₂	105
4.6. Kalibrierung nach EPA Protokoll.....	107
5.1. Wartungsplan	108
5.2. Vorausschauende Diagnose	110
5.3. Software/Firmware-Updates	111
5.3.1. Ferngesteuerte Updates	111

5.3.2. Manuelle Neu-Installation/Updates	111
5.3.3. Anpassen der Bildschirm-Einstellungen des Geräts	113
5.4. Wartungen der Hardware	114
5.4.1. Tauschen des Messgas-Partikelfilters	114
5.4.2. Wechseln des Partikelfilters des O ₃ -Trockners	115
5.4.3. Wechseln der Ozonreiniger-Chemikalie	116
5.4.4. Wartung der externen Messgaspumpe	119
5.4.4.1. Wartung der Pumpe	119
5.4.4.2. Tauschen des Reinigers	119
5.4.5. Tauschen des Permeationsröhrchens des internen Prüfgasgenerators	120
5.4.6. Tauschen des externen Nullgasreinigers (OPT 86C)	121
5.4.7. Tauschen oder Reinigen einer NO ₂ -Konverter Lampe	123
5.4.8. Reinige der Messkammer	125
5.4.9. Wartung der kritischen Düse	127
5.4.10. Überprüfung auf Lichtlecks	129
5.4.11. Überprüfung auf pneumatische Undichtheiten	130
5.4.11.1. Einfache Vakuum-Undichtheiten und Pumpen-Kontrolle	130
5.4.11.2. Genaue Suche nach Undichtheiten mit Überdruck	130
5.4.11.3. Überprüfung der Durchflussrate	131
5.5. Fehlersuche und Reparaturen	133
5.5.1. Fehlerdiagnose mit Warnmeldungen	134
5.5.2. Fehlerdiagnose mit Dashboard-Funktionen	137
5.5.3. Verwenden der diagnostischen Funktionen der Signal-ein-/Ausgänge	138
5.5.4. Verwenden der Analogausgang-Testkanäle	139
5.5.5. Verwenden der internen elektronischen Status-LEDs	140
5.5.5.1. CPU-Statusindikator	140
5.5.5.2. Status LEDs	140
5.5.6. Durchfluss-Probleme	142
5.5.6.1. Die Messgas-Durchflussrate ist null oder niedrig	142
5.5.6.2. Die Ozon-Durchflussrate ist null oder niedrig	144
5.5.6.3. Hoher Durchfluss	145
5.5.6.4. Der Messgasfluss ist niedrig oder null, der Analysator zeigt aber normalen Durchfluss an	145
5.5.7. Kalibrierprobleme	146
5.5.7.1. Negative Konzentrationen	146
5.5.7.2. Keine Reaktion	147
5.5.7.3. Instabile Null- und Prüfgasmesswerte	148
5.5.7.4. Keine SPAN-Taste	149
5.5.7.5. Keine ZERO-Taste	149
5.5.7.6. Nichtlineare Rückmeldungen	150
5.5.7.7. Unterschiede zwischen Analogausgang und Bildschirm	151
5.5.7.8. Unterschiede zwischen NO und NOX Slopes	151
5.5.8. Weitere Betriebsstörungen	152
5.5.8.1. Übermäßiges Rauschen	152
5.5.8.2. Langsame Reaktion auf Konzentrationsänderungen	152
5.5.8.3. AutoZero-Warnungen	153
5.5.9. Überprüfung der Untersysteme bei der Fehlersuche	154
5.5.9.1. Stromversorgung	154
5.5.9.2. Gleichstrom-Versorgung	155
5.5.9.3. I ² C-Bus	156
5.5.9.4. LCD/Bildschirm	156
5.5.9.5. Relais-Platine	157
5.5.9.6. Hauptplatine	157
5.5.9.7. Druck-/Durchflussensor	160
5.5.9.8. CPU	162

5.5.9.9. RS-232 Kommunikation.....	162
5.5.9.10. NO ₂ → NO-Konverter	163
5.5.9.11. Photomultiplier (PMT).....	164
5.5.9.12. PMT Vorverstärker	164
5.5.9.13. Steuerungsplatine der PMT-Platine	166
5.5.9.14. O ₃ -Generator	166
5.5.9.15. Interner Prüfgasgenerator und Ventiloptionen	167
5.5.9.16. Temperatursensor	167
5.5.10. Service	168
5.5.10.1. Speicher-Tausch	169
5.5.10.2. Tausch des O ₃ -Generators.....	170
5.5.10.3. Tausch des Messgas- und Ozontrockners.....	170
5.5.10.4. Hardware-Kalibrierung des PMT-Sensors.....	171
5.5.10.5. Tauschen des PMT, HVPS oder TEC	173
5.5.10.6. Entfernung/Tausch der Relais-Platine des Geräts.....	177
5.6. Häufig gestellte Fragen	178
5.7. Technischer Support	179
6.1. Blaulicht-Konverter (BLC) - Umwandlungsmethode	180
6.2. Messmethode.....	181
6.2.1. Chemilumineszenz-Erzeugung in der Messkammer	181
6.2.2. Chemilumineszenz.....	182
6.2.2.1. Der Photomultiplier (PMT).....	182
6.2.2.2. Optischer Filter	183
6.2.3. AutoZero im T200P	184
6.2.4. AutoZero im T200UP	185
6.2.5. Störeinflüsse	186
6.2.5.1. Direkte Störeinflüsse	187
6.2.5.2. Quenching eines dritten Körpers:.....	187
6.2.5.3. Lichtleckagen.....	187
6.2.5.4. Temperatursteuerung der Messkammer	188
6.3. Pneumatischer Betrieb.....	189
6.3.1. Messgasdurchfluss	189
6.3.1.1. Vakuum-Verteiler	190
6.3.2. Durchflusssteuerung der kritischen Düse	190
6.3.2.1. Kritische Durchflussdüse	191
6.3.2.2. Positionen und Beschreibung des Durchflusses	192
6.3.3. Ozongeneration und -Durchfluss	194
6.3.3.1. O ₃ -Generator	195
6.3.3.2. Trockenluftzuleitung des Ozongenerators.....	195
6.3.3.3. Luftfilter der Ozonzufuhr	197
6.3.3.4. Ozon-Abbau.....	198
6.3.4. Pneumatische Sensoren	198
6.3.4.1. Messgas-Drucksensor	198
6.3.4.2. Vakuum-Drucksensor	199
6.3.4.3. Berechnung des Messgasdurchflusses.....	199
6.3.4.4. O ₃ -Durchflusssensor.....	199
6.4. Elektronischer Betrieb	201
6.4.1. Überblick	201
6.4.2. CPU.....	203
6.4.3. Hauptplatine	204
6.4.3.1. A-zu-D-Konverter	204
6.4.3.2. Sensoreingänge	204
6.4.3.3. TemperatursensorSchnittstelle.....	205
6.4.3.4. Analogausgänge.....	205
6.4.3.5. Externe digitale Ein- und Ausgänge (I/O).....	206

6.4.3.6. Interne digitale Ein- und Ausgänge (I/O)	206
6.4.3.7. I ² C Datenbus	206
6.4.3.8. Einschaltkreislauf	206
6.4.4. Relais-Platine	206
6.4.4.1. Status-LEDs	209
6.4.4.2. Watchdog-Schaltung	209
6.4.4.3. Ventilsteuerung	210
6.4.4.4. Heizungssteuerung	210
6.4.4.5. Thermoelemente-Eingänge und Kurzschlussbrücken (JP5)	211
6.5. Sensor-Modul	213
6.6. Der Photomultiplier (PMT)	213
6.6.1. PMT Vorverstärker	214
6.6.2. PMT-Kühlsystem	216
6.6.2.1. TEC-Steuerung	217
6.7. Pneumatischer Sensor	218
6.8. Leitungsschutzschalter	218
6.8.1. Konfiguration AC-Stromversorgung	219
6.8.1.1. AC-Konfiguration - Standardmässige Heizungen (JP2)	221
6.8.1.2. AC-Konfiguration - Set Heizungen für Optionen (JP6)	222
6.9. Frontplatten-Anzeige	223
6.9.1. LVDS-Übermittler	224
6.9.2. Frontplatten-Touchscreen	224
6.10. Software	224
6.10.1. Adaptive Filter	225
6.10.2. Temperatur-/Druckkompensation (TPC)	226
6.10.3. Kalibrierung - Slope und Offset	226

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2-1 Frontplatte	20
Abbildung 2-2 Aufbau der Rückwand, Grundeinheit (Optionen beinhalten zusätzliche pneumatische Anschlüsse)	20
Abbildung 2-3 T200P Interne Anordnung der Bauteile	22
Abbildung 2-4 T200UP Interne Anordnung der Bauteile	23
Abbildung 2-5 Analogeingangs-Anschluss	25
Abbildung 2-6 Analogausgangsanschlüsse	26
Abbildung 2-7 Stromschleife auf der Hauptplatine	28
Abbildung 2-8 Statusausgangs-Anschluss für digitale Ausgänge	29
Abbildung 2-9 Verbinden der Steuerungseingänge	30
Abbildung 2-10 Grenzwertalarm-Relais	31
Abbildung 2-11 Rückseitige Pin-Belegung der Anschlüsse für den RS-232-Modus	32
Abbildung 2-12 Standardmäßige Pinbelegung des CPU-Anschlusses (RS-232)	33
Abbildung 2-13 Kurzschlussbrücken und Kabel für den Modus Multidrop	36
Abbildung 2-14 Option RS-232 Multidrop-Platine Verbindungsdiagramm	37
Abbildung 2-15 Schlauchverbindungen ausgehend vom Kalibrator - Grundeinstellung	40
Abbildung 2-16 Gasleitungen bei Zero/Span-Ventiloption (OPT 50A)	41
Abbildung 2-17 Gasleitungsverbindungen mit der Ventil-Option	42
Abbildung 2-18 Gasleitungen mit Nullgasreiniger und interner Prüfgasquelle (IZS), OPT 50G	44
Abbildung 2-19 Pneumatische Verbindungen für Präzisionskalibrierungen mit eingebautem IZS-Generator	44
Abbildung 2-20 T200P pneumatische Verbindungen, Standardkonfiguration	47
Abbildung 2-21 T200UP pneumatische Verbindungen, Standardkonfiguration	48
Abbildung 2-22 T200P Pneumatik mit Nullgas-/Prüfgas-Ventiloption (OPT 50A)	48
Abbildung 2-23 T200P Pneumatische Verbindungen mit optionalem internen Prüfgasgenerator (OPT 50G)	49
Abbildung 2-24 T200P Pneumatik für die Option Messgasaufbereitung (OPT 86A)	50
Abbildung 2-25 Statusanzeigen bei der Inbetriebnahme	51
Abbildung 2-26 Beispiel Startbildschirm	52
Abbildung 2-27 Aktive Warnmeldungen einsehen	52
Abbildung 2-28 Seite Dashboard	53
Abbildung 2-29 Übersicht über die Benutzeroberfläche	55
Abbildung 2-30 Messwert- und Stabilitäts-Graph (oben) und Anzeigefeld-Graph	56
Abbildung 2-31 Dashboard	57
Abbildung 2-32 Navigation zur Seite Active Alerts	58
Abbildung 2-33 Aktive Warnmeldungen gelöscht	59
Abbildung 2-34 Utilities>Alerts Log - Aktive und vergangene Warnmeldungen und Ereignisse	59
Abbildung 2-35 Datalogger Konfiguration, Seite Neuer Dateneintrag (New Log)	61
Abbildung 2-36 Datalogger Konfiguration, Vorhandener Eintrag (Existing Log)	62
Abbildung 2-37 Erstellen eines neuen Dateneintrags	62
Abbildung 2-38 Datalogger: Einstellen der periodischen Auslöser	63
Abbildung 2-39 Datalogger – Konfiguration “Conditional” Auslöser	64
Abbildung 2-40 Seite USB Utility	64
Abbildung 2-41 Herunterladen von DAS-Daten	65
Abbildung 2-42 Liste von Ereignissen (Events)	66
Abbildung 2-43 Konfiguration von Ereignissen	67
Abbildung 2-44 Konfiguriertes Ereignis	68
Abbildung 2-45 Ändern oder Löschen eines Ereignisses	68
Abbildung 2-46 Dashboard-Anzeige und Konfiguration	69
Abbildung 2-47 Konfiguration des Hauptbildschirms	71
Abbildung 2-48 Einstellungen der Digitalausgänge	72
Abbildung 2-49 Beispielskonfiguration der Analogausgänge	73

Abbildung 2-50 Analogausgänge: Gruppenkalibrierung	74
Abbildung 2-51 Analogausgänge: Manuelle Kalibrierung (Beispiel AOUT2).....	74
Abbildung 2-52 Einstellungen zum Überprüfen/Kalibrieren der Signallevel der Analogausgänge	75
Abbildung 2-53 Einstellungen zum Überprüfen/Kalibrieren der Signallevel der Stromschleife	76
Abbildung 2-54 Alternative mit 250 Ω Widerstand zum Überprüfen der Signallevel des Stromschleifenausgangs	77
Abbildung 2-55 Kommunikations-Konfiguration, Netzwerkeinstellungen	79
Abbildung 2-56 Konfigurationsübertragung	80
Abbildung 3-1 MODBUS via ETHERNET	85
Abbildung 3-2 MODBUS über serielle Kommunikation (Beispiel)	86
Abbildung 3-3 Serielle Kommunikation, Einstellen des Hesses-Protokolls	87
Abbildung 3-4 Konfiguration der Hesses-Gasliste	90
Abbildung 4-1 Seite für Multi-Point-Kalibrierung	97
Abbildung 4-2 Kalibrier-Menüs für Nullpunkt und Endpunkt	99
Abbildung 4-3 AutoCal	101
Abbildung 4-4 Einstellungen zum Identifizieren der Konverter-Effizienz	106
Abbildung 4-5 Kalibrierungsmenü Konverter-Effizienz	106
Abbildung 5-1 Ferngesteuerte Updates	111
Abbildung 5-2 Manuelle Updates (und andere Einstellungen)	111
Abbildung 5-3 Manuelles Update, USB-Laufwerk erkannt	112
Abbildung 5-4 Manuelles Installieren von Updates	112
Abbildung 5-5 Touchscreen-Kalibrierung	113
Abbildung 5-6 Tauschen des Partikelfilters	114
Abbildung 5-7 Partikelfilter auf O ₃ -Gaszuleitungstrockner	116
Abbildung 5-8 Ozon-Reiniger	117
Abbildung 5-9 Bausatz Nullgasreiniger	123
Abbildung 5-10 Tausch der photolytischen Lampe	125
Abbildung 5-11 Messkammer	126
Abbildung 5-12 Kritische Düse	127
Abbildung 5-13 Kalibrierungs-Menü der Durchflussrate	133
Abbildung 5-14 CPU-Statusindikatoren	140
Abbildung 5-15 T200P Relais-Platine Status-LEDs	141
Abbildung 5-16 Anordnung der Gleichspannungs-Testpunkte auf der Relais-Platine	155
Abbildung 5-17 Typischer Statusausgangs-Test	158
Abbildung 5-18 Druck-/Durchflussensor	160
Abbildung 5-19 Anordnung des Vorverstärkers	172
Abbildung 5-20 Sensor-Bauteil	175
Abbildung 5-21 Relais-Platine mit Haltescheibe	177
Abbildung 5-22 Befestigungsschrauben der Relais-Platine	178
Abbildung 6-1 Spektrales Blaulicht-Absorptionsbande	180
Abbildung 6-2 Messkammer mit PMT und optischem Filter	183
Abbildung 6-3 Empfindlichkeitsspektrum	183
Abbildung 6-4 T200P Pneumatischer Durchfluss während AutoZero	184
Abbildung 6-5 T200UP Pneumatischer Durchfluss während AutoZero	185
Abbildung 6-6 Vakuum-Verteiler, Standard-Konfiguration	190
Abbildung 6-7 Durchfluss-Steuerung und kritische Düse	191
Abbildung 6-8 Position der Durchfluss-Steuerungen und kritischen Düsen im T200P	192
Abbildung 6-9 Position der Durchfluss-Steuerungen und kritischen Düsen im T200UP	193
Abbildung 6-10 Arbeitsweise des Ozongenerators	195
Abbildung 6-11 Halb-durchlässige Membrane	196
Abbildung 6-12 Messgas-Trockner	197
Abbildung 6-13 Elektronisches Blockdiagramm	201
Abbildung 6-14 CPU-Board	203
Abbildung 6-15 Relais-Platine Layout (P/N 045230100)	207
Abbildung 6-16 Relais-Platine P/N 045230100 mit Haltescheibe	208

Abbildung 6-17 Blockdiagramm der Heizungssteuerung.....	211
Abbildung 6-18 Thermoelement Kurzschlussbrücke (JP5) auf Pin-Outs	213
Abbildung 6-19 Grundlegendes PMT-Design	214
Abbildung 6-20 PMT-Vorverstärker Blockdiagramm	215
Abbildung 6-21 Typische thermo-elektrische Kühlung (TEC).....	216
Abbildung 6-22 Diagramm des PMT-Kühlblocks	217
Abbildung 6-23 Blockdiagramm Stromverteilung.....	219
Abbildung 6-24 Position der Kurzschlussbrücken	220
Abbildung 6-25 Typische Einstellung der Kurzschlussbrücken für die AC-Heizungen (JP2).....	221
Abbildung 6-26 Typische Verwendung des Kurschlussbrücken-Set JP2.....	222
Abbildung 6-27 Frontplatte und Anzeigen-Schnittstelle.....	223
Abbildung 6-28 Grundlegender Software-Betrieb	225

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1-1 Spezifikationen	15
Tabelle 2-1 Ventilationsabstand	19
Tabelle 2-2 Beschreibung Rückwand	21
Tabelle 2-3 Pinbelegung der Analogeingänge	25
Tabelle 2-4 Analogausgänge Pinbelegung	26
Tabelle 2-5 Pinbelegung der Statusausgänge	29
Tabelle 2-6 Steuerungseingänge	30
Tabelle 2-7 Betriebszustände der Nullgas-/Prüfgasventile (OPT 50A)	49
Tabelle 2-8 Betriebszustände der IZS-Ventiloption (OPT 50G)	50
Tabelle 2-9 Übersicht der Menüs	54
Tabelle 2-10 Untermenüs von Utilities	60
Tabelle 2-11 Liste der Variablen mit Beschreibung	70
Tabelle 2-12 Analogausgänge Spannungs-/Strombereich	74
Tabelle 2-13 Spannungsverträglichkeiten	75
Tabelle 2-14 Überprüfung des Stromschleifenausgangs	77
Tabelle 2-15 Menü Setup>Instrument	77
Tabelle 2-16 Konfiguration von COM1/COM2	78
Tabelle 2-17 LAN/Ethernet-Einstellungen	80
Tabelle 3-1 Ethernet-Statusindikatoren	84
Tabelle 3-2 Antwortmodus des Hessen-Protokolls von Teledyne API	88
Tabelle 3-3 Hessen Statusmeldungen und standardmäßige Bit-Zuweisung	88
Tabelle 3-4 Definitionen der Hessen-Gasliste	90
Tabelle 4-1 AutoCal-Status	101
Tabelle 4-2 AutoCal Kombinationen	102
Tabelle 4-3 Einstellen der Sequenz-Ausführung der Funktion AutoCal	102
Tabelle 4-4 Qualitätsüberprüfung der Kalibrierdaten	103
Tabelle 5-1 Wartungsplan	109
Tabelle 5-2 Vorausschauende Verwendungen der Dashboard-Funktionen	110
Tabelle 5-3 Warnmeldungen, Fehler und mögliche Ursachen	135
Tabelle 5-4 Dashboard-Funktionen - Mögliche Fehler	138
Tabelle 5-5 Testkanäle als Diagnose-Tools	139
Tabelle 5-6 T200P Relais-Platine Watchdog und Status-LED Fehleranzeigen	141
Tabelle 5-7 Gleichstrom-Testpunkte und Farbencodierung der Verkabelung	155
Tabelle 5-8 Zulässige Bereiche der Gleichstrom-Versorgung	156
Tabelle 5-9 Steuerungen auf der Relais-Platine	157
Tabelle 5-10 Funktionen der Steuerungseingänge	159
Tabelle 6-1 Liste der Störeinflüsse	186
Tabelle 6-2 T200P Gasdurchfluss-Steuerungen	192
Tabelle 6-3 T200UP Gasdurchfluss-Steuerungen	193
Tabelle 6-4 Status LEDs der Relais-Platine	209
Tabelle 6-5 Thermoelement Kurzschlussbrücke (JP5) auf Pin-Outs	212
Tabelle 6-6 Konfiguration für die standardmäßigen AC-Heizungen (JP2)	221
Tabelle 6-7 Strom-Konfiguration der optionalen Heizungen (JP6)	222

Anhang A - MODBUS-Register

Anhang B - Verbindungsdiagramm

1. EINFÜHRUNG, SPEZIFIKATIONEN, ZULASSUNGEN UND ÜBEREINSTIMMUNGEN

Die Modelle T200P und T200UP von Teledyne API sind beides photolytische NO/NO₂/NO_x-Analysatoren, die einen patentierten Hocheffizienz-Blaulichtkonverter (BLC) in Verbindung mit modernster Mikroprozessor-Technologie verwenden, um korrekte Messungen von Stickstoffdioxid (NO₂) in der Umgebungsluft zu ermöglichen. Der BLC enthält die neueste LED-Technologie und eine Teflon-Kammer mit reflektierenden Eigenschaften, die die allgemeine Konverter-Effizienz erhöhen und dadurch eine bessere Bestimmung von niedrigen NO₂-Werten ermöglichen.

Beide Analysatoren funktionieren auf die gleiche Weise, allerdings sind einige ihrer Spezifikationen und Komponente unterschiedlich, wobei die „ultra-sensible“ Funktion des T200UP aufgrund der höheren Reflektivität, weniger Interferenzen und stärkeren Chemilumineszenz-Reaktion auch im Spurenbereich messen kann. Die Messkammer im T200UP ist vergoldet, um eine größere Reflektivität zu erreichen; die Vorreaktions-Kammer verringert die Kohlenwasserstoff-Interferenzen, und der doppelt so hohe Messgasdurchfluss, erzeugt mehr Licht und somit eine viel niedrigere Nachweisgrenze. Außerdem verringert die Hochleistungs-Vakuumpumpe den Druck in der Messkammer auf weniger als 5 in-Hg-A und erhöht dadurch die Chemilumineszenz-Reaktion.

Neben hoher Genauigkeit und Verlässlichkeit bietet der Analysator auch Betriebsparameter, die Warnungen ausgeben, wenn Parameter außerhalb der diagnostischen Grenzen liegen, und speichert auch leicht abrufbare Daten.

1.1. SPEZIFIKATIONEN

Tabelle 1-1 Spezifikationen

PARAMETER	SPEZIFIKATIONEN	
	T200P	T200UP
Messbereich (Analogausgang) wählbar, Messbereichs-Umschaltung unterstützt	Min: 0-50 ppb Max: 0-4000 ppb	Min: 0-5 ppb Max: 0-2000 ppb
Messeinheiten (wählbar)	ppb, ppm, µg/m ³ , mg/m ³	ppb, µg/m ³
Nullpunktrauschen ¹	<0,2 ppb (RMS)	<25 ppt (RMS)
Messwertrauschen ¹	< 0,5% der Anzeige (RMS) über 50 ppb oder 0,2 ppb, welcher größer ist	0,5% der Anzeige (RMS) über 5 ppb
Untere Nachweisgrenze ²	0,4 ppb	<50 ppt
Nullpunktrauschen (bei konstanter Temperatur und Spannung)/24 Stunden	<0,5 ppb	<0,1 ppb
Messwertrauschen ¹ (bei konstanter Temperatur und	< 0,5% des Gesamtmessbereichs	< 0,5% der Anzeige

PARAMETER	SPEZIFIKATIONEN	
Spannung)/24 Stunden		
Totzeit ¹	20 Sekunden	20 Sekunden
Anstiegs-/Abfallzeit	<60 Sekunden auf 95%	<50 Sekunden auf 95%
Linearität	1% vom Messbereich	1% vom Messbereich
Genauigkeit	0,5% der Anzeige über 50 ppb	0,5% der Anzeige über 5 ppb
Messgasdurchfluss	500 cc/min ± 10%	1100 cc/min ± 10%
AC-Stromversorgung	Rating (T200P, T200UP) 110-120 V~, 60 Hz, 3,0 A 220-240 V~, 50/60 Hz, 3,0 A	Typischer Stromverbrauch 160 W (T200P) 165 W (T200UP) 160 W (T200P) 165 W (T200UP)
Analogausgänge Bereiche	10 V, 5 V, 1 V, 0,1 V (wählbar) Alle Bereiche mit 5% Unter-/Überschreitungsbereich	
Analogausgänge Auflösung	1 Teil in 4096 des gewählten Gesamtskalenbereichs	
Nullpunktversatz	± 10%	
Standardmäßige Ein- /Ausgabeschnittstellen	1 Ethernet: 10/100Base-T 2 RS-232 (300 – 115.200 baud) 2 USB-Schnittstellen 8 galvanisch getrennte digitale Ausgänge (konfigurierbar durch Anwender) 6 galvanisch getrennte digitale Eingänge (konfigurierbar durch Anwender) 4 Analogausgänge (konfigurierbar durch Anwender)	
Optionale Ein- /Ausgabeschnittstellen	1 USB-Geräteschnittstelle 1 RS485 8 Analogeingänge (0-10V, 12-bit) (konfigurierbar durch Anwender) 4 digitale Alarmausgänge (konfigurierbar durch Anwender) Multidrop RS232 3 4-20mA Stromausgänge (T200P); 2 4-20mA Stromausgänge (T200UP)	
Abmessungen HxBxT	178 mm x 432 mm x 597 mm (7" x 17" x 23,5")	
Gewicht	Analysator: 18 kg (40 lbs) Externe Pumpe: 7 kg (15 lbs)	
Umgebungstemperatur	5 - 40 °C	
Luftfeuchtigkeit	0-95% r.F., nicht kondensierend	
Umweltspezifikationen	Installationskategorie (Überspannungskategorie) II Verunreinigungsgrad 2 Nur in geschlossenen Räumen und in einer Höhe von bis zu ≤ 2000m einsetzen	

¹ Wie von der US EPA festgelegt.

² Von der US EPA als doppeltes Nullpunktrauschen definiert.

Alle Spezifikationen basieren auf konstanten Konditionen.

1.2. EPA ÜBEREINSTIMMUNGSERKLÄRUNG

Die offizielle Liste der “Designated Reference and Equivalent Methods” ist im U.S. Federal Register veröffentlicht – <http://www3.epa.gov/ttn/amtic/criteria.html>.

1.2.1. MODELL T200P

Der Stickstoff-Analysator, Modell T200P von Teledyne API, ist offiziell als U.S. EPA äquivalente Methode (FEM), mit Nummer EQNA-1016-241 zugelassen. Ebenso zugelassen gemäß EN14211.

1.2.2. MODELL T200UP

Der Spurenbereich-Stickstoff-Analysator, Modell T200UP von Teledyne API, ist offiziell als US EPA äquivalente Methode (FEM), mit Nummer EQNA-0512-200 zugelassen. (Nicht geprüft gemäß EN14211.)

1.3. SICHERHEIT

IEC/EN 61010-1:2010 (3. Version), Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte

CE: 2006/95/EC, Niederspannungsrichtlinie

1.4. EMV

IEC/EN 61326-1, Klasse A Emissionen/Industrial Immunity

EN55011 (CISPR 11), Gruppe 1, Klasse A Aussendungen

FCC 47 CFR Teil 15B, Klasse A Aussendungen

CE: 2004/108/EC, Elektromagnetische Verträglichkeit

1.5. WEITERE ZERTIFIKATE:

Der Stickstoff-Analysator, Modell T200P von Teledyne API, ist auch offiziell gemäß EN14211 zugelassen.

Bitte kontaktieren Sie den technischen Support oder Ihren Händler für weitere Informationen über andere Zertifikationen.

2. INBETRIEBNAHME

Dieser Abschnitt befasst sich mit dem Auspacken, Verbinden und Initialisieren des Geräts, außerdem wird ein Überblick über das Menü-System und das Einstellen/Konfigurieren der Funktionen gegeben.

2.1. AUSPACKEN



ACHTUNG - ALLGEMEINER WARNHINWEIS

Um Verletzungen zu vermeiden, heben und tragen Sie den Analysator immer zu zweit.

ACHTUNG

KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN

Platinen (Printed Circuit Assemblies - PCAs) sind statisch empfindlich - auch für den Menschen nicht spürbare elektrostatische Entladungen können sie beschädigen. Verwenden Sie keinen ESD-Schutz beim Arbeiten mit elektronischen Bauteilen, verletzt dies die Garantiebestimmungen. Ein Handbuch zu ESD („Fundamentals of ESD“, PN 04786,) können Sie von unserer Website <http://www.teledyne-api.com> herunterladen.

ACHTUNG

KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN

Betreiben Sie nicht das Gerät, ohne vorher die Staubabdeckungen von den Ausgängen SAMPLE und EXHAUST auf der Rückwand zu entfernen.

Hinweis

Es wird empfohlen, dass Sie die Verpackung für eine spätere Verwendung aufbewahren, sollte das Gerät zum Werk für Reparaturen oder Kalibrierungs-Service zurückgeschickt werden müssen. Beachten Sie die Garantieerklärung in diesem Handbuch.

Überprüfen Sie das Gerät auf Transportschäden. Sollten Schäden vorhanden sein, kontaktieren Sie bitte zuerst die Spedition und dann Ihren Lieferanten.

Dem Gerät ist ein gedruckter Bericht beigelegt, mit den vor Verlassen des Herstellerwerkes im Rahmen einer genauen Funktionsprüfung aufgezeichneten Werten. Dieses “Final Test and Validation Data Sheet” ist ein wichtiger Nachweis für die Qualitätssicherung und Kalibrierung und sollte im Qualitätssicherungsordner des Geräts aufbewahrt werden.

Schließen Sie das Gerät noch nicht an die elektrische Versorgungsspannung an, öffnen Sie vorsichtig die Abdeckung des Analysators und überprüfen Sie ihn mit den folgenden Schritten auf interne Transportschäden.

1. Entfernen Sie vorsichtig die Abdeckung und prüfen Sie auf interne Transportschäden.
 - a. Entfernen Sie die obere Befestigungsschraube in der Mitte der Frontplatte.
 - b. Schieben Sie die Abdeckung nach hinten, bis die Sicherheitslasche frei ist.
 - c. Ziehen Sie die Abdeckung senkrecht nach oben ab.
2. Überprüfen Sie, ob sämtliche Platinen und Komponente unbeschädigt und festgeschraubt sind.
3. Überprüfen Sie die Anschlüsse der internen Verkabelung und pneumatischen Verschlauchung auf korrekten und festen Sitz.
4. Vergewissern Sie sich unter Benutzung der dem Analysator beigefügten Dokumente, dass die von Ihnen bestellte optionale Hardware im Gerät auch installiert ist.



WARNUNG – STROMSCHLAGGEFAHR

Trennen Sie niemals elektronische Einheiten oder Teile solange das Gerät unter Spannung steht.

2.1.1. VENTILATIONSABSTAND

Unabhängig davon, ob der Analysator auf einer Arbeitsbank oder auf einem Geräteschrank aufgesetzt wird, achten Sie darauf, genügend Ventilationsraum zu lassen.

Tabelle 2-1 Ventilationsabstand

BEREICH	MINIMALER ABSTAND
Rückseite des Geräts:	10 cm / 4 in
Seiten des Geräts:	2,5 cm / 1 in
Oberseite und Unterseite des Geräts	2,5 cm / 1 in

2.2. AUFBAU DES GERÄTS

Dieser Abschnitt beschreibt die Frontplatte, Rückwand und den internen Aufbau des Geräts.

2.2.1. FRONTPLATTE

Die Frontplatte (Abbildung 2-1) bietet zwei USB-Schnittstellen für den Anschluss von Peripheriegeräten, die mit Maus und Tastatur als Alternativen zur Touchscreen-Oberfläche oder mit einem Flash-Laufwerk für Uploads/Downloads verwendet werden können.

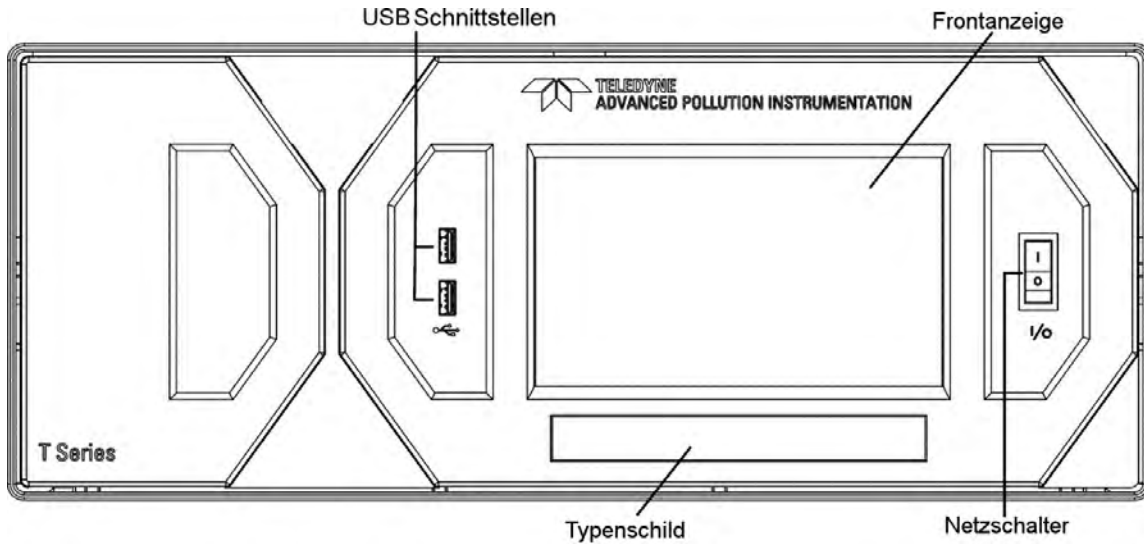


Abbildung 2-1 Frontplatte

2.2.2. RÜCKWAND

Abbildung 2-2 zeigt den Aufbau der Rückwand.

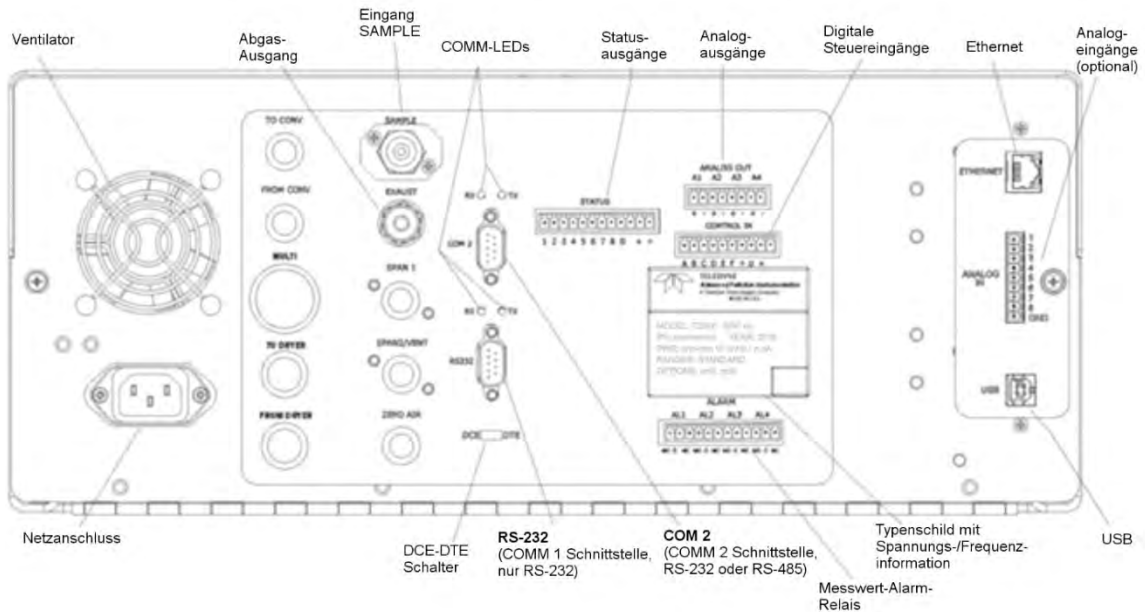



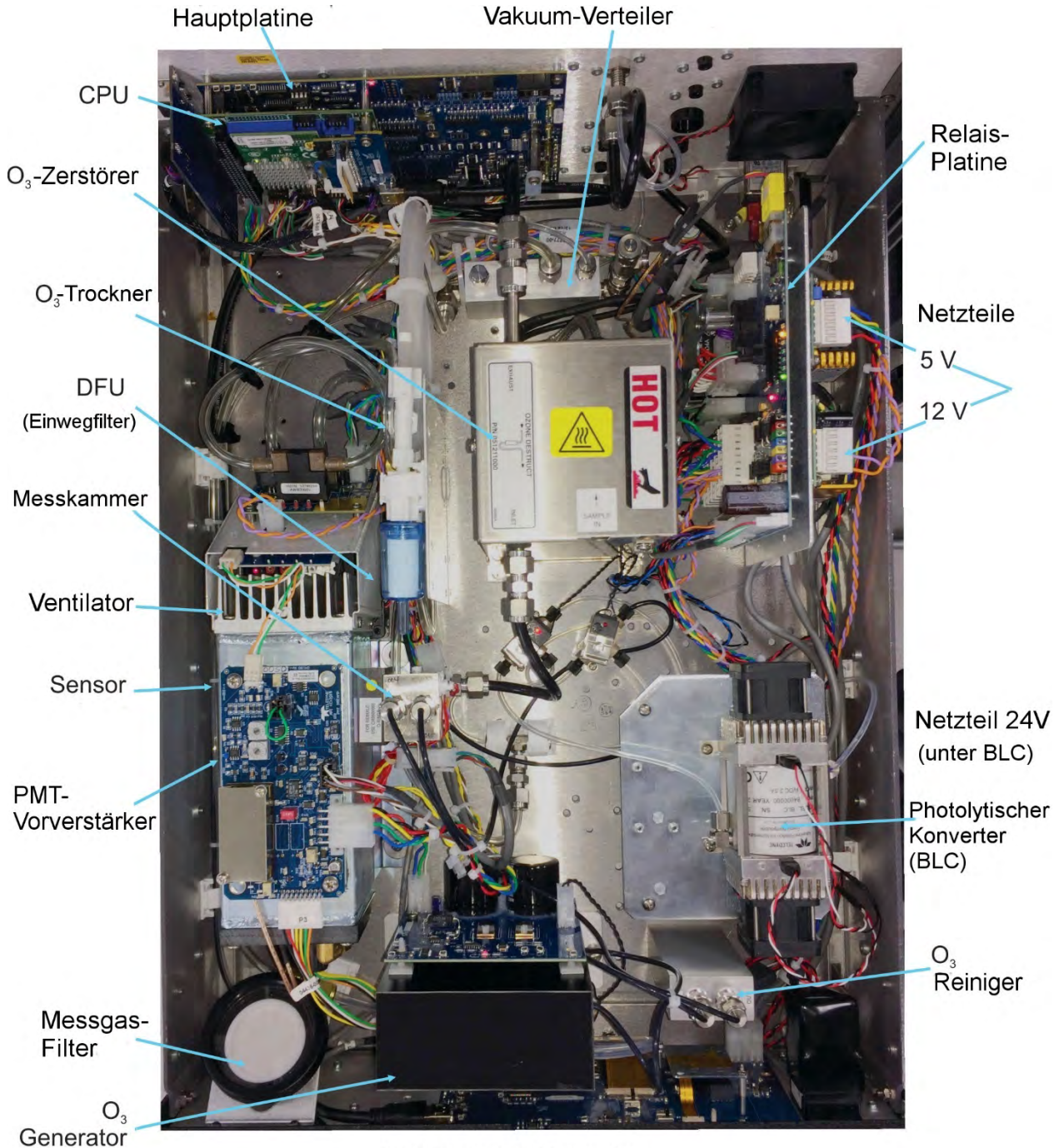
Abbildung 2-2 Aufbau der Rückwand, Grundeinheit (Optionen beinhalten zusätzliche pneumatische Anschlüsse)

Tabelle 2-2 Beschreibung Rückwand

KOMPONENTE:	AUFGABE/FUNKTION:
Ventilator	Saugt Umgebungsluft durch seitliche Öffnungen in das Gehäuse und entlüftet durch die Rückseite.
 Netzanschluss	Anschluss für das Netzkabel um den Analysator Strom zuzuführen. ACHTUNG: Die Leistungsspezifikation des Kabels MUSS mit der Spezifikation auf dem Typenschild auf der Rückwand des Analysators übereinstimmen.
Typenschild	Gibt die Modellnummer und die Spannungs- und Frequenzangabe des Analysators an
TO CONV	(nicht verwendet)
FROM CONV	(nicht verwendet)
MULTI	(nicht verwendet)
TO DRYER	(nicht verwendet)
FROM DRYER	Ausgang für den internen Prüfgastrockner; verbinden Sie ihn mit dem externen Nullgasreiniger (nur für IZS-Optionen).
SAMPLE	Schließen Sie hier eine Probenahmeleitung von der Messgasquelle an. Kalibriergase können bei Geräten, ohne eingebautem Nullgas-/Prüfgas-Absperrventil, hier zugeführt werden.
EXHAUST	Schließen Sie hier eine max. 10 m lange Abgasleitung an, die außerhalb des Containers oder der unmittelbaren Umgebung führt. Dieser Schlauch muss einen Durchmesser von mindestens ¼" haben.
SPAN1	Schließen Sie hier bei Geräten mit eingebauten Nullgas-/Prüfgas-Absperrventilen eine Gasleitung an die Kalibriergasquelle an.
SPAN2/VENT	Wird bei Geräten mit komprimierten Prüfgasventil-Optionen für Überschussleitungen verwendet.
ZERO AIR	Internes Nullgas: Schließen Sie hier bei Geräten mit eingebauten Nullgas-/Prüfgas-Absperrventilen eine Gasleitung an die Nullgasquelle an.
RX TX	LEDs, die den Empfang (RX) und das Senden (TX) von Daten durch Blinken anzeigen.
COM 2	Serielle Kommunikationsschnittstelle für RS-232 oder RS-485.
RS-232	Serielle Kommunikationsschnittstelle nur für RS-232.
DCE DTE	Schalter zum Auskreuzen der Sende- und Empfangsleitung (DCE- oder DTE-Betriebsart).
STATUS	Für Ausgänge zu Geräten wie z.B. Dataloggers.
ANALOG OUT	Für Spannungs- oder Stromschleifenausgängen zu einem Linienschreiben und/oder einem Datalogger.
CONTROL IN	Für den ferngesteuerten Start von ZERO und SPAN Kalibrierungen.
ALARM	Option für Messwert- und Systemwarnungen.
ETHERNET	Anschluss für Netzwerk oder Internet, unter Verwendung eines Ethernet-Kabels auch zur Fernbedienung des Geräts
ANALOG IN	Option - Anschluss für externe Analogsignale von anderen Geräten. Diese können im internen Datenspeicher aufgezeichnet werden
USB	Anschluss für die direkte Verbindung zu einem PC über ein USB Kabel
Typenschild	Enthält Spannungs- und Frequenzenangabe

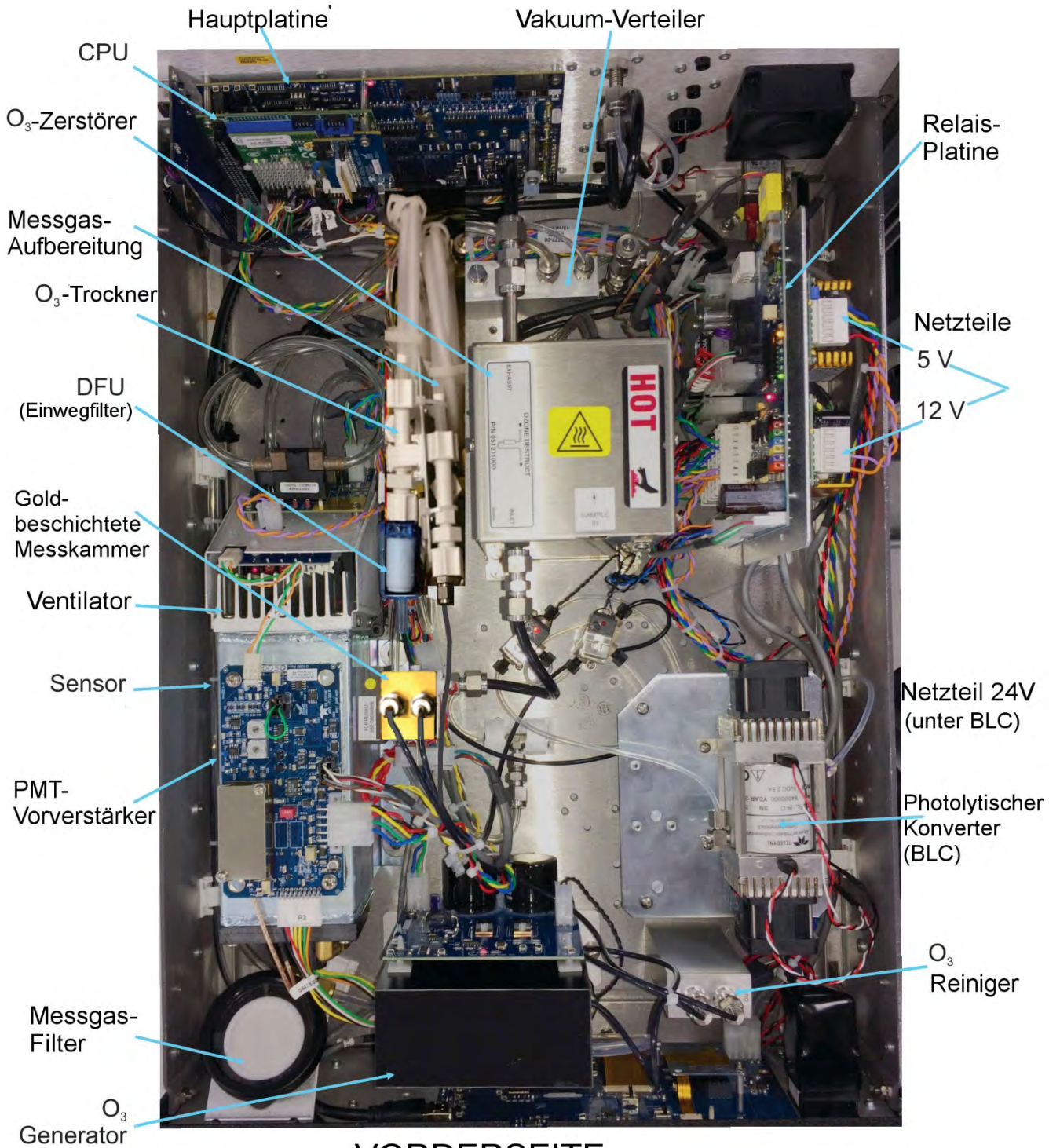
2.2.3. GEHÄUSEINNERES

Die interne Anordnung der Bauteile des T200P wird in Abbildung 2-3 gezeigt; die des T200UP in Abbildung 2-4.



VORDERSEITE

Abbildung 2-3 T200P Interne Anordnung der Bauteile



VORDERSEITE

Abbildung 2-4 T200UP Interne Anordnung der Bauteile

2.3. VERBINDUNGEN UND INBETRIEBNAHME

Dieser Abschnitt erläutert die elektrischen (Abschnitt 2.3.1) und pneumatischen (Abschnitt 2.3.2) Verbindungen für das Einrichten und Vorbereiten des Geräts für den Betrieb (Abschnitt 2.3.3).

2.3.1. ELEKTRISCHE ANSCHLÜSSE

Hinweis

Es wird empfohlen, dass Sie die Lieferbehälter und -materialien für eine spätere Verwendung aufbewahren, sollte das Gerät zum Werk für Reparaturen oder Kalibrierungs-Service zurückgeschickt werden müssen.



WARNUNG – Stromschlaggefahr

- Hochspannung im Inneren des Analysators.
- Der Stromanschluss muss eine funktionierende Erdung haben.
- Entfernen Sie nicht den Erdungsanschluss am Netzstecker.
- Schalten Sie den Analysator aus, wenn Sie elektrische Teile verbinden oder trennen.
- Gerät nicht ohne Abdeckung benutzen.



ACHTUNG - Vermeiden Sie eine Beschädigung des Geräts

Vergewissern Sie sich, dass die Spannungsversorgung mit der auf dem Typenschild an der Rückwand angeführten Spannung übereinstimmt, bevor Sie das Gerät an die Netzspannung anschließen.

2.3.1.1. NETZVERSORGUNG ANSCHLIESSEN

Verbinden Sie das Netzkabel des Analysators mit einer Steckdose, die mindestens die benötigte Stromstärke bei Ihrer AC-Spannung liefern kann. Bitte beachten Sie alle Sicherheits- und Warnhinweise, und vergewissern Sie sich, dass die Steckdose mit einer funktionierenden Erdung ausgestattet ist.

2.3.1.2. ANSCHLUSS VON ANALOGEINGÄNGEN(OPTION)

„Analog In“ wird verwendet um Spannungsausgänge von anderen Geräten (z.B. meteorologische Sensoren) zu messen und die Messwerte im internen Datenlogger zu speichern (Abschnitt 2.5.1). Der Eingangsspannungsbereich für jeden der Analogeingänge ist 0-10 VDC, und die Eingangsimpedanz beträgt 20k Ω parallel mit 0,1 μ F.

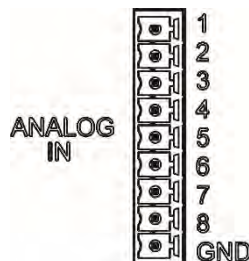


Abbildung 2-5 Analogeingangs-Anschluss

Pinbelegung der Analogeingänge 1 bis 8 (Tabelle 2-3) sind über das Menü Setup>Ext Analog Inputs konfigurierbar (sichtbar sofern diese Option installiert ist).

Tabelle 2-3 Pinbelegung der Analogeingänge

PIN	BESCHREIBUNG	DATALOGGER PARAMETER ¹
1	Analogeingang #1	Kanal 1
2	Analogeingang #2	Kanal 2
3	Analogeingang #3	Kanal 3
4	Analogeingang #4	Kanal 4
5	Analogeingang #5	Kanal 5
6	Analogeingang #6	Kanal 6
7	Analogeingang #7	Kanal 7
8	Analogeingang #8	Kanal 8
GND	Analogeingang Masse	N/A

¹ Siehe Abschnitt 2.5.1 für weitere Informationen über das Aufsetzen des Dataloggers.

2.3.1.3. ANSCHLUSS VON ANALOGAUSGÄNGEN

Die Analogausgänge A1 bis A4 auf der Rückwand können verschiedenen Betriebswerten zugewiesen werden, wie beispielsweise Messwerten, Temperaturen, Druck, usw. Diese Zuweisungen sind nicht standardmäßig konfiguriert und müssen vom Anwender eingestellt werden.

Optionale Stromschleifenausgänge (Abschnitt 2.3.1.4) sind nur für die Ausgänge A1, A2 und A3 verfügbar.

Um Zugang zu diesen Signalen zu haben, schließen Sie einen Linienschreiber und/oder einen Datalogger an die entsprechenden Analogausgänge auf der Rückwand des Analysators an.

Konfigurieren Sie über das Menü Setup>Analog Outputs (Abschnitt 2.5.8)

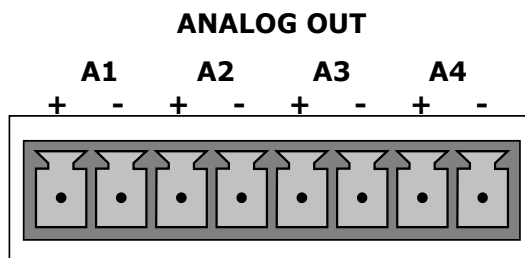


Abbildung 2-6 Analogausgangsanschlüsse

Tabelle 2-4 Analogausgänge Pinbelegung

PIN	ANALOG-AUSGÄNGE	SIGNAL	SPANNUNGSSIGNAL	OPTION STROMSCHLEIFE
1	A1	Benutzer-konfiguriert über das Menü Setup>Analog Outputs.	V +	I Out +
2			Erdung	I Out -
3	A2		V +	I Out +
4			Erdung	I Out -
3	A3		V +	I Out +
4			Erdung	I Out -
7	A4		V +	Nicht verfügbar
8			Erdung	Nicht verfügbar

2.3.1.4. STROMSCHLEIFEN-ANALOGAUSGÄNGE (OPTION 41) EINSTELLUNGEN

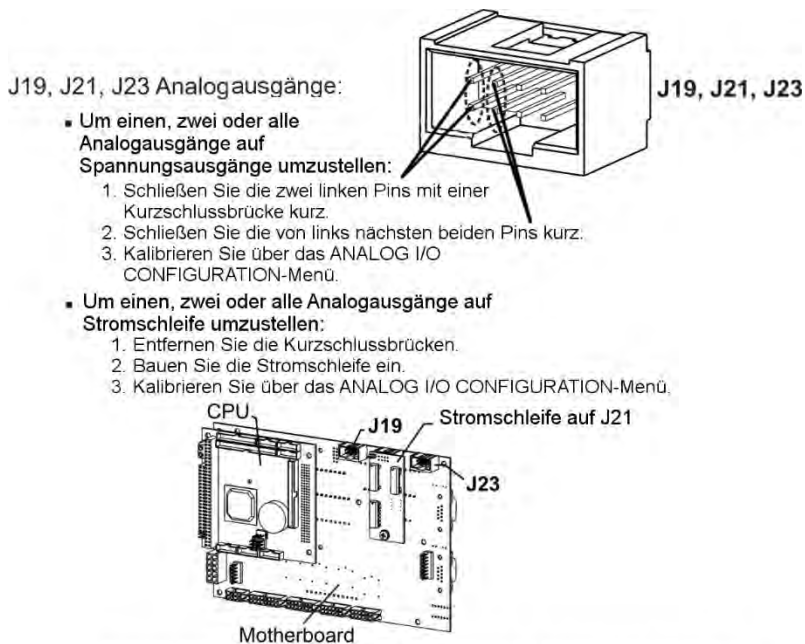
Wurde diese Option bereits vom Werk her installiert, sind keine weiteren Schritte notwendig. Ansonsten gibt es ein Nachrüst-Set für jeden der Analogausgänge des Analysators. Diese Option wandelt den Gleichspannungsausgang in einen Stromausgang mit einem Signal von 0-20 mA um, die Ausgänge können auf jeden Anfangspunkt innerhalb dieses 0-20 mA Bereichs justiert werden. Meist wird aber entweder der Bereich 2-20 mA oder 4-20 mA verwendet. Alle Stromschleifenausgänge haben einen Überschreitungsbereich von +5%. Bereiche mit einer Untergrenze von mehr als 1 mA (z.B. 2-20 oder 4-20 mA) haben außerdem noch einen Unterschreitungsbereich von -5%.

Abbildung 2-7 enthält die Installationsanleitung und beschreibt eine Beispielkombination eines Stromausgangs mit zwei Spannungsausgängen. Anschließend folgt eine Anleitung zum Umrüsten der Analogausgänge der Stromschleife zu 0-5 VDC-Spannungsausgängen. Verwenden Sie um diese Ausgänge zu kalibrieren oder anzupassen das Menü Setup>Analog Outputs (Abschnitt 2.5.8).

ACHTUNG - Vermeiden Sie Garantieverlust



Die Wartung oder der Umgang mit Stromkreislaufkomponenten muss mit elektrostatischem Schutz vorgenommen werden, z.B. ESD-Erdungsarmbänder, ESD-Tischmatten und Behälter. Verwenden Sie keinen ESD-Schutz beim Arbeiten mit elektronischen Bauteilen, verletzt dies die Garantiebestimmungen. Ein Handbuch zu ESD („Fundamentals of ESD“, PN 04786,) können Sie von unserer Website <http://www.teledyne-api.com> unter Help Center>Product Manuals im Abschnitt „Special Manuals“ herunterladen.



Beispiel: Befestigen Sie die Kurzschlussbrücken für Spannungsausgänge auf J19 und J23; entfernen Sie die Kurzschlussbrücken und installieren Sie die Stromschleifen-Option auf J21.

Abbildung 2-7 Stromschleife auf der Hauptplatine

UMBAU DER STROMSCHLEIFENAUSGÄNGE ZU SPANNUNGS AUSGÄNGEN

Für Umbau eines als Stromschleifenausgang konfigurierten Ausgangs zu einem 0-5 VDC-Ausgang:

1. Trennen Sie den Analysator von der Stromquelle.
2. Sollte ein Aufzeichnungsgerät an den zu modifizierenden Ausgang angeschlossen sein, stecken Sie es aus.
3. Entfernen Sie die Abdeckung.
 - Entfernen Sie die obere Befestigungsschraube in der Mitte der Rückwand.
 - Entfernen Sie die Schrauben, die die Abdeckung am dem Gerät befestigen.
 - Schieben Sie die Abdeckung zurück und ziehen Sie die Abdeckung senkrecht ab.
4. Entfernen Sie die Schraube, mit der die Option Stromschleife an der Hauptplatine befestigt ist.
5. Trennen Sie die Platine der Option Stromschleife vom zugehörigen Anschluss auf der Hauptplatine (siehe Abbildung 2-7).
6. Jeder Anschluss, J19 und J23, benötigt zwei Kurzschlussbrücken. Befestigen Sie die eine Kurzschlussbrücke auf den zwei Pins ganz links und die andere auf die beiden Pins rechts daneben (siehe Abbildung 2-7).
7. Befestigen Sie die Abdeckung wieder am Analysator.

Nun kann an diesem Ausgang ein Spannungsmessgerät an den Analysator angeschlossen werden.

2.3.1.5. VERBINDEN DER STATUSAUSGÄNGE (DIGITALE AUSGÄNGE)

Der zwölfpolige STATUS-Anschluss ermöglicht die Meldung der Zustände des Analysators (konfigurierbar über das Menü Setup>Digital Outputs) durch die digitalen Statusausgänge, die als galvanisch getrennte NPN-Transistoren mit einer Strombelastbarkeit von maximal 50 mA DC, ausgeführt sind. Diese Ausgänge können als Schnittstelle zu Geräten verwendet werden, die logische digitale Eingaben akzeptieren, wie beispielsweise Datalogger. Jedes Status-Bit ist ein „Open Collector“-Ausgang mit max. 40 VDC Last. Alle Emittoren dieser Transistoren sind verbunden und über Pin D anschließbar (siehe Abbildung 2-8).

ACHTUNG

KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN

Die meisten Datalogger haben interne Vorkehrungen für den Maximalstrom, den der Eingang von einem externen Gerät ziehen kann. Sollte dies nicht vorhanden sein, muss ein externer Begrenzungswiderstand verwendet werden, um den Strom durch den Transistorausgang auf weniger als 50 mA zu beschränken. Bei 50 mA beträgt der Spannungsabfall ca. 1,2V zwischen Kollektor und Emittor.

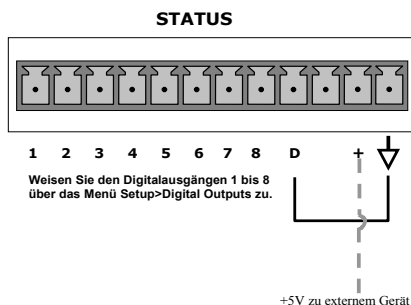



Abbildung 2-8 Statusausgangs-Anschluss für digitale Ausgänge

Tabelle 2-5 Pinbelegung der Statusausgänge

PIN	STATUS	ZUSTAND
1-8	Konfigurierbar über das Menü Setup>Digital Outputs.	Kollektor-Seite der einzelnen Optokopplern der Statusausgänge.
D	Emitter BUS	Die Emittoren der Transistoren der Pins 1-8 sind in einem Bus zusammengefasst.
Leer	KEINE VERBINDUNG	
+	DC-Strom	+ 5 VDC, 300 mA maximal
	Digitale Masse	Die Masse der internen DC-Stromversorgung des Analysators. Diese Verbindung sollte bei + 5 VDC-Strom als Masse verwendet werden.

2.3.1.6. VERBINDEN DER STEUERUNGSEINGÄNGE (DIGITALE EINGÄNGE)

Mit eingebauten Nullgas- und Prüfgas-Ventiloptionen, können zwei digitale Steuerungseingänge im CONTROL IN-Anschluss der Rückwand für die Fernsteuerung der Nullpunkts-/Endbereichs-Kalibrierungsmodi verwendet werden (siehe Abschnitt 4.2.2.1).

Verbinden Sie den Steuerungseingang mit Strom, indem Sie ihn entweder mit dem intern verfügbaren +5 V von Pin „+“ (einfacher), oder mit einer externen 5 VDC-Stromversorgung verbinden (stellt sicher, dass diese Eingänge wirklich isoliert sind), siehe Abbildung 2-9.

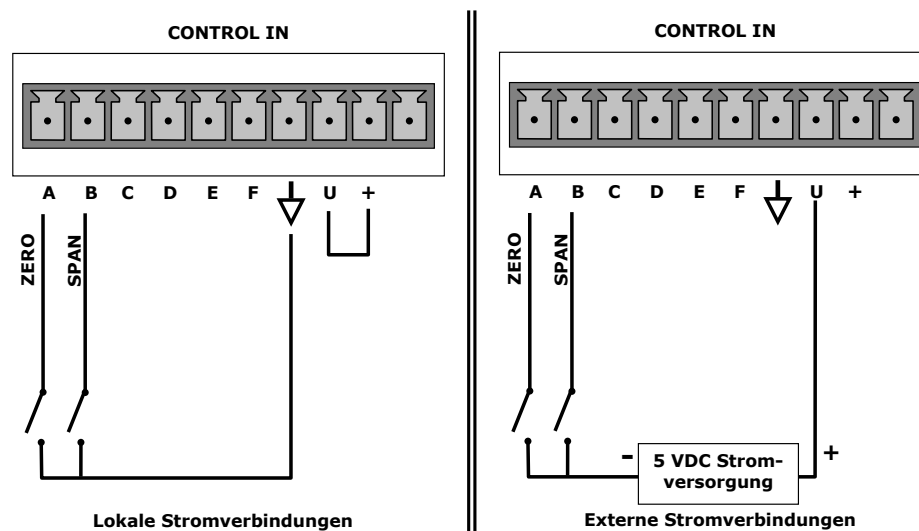



Abbildung 2-9 Verbinden der Steuerungseingänge

Tabelle 2-6 Steuerungseingänge

EINGANG	STATUS	ZUSTAND WENN AKTIVIERT
A	Ferngesteuerte Nullpunkts-Kalibrierung	Der Nullpunktskalibriermodus ist aktiviert.
B	Ferngesteuerte Endbereichs-Kalibrierung	Der Endbereichskalibriermodus für den niedrigeren Messbereich ist aktiviert.
C, D, E & F	Ersatz	
	Digitale Masse	Die Masse der internen Stromversorgung des Analysators Stromversorgung (entspricht der Gehäuse-Erdung).
U	Externe Stromzufuhr	Eingangspin zur Aktivierung der Eingänge A-F, es sind +5 VDC erforderlich.
+	5 VDC Ausgang	Interne +5V-Stromquelle. Um die Eingänge A-F zu aktivieren, befestigen Sie eine Kurzschlussbrücke zwischen diesem Pin und dem Pin U. Die maximale Stromstärke über diesen Anschluss liegt bei 300 mA (kombiniert mit der Analogausgangsversorgung, falls verwendet).

2.3.1.7. GRENZWERTALARM-RELAIS (OPTION 61)

Die Option Grenzwert-Relais bietet vier (4) potentialfreie Relais auf der Rückwand (Abbildung 2-10), mit jeweils 3 Pins: Gemeinsamer Kontakt (C), Normal Offen (NO) und Normal Geschlossen (NC). Die Relais können verschiedene interne Gerätezustände und -Status angeben. Konfigurieren Sie diese Ausgänge über das Menü Setup>Digital Outputs (Abschnitt 2.5.7) unter „MB Relay“ [1 bis 4].

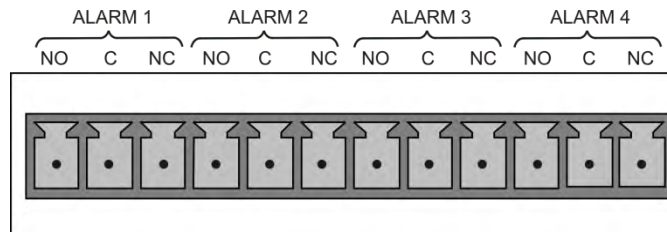


Abbildung 2-10 Grenzwertalarm-Relais

2.3.1.8. VERBINDEN DER KOMMUNIKATIONSSCHNITTSTELLEN

ETHERNET-VERBINDUNG

Verbinden Sie für die Netzwerk- oder Internetverbindung mit dem Analysator ein Ethernet-Kabel von der Ethernet-Schnittstelle auf der Rückwand zu einem Ethernet-Anschluss. Der Analysator wird bereits mit aktiviertem DHCP geliefert, es sollte ihm jedoch eine statische IP-Adresse zugewiesen werden.

Konfiguration: Abschnitt 2.5.10.4

USB-VERBINDUNG (OPTION)

Die USB-Option an der Rückwand dient zur Kommunikation zwischen dem Analysator und einem PC. Verwenden Sie ein USB-Kabel, um die beiden Geräte zu verbinden. Die Baud-Raten des Computers und des Analysators müssen übereinstimmen.

Hinweis

Ist diese Option installiert, kann der COM2-Port auf der Rückwand ausschließlich für Multidrop verwendet werden.

RS-232-VERBINDUNG ELEKTRISCHE ANSCHLÜSSE: SERIELLE/COMM-PORTS

Für die RS-232-Kommunikation mit einem DTE-Gerät oder mit einem DCE-Gerät, verwenden Sie bitte ein Nullmodem-Kabel (SUB-D, 9-polig-weiblich, zu SUB-D, 9-polig-weiblich) - Teledyne API Artikelnummer WR000077 - oder ein seriell Kabel (SUB-D, 9-polig-weiblich, zu SUB-D, 25-polig-männlich - Option 60A) (siehe Abbildung 2-11 für die Pinbelegung). Betätigen Sie den DCE-DTE-Schalter an der Rückwand um entsprechend DTE oder DCE auszuwählen. (Abschnitt 3.1).

Konfiguration: Abschnitt 3.2.1 und Abschnitt 3.4.2 (Hessen-Protokoll)

Wichtig

AUSWIRKUNGEN AUF MESSWERTE ODER DATEN

Auch Kabel, die zwar aufgrund ihrer Anschlüsse kompatibel erscheinen, können wegen ihrer internen Verkabelung zu funktionsunfähigen Verbindungen führen. Überprüfen Sie Kabel, die Sie nicht von Teledyne API bezogen haben, vor ihrer Verwendung auf die richtige Steckerbelegung (Abbildung 2-11).

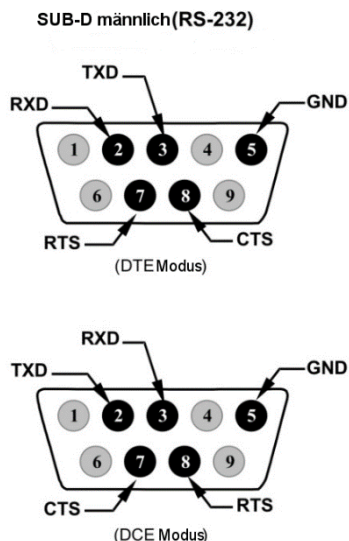


Abbildung 2-11 Rückseitige Pin-Belegung der Anschlüsse für den RS-232-Modus

Die Signale dieser zwei Anschlüsse werden von der Hauptplatine über einen Kabelstrang zu zwei 10-Pin-Anschlüssen auf der CPU geleitet, J11 und J12 (Abbildung 2-12).

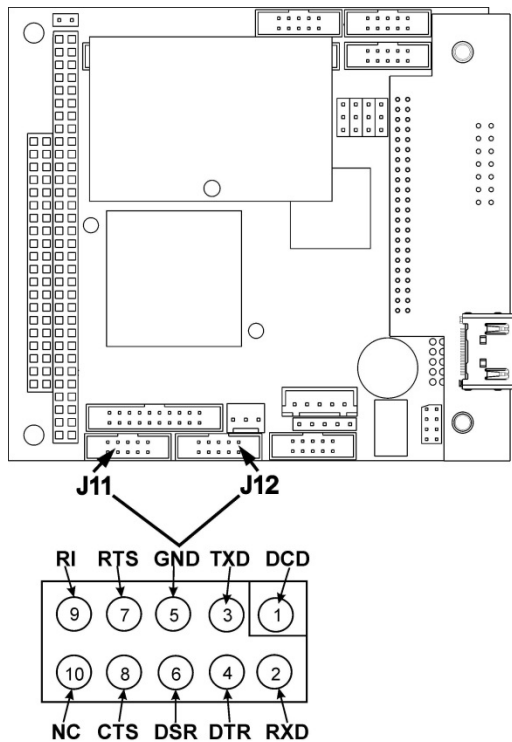


Abbildung 2-12 Standardmäßige Pinbelegung des CPU-Anschlusses (RS-232)

Teledyne API bietet fertig konfektionierte Kabel, eines davon sollte für Ihren Gebrauch passend sein:

- P/N WR000077, SUB-D, 9-polig-weiblich, zu SUB-D, 9-polig-weiblich, ca. 1,8 Meter lang. Ermöglicht die Verbindung der seriellen Schnittstellen zu den meisten PCs.
- P/N WR000024, SUB-D, 9-polig-weiblich, zu SUB-D, 25-polig-männlich Ermöglicht die Verbindung zwischen den meisten Modem-Typen (z.B. Hayes-kompatible Modems) und code-aktivierten Switches.

Beide Kabel sind bereits konfektioniert und sollten keine zusätzlichen Adapter benötigen.

Hinweis

Auch Kabel, die zwar aufgrund ihrer Anschlüsse kompatibel erscheinen, können wegen ihrer internen Verkabelung zu funktionsunfähigen Verbindungen führen. Überprüfen Sie Kabel, die Sie nicht von Teledyne API bezogen haben, vor ihrer Verwendung auf die richtige Steckerbelegung.

Um die Verbindung zwischen den seriellen Schnittstellen und einem Computer bzw. einem Modem zu überprüfen, gibt es Aktivitätsindikatoren über der RS-232-Schnittstelle. Ist der Analysator über ein Kabel mit einem Computer oder Modem verbunden, sollte sowohl die rote als auch die grüne LED leuchten.

- Leuchten die LEDs nicht, suchen Sie den kleinen Schalter auf der Rückwand um zwischen dem DTE- und dem DCE-Modus zu wechseln.
- Sollten beide LEDs weiterhin nicht leuchten, überprüfen Sie das Kabel.

Der Analysator ist vom Werk her so eingestellt, dass er ein RS-232 DCE-Gerät emuliert. (Diese Parameter können im Menü Setup>Comm>COM1[COM2] eingesehen werden.)

RS-232 (COM1): RS-232 (nicht änderbar) SUB-D, 9-poliger Stecker, männlich

- **Baud-Rate/Geschwindigkeit:** 115200 bits pro Sekunde (Baud)
- **Datenbits:** 8 Datenbits mit 1 Stoppbit
- **Parität:** Keine

COM2: RS-232 (auch als RS-485 konfigurierbar), SUB-D, 9-poliger Stecker, weiblich

- **Baud-Rate/Geschwindigkeit:** 19200 bits pro Sekunde (Baud)
- **Datenbits:** 8 Datenbits mit 1 Stoppbit
- **Parität:** Keine

RS-232 MULTIDROP (OPTION 62)

Ist die Option RS-232 Multidrop eingebaut, müssen einige Verbindungskonfigurationen über die Systemmenüs vorgenommen werden. Dieser Abschnitt enthält Informationen über die Einstellungen der internen und anschließend der externen Verbindungen, und schließt mit Anweisungen für die Konfiguration über das Menü.

Hinweis

Da die Option RS-232 Multidrop sowohl die RS-232- als auch die COM2-Schnittstelle auf der Rückwand des Analysators verwendet um die Gerätekette zu verbinden, ist die COM2-Schnittstelle nicht mehr für eine separate RS-232- oder RS-485-Verbindung verfügbar.

ACHTUNG

KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN

Platinen (Printed Circuit Assemblies - PCAs) sind statisch empfindlich - auch für den Menschen nicht spürbare elektrostatische Entladungen können sie beschädigen. Verwenden Sie keinen ESD-Schutz(Electro-Static-Discharge) beim Arbeiten mit elektronischen Bauteilen, verletzt dies die Garantiebestimmungen. Informationen zur Vermeidung von Schäden durch ESD finden Sie im Handbuch „Fundamentals of ESD“, PN 04786, verfügbar auf der Internetseite <http://www.teledyne-api.com> im Help Center > Product Manuals unter „Special Manuals“.

In jedem Gerät mit der Option Multidrop gibt es eine Kurzschlussbrücke, welche zwei Kontakte verbindet (Multidrop und LVDS printed circuit assembly - PCA), wie in Abbildung 2-13 gezeigt. Diese Kurzschlussbrücke muss von allen Geräten, außer dem letzten Gerät der Multidrop-Kette, entfernt werden. Dafür muss jedes der Geräte ausgeschaltet und geöffnet werden, um folgende Veränderungen vornehmen zu können:

1. Das Gerät muss von der Netzversorgung getrennt sein. Entfernen Sie die Abdeckung und legen Sie die Rückplatte frei, um Zugang zur Multidrop/LVDS-Platine zu haben, welche auf die CPU gesteckt ist.
2. Entfernen Sie die Kurzschlussbrücke, welche auf der Multidrop/LVDS-Platine - Stecker JP2, die Kontakte 21 ↔ 22 verbindet, dargestellt in Abbildung 2-13. (Wiederholen Sie diesen Vorgang bei allen außer bei dem letzten Gerät der Kette, in welchem die Kurschlussbrücke auf den Pins 21 ↔ 22 bleiben muss.
3. Überprüfen Sie, ob die folgenden Kabelverbindungen in *allen* Geräten vorhanden sind (siehe Abbildung 2-13):
 - Kabel von J3 auf der Multidrop/LVDS-Platine zum CPU-COM1-Stecker (Beachten Sie, dass der COM2-Anschluss der CPU bei Multidrop nicht verwendet wird.)
 - Kabel von J4 auf der Multidrop/LVDS-Platine zu J12 auf der Hauptplatine
 - Kabel von J1 auf der Multidrop/LVDS-Platine zum Frontplattendisplay

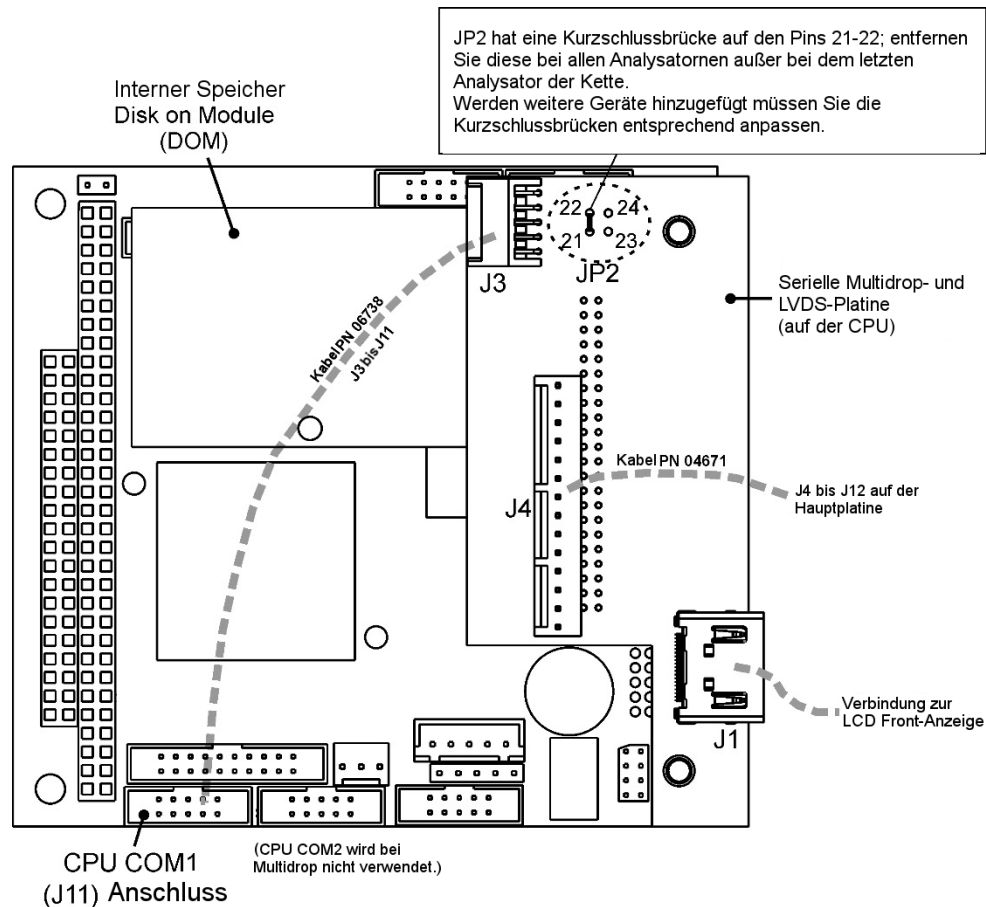


Abbildung 2-13 Kurzschlussbrücken und Kabel für den Modus Multidrop

Hinweis

(Hinweis: Wenn Sie ein Gerät zu einer bereits konfigurierten Kette hinzufügen, müssen Sie diese Kurzschlussbrücke zwischen den Kontakten 21 ↔ 22 auf dem Stecker JP2 auf der Multidrop/LVDS-Platine in dem Gerät entfernen, das bis dahin das letzte der Kette war.)

4. Schließen Sie das Gerät.
5. Benutzen Sie, wie in Abbildung 2-14 gezeigt, ein RS-232-Verlängerungskabel (SUB-D, 9-polig, männlich zu SUB-D, 9-polig, weiblich; gerade verbunden), um das erste Gerät mit dem Datenaufzeichnungsgerät zu verbinden. Nun verbinden Sie die COM2-Schnittstelle des ersten Analysators mit der RS-232-Schnittstelle des nächsten Analysators, usw. Sie können auf diese Weise bis zu acht Analysatoren anschließen. Beachten Sie die maximale Kabellänge bei RS-232-Verbindungen.
6. Stellen Sie bei jedem Analysator den rückseitigen DCE-DTE-Schalter so ein, dass die grünen und roten LEDs (RX und TX) des COM1-Anschlusses (bezeichnet RS-232) beide leuchten. (Vergewissern Sie sich, dass Sie Kabel benutzen, die speziell für RS-232 gefertigt sind; siehe Abbildung 2-12.)

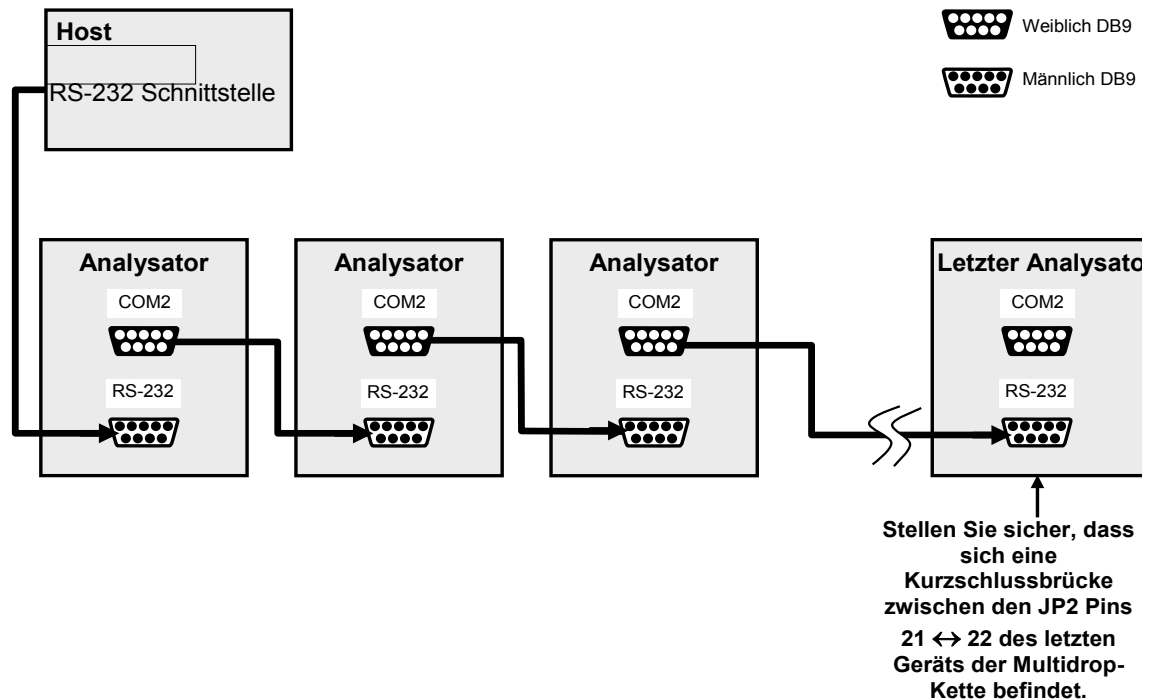


Abbildung 2-14 Option RS-232 Multidrop-Platine Verbindungsdiagramm

7. BEVOR das Datenaufzeichnungsgerät die Abfrage beginnt, schalten Sie die Geräte an und stellen Sie sicher, dass alle Geräte eine unterschiedliche Kennung aufweisen. Im Menü Setup>Vars finden Sie die Instrument ID“. Um die Kennung zu ändern, wählen Sie die Variable aus und drücken Sie auf die Taste Edit, ist der Wert verändert, drücken Sie zur Bestätigung die Taste Enter.
8. Gehen Sie als nächstes in das Menü Setup>Comm>COM1 (bei Multidrop nicht das Menü COM2 verwenden) und verwenden Sie die Taste Edit, um den COM1 „Quiet Mode“ und „Multidrop“ auf ENABLED zu setzen, drücken Sie dann die Taste Accept.
9. Überprüfen Sie auch den Wert der Com1 Baud Rate um sicherzustellen, dass alle Geräte die gleiche Einstellung haben (ändern Sie diese falls notwendig und drücken Sie die Taste Accept).

Hinweis

Das Datenaufzeichnungsgerät kann immer nur ein Gerät zur selben Zeit ansprechen, jedes über seine eindeutige Kennung (siehe oben, Schritt 7).

Hinweis

Es empfiehlt sich, zuerst die erste Verbindung zwischen Datenaufzeichnungsgerät und Analysator zu testen, bevor man den Rest der Kette verbindet.

2.3.2. PNEUMATISCHE VERBINDUNGEN

Dieser Abschnitt enthält Anleitungen für das Anschließen der pneumatischen Verbindungen und das Einstellen der grundlegenden sowie optionalen Konfigurationen. Pneumatische Flussdiagramme werden in Abschnitt 2.3.3 aufgeführt. Kalibrierungsanweisungen sind in Abschnitt 4 zu finden.

Bevor Sie mit den pneumatischen Verbindungen beginnen, lesen Sie die folgenden Warnhinweise und anderen Mitteilungen aufmerksam durch:



ACHTUNG – Allgemeiner Warnhinweis

Leiten Sie nicht Kalibriergase oder Messgase in geschlossene Räume.



ACHTUNG – Allgemeiner Sicherheitshinweis

In allen Geräten mit eingebautem Permeationssystem muss immer eine Vakuumpumpe angeschlossen und in Betrieb sein, um einen konstanten Gasdurchfluss aufrechtzuerhalten. Bei zu geringem Gasdurchfluss kann sich Gas anreichern, welches das Gerät verunreinigen oder ein Sicherheitsrisiko für das Personal darstellen kann.

Entfernen Sie das Permeationsröhrchen, wenn Sie den Analysator außer Betrieb nehmen und bewahren Sie es in einem luftdichten Behälter auf. (Verwenden Sie die Originalverpackung, in der das Röhrchen geliefert wurde).

(Siehe Abbildung 2-4 („Option Messgasaufbereitung“) und Abschnitt 5.4.5 für Anweisungen zur Entfernung des Permeationsröhrchens, wenn das Gerät nicht in Betrieb ist.)

ACHTUNG

KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN

Bei Verwendung von komprimiertem Gas:

Bei Anwendungen, bei denen komprimiertes Gas (Kalibriergas, Nullgas, Messgas) verwendet wird, muss durch eine Überschussleitung sichergestellt werden, dass der zulässige Eingangsdruck des Gerätes nicht überschritten wird. Auf diese Art und Weise werden Diffusions- und Druckeffekte vermieden.

Staubschutz:

Entfernen Sie die Schutzkappen vom Abgas-Ausgang und Messgas-Eingang bevor Sie den Analysator einschalten.

Bewahren Sie die Schutzkappen für weitere Verwendung (z.B. Lagerung oder Versand) auf, um eine Verschmutzung der pneumatischen Verbindungen vorzubeugen.

Wichtig

AUSWIRKUNGEN AUF MESSWERTE ODER DATEN

Messgase und Prüfgase sollten nur mit PTFE-Schläuchen in Kontakt kommen.

Sobald die entsprechenden pneumatischen Verbindungen gemacht wurden, überprüfen Sie alle pneumatischen Verschraubungen auf Undichtheit mithilfe der in Abschnitt 5.4.12.1 erläuterten Vorgangsweise (oder Abschnitt 5.4.12.2 für genauere Anweisungen, sollte Verdacht auf eine Undichtheit bestehen).

2.3.2.1. ESSENTIELLE VORRAUSSETZUNGEN FÜR LEITUNGEN, DRUCK, ÜBERSCHUSSLEITUNGEN UND ABGAS

Die in diesem Abschnitt angeführten Voraussetzungen sind für alle Anleitungen für pneumatische Verbindungen gültig. Alle anderen Verbindungsanleitungen werden bei der Konfiguration ihres zugehörigen Geräts beschrieben in den Abschnitten 2.3.2.2 bis 2.3.2.5.

Leitungen:

- PTFE-Material
- Minimaler Außendurchmesser ¼".
- Minimale/maximale Länge 2 bis 10 Meter.

Druck:

- Der Messgasdruck soll dem Umgebungsdruck entsprechen und darf ihn nicht um mehr als 1.0 psig überschreiten.

Überschussleitung (um Diffusions- und Druckeffekte zu vermeiden):

- Die Leitung sollte nach draußen oder zumindest nicht in die unmittelbare Umgebung des Geräts führen.

Abgas-Leitung:

- Die Leitung sollte nach draußen oder zumindest nicht in die unmittelbare Umgebung des Geräts führen.

2.3.2.2. GRUNDLEGENDE VERBINDUNGEN AUSGEHEND VOM KALIBRATOR

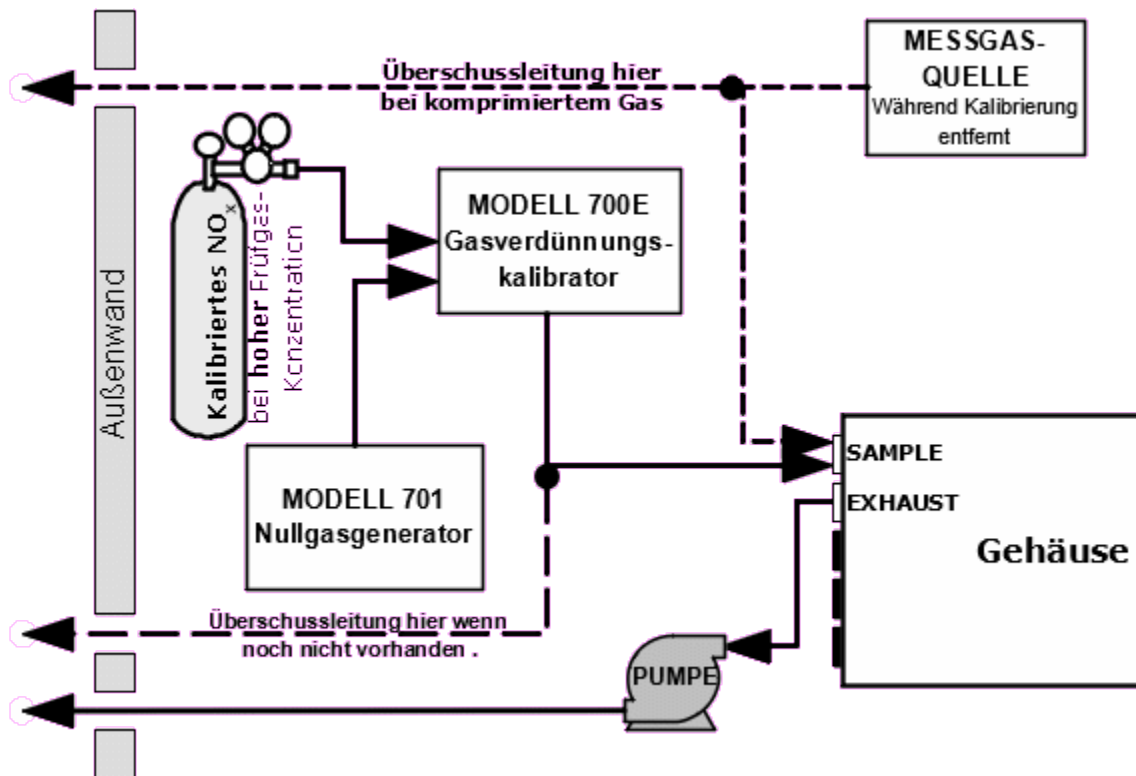


Abbildung 2-15 Schlauchverbindungen ausgehend vom Kalibrator - Grundeinstellung

Für die Grundeinstellung des Analysators beachten Sie neben den Voraussetzungen bezüglich Leitungen, Druck, Überschussleitungen und Abgasen (angeführt in Abschnitt 2.3.2.1) verbinden sie folgende pneumatischen Leitungen:

MESSGASQUELLE

Schließen Sie eine Gasleitung an den Eingang SAMPLE.

PRÜFGASQUELLE

KALIBRIERGAS- UND NULLGASQUELLEN: Die Kalibriergasquelle wird an den Eingang SAMPLE angeschlossen.

ÜBERSCHUSS

Sollte noch keine Überschussleitung vorhanden sein, schließen Sie eine an.

2.3.2.3. VERBINDUNGEN MIT NULLGAS-/PRÜFGASVENTILEN (Z/S) (OPTION 50A)

Dieses Ventilpaket ist für sowohl den T200P als auch den T200UP verfügbar und inkludiert folgendes:

- zwei Magnetventile im Inneren des Analysators, die dem Benutzer ein Umschalten zwischen Nullgas, Prüfgas und Messgas beim Sensor des Geräts ermöglichen
- zwei zusätzliche Gaseingänge (ZERO AIR und SPAN1)

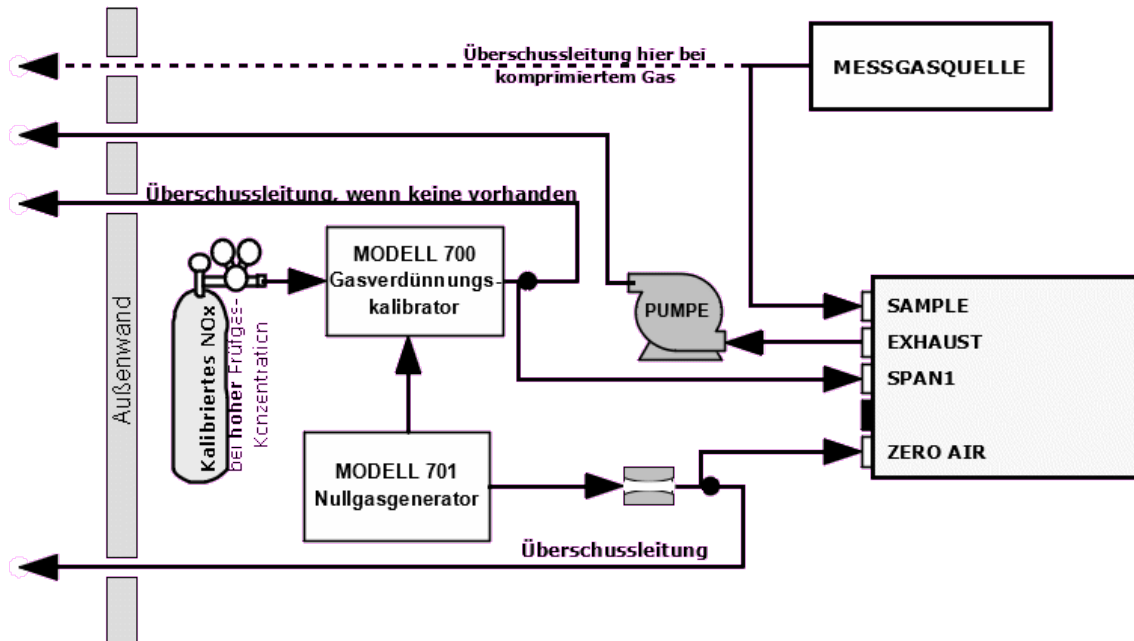


Abbildung 2-16 Gasleitungen bei Zero/Span-Ventiloption (OPT 50A)

Beachten Sie neben den Voraussetzungen bezüglich Leitungen, Druck, Überschussleitungen und Abgasen (angeführt in Abschnitt 2.3.2.1) folgende pneumatischen Leitungen:

MESSGASQUELLE

Schließen Sie eine Messgasleitung an den Eingang SAMPLE.

- In Anwendungen, bei denen komprimiertes Gas verwendet wird, muss eine Überschussleitung für die Messgasleitung vorhanden sein.

PRÜFGASQUELLE

PRÜFGAS Schließen Sie eine Leitung von der Prüfgasquelle (z.B. ein Teledyne API T700 Dynamic Dilution Kalibrator) an den Eingang SPAN1.

NULLGAS Nullgas wird durch Nullgasgeneratoren wie beispielsweise Teledyne API M701 zur Verfügung gestellt. Schließen Sie eine Gasleitung von der Nullgasquelle zum Eingang ZERO AIR.

ÜBERSCHUSS

Verbinden Sie für die Leitungen für Prüfgas und Nullgas, Überschussleitungen.

2.3.2.4. VERBINDUNGEN MIT NULLGAS-/PRÜFGASVENTILEN MIT UMGEBUNGSDRUCK/DRUCKEINGANG (OPT 50B)

Diese Option ist nur für das Modell T200P verfügbar. Dieses Kalibrierventil-Paket ist vor allem für Anwendungen mit komprimierten Prüfgasquellen, wie beispielsweise abgefüllten NIST SRM Gasen, passend. Diese Option beinhaltet:

- eine kritische Düse und Abgasleitung um die Prüfgasversorgung bei 1 ATM zu halten
- ein Absperrventil, um die Prüfgasquelle zu verschliessen, wenn sie nicht verwendet wird
- zwei Magnetventile, die dem Benutzer ein Umschalten zwischen Nullgas, Prüfgas und Messgas für den Sensor des Geräts ermöglichen
- drei zusätzliche Gaseingänge (ZERO AIR, SPAN und VENT)

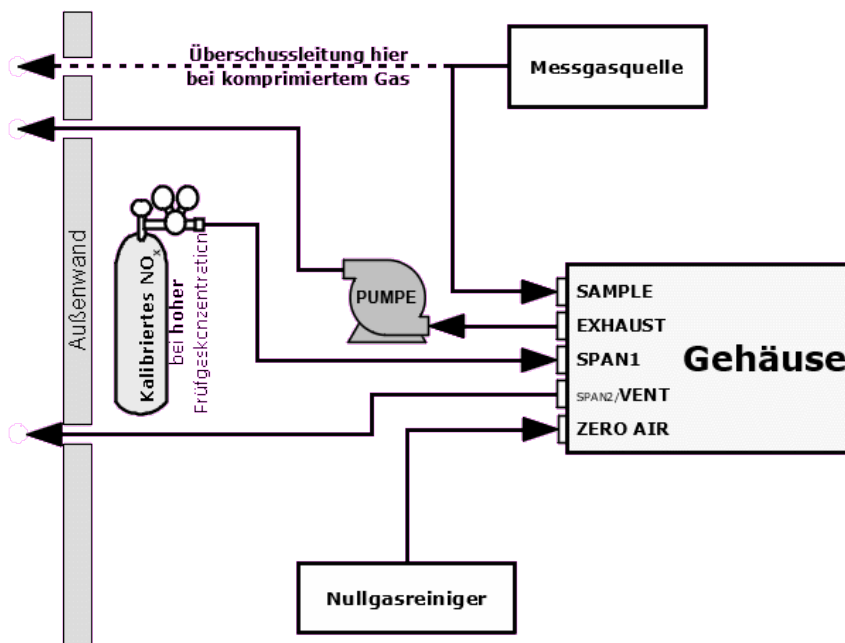


Abbildung 2-17 Gasleitungsverbindungen mit der Ventil-Option (OPT 50B) ©CoCondit

Beachten Sie neben den Voraussetzungen bezüglich Leitungen, Druck, Überschussleitungen und Abgasen (angeführt in Abschnitt 2.3.2.1) folgende pneumatischen Leitungen:

MESSGASQUELLE

Schließen Sie eine Messgasleitung an den Eingang SAMPLE.

- In Anwendungen bei denen komprimiertes Gas verwendet wird, muss eine Überschussleitung für die Messgasleitung vorhanden sein.

PRÜFGASQUELLEN

PRÜFGAS Schließen Sie eine Leitung von der komprimierten Kalibriergasquelle (z.B. eine Flasche NISTSRM-Gas) an den Eingang SPAN1. Verwenden Sie PTFE-Schläuche, minimaler Außendurchmesser von 1/4".

NULLGAS (der zweistufige Nullgasreiniger erzeugt Nullgas)

ÜBERSCHUSS

Richten Sie eine Überschussleitung für die Ausgänge SPAN2/VENT ein.

2.3.2.5. NULLGASREINIGER UND INTERNER PRÜFGASGENERATOR (IZS) (OPT 50G)

Diese Option ist nur für das Modell T200P verfügbar. Die Option interner NO₂-Prüfgasgenerator und Kalibrierventil ist für Anwendungen bestimmt, bei denen häufige automatische Kalibrierchecks ohne Zugang zu externen Prüfgasquellen benötigt werden. (Siehe Ende dieses Abschnitts für wichtige Informationen über „Interne Prüfgasgenerierung“).

Hinweis

Überprüfen Sie ihre Regelungen bezüglich der Verwendung von IZS mit Kalibrierung.

Dieses Ventilpaket enthält:

- ein 2-stufiger externer Reiniger für die Produktion von Nullgas
 - 50% Purafil Chemisorbant[®] (zur Umwandlung von NO zu NO₂)
 - 50% Aktivkohle (zum Entfernen des NO₂)
- ein beheiztes Gehäuse für ein NO₂-Permeationsröhrchen
 - Dieses Options-Paket enthält KEIN tatsächliches Permeationsröhrchen. (Kontaktieren Sie EAS Envimet für Hilfestellung beim Bestimmen des richtigen Permeationsröhrchens für ihre Anwendung).
- ein spezieller Reiniger, der das HNO₃ aus dem Kalibriergas entfernt
- ein zusätzlicher Gaseingang (ZERO AIR)
- ein zusätzlicher Gasausgang (FROM DRYER)
- zwei interne Ventile zum Wechseln zwischen dem Messgaseingang und dem Ausgang des Nullgas-/Prüfgas-Untersystems

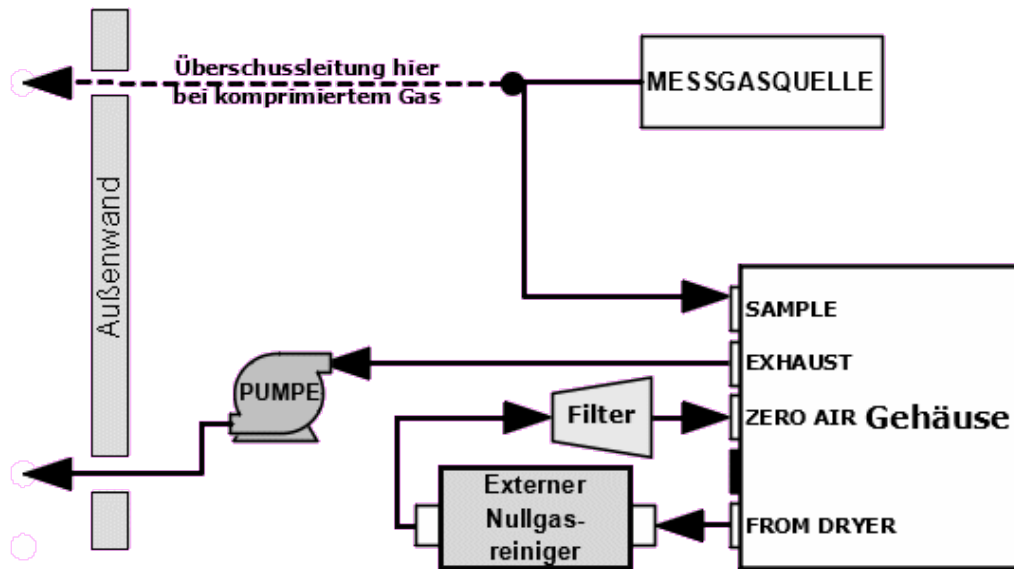


Abbildung 2-18 Gasleitungen mit Nullgasreiniger und interner Prüfgasquelle (IZS), OPT 50G

Der interne Prüfgasgenerator verwendet ein NO₂-Permeationsröhrchen als Prüfgasquelle (siehe den nachfolgenden Abschnitt über Interne Prüfgasgenerierung). Die Genauigkeit dieses Geräts liegt nur bei etwa ±5%. Für schnelle, tägliche Kalibrierchecks (Abbildung 2-18) mag dies ausreichen, für eine genaue Kalibrierung empfehlen wir allerdings die Verwendung von zertifizierten NO-Gasen.

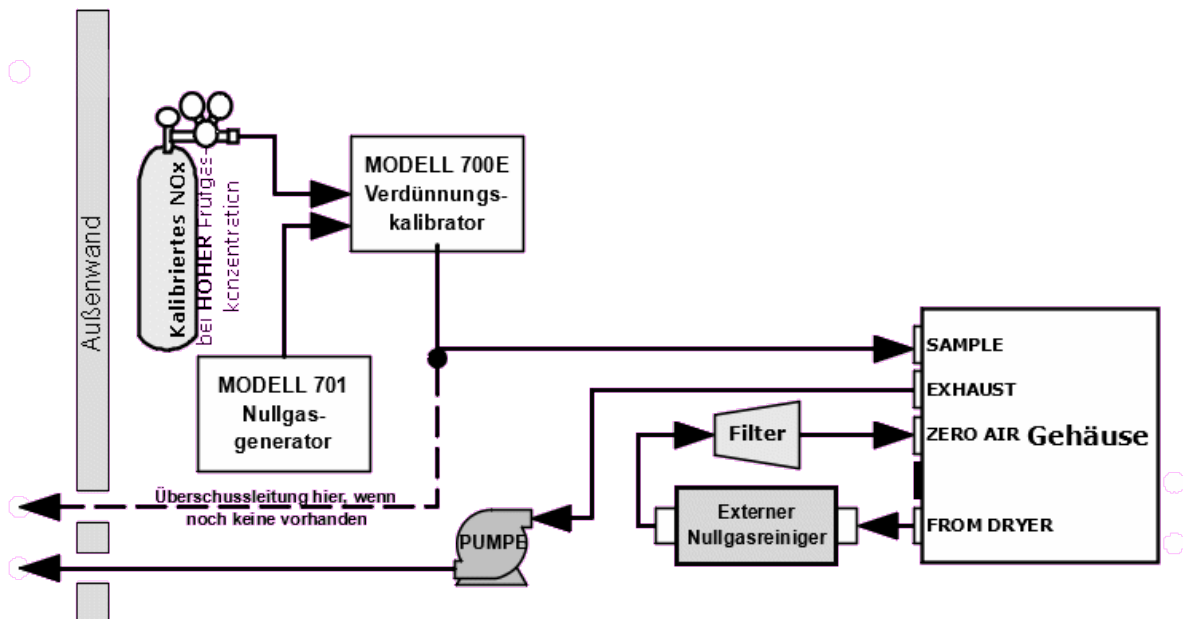


Abbildung 2-19 Pneumatische Verbindungen für Präzisionskalibrierungen mit eingebautem IZS-Generator

Beachten Sie neben den Voraussetzungen bezüglich Leitungen, Druck, Überschussleitungen und Abgasen (angeführt in Abschnitt 2.3.2.1) folgende pneumatischen Leitungen:

MESSGASQUELLE

Schließen Sie eine Messgasleitung an den Eingang SAMPLE an, und:

- Bei Anwendungen mit komprimiertem Messgas, ohne einer der Optionen des T200P für komprimiertes Prüfgas, richten Sie für die Messgasleitung eine Überschussleitung ein.

PRÜFGASQUELLEN

- Intern:
 - Verwendet den IZS-Generator.
- Extern (für Präzisionskalibrierungen):
 - KALIBRIERGAS- UND NULLGASQUELLEN Die Messgasquelle wird an den Eingang SAMPLE angeschlossen.

ÜBERSCHUSS

Wenn Sie mit komprimiertem Gas arbeiten, richten Sie eine Überschussleitung für die Messgasleitung ein.

INTERNE PRÜFGASGENERIERUNG

Die Hauptkomponente des internen Prüfgasgenerators ist das Permeationsröhrchen, welches flüssiges NO₂ enthält. Nullgas wird über eine durchlässige Membrane am Ende des Röhrchens geleitet. Dadurch vermischen sich, die über die Membrane zugeführte NO₂-Moleküle, langsam mit dem Nullgas.

Die resultierende Konzentration des NO₂-Gases wird durch drei Faktoren bestimmt:

- Größe der Membrane (je größer die Fläche der Membrane, desto höher ist der Durchlass)
- Temperatur des NO₂-Gases (steigende Temperatur des Permeationsröhrchens erhöht den Druck innerhalb des Permeationsröhrchens, und erhöht damit auch die Durchflussmenge durch die Membrane)
- Durchflussrate des Nullgases (sind die zwei vorhergehenden Variablen konstant, wird auch die Permeationsrate des NO₂-Gases zum Nullgas konstant sein; daher verursacht eine niedrigere Durchflussrate von Nullgas eine höhere Konzentration von NO₂-Gas)

Das Gehäuse des Permeationsröhrchens wird auf eine konstante Temperatur von 50°C geheizt (10° über der maximalen Betriebstemperatur des Geräts), um die Permeationsrate konstant zu halten. Der Temperatursensor misst die tatsächliche Temperatur und meldet Sie der CPU.

Die Durchflussrate des Nullgases über das Permeationsröhrchen wird bei 50 ± 10 cc/min, mit einer kritischen Düse im Abgasverteiler des Analysators, konstant gehalten.

2.3.2.6. GASAUFBEREITUNGS-OPTIONEN

OPTION AMMONIAK-ENTFERNUNG (OPT 86A)

Die Gasaufbereitungseinheit (optional im T200P, standardmäßig im T200UP wie in Abbildung 2-4 gezeigt) besteht aus einem Permeationstrockner, um H_2O aus dem Messgasfluss bis zu einem Taupunkt von etwa $-20^\circ C$ (~ 600 ppm H_2O) zu entfernen, und um effektiv Konzentrationen von Ammoniak (NH_3) bis zu etwa 1 ppm zu beseitigen.

2.3.3. PNEUMATISCHE FLUSSDIAGRAMME

Abbildung 2-20 und Abbildung 2-21 zeigen die grundlegenden Flussdiagramme für jeweils T200P und T200UP. Die übrigen gezeigten pneumatischen Flussdiagramme sind für den T200P.

PNEUMISCHE FLUSSDIAGRAMME FÜR DIE STANDARDKONFIGURATION

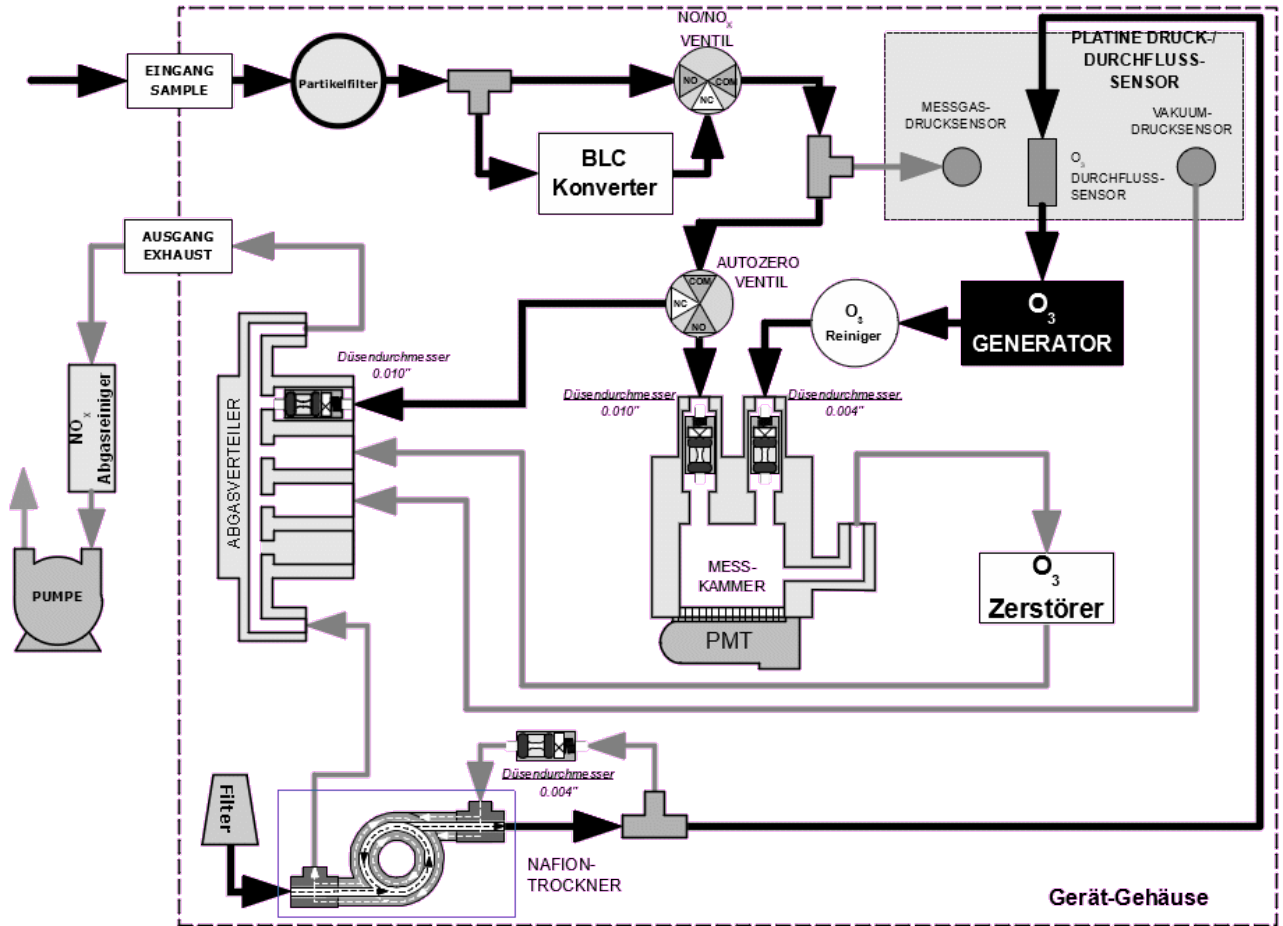


Abbildung 2-20 T200P pneumatische Verbindungen, Standardkonfiguration

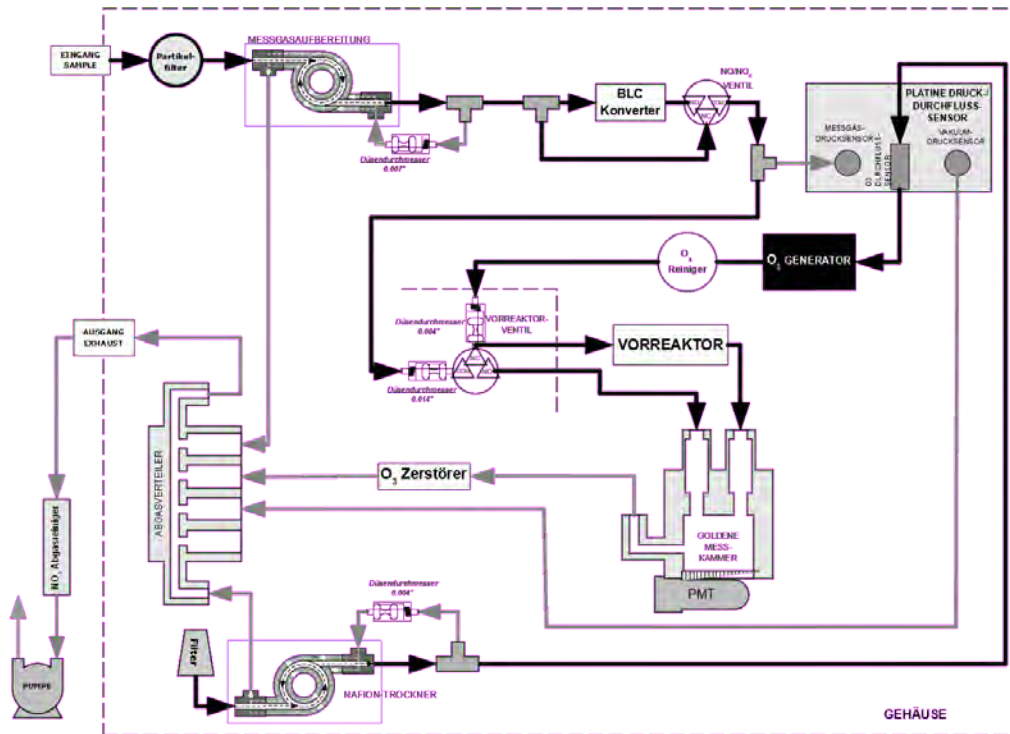


Abbildung 2-21 T200UP pneumatische Verbindungen, Standardkonfiguration

PNEUMATISCHER FLUSS FÜR NULLGAS-/PRÜFGAS-VENTILOPTION (OPT 50A)

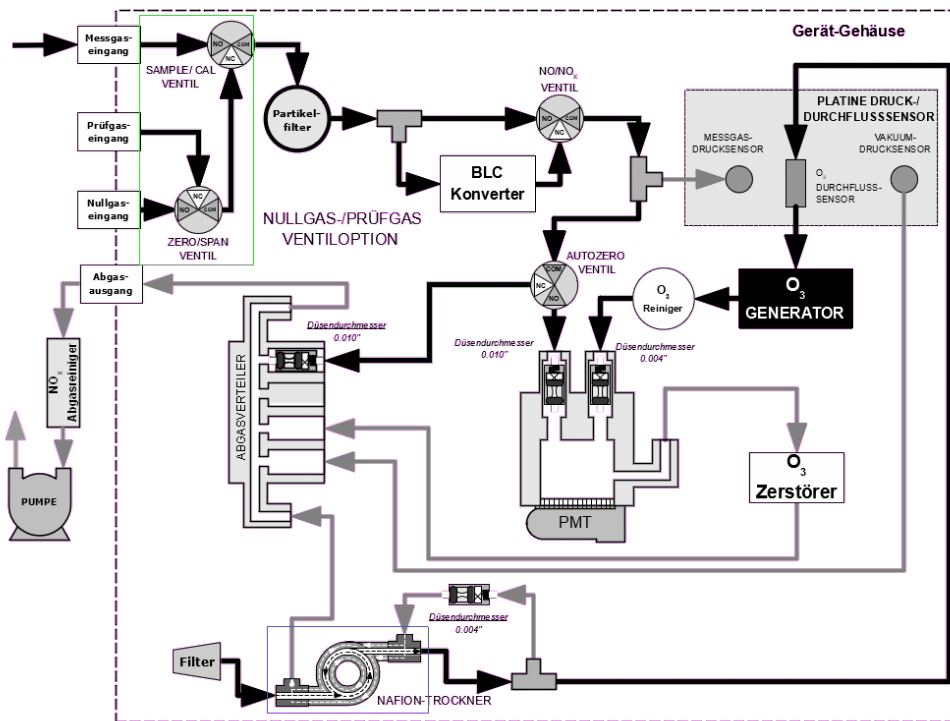


Abbildung 2-22 T200P Pneumatik mit Nullgas-/Prüfgas-Ventiloption (OPT 50A)

Tabelle 2-7 Betriebszustände der Nullgas-/Prüfgasventile (OPT 50A)

MODUS	VENTIL	ZUSTAND	ANSCHLUSS-STATUS
SAMPLE	Sample/Cal	Geöffnet zum Eingang SAMPLE	NO → COM
	Zero/Span	Geöffnet zum Eingang ZERO AIR	NO → COM
ZERO CAL	Sample/Cal	Geöffnet zum Null-/Prüfgasventil	NC → COM
	Zero/Span	Geöffnet zum Eingang ZERO AIR	NO → COM
SPAN CAL	Sample/Cal	Geöffnet zum Null-/Prüfgasventil	NC → COM
	Zero/Span	Geöffnet zum Eingang SPAN	NC → COM

PNEUMATISCHES FLUSSDIAGRAMM FÜR NULLGASREINIGER UND IZS (OPT 50G)

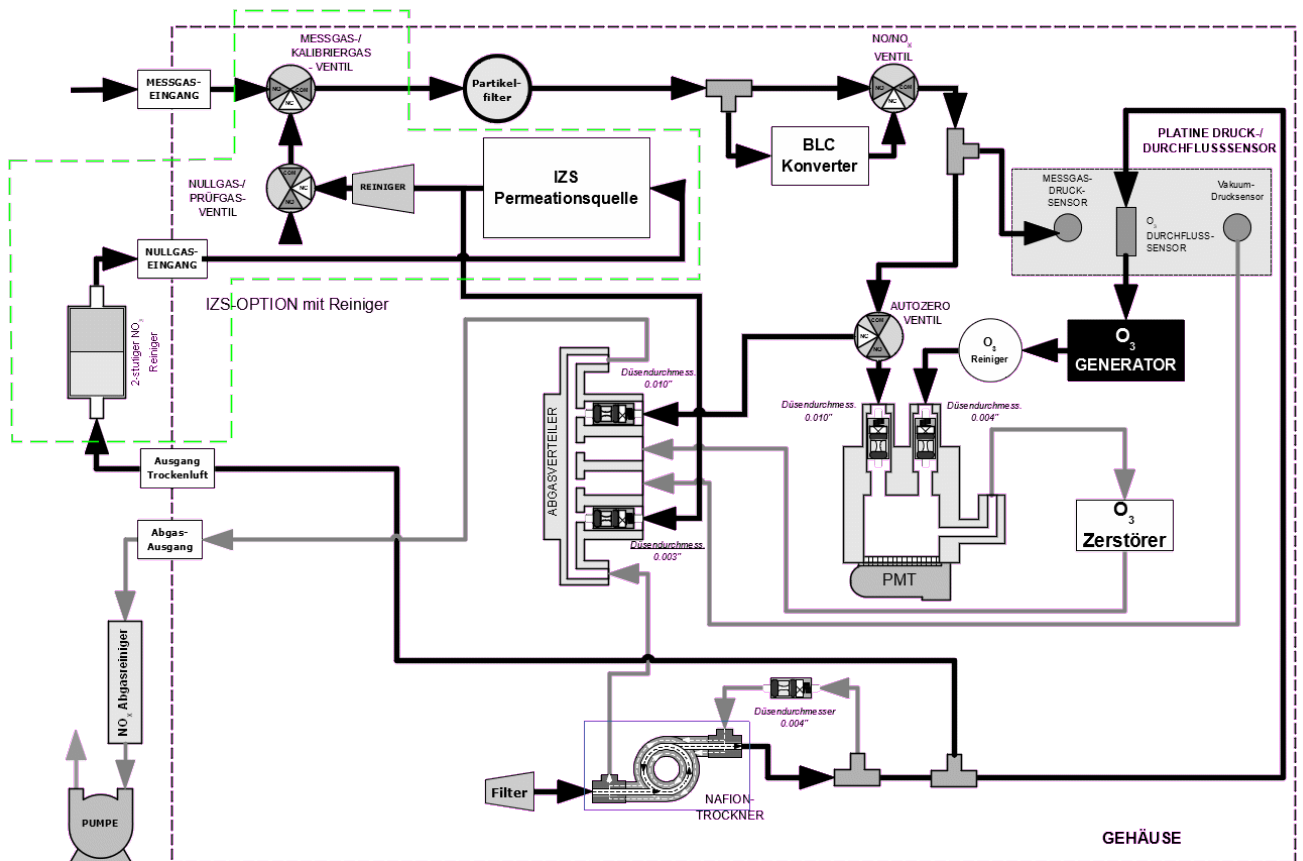


Abbildung 2-23 T200P Pneumatische Verbindungen mit optionalem internen Prüfgasgenerator (OPT 50G)

Tabelle 2-8 Betriebszustände der IZS-Ventiloption (OPT 50G)

MODUS	VENTIL	ZUSTAND	ANSCHLUSS-STATUS
SAMPLE	Sample/Cal	Geöffnet zum Eingang SAMPLE	NO → COM
	Zero/Span	Geöffnet zum Eingang ZERO AIR	NO → COM
ZERO CAL	Sample/Cal	Geöffnet zum Null-/Prüfgasventil	NC → COM
	Zero/Span	Geöffnet zum Eingang ZERO AIR	NO → COM
SPAN CAL	Sample/Cal	Geöffnet zum Null-/Prüfgasventil	NC → COM
	Zero/Span	Geöffnet zum Eingang SPAN	NC → COM

PNEUMATISCHER DURCHFLUSS FÜR DIE AMMONIAK-ENTFERNUNG (OPT 86A)

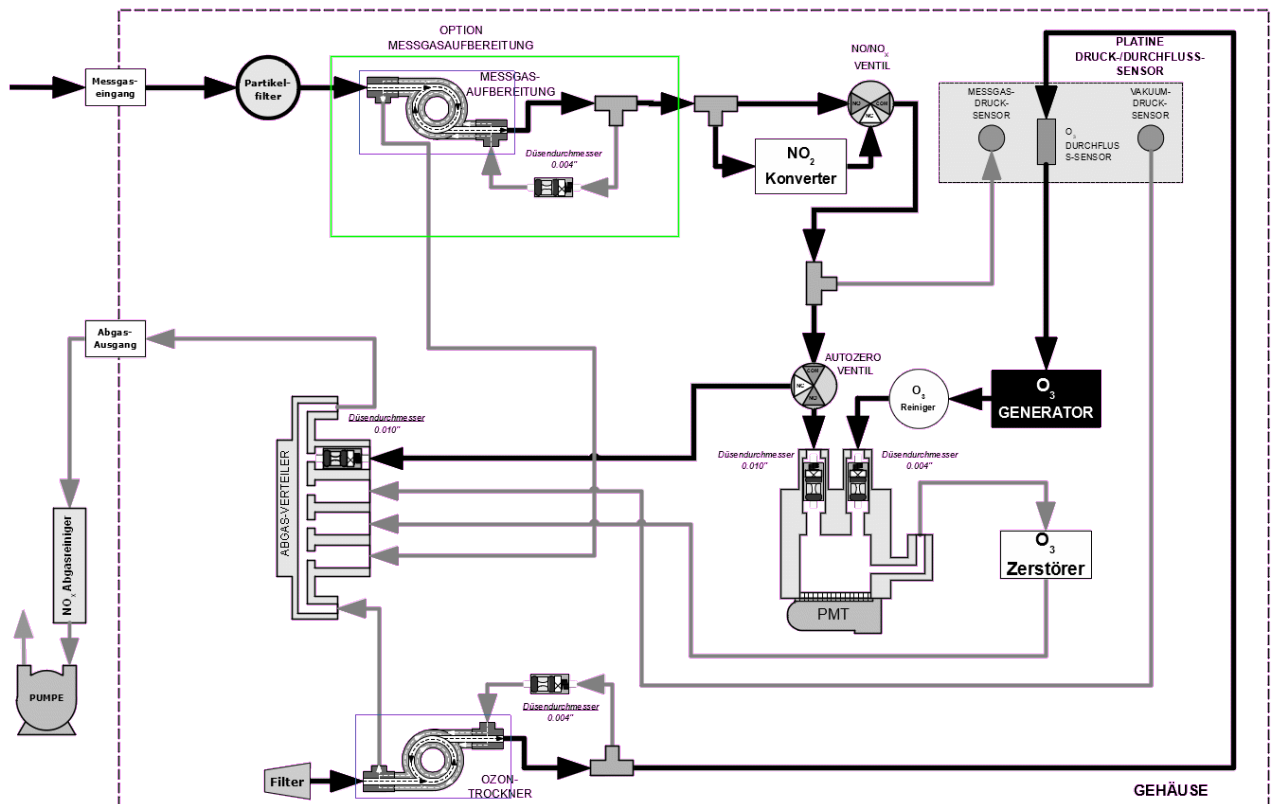


Abbildung 2-24 T200P Pneumatik für die Option Messgasaufbereitung (OPT 86A)

2.3.4. INBETRIEBNAHME, FUNKTIONSKONTROLLEN UND KALIBRIERUNG

Es wird empfohlen Abschnitt 6 zu lesen, um sich mit dem Funktionsprinzip des Analysators vertraut zu machen.

Beim ersten Start des Geräts (Abschnitt 2.3.4.1) überprüfen Sie die Funktionalität des Geräts (Abschnitt 2.3.4.3) und führen Sie eine Erstkalibrierung (Abschnitt 2.3.4.4) durch. Abschnitt 2.4 behandelt das Menüsystem, Abschnitt 2.5 enthält Anleitungen zur Vornahme von Einstellungen.



ACHTUNG!

Wird Ozon bemerkt, schalten Sie das Gerät aus und kontaktieren Sie so bald wie möglich den technischen Support.

2.3.4.1. INBETRIEBNAHME

Bei der ersten Inbetriebnahme erscheinen einige Statusanzeigen (Abbildung 2-25) bevor der Startbildschirm erscheint (Abbildung 2-26).

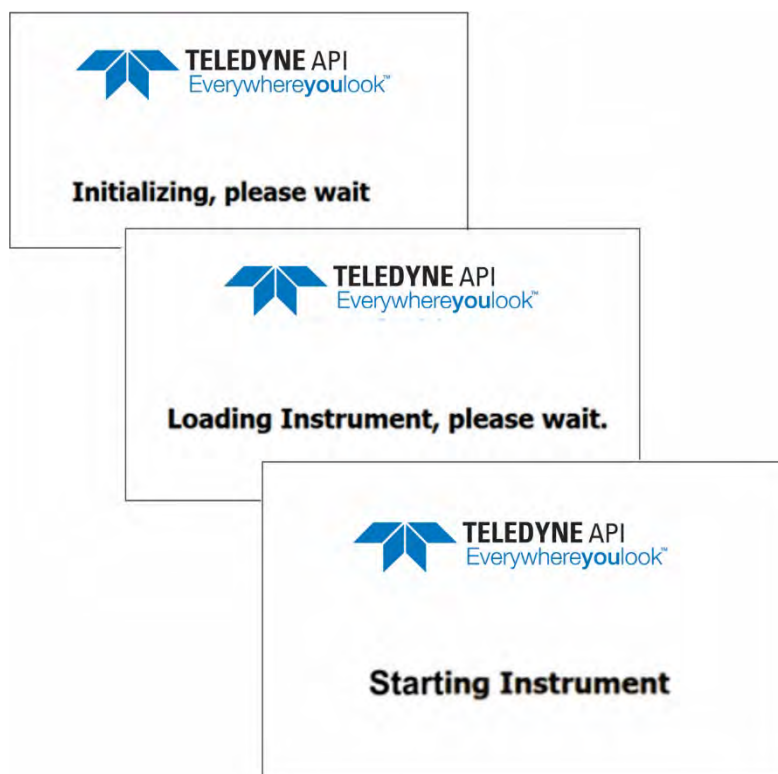


Abbildung 2-25 Statusanzeigen bei der Inbetriebnahme

Bei jedem Start des Geräts sollte das Gerät etwa eine Stunde aufwärmen, um genaue Ergebnisse erzielen zu können.

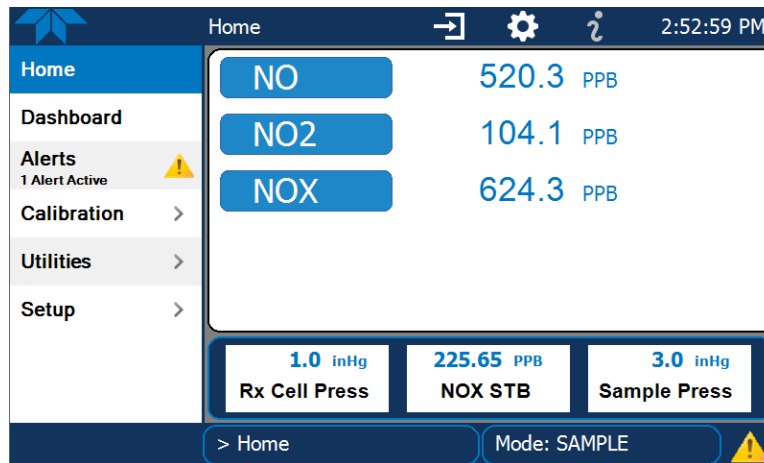


Abbildung 2-26 Beispiel Startbildschirm

2.3.4.2. WARNMELDUNGEN: WARNUNGEN UND ANDERE BENACHRICHTIGUNGEN

Da Temperaturen und andere Werte während der Aufwärmzeit außerhalb der spezifizierten Grenzen sein können, unterdrückt die Software die meisten Warnmeldungen innerhalb der ersten 30 Minuten nach dem Start. Die Seite Alerts (Abbildung 2-27) zeigt den Status aller aktiven Warnmeldungen oder benutzerdefinierten Ereignisse. (Abschnitt 2.4.3 enthält weitere Informationen über Warnmeldungen, Abschnitt 2.5.2 behandelt Ereignisse).

Warnmeldungen können im Menü Alerts oder über die Verknüpfung Alerts eingesehen und gelöscht werden (Warnsymbol, unteres rechtes Eck der Anzeige). Auch wenn die Warnmeldungen von der Seite „Active Alerts“ gelöscht werden, bleibt ein Verlauf unter Utilities>Alerts Log.

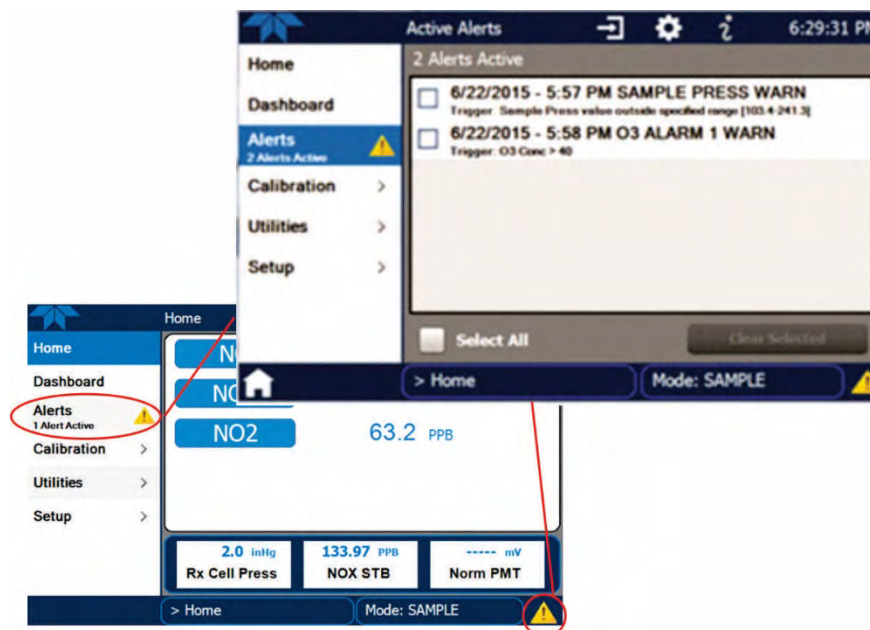


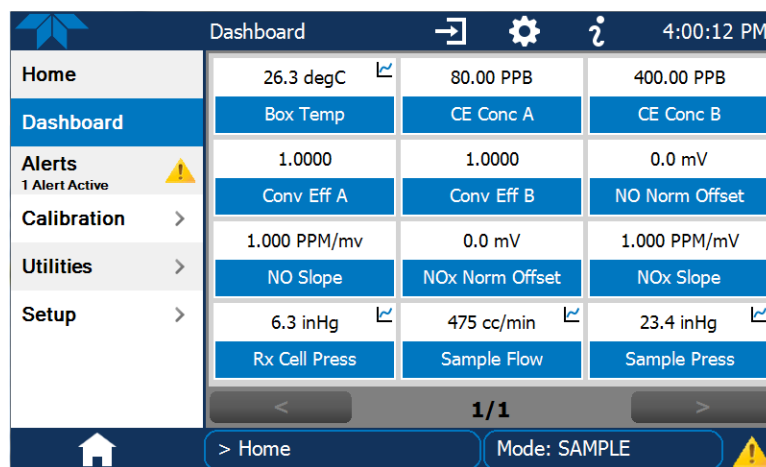
Abbildung 2-27 Aktive Warnmeldungen einsehen

Sollten Warmmeldungen auch nach der Aufwärmzeit bzw. nachdem sie gelöscht wurden weiterhin bestehen, suchen sie unter Verwendung der Leitfäden für die Fehlersuche (Abschnitt 5.5) nach deren Ursache.

2.3.4.3. FUNKTIONSKONTROLLEN

Überprüfen Sie nach der Aufwärmzeit, ob das Gerät alle eingebauten Hardware-Optionen unterstützt (Menü Setup>Instrument) und ob das Gerät innerhalb der zugelassenen Betriebsparameter funktioniert. Vergleichen Sie die Seite „Dashboard“ mit dem „Final Test and Validation Data sheet“ des Geräts, in welchem die im Werk erreichten Werte angegeben sind. (Sollten einige Funktionsparameter nicht angezeigt werden, konfigurieren Sie das „Dashboard“ über das Menü Setup>Dashboard um sie hinzuzufügen; siehe Abschnitt 2.4.2).

Diese Funktionen sind auch gute Hilfsmittel bei einer Fehlersuche. (Weitere Informationen in Abschnitt 5.5.2.)



Home	26.3 degC	80.00 PPB	400.00 PPB
Dashboard	Box Temp	CE Conc A	CE Conc B
Alerts 1 Alert Active	1.0000	1.0000	0.0 mV
Calibration	Conv Eff A	Conv Eff B	NO Norm Offset
Utilities	1.000 PPM/mv	0.0 mV	1.000 PPM/mV
Setup	NO Slope	NOx Norm Offset	NOx Slope
	6.3 inHg	475 cc/min	23.4 inHg
	Rx Cell Press	Sample Flow	Sample Press

1/1

> Home Mode: SAMPLE

Abbildung 2-28 Seite Dashboard

2.3.4.4. KALIBRIERUNG

Bevor der Betrieb beginnt, benötigt der Analysator eine Kalibrierung des Nullpunkts und des Endbereichs, möglicherweise Anpassungen der HVPS, gefolgt von einer Kalibrierung der Konverter-Effizienz-Punkte (CE). Wird der Analysator bewegt oder seine Konfiguration verändert, sollte ebenfalls kalibriert werden. Die Art der Kalibrierung unterscheidet sich leicht, je nachdem ob die Optionen interner Nullgasgenerator oder Nullgasventil eingebaut sind. Folgen Sie den entsprechenden Anleitungen zur Kalibrierung angeführt in Abschnitt 4.

2.4. ÜBERSICHT DER MENÜS

Tabelle 2-9 beschreibt das Hauptmenü und verweist auf die entsprechenden Abschnitte mit Details zur Konfiguration.

Tabelle 2-9 Übersicht der Menüs

MENÜ	BESCHREIBUNG	POSITION
Home	Einsehen und darstellen der Messwerte und anderer Parameter-Werte (Abbildung 2-30).	Abschnitt 2.4.1
Dashboard	Anzeige von Parametern, ausgewählt vom Anwender; einige können auch als Live-Graph dargestellt werden (Abbildung 2-31).	Abschnitt 2.4.2
Alerts	Einsehen und löschen von Warnmeldungen, die durch voreingestellte oder benutzer-konfigurierte Ereignisse ausgelöst wurden. (Aktive und vergangene Warnmeldungen werden unter Utilities>Alerts Log aufgezeichnet).	Abschnitt 2.4.3
Calibration	Durchführen der Kalibrierungen auf den NO- und NO _x -Kanälen und der Konverter-Effizienz-Punkte.	Abschnitt 2.4.4 und 4
Utilities	Einsehen von Datenpunkten, Herunterladen von Daten und Firmware-Updates, Kopieren von Konfigurationen zwischen Geräten und Diagnosetools.	Abschnitt 2.4.5
Setup	Konfigurieren Sie eine Vielzahl von Funktionen über diese Untermenüs für einen benutzerdefinierten Betrieb.	Abschnitt 2.5
Datalogging	Zur Verfolgung und Aufzeichnung von Mess- und Kalibrierdaten sowie Diagnoseparameter; die entsprechenden Berichte können im Menü Utilities>Dialog View (Abschnitt 2.4.5) eingesehen und über das Menü Utilities>USB Utilities (Abschnitt 2.4.5) auf ein Flash-Laufwerk heruntergeladen werden. Auch können bereits konfigurierte Ereignisse (Abschnitt 2.5.2) ausgewählt und eigene Auslöser für die Datenaufzeichnungsfunktionen erstellt werden.	Abschnitt 2.5.1
Ereignisse	Wählen Sie Parameter und definieren Sie die Zustände, die erkannt und in der Liste Alerts (Abschnitt 2.4.3) aufgezeichnet werden sollen. Ereignisse können dazu verwendet werden, Datenaufzeichnungen auszulösen. (Abschnitt 2.5.1)	Abschnitt 2.5.2
Dashboard	Zur Überwachung der Funktionalität des Geräts (Abbildung 2-28) über ausgewählte Parameter.	Abschnitt 2.5.3
Auto Cal (mit Ventiloptionen)	Sind Nullgas-/Prüfgas-Ventiloptionen eingebaut, stellen Sie Sequenzen für die automatischen Kalibrier-Funktionen ein.	Abschnitt 4.3
Vars	Hier können mehrere Software-Variablen, die bestimmte Betriebsparameter definieren, manuell geändert werden.	Abschnitt 2.5.5
Home-Bildschirm	Stellen Sie ein, welche Parameter in den drei Anzeigefeldern angezeigt werden sollen (Abbildung 2-29).	Abschnitt 2.5.6
Digital Outputs	Weisen Sie den rückseitigen Digitalausgängen eine Vielzahl von Signalen zu, die den Status des Geräts und der Betriebsbedingungen überwachen; oder weisen Sie benutzerdefinierte Events zu. (Siehe Setup>Events.)	Abschnitt 2.5.7
Analog Outputs	Senden Sie vom Benutzer gewählte Parameter-Werte in der Form von benutzerdefinierten Spannungs- oder Stromschleifensignalen zu einem Linienschreiber und/oder Datalogger.	Abschnitt 2.5.8
Instrument	Einsicht von Produkt- und Systeminformationen, vorhandene Optionen, Netzwerkeinstellungen; Kalibrierung des Touchscreens; Einsehen/Ändern der Einstellungen für Datum und Uhrzeit; Suche nach Firmware-Updates bei Internetzugang.	Abschnitt 2.5.9
Comm	Einsehen und Ändern von Netzwerk- und serieller Kommunikation.	Abschnitt 2.5.10

2.4.1. HOME PAGE

Abbildung 2-29 gibt eine Übersicht über die Hauptanzeige; Abschnitt 2.5.6 beinhaltet Anleitungen zur Konfiguration. Abbildung 2-30 zeigt, dass durch das Drücken auf den Namen des Gases oder dessen Messwert oder eines der Anzeigefelder, ein Echtzeit-Graph der entsprechenden Messwerte gezeigt wird.

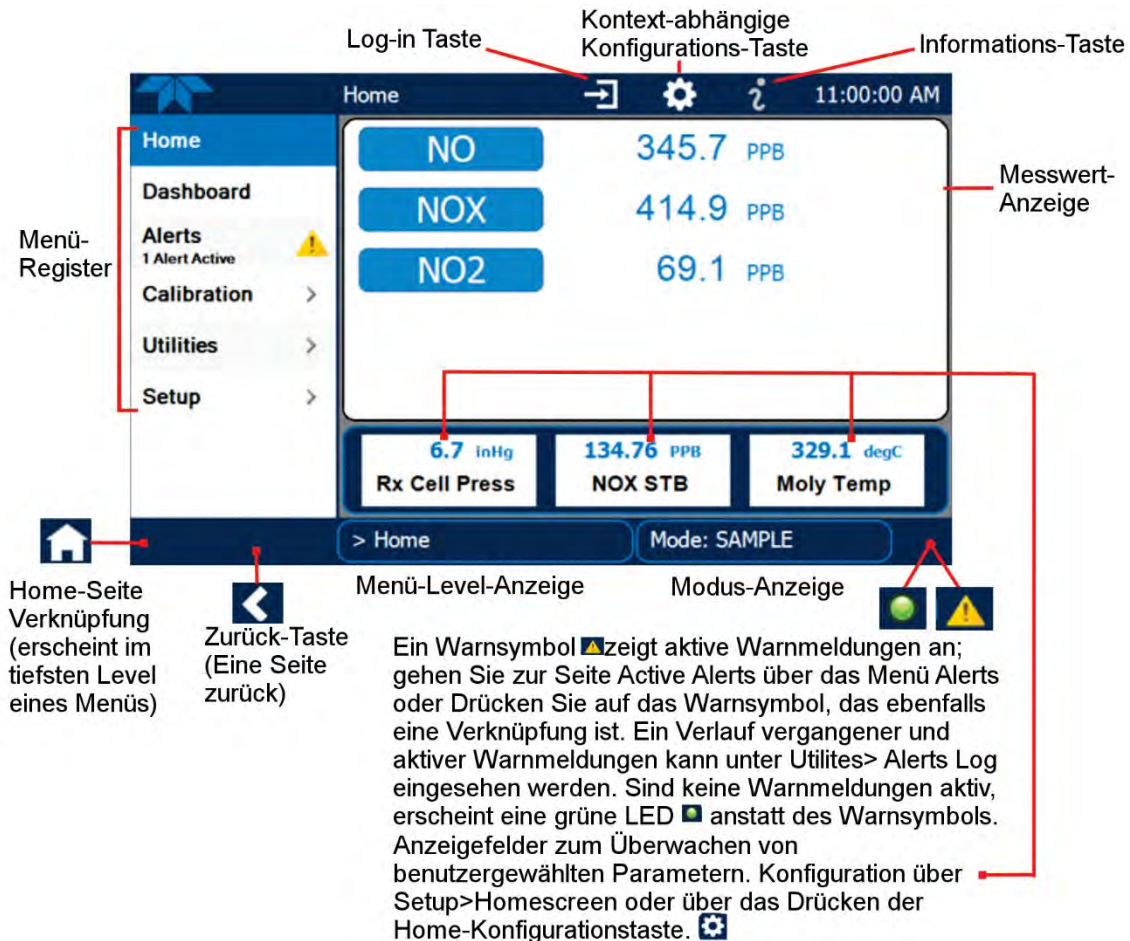
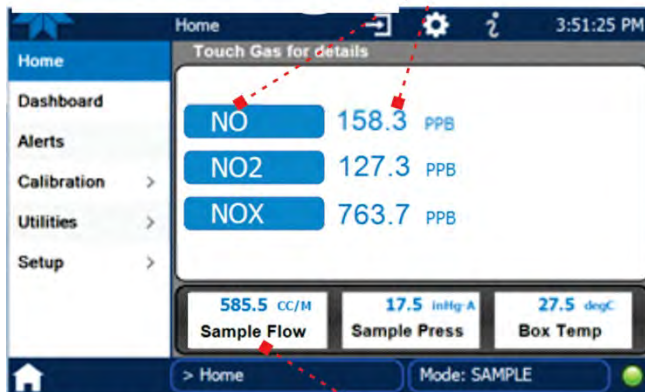
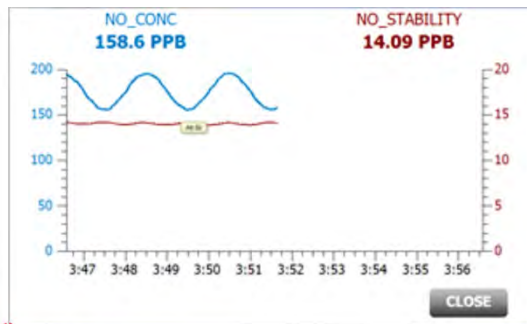


Abbildung 2-29 Übersicht über die Benutzeroberfläche

Wählen Sie den Namen eines Gases oder seinen Wert, um einen Graphen anzuzeigen.



(Ändern Sie die anzuzeigenden Parameter im Anzeigefeld mit der Konfiguration für Home (⚙️)).

Wählen Sie ein Anzeigefeld, um einen Graphen anzuzeigen.

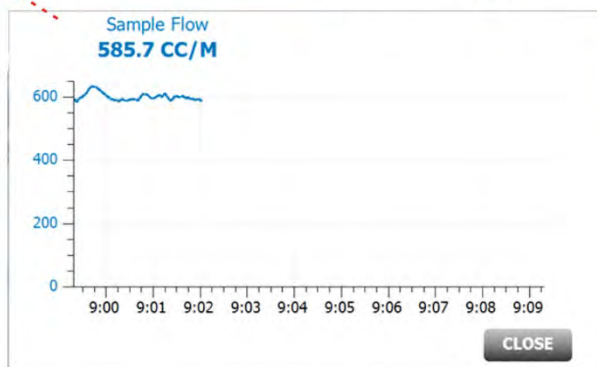
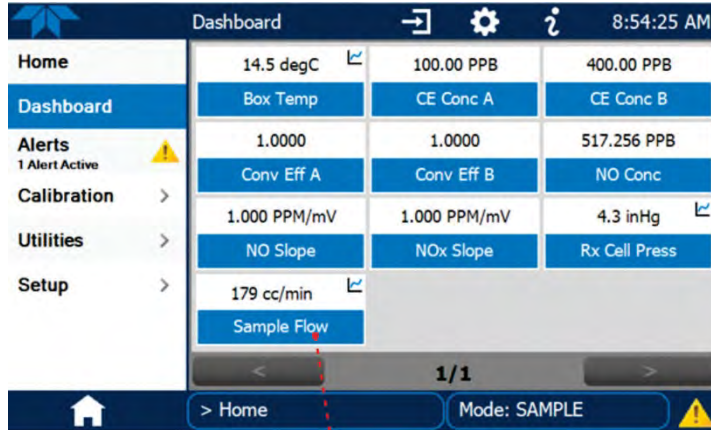


Abbildung 2-30 Messwert- und Stabilitäts-Graph (oben) und Anzeigefeld-Graph

2.4.2. DASHBOARD

Beim Dashboard werden einige benutzerkonfigurierte Parameter und deren Werte angezeigt (Abschnitt 2.5.3 enthält Anleitungen zur Konfiguration). Gibt es ein Graph-Symbol in der oberen Rechten Ecke eines Parameters, wird durch Drücken auf dieses Symbol, ein Echtzeit-Graph dieser Messwerte angezeigt. (Wie in Abbildung 2-31.)



Wählen Sie einen grafisch darstellbaren Parameter auf der Seite Dashboard, um einen Echtzeit-Graphen anzuzeigen.

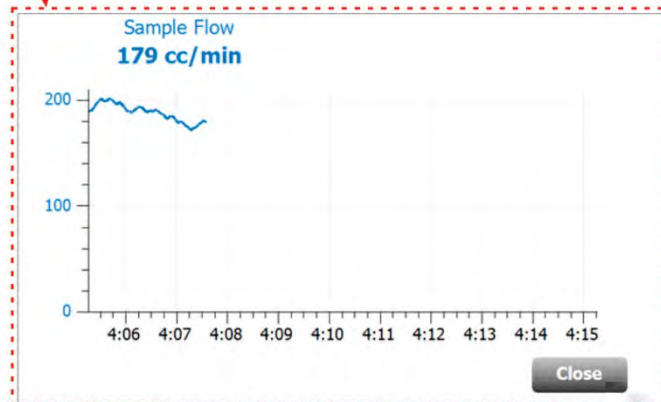


Abbildung 2-31 Dashboard

2.4.3. ALERTS

Warnmeldungen sind Benachrichtigungen, die dadurch ausgelöst werden, dass bestimmte Kriterien erfüllt werden - entweder über voreingestellte Auslöser (standardmäßig und nicht änderbar) oder benutzerdefinierte Ereignisse (Abschnitt 2.5.2). Die Seite Active Alerts zeigt den Status aller aktiven Warnmeldungen oder Ereignisse an, die ausgelöst wurden.

Werden Warnmeldungen ausgelöst, erscheint ein Warnsymbol im Menüregister Alerts sowie in der rechten unteren Ecke der Benutzeroberfläche, das als direkte Verknüpfung zur Seite Alerts dient. Nehmen Sie Einsicht in die Liste der aktiven Warnmeldungen, indem Sie entweder das Menü Alerts auf dem Startbildschirm auswählen oder auf die Verknüpfung zu Alerts drücken (Abbildung 2-32).

Auch wenn die Warnmeldungen von der Seite „Active Alerts“ gelöscht werden, bleibt ein Verlauf unter Utilities>Alerts Log gespeichert.

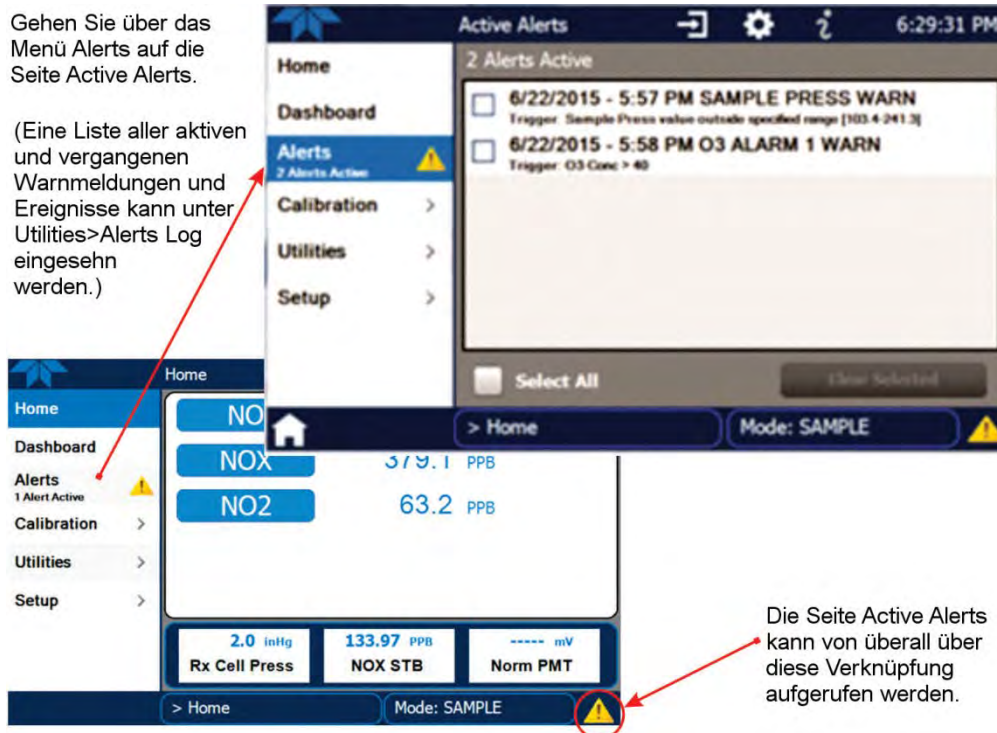


Abbildung 2-32 Navigation zur Seite Active Alerts

Warnmeldungen werden entweder durch Ereignisse ausgelöst, und bleiben so lange auf der Seite Active Alerts, bis sie gelöscht werden, oder sie aktualisieren sich abhängig von den Ereignis-Kriterien durchgehend und löschen sich selbst. Siehe Abschnitt 2.5.2.

Um Warnmeldungen von der Seite Active Alerts zu löschen, wählen Sie mit den Kästchen entweder bestimmte Warnmeldungen aus, oder wählen Sie das Kästchen „Select All“, um alle Warnmeldungen zu markieren, und drücken Sie dann die Taste „Clear Selected“.

Sind alle Warnmeldungen gelöscht, wird bei dem Menüregister das Warnsymbol nicht mehr angezeigt, und das Warnsymbol in der rechten unteren Ecke der Benutzeroberfläche durch eine grüne LED ersetzt (Abbildung 2-33). Warnmeldungen können allerdings wieder erscheinen, sollte der auslösende Zustand weiterhin bestehen. Hilfe bei der Fehlersuche finden Sie in Abschnitt 5.5.

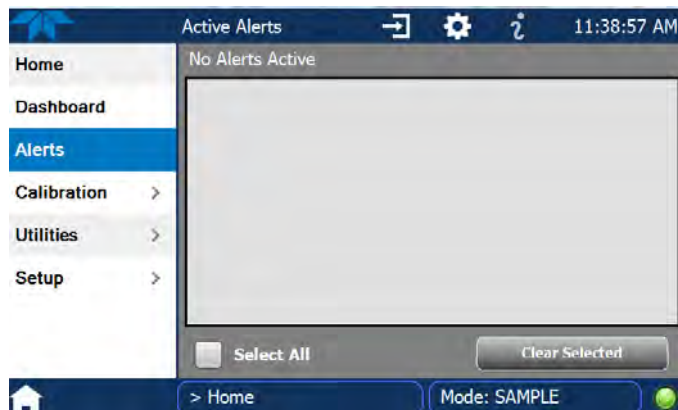


Abbildung 2-33 Aktive Warnmeldungen gelöscht

Warnmeldungen und Ereignis bleiben in dem Verlauf unter Utilities>Alerts Log (Abbildung 2-34).

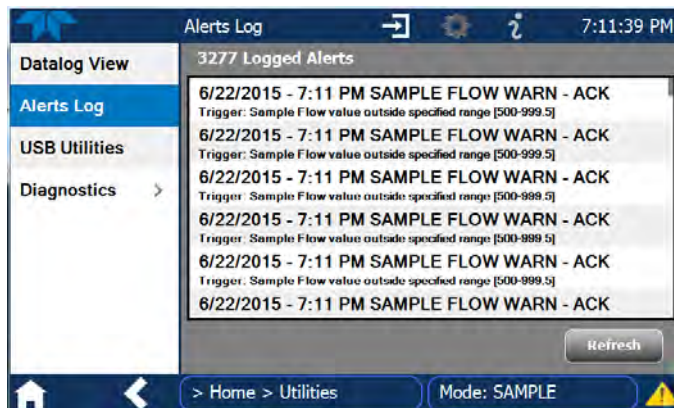


Abbildung 2-34 Utilities>Alerts Log - Aktive und vergangene Warnmeldungen und Ereignisse

2.4.4. CALIBRATION

Das Kalibrier-Menü wird für Nullpunkts-/Endbereichs-/Multipoint-/CE-Kalibrierungen verwendet, sowie für externe Kalibrierungen mit eingebauten Ventiloptionen. Die verschiedenen Kalibrierungen werden in Abschnitt 4 beschrieben.

2.4.5. UTILITIES

Das Menü Utilities hat eine große Anzahl an Funktionen, wie in der nachfolgenden Tabelle 2-10 beschrieben.

Tabelle 2-10 Untermenüs von Utilities

UTILITIES MENÜ	BESCHREIBUNG														
Datalog View	Zeigt die Dateneinträge an, die über das Menü Setup>Data Logging eingestellt wurden. Aus dieser Liste kann eine Aufzeichnung ausgewählt und über Filter die gewünschten Daten angezeigt werden. (Weitere Informationen zum Aufsetzen und Betreiben des Dataloggers finden Sie in Abschnitt 2.5.1).														
Alerts Log	Zeigt einen Verlauf der Warnmeldungen, die durch voreingestellte und benutzerkonfigurierte Ereignisse ausgelöst wurden (Konfiguration von Ereignissen in Abschnitt 2.5.2).														
USB Utilities	Hat bei Anschluss eines Flash-Laufwerks an der USB-Schnittstelle auf der Frontplatte des Geräts mehrere Zwecke: <ul style="list-style-type: none"> • herunterladen von Daten vom internen Datenerfassungssystem (DAS) des Geräts, auf ein Flash-Laufwerk (Abschnitt 2.5.1.3) • Durchführen von Firmware-Updates (Abschnitt 5.3) • Kopieren von Gerätekonfigurationen von/auf andere Geräte (Abschnitt 2.6) 														
Diagnostics	Ermöglicht den Zugang zu verschiedenen Seiten, die eine Fehlersuche ermöglichen. <table border="1" data-bbox="237 905 1438 1673"> <tbody> <tr> <td>Analog Inputs</td> <td>Misst die Spannungssignale mehrerer Analogeingangs-Parameter, inklusive von anderen Geräten, wenn die Option Externe Analogeingänge (Abschnitt 2.3.1.2) eingebaut ist. Diese können im internen Datenerfassungssystem (DAS) aufgezeichnet werden, indem man den Datalogger im Menü Setup>Data Logging konfiguriert (Abschnitt 2.5.1).</td> </tr> <tr> <td>Analog Outputs</td> <td>Zeigt die Spannungssignale für ausgewählte Funktionen an und wird im Menü Setup>Analog Outputs (Abschnitt 2.5.8) konfiguriert. Eine Beschreibung der Anschlüsse der Rückwand finden Sie in Abschnitt 2.3.1.3.</td> </tr> <tr> <td>Digital Inputs</td> <td>Sie zeigen, ob bestimmte Funktionen ein- oder ausgeschaltet sind; beispielsweise ob der Modus Maintenance oder die Sprachauswahl über die Frontanzeige gesteuert werden können, oder ob eine Nullpunkts- oder Endbereichskalibrierung ferngesteuert aktiviert werden kann, wenn eine externe Quelle über den Anschluss Control In auf der Rückwand angeschlossen ist (Abschnitt 2.3.1.6).</td> </tr> <tr> <td>Digital Outputs</td> <td>Zeigt die Funktion der benutzerdefinierten Parameter, die über das Menü Setup>Digital Outputs (Abschnitt 2.5.7) konfiguriert wurden.</td> </tr> <tr> <td>Flow Cal</td> <td>Wird verwendet um den Wert des Messgas-Durchflusses mit dem tatsächlichen, mit einem externen Gerät gemessenen, Durchfluss zu kalibrieren. (Abschnitt 5.4.11.34.5).</td> </tr> <tr> <td>OE Test</td> <td>Wird verwendet um einen elektrischen (ETest) oder einen optischen Test (OTest) durchzuführen (Abschnitt 5.5.9.11).</td> </tr> <tr> <td>O3 Gen Override</td> <td>Wird verwendet um den Ozongenerator-Zustand manuell zu steuern, wie beispielsweise bei der Wartung (Abschnitt 5.5.9.14).</td> </tr> </tbody> </table>	Analog Inputs	Misst die Spannungssignale mehrerer Analogeingangs-Parameter, inklusive von anderen Geräten, wenn die Option Externe Analogeingänge (Abschnitt 2.3.1.2) eingebaut ist. Diese können im internen Datenerfassungssystem (DAS) aufgezeichnet werden, indem man den Datalogger im Menü Setup>Data Logging konfiguriert (Abschnitt 2.5.1).	Analog Outputs	Zeigt die Spannungssignale für ausgewählte Funktionen an und wird im Menü Setup>Analog Outputs (Abschnitt 2.5.8) konfiguriert. Eine Beschreibung der Anschlüsse der Rückwand finden Sie in Abschnitt 2.3.1.3.	Digital Inputs	Sie zeigen, ob bestimmte Funktionen ein- oder ausgeschaltet sind; beispielsweise ob der Modus Maintenance oder die Sprachauswahl über die Frontanzeige gesteuert werden können, oder ob eine Nullpunkts- oder Endbereichskalibrierung ferngesteuert aktiviert werden kann, wenn eine externe Quelle über den Anschluss Control In auf der Rückwand angeschlossen ist (Abschnitt 2.3.1.6).	Digital Outputs	Zeigt die Funktion der benutzerdefinierten Parameter, die über das Menü Setup>Digital Outputs (Abschnitt 2.5.7) konfiguriert wurden.	Flow Cal	Wird verwendet um den Wert des Messgas-Durchflusses mit dem tatsächlichen, mit einem externen Gerät gemessenen, Durchfluss zu kalibrieren. (Abschnitt 5.4.11.34.5).	OE Test	Wird verwendet um einen elektrischen (ETest) oder einen optischen Test (OTest) durchzuführen (Abschnitt 5.5.9.11).	O3 Gen Override	Wird verwendet um den Ozongenerator-Zustand manuell zu steuern, wie beispielsweise bei der Wartung (Abschnitt 5.5.9.14).
Analog Inputs	Misst die Spannungssignale mehrerer Analogeingangs-Parameter, inklusive von anderen Geräten, wenn die Option Externe Analogeingänge (Abschnitt 2.3.1.2) eingebaut ist. Diese können im internen Datenerfassungssystem (DAS) aufgezeichnet werden, indem man den Datalogger im Menü Setup>Data Logging konfiguriert (Abschnitt 2.5.1).														
Analog Outputs	Zeigt die Spannungssignale für ausgewählte Funktionen an und wird im Menü Setup>Analog Outputs (Abschnitt 2.5.8) konfiguriert. Eine Beschreibung der Anschlüsse der Rückwand finden Sie in Abschnitt 2.3.1.3.														
Digital Inputs	Sie zeigen, ob bestimmte Funktionen ein- oder ausgeschaltet sind; beispielsweise ob der Modus Maintenance oder die Sprachauswahl über die Frontanzeige gesteuert werden können, oder ob eine Nullpunkts- oder Endbereichskalibrierung ferngesteuert aktiviert werden kann, wenn eine externe Quelle über den Anschluss Control In auf der Rückwand angeschlossen ist (Abschnitt 2.3.1.6).														
Digital Outputs	Zeigt die Funktion der benutzerdefinierten Parameter, die über das Menü Setup>Digital Outputs (Abschnitt 2.5.7) konfiguriert wurden.														
Flow Cal	Wird verwendet um den Wert des Messgas-Durchflusses mit dem tatsächlichen, mit einem externen Gerät gemessenen, Durchfluss zu kalibrieren. (Abschnitt 5.4.11.34.5).														
OE Test	Wird verwendet um einen elektrischen (ETest) oder einen optischen Test (OTest) durchzuführen (Abschnitt 5.5.9.11).														
O3 Gen Override	Wird verwendet um den Ozongenerator-Zustand manuell zu steuern, wie beispielsweise bei der Wartung (Abschnitt 5.5.9.14).														

2.4.6. SETUP

Das Menü Setup wird verwendet, um die Software-Funktionen des Geräts einzustellen, Informationen über die Leistung des Geräts zu sammeln und Daten vom internen Datenerfassungssystem (DAS), dem Datalogger, einzustellen und

darauf zuzugreifen. Abschnitt 2.5 enthält weitere Informationen über die Untermenüs von Setup.

2.5. MENÜS SETUP: SOFTWARE-KONFIGURATION

Dieser Abschnitt enthält Anleitungen zum Konfigurieren des Geräts. Wurden alle Einstellungen vorgenommen, kann die gespeicherte Konfiguration über das Menü Utilities>USB Utilities auf ein USB-Laufwerk heruntergeladen werden und ebenfalls über dieses Menü auf andere Geräte hochgeladen werden (Abschnitt 2.6).

2.5.1. SETUP>DATA LOGGING (DATENERFASSUNGSSYSTEM, DAS)

Der Datalogger kann für die Erfassung und Speicherung von benutzerdefinierten Daten konfiguriert werden, die dann (wenn ausgewählt), auf der Seite Alerts eingesehen, sowie auf ein USB-Laufwerk für weitere Untersuchung und Analyse gespeichert werden können.

Abbildung 2-35 zeigt einen neuen Eintrag; Abbildung 2-36 zeigt einen vorhandenen Beispiel-Eintrag, der geändert und gelöscht werden kann, und Abbildung 2-37 enthält anschauliche Anweisungen zum Erstellen eines neuen Dateneintrags, Abschnitt 2.5.1.1 und 2.5.1.2 enthalten weitere Informationen.

Um erfasste Gerätedaten auf ein Flash-Laufwerk zu speichern, siehe Abschnitt 2.5.1.3.

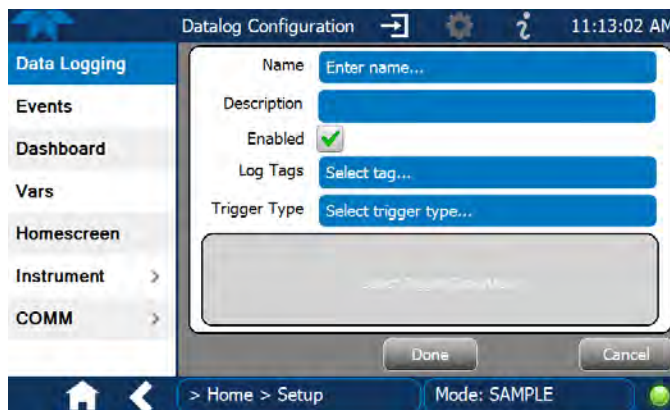


Abbildung 2-35 Datalogger Konfiguration, Seite Neuer Dateneintrag (New Log)

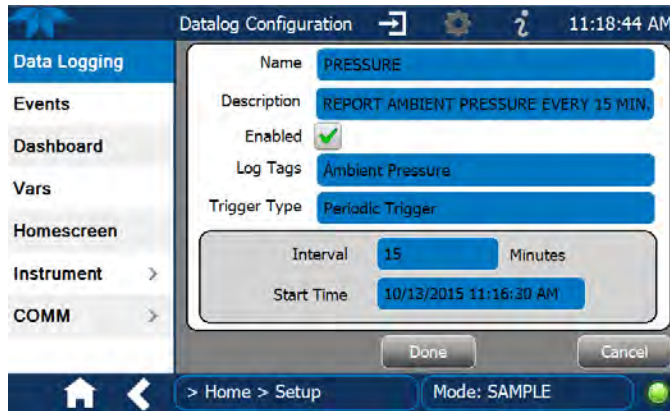
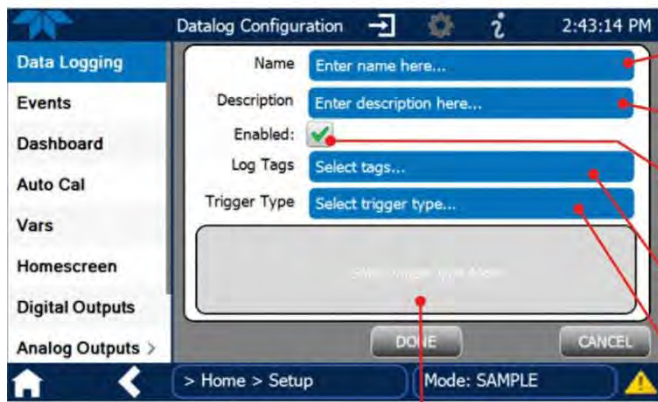


Abbildung 2-36 Datalogger Konfiguration, Vorhandener Eintrag (Existing Log)



Drücken Sie auf das Feld "Name" und benennen Sie den Eintrag mithilfe der Pop-up-Tastatur.

Drücken Sie auf das Feld "Description" und beschreiben Sie mithilfe der Pop-up-Tastatur den neuen Eintrag.

Lassen Sie dieses Kästchen ausgewählt, um die Datenerfassung zu ermöglichen, oder drücken Sie auf das Kästchen um die Datenerfassung für diesen Eintrag zu deaktivieren.

Drücken Sie auf das Feld "Log Tags" um einen oder mehrere Parameter für die Datenerfassung auszuwählen.

Drücken Sie auf das Feld "Trigger Type" um entweder bedingte oder Zeitintervall-abhängige Auslöser auszuwählen.

Wenn **"Periodic"** ausgewählt ist, erscheinen im unteren Feld die Auswahlmöglichkeiten für Zeitintervall und Startzeit.

Interval **15** minutes

Start Time **6/30/2015 6:33:56 AM**

Wenn **"Conditional"** ausgewählt ist, erscheinen in diesem Feld die Auswahlmöglichkeiten für die Felder "Trigger Tag" und "Condition".

Trigger Tag **Select tag here...**

Condition **Select trigger here...**

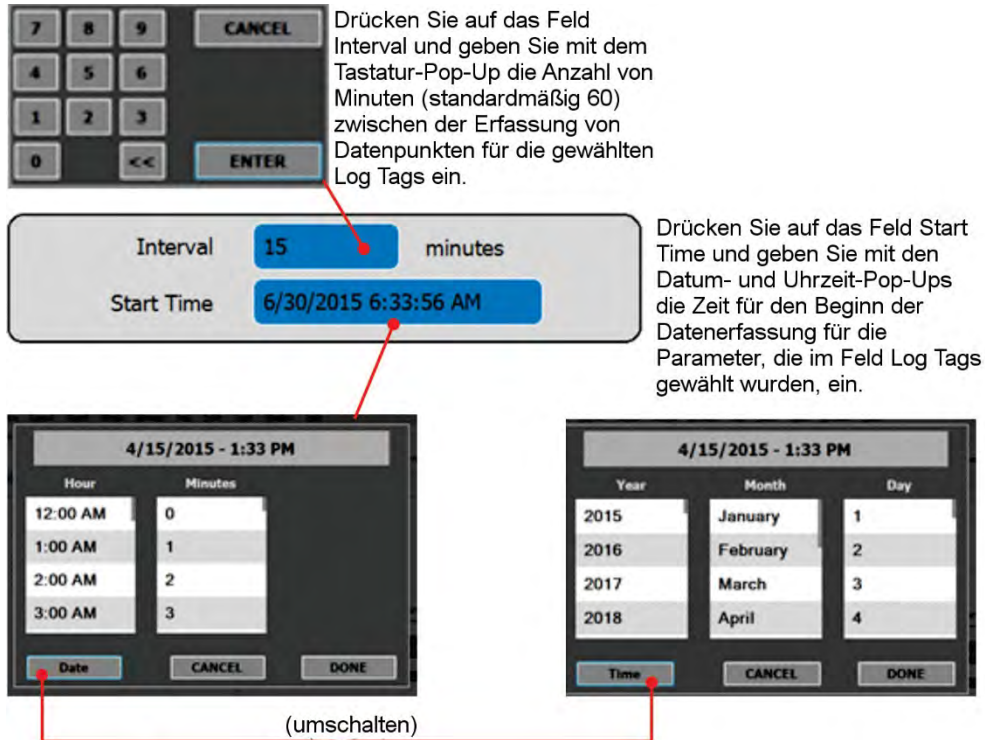
(Weitere Informationen im Abschnitt über das Konfigurieren der Auslöser-Arten.)

Abbildung 2-37 Erstellen eines neuen Dateneintrags

Die Parameter, die in der Liste Log Tags verfügbar sind, enthalten die Namen der Ereignisse, die von der Seite Events (Abschnitt 2.5.2) eingestellt wurden.

2.5.1.1. AUSLÖSER-ARTEN KONFIGURIEREN PERIODISCH

Der periodische Auslöser ist ein zeitbasierter Auslöser, mit dem man Daten in einem bestimmten Zeitintervall aufzeichnet. Periodische Auslöser benötigen ein Intervall, der auf eine Anzahl von Minuten gesetzt ist, und eine Startzeit (Datum und Uhrzeit).



Drücken Sie auf das Feld Interval und geben Sie mit dem Tastatur-Pop-Up die Anzahl von Minuten (standardmäßig 60) zwischen der Erfassung von Datenpunkten für die gewählten Log Tags ein.

Drücken Sie auf das Feld Start Time und geben Sie mit den Datum- und Uhrzeit-Pop-Ups die Zeit für den Beginn der Datenerfassung für die Parameter, die im Feld Log Tags gewählt wurden, ein.

(umschalten)

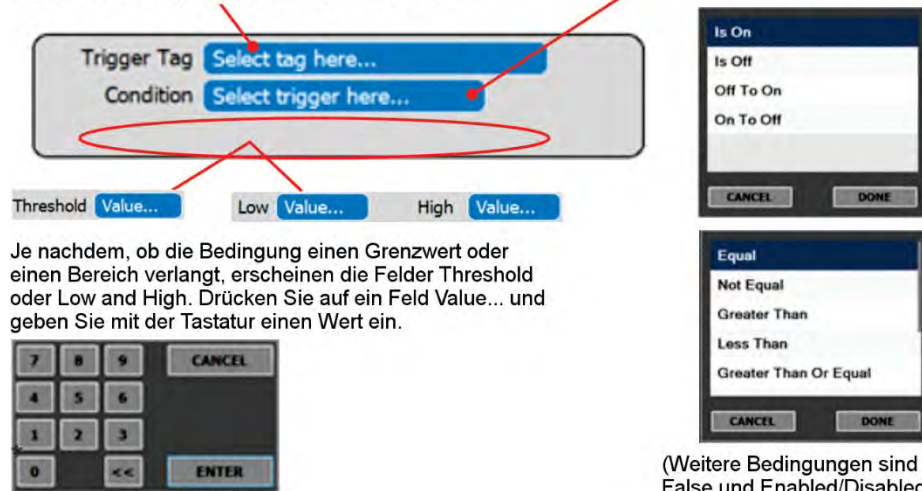
Abbildung 2-38 Datalogger: Einstellen der periodischen Auslöser

2.5.1.2. AUSLÖSER-ARTEN KONFIGURIEREN: KRITERIEN-GEBUNDENE AUSLÖSER

Kriterien-gebundene “Conditional”-Trigger überwachen und zeichnen Daten für benutzergewählte Parameter auf, die bestimmten Kriterien entsprechen.

Drücken Sie auf das Feld Trigger Tag und wählen Sie einen aufzeichnenden Parameter. Die standardmäßig damit assoziierte Bedingung erscheint im Feld Condition.

Drücken Sie auf das Feld Condition um andere Bedingungen aus der Liste auszuwählen.



Je nachdem, ob die Bedingung einen Grenzwert oder einen Bereich verlangt, erscheinen die Felder Threshold oder Low and High. Drücken Sie auf ein Feld Value... und geben Sie mit der Tastatur einen Wert ein.

(Weitere Bedingungen sind True/False und Enabled/Disabled)

Abbildung 2-39 Datalogger – Konfiguration “Conditional” Auslöser

2.5.1.3. HERUNTERLADEN VON DATEN DES DAS (DATENERFASSUNGSSYSTEM)

Über das Menü Utilities>USB Utilities können Gerätedaten auf ein Flash-Laufwerk gespeichert werden, wie hier gezeigt.

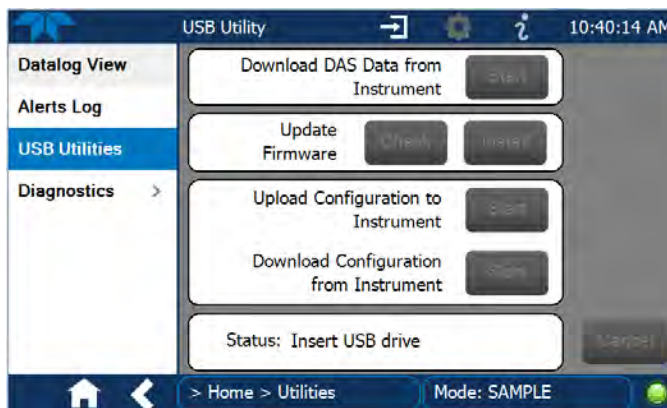


Abbildung 2-40 Seite USB Utility

1. Drücken Sie auf das Menü USB Utilities um die entsprechende Seite zu öffnen (Abbildung 2-40).
2. Stecken Sie ein Flash-Laufwerk bei einem der USB-Anschlüsse auf der Frontplatte an, und warten Sie darauf, dass im Feld Status die

Erkennung des Laufwerks und die verfügbaren Tasten angezeigt werden (Abbildung 2-41).



Abbildung 2-41 Herunterladen von DAS-Daten

3. Um Daten auf das Flash-Laufwerk zu kopieren, drücken Sie auf die Taste Start neben „Download DAS Data from Instrument.“ (Die Taste Cancel wird nun aktiviert).
4. Warten Sie, bis das Feld Status anzeigt, dass die Übertragung abgeschlossen ist und die Taste Cancel zur Taste Done wird.
5. Drücken Sie die Taste Done und entfernen Sie dann das Flash-Laufwerk.

(Das Feld Update Firmware ist für das Suchen und Installieren von Firmware-Updates, wenn das Gerät mit dem Internet verbunden ist, wie in Abschnitt 5.3. beschrieben. Das Feld Upload/Download Configuration, ist für das Kopieren von Gerätekonfigurationen von/auf andere Geräte - beschrieben in Abschnitt 2.6.

2.5.2. SETUP>EVENTS

Ereignisse sind Vorkommnisse, die in Bezug zu einer Betriebsfunktion stehen, und lösen Warnmeldungen (Benachrichtigungen) aus (Abschnitt 2.4.3). Ereignisse können diagnostische Informationen über das Gerät liefern, üblicherweise „Warnungen“ genannt, oder zusätzliche Funktionen bieten, wie beispielsweise Messwertalarmlöser. Das Gerät hat vom Werk aus einige voreingestellte Ereignisse; im Menü Setup>Events Configuration können zusätzliche benutzerdefinierte Ereignisse erstellt werden. Bestehende Ereignisse werden in der Seite Events (Abbildung 2-42) im Menü Setup aufgelistet.

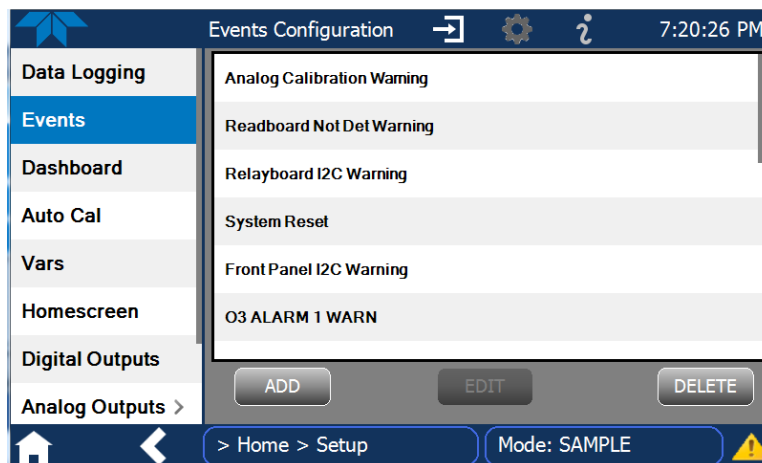


Abbildung 2-42 Liste von Ereignissen (Events)

Sie können auf die Seite Events Configuration zugreifen, indem Sie entweder auf der Seite Active Alerts (Menü Alerts) auf die Konfigurations-Taste drücken, oder über das Menü Home>Setup>Events (Abbildung 2-42). Drücken Sie ADD um ein neues Ereignis zu erstellen (siehe Abbildung 2-43 für Details) oder wählen Sie ein bestehendes Ereignis und bearbeiten (Edit) oder löschen (Delete) Sie es (Anweisungen in Abbildung 2-45).



Abbildung 2-43 Konfiguration von Ereignissen

- Enabled ermöglicht die Auswahl, ob dieses Ereignis aufgezeichnet werden soll (heben Sie die Markierung auf, um dieses Ereignis abzuschalten bzw. zu deaktivieren, ohne es zu löschen). Ein Ereignis muss aktiviert sein, damit die Funktionen Visible und Latching verwendet werden können.
- Visible ermöglicht die Auswahl, ob das Ereignis auf der Seite Alerts angezeigt werden soll, wenn es ausgelöst wird (es wird auch sonst trotzdem aufgezeichnet und ist unter Utilities>Alerts Log einsehbar). Um diese Option zu verwenden, muss das Ereignis aktiviert sein.
- Latching ermöglicht die Auswahl, ob ein Ereignis weiterhin sichtbar sein soll, wenn sich die auslösenden Zustände selbst korrigiert haben. (Bei dieser Option muss der Benutzer auf die Seite Active Alerts gehen, um die die Warnmeldungen und internen Ereignis-Zustände zu löschen. Wird dies nicht aktiviert, aktualisieren sich die Einträge auf der Seite Active Alerts und die internen Ereignis-Zustände laufend selbst, es ist somit keine Interaktion seitens des Anwenders notwendig, um die Warnmeldungen oder den Ereignis-Status zu löschen).

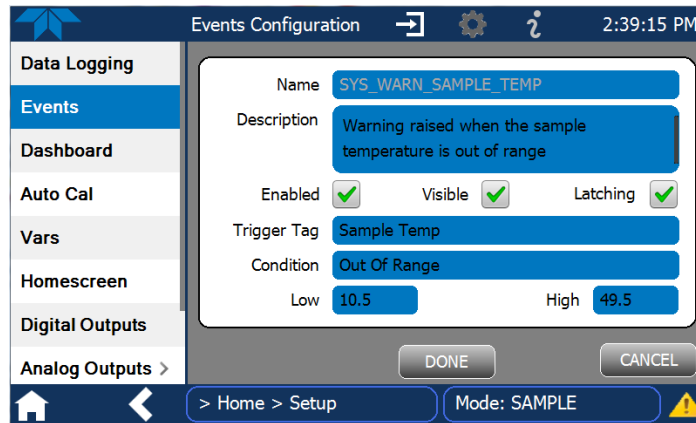


Abbildung 2-44 Konfiguriertes Ereignis

2.5.2.1. ÄNDERN ODER LÖSCHEN VON EREIGNISSEN

Wählen Sie ein Ereignis aus der Liste (Abbildung 2-42) und drücken Sie auf die Taste Edit um die Details dieses Ereignisses einzusehen oder zu ändern (Abbildung 2-44), oder drücken Sie auf die Taste Delete um das Ereignis zu löschen.

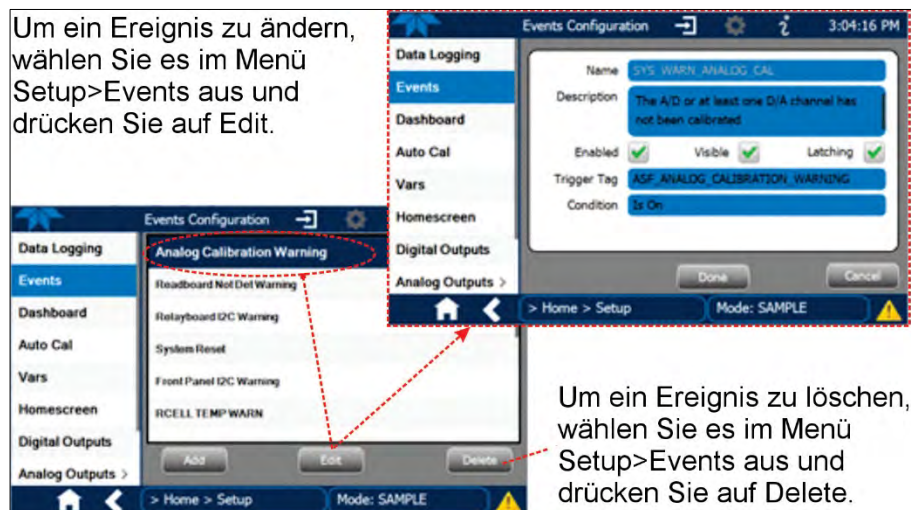


Abbildung 2-45 Ändern oder Löschen eines Ereignisses

2.5.2.2. EREIGNISSE ALS AUSLÖSER FÜR DATENAUFZEICHNUNG

Ereignisse können verwendet werden, um als benutzerdefinierte Auslöser für Datenerfassungsfunktionen zu dienen. Der Name, der in das Feld Name der Seite Events Configuration eingegeben wird, wird in der Liste Log Tags auf der Seite Datalog Configuration angezeigt. Der Datalogger wird in Abschnitt 2.5.1 behandelt.

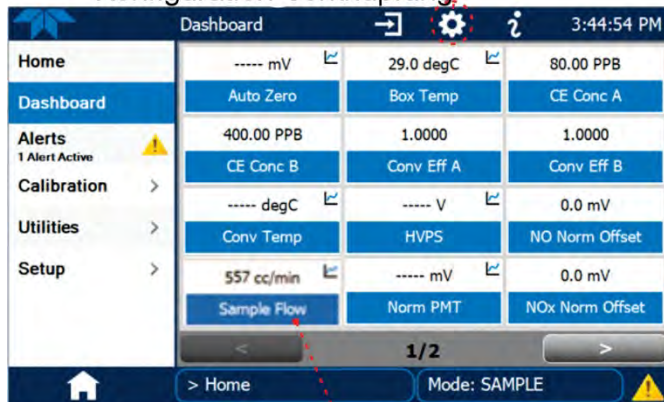
2.5.3. DASHBOARD

Um zur Dashboard-Konfiguration zu gelangen, drücken Sie entweder auf die Verknüpfung auf der Dashboard-Seite, oder verwenden Sie das Dashboard-Menü.



Anpassen der Konfiguration:

Konfiguration-Verknüpfung:



Um einen Parameter zum Dashboard hinzuzufügen, wählen Sie in der Liste "Available Tags" und drücken Sie die nach rechts zeigenden Pfeile. (Häkchen in der Liste kennzeichnen die Parameter, die aktuell im Dashboard angezeigt werden.)

Um einen Parameter aus dem Dashboard zu entfernen, wählen Sie ihn in der Liste "Dashboard" aus und drücken Sie den Pfeil nach links.

Wählen Sie einen grafisch darstellbaren Parameter, um einen Echtzeit-Graphen anzeigen zu lassen.

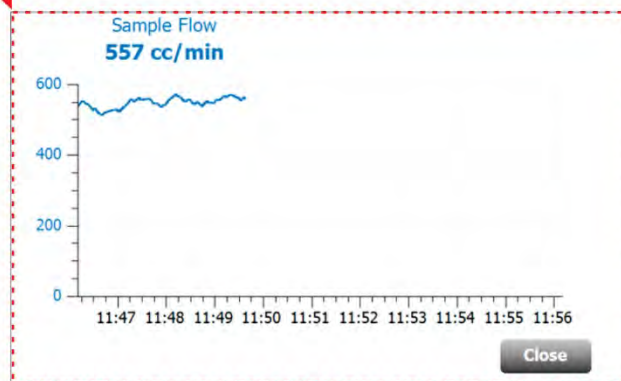


Abbildung 2-46 Dashboard-Anzeige und Konfiguration

2.5.4. SETUP>AUTO CAL (MIT VENTILOPTION)

AutoCal ist bei eingebauten Ventiloptionen verfügbar (siehe Abschnitt 4.3).

2.5.5. SETUP>VARS

Vars sind Software-Variable, die Betriebsparameter bestimmen, die automatisch von der Firmware des Geräts festgelegt und vom Benutzer über dieses Menü anpassbar sind. Gehen Sie in das Menü um die Liste der Variablen zu sehen; wählen Sie eine Variable um ihre Beschreibung zu sehen; drücken Sie auf die Taste Edit um die Einstellungen zu ändern.

Tabelle 2-11 Liste der Variablen mit Beschreibung

VARIABLE	BESCHREIBUNG
(Diese Liste beinhaltet übliche Vars; abhängig von Ihren Optionen erscheinen möglicherweise auch andere Variablen in Ihrem Vars-Menü.)	
Conc Precision	Ermöglicht die Einstellung der angezeigten Dezimalstellen der Mess- und Stabilitätswerte.
Daylight Savings Enable	Sommerzeit/Winterzeit-Umstellung aktivieren oder deaktivieren (siehe auch Setup>Instrument>Date/Time Settings).
Dilution Factor Option	Kompensationsfaktor bei Anwendungen, wo die Konzentrationen von Abgasen mittels Verdünnung ermittelt werden. Ist der Grad der Verdünnung bekannt, wird dieser bei der Berechnung der NO-, NO ₂ - und NO _x -Messwerte berücksichtigt. Die am Display angezeigten und über die verschiedenen Ausgänge ausgegebenen Werte entsprechen dann dem unverdünnten Gas. <ol style="list-style-type: none"> 1. Stellen Sie die entsprechende Messeinheit ein (Setup>Vars>User Units). 2. Wählen Sie einen Messbereichmodus (Setup>Vars>Range Mode) und stellen Sie eine Obergrenze für den Messbereich ein (Setup>Analog Output). Stellen Sie sicher, dass die eingegebene Obergrenze tatsächlich dem maximalen erwarteten Messwert des unverdünnten Gases entspricht. 3. Geben Sie den Verdünnungsfaktor über das Menü Setup>Vars>Dilution Factor ein (ein eingegebener Wert von 20 bedeutet 20 Teile Verdünnungsgas zu 1 Teil Messgas). 4. Kalibrieren Sie den Analysator und stellen Sie sicher, dass das Prüfgas entweder durch das gleiche Verdünnungssystem wie das Messgas zugeführt wird, oder eine dementsprechend niedrigere Konzentration hat.
Dyn Zero Enable	Dynamic Zero passt automatisch den Nullpunktversatz (Offset) und Verstärkungsfaktor (Slope) des NO und NO _x an, wenn mit AutoCal eine automatische Nullpunktskalibrierung durchgeführt wird (Abschnitt 4.3).
Dynamic Span Enable	Dynamic Zero passt automatisch den Nullpunktversatz (Offset) und Verstärkungsfaktor (Slope) des NO und NO _x an, wenn mit AutoCal eine automatische Endpunktskalibrierung durchgeführt wird (Abschnitt 4.3).
Enable Software Maintenance Mode	Das Gerät bleibt im Messgasmodus und ignoriert Kalibrierungs-, Diagnose- und Neustart-Befehle. Diese Funktion ist besonders nützlich bei Geräten, die mit Multidrop- (2.3.1.8) oder Hessen-Protokoll-Netzwerken verbunden sind.

VARIABLE	BESCHREIBUNG
Instrument ID	Gibt dem Gerät eine einzigartige Identifikationsnummer, für Verbindungen mit anderen Geräten in Multidrop-Konfiguration oder im gleichen Ethernet-LAN, oder bei der Verwendung von MODBUS- oder HESSEN-Protokollen (Setup>Vars>Instrument ID)
Max Concentration Range (Nur T200P)	Stellt den höchsten erwarteten Messwert ein, wird von der CPU verwendet um den physikalischen Messbereich des Vorverstärkers anzupassen. (Abschnitt 4.1.5 enthält weitere Informationen).
Measure Mode	Wählt den Messmodus, in dem das Gerät betrieben werden soll: Nur NO _x , nur NO oder NO _x und NO gleichzeitig.
Range Mode	Legt den Messbereichsmodus fest, Single (SNGL) oder Dual (DUAL). (Ist die Einstellung DUAL, stellen Sie sicher, dass der maximale Messwertbereich eingestellt wurde).
System Hours	Absolute Anzahl an Stunden System-Laufzeit
TPC Enable	Aktiviert oder deaktiviert die Funktion Temperatur- und Druck-Kompensation (TPC) (Informationen über die TPC, siehe Abschnitt 6.10.2).
User Units	Ändern Sie die Messeinheit.

2.5.6. SETUP>HOMESCREEN

Um einen Parameter („tag“) zu wählen, der in einem der drei Anzeigefelder unten in angezeigt werden soll, gehen Sie zu der Konfigurationsseite der Homescreens entweder über das Menü Setup>Homescreen oder über die Seite Home mit dem Konfigurations-Icon (Abbildung 2-47).

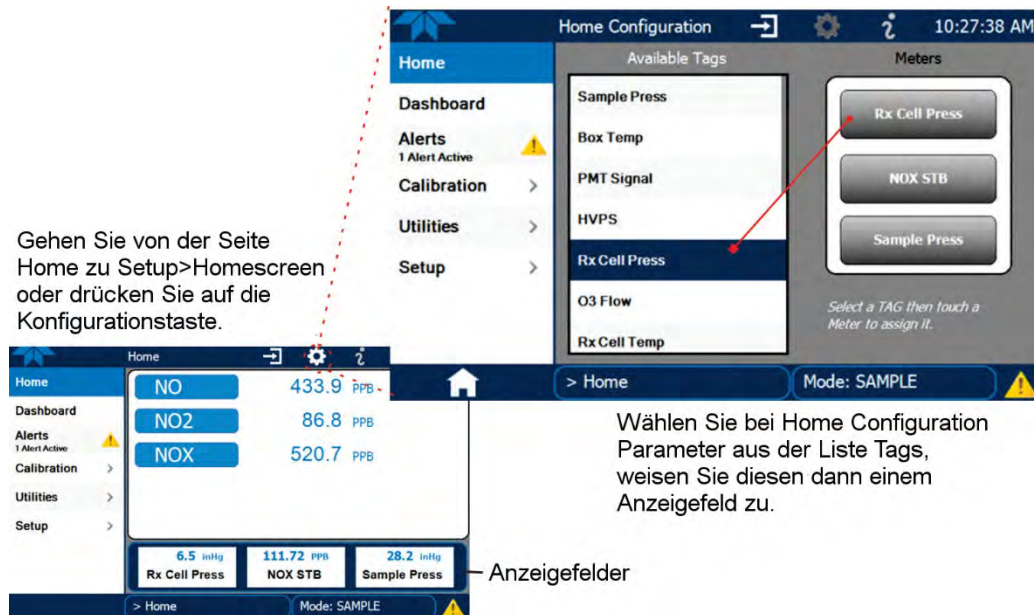


Abbildung 2-47 Konfiguration des Hauptbildschirms

Eine Übersicht über den Startbildschirm finden Sie in Abschnitt 2.4.1, inklusive Abbildung 2-29 und Abbildung 2-30.

2.5.7. SETUP>DIGITAL OUTPUTS

Legen Sie die Funktion jedes Digitalausgangs fest (über den rückseitigen Anschluss STATUS verbunden), indem Sie jedem Ausgang eine Auswahl der verfügbaren „Signalen“ zuweisen. Erstellen Sie benutzerdefinierte „Signale“ im Menü Setup>Events (Abschnitt 2.5.2). (Wurde die Motherboard-Relais-Option eingebaut, können die vier zusätzlichen Relais ebenfalls zugewiesen werden).

Um den Digitalausgängen Signalen zuzuweisen, wählen Sie einen Pin in der Liste Outputs, wählen Sie dann von der Liste Signals und drücken Sie auf die Taste Map; wenn notwendig, ändern Sie die Polarität indem sie die Taste Polarity drücken. Speichern Sie die Änderungen indem Sie die Taste Apply drücken, oder verwerfen Sie die Änderungen indem Sie die Taste Home oder die Rücktaste drücken (ein Pop-Up-Fenster warnt Sie vor dem Verlust der Änderungen, und fragt ob diese nun gespeichert werden sollen oder nicht).

Gehen Sie in das Menü Utilities>Diagnostics>Digital Outputs um den Status (ON/OFF) der einzelnen Digitalausgänge zu ändern.

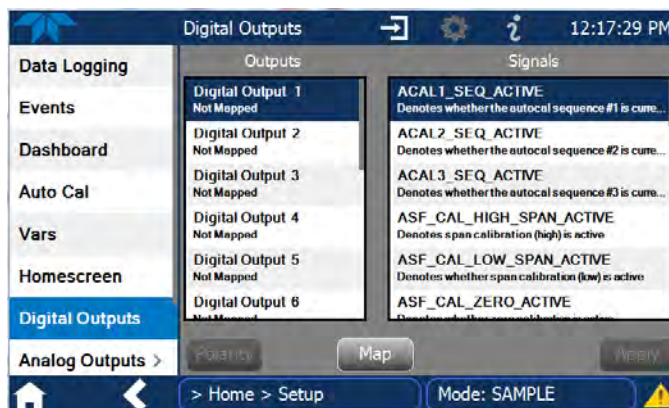


Abbildung 2-48 Einstellungen der Digitalausgänge

2.5.8. SETUP>ANALOG OUTPUTS

Weisen Sie den vier benutzerkonfigurierbaren Analogausgängen einer großen Auswahl von „Signalen“ zu, die deren Konfiguration ändern.

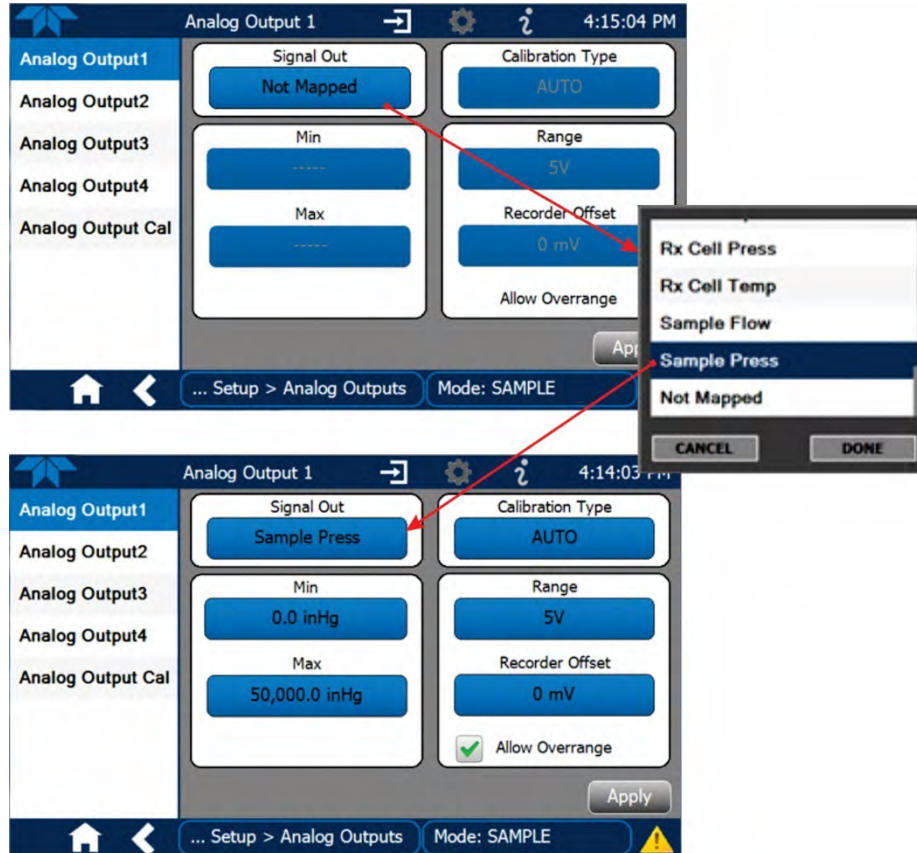


Abbildung 2-49 Beispielskonfiguration der Analogausgänge

Siehe Abbildung 2-49 für den folgenden Vorgang:

- Signal Out: Wählen Sie ein Signal für diesen Ausgang.
- Min/Max: Ändern Sie die Minimal- und Maximalwerte für dieses Signal.
- Calibration Type (Kalibrierungsart):
 - AUTO für Gruppenkalibrierungen (Abbildung 2-50) der Analogausgänge (kann nicht gewählt werden, wenn Current als Bereich ausgewählt ist)
 - MANUAL für individuelle Kalibrierungen (Abbildung 2-51) der Analogausgänge, bei denen manuelle Anpassungen vorgenommen werden können (wenn Current als Bereich ausgewählt ist, ist nur diese Kalibrierungsart möglich). Siehe Abschnitte 2.5.8.1 und 2.5.8.2.
- Range (Bereich): Weisen Sie eine Spannung zu oder wählen Sie Current (siehe Tabelle 2-12).

- Recorder Offset (Nullpunktversatz): fügen Sie einen Nullpunktversatz hinzu, um leicht negative Messwerte durch das Nullpunktrauschen ebenfalls aufzuzeichnen.
- Allow Overrange (Überbereichswerte erlauben): aktivieren Sie diese Kästchen, um einen Überbereich von etwa $\pm 5\%$ zu erlauben, deaktivieren Sie den Überbereich wenn das Aufzeichnungsgerät empfindlich gegenüber erhöhten Spannungen oder Strom ist.



Abbildung 2-50 Analogausgänge: Gruppenkalibrierung



Abbildung 2-51 Analogausgänge: Manuelle Kalibrierung (Beispiel AO2)

Tabelle 2-12 Analogausgänge Spannungs-/Strombereich

BEREICH ¹	BEREICHSSPANNE	MINIMALE AUSGABE	MAX. AUSGABE
100mV	0-100 mVDC	-5 mVDC	105 mVDC
1 V	0-1 mVDC	-0,05 VDC	1,05 VDC
5 V	0-5 mVDC	-0,25 VDC	5,25 VDC
10 V	0-10 mVDC	-0,5 VDC	10,5 VDC
Strom²	0-20 mA	0 mA	20 mA

¹ Jeder Bereich ist von -5% bis +5% des Bereichs verwendbar.

² Dies sind die physikalischen Grenzen der Stromschleife, meist werden 2-20 mA oder 4-20 mA als Unter- und Obergrenzen verwendet.

Bei manuellen Kalibrierungs-Anpassungen, siehe Abschnitt 2.5.8.2 für Spannung, und Abschnitt 2.5.8.2 für Strom.

2.5.8.1. MANUELLE KALIBRIERUNG DES SPANNUNGSBEREICHS DER ANALOGAUSGÄNGE

Es ist möglich, die Spannungen manuell mit einem auf den Ausgangsschnittstellen angeschlossenen Voltmeter (Abbildung 2-52) zu kalibrieren, und die Ausgangs-Signallevel im Feld Manual Adjust des Kalibrier-Bildschirms Analog Outputs zu ändern (Abbildung 2-51). Siehe Tabelle 2-13 für Spannungsverträglichkeiten.

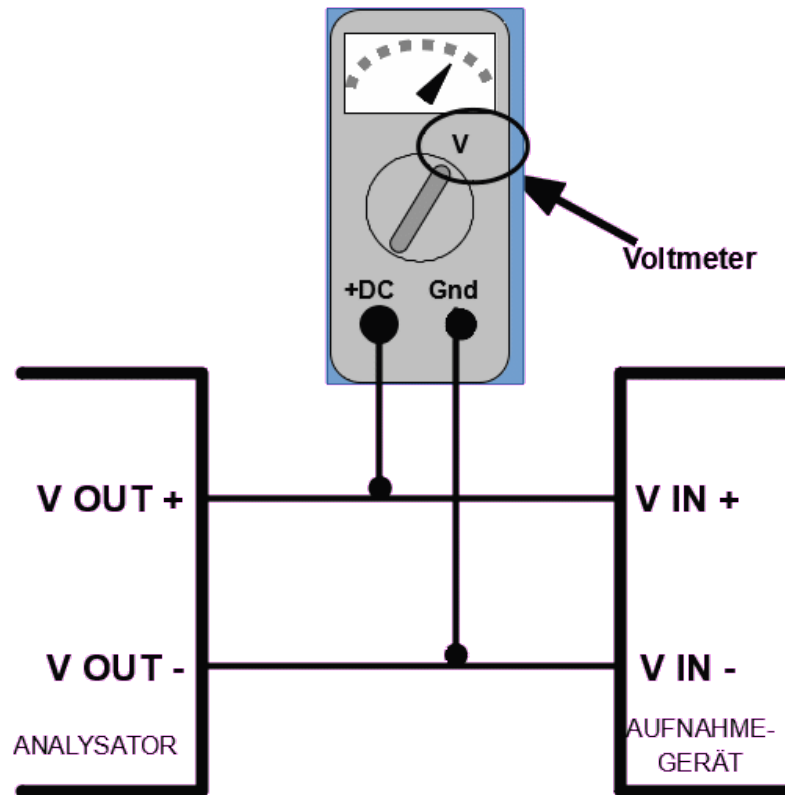


Abbildung 2-52 Einstellungen zum Überprüfen/Kalibrieren der Signallevel der Analogausgänge

Tabelle 2-13 Spannungsverträglichkeiten

GESAMT-BEREICH	TOLERANZ FÜR NULLPUNKT	ENDBEREICHSPANNUNG	TOLERANZ FÜR ENDBEREICH	MINIMALE ANPASSUNG (1 Einheit)
0,1 VDC	±0,0005 V	90 mV	±0,001 V	0,02 mV
1 VDC	±0,001 V	900 mV	±0,001 V	0,24 mV
5 VDC	±0,002 V	4500 mV	±0,003 V	1,22 mV
10 VDC	±0,004 V	4500 mV	±0,006 V	2,44 mV

2.5.8.2. MANUELLE ANPASSUNG DES STROMBEREICHS DER ANALOGAUSGÄNGE

Diese Anleitung geht davon aus, dass die Stromschleife eingebaut ist. (Abschnitt 2.3.1.4).

Diese Option schaltet Schaltkreise in Serie mit dem Ausgang des D-zu-A-Umwandlers auf der Hauptplatine, der die normale DC-Spannung zu einem 0-20 mA Signal umwandelt.

Das Anpassen der Nullpunkts- und Endpunkts-Signallevel der Stromschleife, wird durch das Erhöhen oder Senken des Spannungsausgangs des D-zu-A-Umwandlers auf der Hauptplatine vorgenommen. Dies erhöht oder senkt das von der Stromschleife produzierte Signal.

Die Software lässt Änderungen in Schritten von 100, 10 oder 1 zu. Da die genaue Menge, um die das Stromsignal pro D-zu-A-Stufe verändert wird, von Ausgang zu Ausgang und von Gerät zu Gerät variieren, müssen Sie die Veränderungen der Signallevel mit einem separaten, in Serie mit dem Ausgangsschaltkreis geschalteten, Strommessgerät messen. Siehe Abbildung 2-6 für die Pinbelegung und ein Diagramm des Analogausgangs-Anschlusses.



ACHTUNG!

Überschreiten Sie nicht Spannungsspitzen von 60 V zwischen Stromschleife und Geräte-Masse.

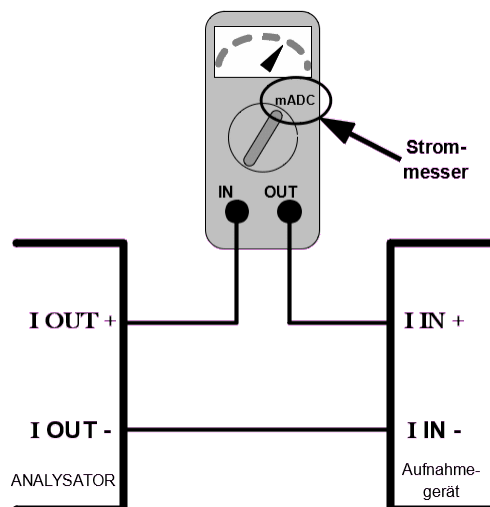


Abbildung 2-53 Einstellungen zum Überprüfen/Kalibrieren der Signallevel der Stromschleife

Eine alternative Methode zum Messen der Einstellung des Stromschleifenumwandlers ist, einen 250 Ohm $\pm 1\%$ -Widerstand anstatt dem

Amperemeter anzuschließen (siehe Abbildung 2-6 für Pinbelegung und Diagramm des Analogausgangs-Anschlusses). Dies ermöglicht die Verwendung eines Voltmeters beim Widerstand, um die Umwandlerleistung als VDC oder mVDC zu messen.

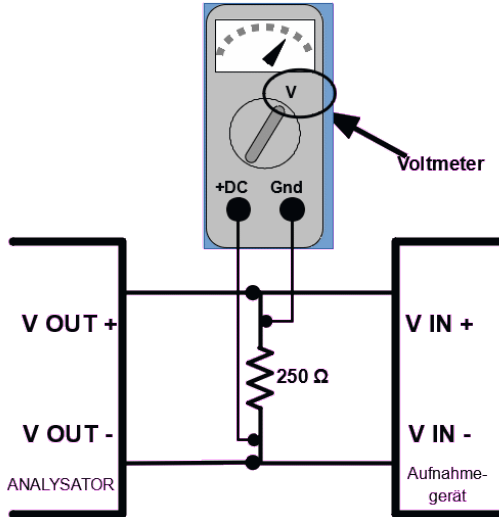


Abbildung 2-54 Alternative mit 250 Ω Widerstand zum Überprüfen der Signallevel des Stromschleifenausgangs

In diesem Fall folgen Sie den Anleitungen oben aber ändern Sie die folgenden Werte:

Tabelle 2-14 Überprüfung des Stromschleifenausgangs

% Der Gesamtskala	Spannung beim Widerstand für 2-20 mA	Spannung beim Widerstand für 4-20 mA
0	500 mVDC	1000 mVDC
100	5000 mVDC	5000 mVDC

2.5.9. SETUP>INSTRUMENT

Wie in Tabelle 2-15 beschrieben, Einsicht von Produkt- und Systeminformationen sowie Netzwerkeinstellungen; hier können Netzwerkeinstellungen geändert und bestimmte Wartungsarbeiten durchgeführt werden.

Tabelle 2-15 Menü Setup>Instrument

MENÜ	BESCHREIBUNG
Product Info	Einsicht von Modell-, Teile- und Seriennummer, sowie Treiberversion und Informationen über Optionen.
System Info	Informationen über Windows und RAM.
Network Settings	Einsicht der Netzwerkeinstellungen (konfigurierbar über das Menü Setup>Comm>Network Settings).
Display Settings	Passen Sie die Reaktion des Touchscreens an. (Anleitungen dazu bei „Wartung“, Abschnitt 5.3.3).
Date/Time Settings	Stellen Sie Datum und Uhrzeit ein, wählen Sie eine Zeitzone und ob

	die Zeitemstellung Sommerzeit/Winterzeit automatisch berücksichtigt werden soll. (Hierzu auch Setup>Vars>Daylight Savings Enable).
Remote Update	Ist ein Instrument mit einem Netzwerk mit Internetzugang verbunden, folgen Sie den Anleitungen auf dieser Seite „Remote Updates“ um nach Software-/Firmware-Updates zu suchen und diese zu aktivieren. (Weitere Informationen in Abschnitt 5.3).

2.5.10. SETUP>COMM

Dieses Menü ist zum Festlegen der verschiedenen Kommunikationseinstellungen.

2.5.10.1. COM1/COM2

Konfigurieren Sie die Schnittstellen COM1 oder COM2 für den Betrieb in einer der in Tabelle 2-16 aufgelisteten Modi.

Tabelle 2-16 Konfiguration von COM1/COM2

MODUS	BESCHREIBUNG
Baud Rate	Legen Sie die Baud-Rate für die zu konfigurierenden COM1- oder COM2-Anschlüsse fest.
Command Prompt Display	Aktivieren/Deaktivieren Sie die Befehlszeile im Terminal-Modus.
Data Bits	Setzen Sie die Datenbits auf 7 oder 8 (üblicherweise in Verbindung mit Parität und Stoppbits).
Echo and Line Editing	Aktivieren/Deaktivieren Sie das lokale Echo und das Zeilenumbruch-Signal.
Handshaking Mode	Wählen Sie den Modus SOFTWARE Handshaking für die Datenübertragungsüberwachung (verwenden Sie NICHT den Modus SOFTWARE Handshaking, wenn Sie im Protokoll-Modus MODBUS RTU sind; wählen Sie nur HARDWARE oder OFF für MODUS RTU), oder HARDWARE für CTS/RTS-Übertragungsüberwachung. (Diese Art von Datenübertragungsüberwachung wird üblicherweise bei Modems oder Terminal-Emulationsprotollen verwendet. Oder schalten Sie „Handshaking“ auf OFF:
Hardware Error Checking	Aktivieren/Deaktivieren Sie die Hardware-Fehlerüberprüfung.
Hardware FIFO	Aktiviert/Deaktiviert den Hardware First In - First Out (FIFO) zum Verbessern der Datenübertragungsrate für diese COM-Schnittstelle.
Modem Connection	Wählen Sie entweder eine Modem-Verbindung oder eine direkte Kabelverbindung.
Modem Init String	Geben Sie einen Initialisierungs-String ein, um die Kommunikation mit dem Modem zu aktivieren.
Multidrop	Aktivieren/Deaktivieren Sie den Modus Multidrop für eine Mehr-Geräts-Konfiguration auf einem einzigen Kommunikationskanal. Multidrop benötigt eine einzigartige Identifikationsnummer für jedes Gerät in der Kette (Setup>Vars>Instrument ID).
Parity	Wählen Sie ungerade, gerade oder keine Parität (üblicherweise eingestellt in Kombination mit Datenbits und Stoppbits).
Protocol	Wählen Sie zwischen den verschiedenen Kommunikationsprotokollen: TAPI, Hessen, MODBUS RTU, oder MODBUS ASCII (MODBUS: Abschnitt 3.4.1; Hessen: Abschnitt 3.4.2).

MODUS	BESCHREIBUNG
Quiet Mode	Der Quiet-Modus unterdrückt Meldungen vom Analysator (z.B. Warnmeldungen) und wird gewöhnlich verwendet, wenn die Schnittstelle mit einem Computerprogramm kommuniziert, wo solche Meldungen Kommunikationsprobleme verursachen könnten. Die Meldungen sind zwar weiterhin verfügbar, müssen aber extra mit einem Befehl geholt werden.
RS-485	Aktivieren/Deaktivieren Sie die Schnittstelle COM2 auf der Rückwand für RS-485-Kommunikation. Der Modus RS-485 hat Vorrang gegenüber dem Modus Multidrop, falls beide aktiviert sein sollten. Außerdem deaktiviert die RS-485-Konfiguration die USB-Schnittstelle auf der Rückwand.
Security	Wenn aktiviert, verlangt die serielle Schnittstelle nach einem Passwort, bevor sie antwortet. Der einzige verfügbare Befehl ist der Hilfe-Befehl (? CR).
Stop bits	Wählen Sie entweder 0 oder 1 Stoppbit (üblicherweise in Verbindung mit Paritäts- und Datenbits).

2.5.10.2. TCP PORT1

Der TCP Port 1, beschreibt die Port Nummer für den Terminal Steuer-Port, mit dem die Terminal-Emulationssoftware das Gerät anspricht, wie Internet oder NumaView™ Fernsteuerungs-Software.

2.5.10.3. TCP PORT2

Der TCP Port2 ist mit der Schnittstellenummer für MODBUS konfiguriert.

2.5.10.4. NETWORK SETTINGS

Das Menü Setup>Comm>Network Settings ist für die Ethernet-Konfiguration. Die Adresseinstellungen werden standardmäßig von der automatischen Konfiguration des Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) eingestellt. Die meisten Anwender möchten eine statische IP-Adresse vergeben: Drücken Sie auf die Taste Static um manuell eine statische IP-Adresse zuzuweisen (sprechen Sie mit Ihrem Netzwerkadministrator, weitere Informationen in Tabelle 2-17).

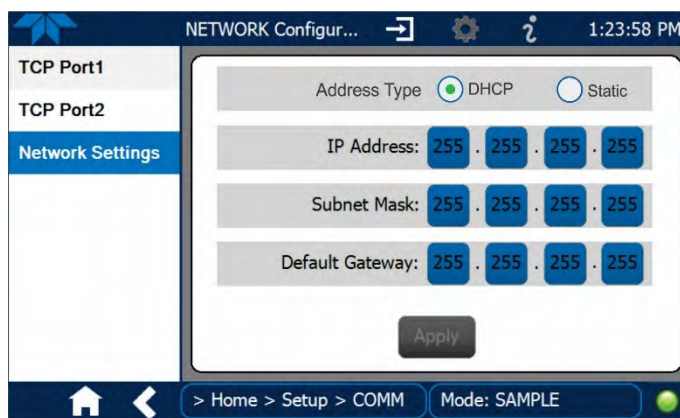


Abbildung 2-55 Kommunikations-Konfiguration, Netzwerkeinstellungen

Tabelle 2-17 LAN/Ethernet-Einstellungen

IP address	Eine Reihe von vier Paketen von jeweils 1 bis 3 Zahlen (z.B. 192.168.76.55) ist die Internet-Adresse des Geräts selbst.
Subnet Mask	Eine Reihe von vier Paketen von jeweils 1 bis 3 Zahlen (z.B. 255.255.255.0) teilt die IP-Adresse in Netzwerkadresse und Host-Adresse auf und identifiziert das LAN, mit dem das Gert verbunden ist. Alle adressierbaren Geräte und Computer in einem LAN müssen die gleiche Subnetzmaske haben. Alle Daten, die an Geräte mit anderen Subnetzmasken geschickt werden, werden als außerhalb des LANs angenommen und über den Gateway-Computer ins Internet geleitet.
Default Gateway	Eine Reihe von Zahlen, ähnlich der IP-Adresse des Geräts (z.B. 192.168.76.1), ist die Adresse des Computers, der von Ihrem LAN als Router für den Zugang zum Internet oder einem anderen Netzwerk verwendet wird.

2.6. ÜBERTRAGEN VON KONFIGURATIONEN AUF ANDERE GERÄTE

Ist ein Gerät konfiguriert, kann die gleiche Konfiguration auf andere Geräte des gleichen Modells kopiert werden. Dies beinhaltet alle Einstellungen, die der Benutzer einstellen kann und gilt nicht für die Geräte-spezifischen Einstellungen, die vom Werk her für die Kalibrierung eingestellt werden.

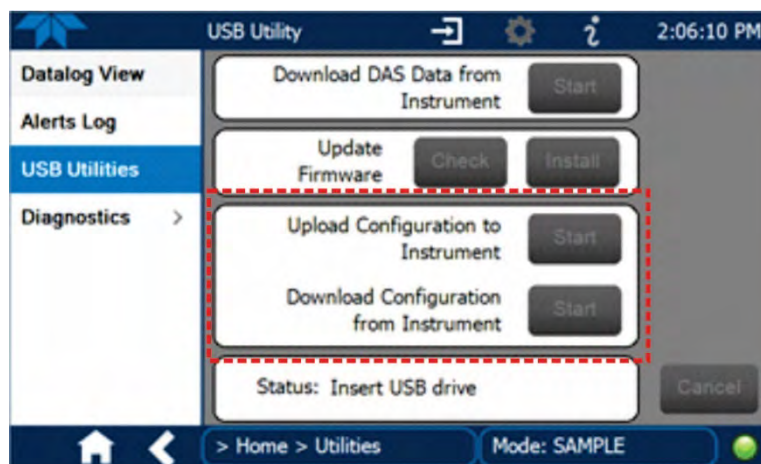


Abbildung 2-56 Konfigurationsübertragung

1. Gehen Sie im Ursprungsgerät in das Menü Utilities>USB Utilities.
2. Stecken Sie ein Flash-Laufwerk an eine der USB-Schnittstellen auf der Frontplatte.
3. Zeigt das Feld Status an, dass das USB-Laufwerk erkannt wurde, drücken Sie auf die Taste Start bei „Download Configuration from Instrument“.
4. Zeigt das Feld Status an, dass der Download abgeschlossen ist, entfernen Sie das Flash-Laufwerk.

5. Gehen Sie im Zielgerät in das Menü Utilities>USB Utilities.
6. Stecken Sie ein Flash-Laufwerk an eine der USB-Schnittstellen auf der Frontplatte.
7. Zeigt das Feld Status an, dass das USB-Laufwerk erkannt wurde, drücken Sie auf die Taste Start bei „Upload Configuration from Instrument“.
8. Zeigt das Feld Status an, dass der Download abgeschlossen ist, entfernen Sie das Flash-Laufwerk.

3. KOMMUNIKATIONEN UND FERNSTEUERUNG

Die Schnittstellen auf der Rückwand des Analysators beinhalten eine Ethernet-Schnittstelle, eine USB-Schnittstelle (optional) und zwei serielle Kommunikationsschnittstellen, beschriftet mit RS232, welches die COM1-Schnittstelle im Software-Menü ist, und COM2 (siehe Abbildung 2-2). Diese Schnittstellen ermöglichen die Kommunikation, das Geben von Befehlen und den Erhalt von Daten vom Analysator über einen externen Computer oder ein Terminal. Anleitungen zur Verbindung sind in Abschnitt 2.3.1.8 zu finden. Anleitungen zur Konfiguration sind in Abschnitt 2.5.10 zu finden.

Dieser Abschnitt enthält wichtige Informationen über die Kommunikation und Kommunikations-Schnittstellen und -Protokolle. Die Datenerfassung wird über den Datalogger eingestellt (Abschnitt 2.5.1).

3.1. DTE/DCE KOMMUNIKATION

RS-232 wurde für die Kommunikation zwischen DTE (Data Terminal Equipment) und DCE (Date Communication Equipment) entwickelt. Einfache Terminals fallen immer in die Kategorie DTE, während Modems als DCE-Geräte angesehen werden. Sie unterscheiden sich durch die Pinzuordnung der Datenempfangs- und Datenübertragungsfunktionen.

- DTE empfängt Daten auf Pin 2 und überträgt Daten auf Pin 3.
- DCE empfängt Daten auf Pin 3 und überträgt Daten auf Pin 2.

Damit der Analysator mit Terminals (DTE), Modems (DCE) und Computern (die beides sein können) benutzt werden kann, ermöglicht ein auf der Geräterückseite unter den seriellen Schnittstellen angebrachter Schalter (betitelt „DCE DTE“, Abbildung 2-2) dem Anwender das Umschalten zwischen diesen beiden Funktionen. Der Schalter tauscht die Sende- und Empfangsleitungen um ein Nullmodem-Kabel nachzubilden. Der Schalter hat keinen Effekt auf die COM2-Schnittstelle.

3.2. MODI, BAUD RATE UND SERIELLE KOMMUNIKATION

Verwenden Sie das Menü SETUP>COMM um mithilfe der Tabelle 2-16 COM1 (auf der Geräterückseite als RS232 beschriftet) und/oder COM2 (auf der Geräterückseite als COM2 beschriftet) für Kommunikationsmodi, Baud Rate oder serielle Kommunikation zu konfigurieren. Sollten Sie eine Kommunikationsoption über USB verwenden, müssen die Baud Rate des Geräts und des Computers übereinstimmen.

3.2.1. SERIELLE KOMMUNIKATION: RS-232

Die RS-232- und die COM2- Schnittstelle funktionieren mit RS-232 Protokoll (Standardkonfiguration). Mögliche Konfigurationen dieser beiden COM-Schnittstellen sind folgende:

- Die RS-232-Schnittstelle kann konfiguriert werden, um im Modus Single oder RS-232-Multidrop (Option 62) betrieben zu werden, siehe Abschnitt 2.3.1.8.
- Die COM2-Schnittstelle kann für normalen RS-232-Betrieb und Multidrop in ihrer standardmäßigen Konfiguration belassen werden, oder für halbduplex RS-485 neu konfiguriert werden (bitte kontaktieren Sie den Hersteller/Händler für diese Konfiguration).

Hinweis

Wird die COM2-Schnittstelle auf der Rückwand verwendet (außer für Multidrop-Kommunikation), kann die rückseitige USB-Schnittstelle nicht verwendet werden.

Ein befehlsgesteuerter Schalter (CAS) kann auch bei jeder der Schnittstellen verwendet werden, um üblicherweise zwischen 2 und 16 Empfangs-/Sendegeräte (Drucker, Datalogger, Analysatoren, Monitore, Kalibratoren, usw.) an ein Kommunikations-Hub zu verbinden. Kontaktieren Sie EAS Envimet (Vorderseite dieses Handbuchs) für mehr Informationen über CAS-Systeme.

3.2.2. SERIELLE KOMMUNIKATION: RS-485 (OPTION)

Die COM2-Schnittstelle auf der Geräterückseite ist für RS-232-Kommunikation eingestellt, kann aber für RS-485-Kommunikation umkonfiguriert werden. Kontaktieren Sie EAS Envimet für die Umkonfigurierung, außer diese Option wurde bereits beim Kauf gewählt, dann wurde die Rückwand bereits vom Hersteller konfiguriert.

3.3. ETHERNET

Bei der Verwendung der Ethernet-Schnittstelle kann der Analysator mit jedem standardmäßigen 10BaseT- oder 100BaseT-Netzwerk über günstige Netzwerk-Hubs, Switches oder Router verbunden sein. Die Software fungiert als Standard-TCP/IP-Gerät auf Port 3000. Dies ermöglicht einen Fernzugriff von einem Computer über das Netzwerk auf den Analysator, unter Verwendung der Software NumaView™ Remote, Terminal-Emulatoren und andere Programme.

Der Ethernet-Anschluss selbst hat zwei LEDs, die den aktuellen Betriebsstatus anzeigen.

Tabelle 3-1 Ethernet-Statusindikatoren

LED	FUNKTION
Gelb (Verbindung)	Leuchtet, wenn die LAN-Verbindung funktionsfähig ist.
grün (Aktivität)	Blinkt bei Aktivität im LAN:

Der Analysator wird bereits mit aktiviertem DHCP geliefert. Dies ermöglicht die Verbindung des Geräts an ein Netzwerk oder einen Router mit DHCP-Server; es sollte allerdings so bald wie möglich mit einer statischen IP-Adresse versehen werden. Siehe Abschnitt 2.5.10.4 für Anweisungen.

3.4. KOMMUNIKATIONSPROTOKOLLE

Die zwei verfügbaren Kommunikationsmodelle sind MODBUS (Abschnitt 3.4.1) und HESSEN (Abschnitt 3.4.2).

3.4.1. MODBUS

Die folgenden Anweisungen gehen davon aus, dass der Anwender mit MODBUS-Kommunikation vertraut ist, und liefert nur minimale Einsteiger-Informationen. Für zusätzliche Anweisungen, beachten Sie das MODBUS-Manual von Teledyne API, PN 06276. Unter www.modbus.org gibt es ebenfalls weitere Informationen.

Minimale Voraussetzungen

- Geräte-Firmware mit MODBUS-Funktionalität installiert
- MODBUS-kompatible Software (TAPI verwendet MODBUS Poll zum Testen; siehe www.modbustools.com)
- PC
- Kommunikationskabel (Ethernet oder USB oder RS-232)
- Möglicherweise ein Nullmodem-Adapter oder -Kabel

3.4.1.1. KONFIGURATION DER MODBUS-SCHNITTSTELLE

MODBUS-Kommunikationen können für Übertragungen über Ethernet oder serielle COM-Schnittstellen über das Menü Setup>COMM konfiguriert werden. Nehmen Sie die entsprechenden Verbindungen (Ethernet oder COM-Schnittstelle) zwischen dem Gerät und einem PC vor.

Ethernet: MODBUS ist verfügbar auf der TCP-Schnittstelle 502. Port 502 ist standardmäßig der TCP-Schnittstelle 2 des Geräts zugewiesen. Überprüfen Sie im Menü Setup>Comm>TCP Port, ob es auf „502“ gesetzt ist (Abbildung 3-1).

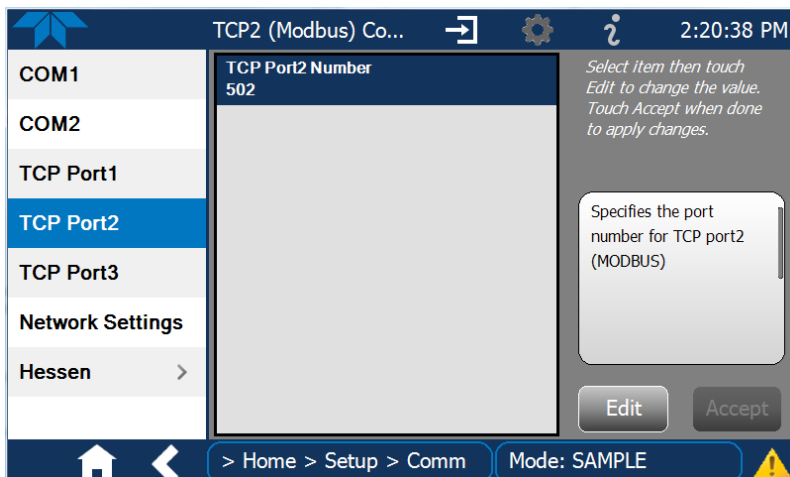


Abbildung 3-1 MODBUS via ETHERNET

Serielle Kommunikation: Sowohl COM1 (beschriftet als RS-232 auf der Rückwand des Geräts) und COM2 sind für RS-232 oder RS-485 mit den Übertragungsmodi MODBUS RTU oder MODBUS ASCII konfigurierbar. Ändern Sie im Menü Setup>COMM COM1[COM2] die Protokoll-Parameter und wählen Sie einen Modbus-Übertragungsmodus; ändern Sie Baud-Rate, Parität, Datenbits, usw. falls notwendig (siehe Beschreibung in Tabelle 2-16).

Wichtig

Bei der Verwendung von MODBUS RTU, stellen Sie sicher, dass der COM1[COM2] Handshaking-Modus auf Hardware auf OFF gestellt ist. Stellen Sie es NICHT auf Software.

Drücken Sie auf die Taste ACCEPT um die Änderungen zu übernehmen. (Abbildung 3-2 zeigt ein Beispiel für MODBUS RTU).

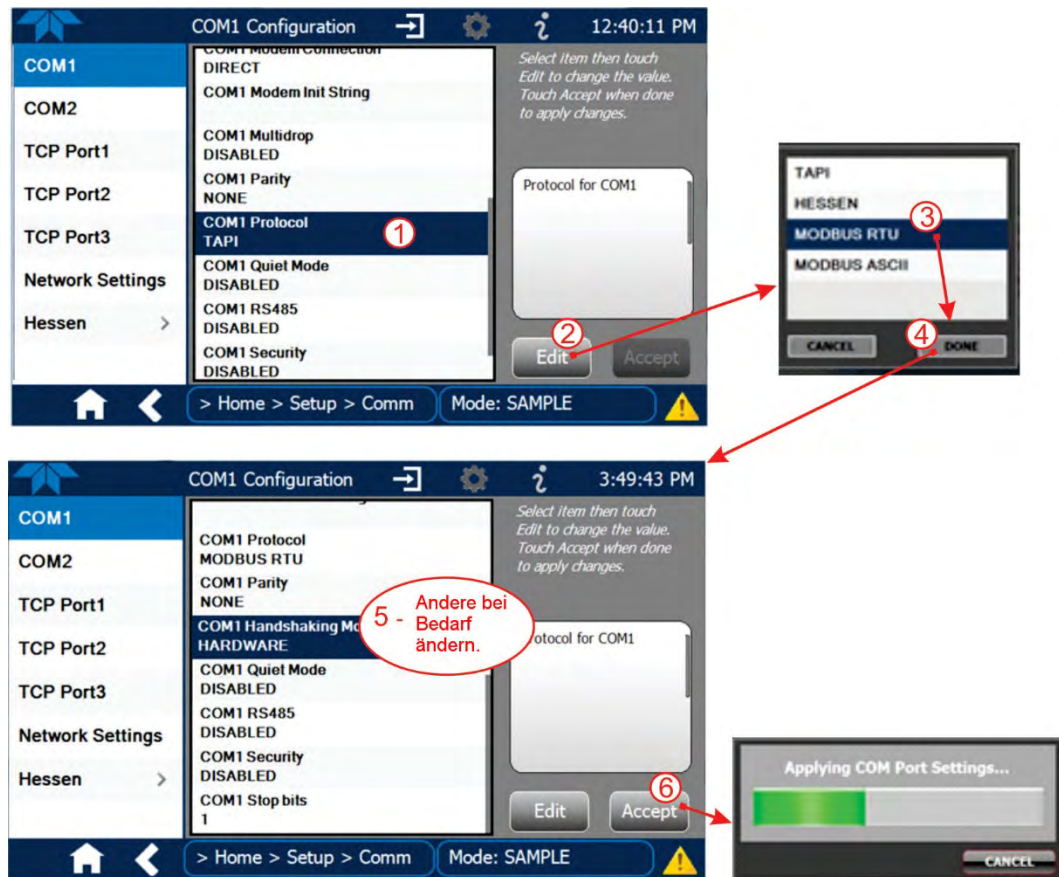


Abbildung 3-2 MODBUS über serielle Kommunikation (Beispiel)

Wichtig

Ist mehr als ein Analysator an das Netzwerk angeschlossen, erstellen Sie eine einzigartige Identifikationsnummer für jedes Gerät im Menü Setup>Vars>Instrument ID.

Damit die vorgenommene Einstellung übernommen wird, schalten Sie das Gerät aus, warten Sie 5 Sekunden, und schalten Sie es wieder an.

3.4.2. HESSEN

Hessen ist ein Multidrop-Protokoll, in dem mehrere ferngesteuerte Geräte (Slaves) über einen gemeinsamen Kommunikationskanal mit einem Host-Computer verbunden sind. Slaves reagieren nur auf Befehle, die vom Host an ihre einzigartige Identifikationsnummer geschickt wurden.

Wichtig

Erstellen Sie eine einzigartige Identifikationsnummer für jedes Gerät in der Multidrop-Kette im Menü Setup>Vars>Instrument ID.

Das Hessen-Protokoll ist nicht streng definiert, die Anwendung von Teledyne API ist absolut kompatibel mit dem Protokoll selbst, kann sich aber von Implementationen anderer Firmen unterscheiden.

3.4.2.1. KONFIGURATION DER HESSEN-SCHNITTSTELLE

Konfigurieren Sie die COM1/COM2-Schnittstelle für das Hessen-Protokoll über das Menü Setup>COMM>COM1[COM2]: Wählen Sie COM1[COM2] Protocol und drücken Sie auf Edit um HESSEN auszuwählen, drücken Sie dann auf Accept.

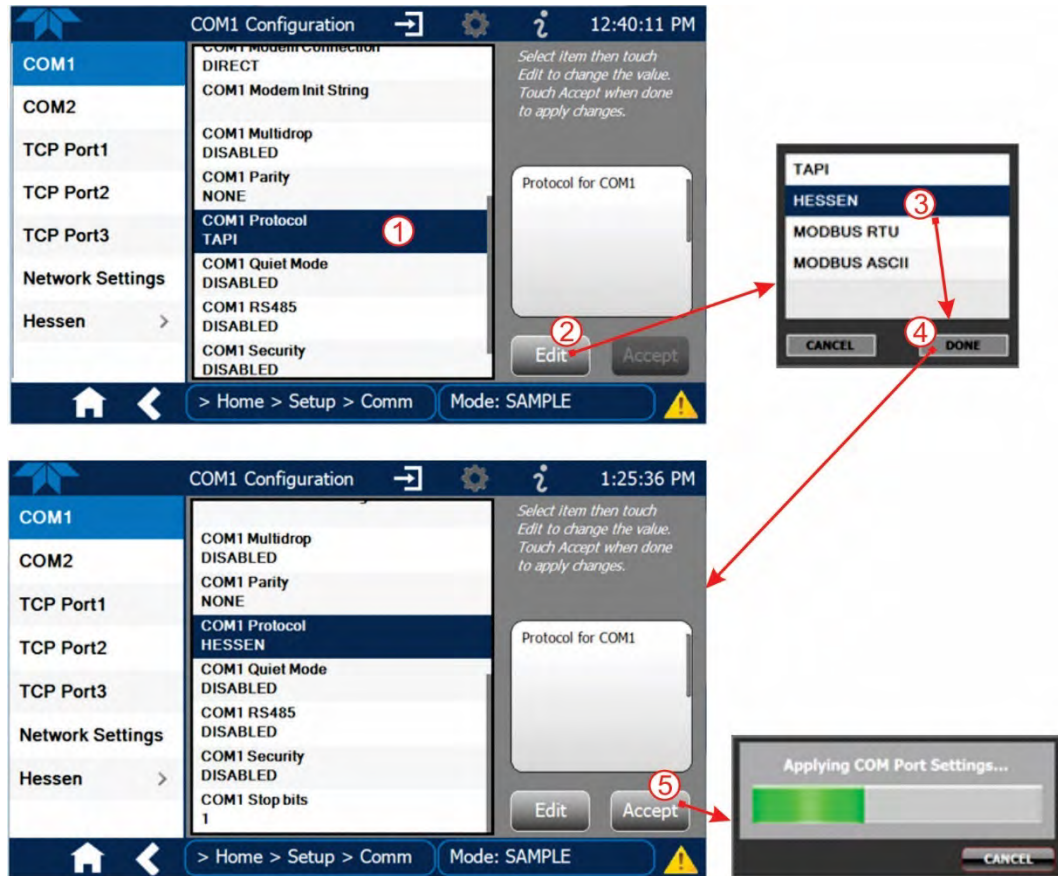


Abbildung 3-3 Serielle Kommunikation, Einstellen des Hessen-Protokolls

Hinweis

Stellen Sie sicher, dass die Kommunikations-Parameter des Host-Computers ebenfalls richtig eingestellt sind.

Beachten Sie, dass die Software eine Latenzzeit von 200 ms hat, bevor es auf Befehle vom Host-Computer reagiert. Diese Latenzzeit sollte keinerlei Probleme bereiten, achten Sie aber beim Senden von Befehlen darauf.

3.4.2.2. KONFIGURATION FÜR HESSEN

Die Konfiguration für Hessen beinhaltet Warnmeldungen, Version, Reaktionsmodus, Status und Gaslisten. Die Warnhinweise finden Sie in der Liste Hessen Settings (Setup>Comm>Hessen>Hessen Settings) und können Sie dort wie gewünscht bearbeiten.

HESSEN VARIATION

Für die Einstellung Hessen Variation gibt es zwei Versionen.

- TYPE 1 ist die originale Implementation.
- TYPE 2 hat mehr Flexibilität bei Geräten, die mehr als eine Art von Gas messen können. Für weitere Informationen über den Unterschied zwischen den beiden Versionen, laden Sie das *Manual Addendum for Hessen Protocol* von der Website von Teledyne API herunter: <http://www.teledyne-api.com/manuals>.

ANTWORTMODUS DES HESSEN-PROTOKOLLS

Stellen Sie den Antwortmodus unter Hessen Response Mode ein, Tabelle 3-2 enthält Beschreibungen.

Tabelle 3-2 Antwortmodus des Hessen-Protokolls von Teledyne API

MODUS-ID	MODUS-BESCHREIBUNG
CMD	Dies ist die Standardeinstellung. Antworten vom Gerät werden als übliches Befehlsformat kodiert. Form und Format der Antworten hängen von der genauen Kodierung des auslösenden Befehls ab.
BCC	Antworten vom Gerät werden immer begrenzt mit <STX> am Anfang der Antwort und <ETX> am Ende der Antwort, gefolgt von einer 2-Zeichen-Prüfsumme, unabhängig von der Enkodierung des Befehls.
TEXT	Antworten vom Gerät werden immer begrenzt mit <CR> am Anfang und am Ende der Antwort, unabhängig von der Enkodierung des Befehls.

HESSEN STATUSMELDUNGEN

Die verschiedenen Statusmeldungen finden Sie in der Liste Hessen Settings, dort können Sie auch verändert werden. Sie sind nach Name und ihrer standardmäßigen Bit-Zuweisung aufgelistet. (Ohne Zuweisung sind sie mit „0x0000“ aufgelistet).

- Die Statusbits sind in der Antwort des Geräts inkludiert, um den Host-Computer von seinem Zustand zu informieren. Jedes Bit kann einer Betriebs- und Warnmeldung zugewiesen werden.
- Man kann jedem Hessen-Statusbit mehr als eine Meldung zuweisen. Dies ermöglicht eine Gruppierung ähnlicher Meldungen, wie beispielsweise Temperaturwarnungen, auf dem gleichen Statusbit.
- Das Zuweisen widersprüchlicher Meldungen auf das gleiche Bit löst immer das Statusbit aus, wenn eine der zugewiesenen Meldungen aktiv ist.

Tabelle 3-3 Hessen Statusmeldungen und standardmäßige Bit-Zuweisung

NAME DER STATUSMELDUNG ²	STANDARDMÄSSIGE BIT-ZUWEISUNG (BENUTZERKONFIGURIERBAR; SIEHE HINWEIS ²)
WARNMELDUNGEN	
SAMPLE FLOW WARNING	0001
OZONE FLOW WARNING	0002
RCEL PRESS WARNING	0004
BOX TEMP WARNING	0008

NAME DER STATUSMELDUNG ²	STANDARDMÄSSIGE BIT-ZUWEISUNG (BENUTZERKONFIGURIERBAR; SIEHE HINWEIS ²)
RCELL TEMP WARNING	0010
IZS TEMP WARNING¹	0020
PMT TEMP WARN	0040
CONV TEMP WARNING	0080
INVALID CONC	8000
BETRIEBSSTATUSMELDUNGEN	
Im Kalibriermodus MANUAL	0200
Im Kalibriermodus ZERO	0400
Im Kalibriermodus SPAN	0800
Im Modus WARMUP	1000
MESSEINHEITEN	
UGM	0000
MGM	2000
PPB	4000
PPM	6000
ERSATZ-BITS	0100
NICHT ZUGEWIESENE MELDUNGEN(0000)	
MANIFOLD TEMPERATURE	HVPS WARNING
OZONE GEN OFF	FRONT PANEL WARN
SYSTEM RESET	ANALOG CAL WARNING
RELAY BOARD WARNING	CANNOT DYN ZERO
REAR BOARD NOT DETECTED	CANNOT DYN SPAN
AUTOZERO WARNING	Instrument ist im MP CAL Modus

¹ Trifft nur zu, wenn der optionale interne Prüfgasgenerator eingebaut ist.

² Man kann jedem Hessen-Statusbit mehr als eine Meldung zuweisen. Dies ermöglicht eine Gruppierung ähnlicher Meldungen, wie beispielsweise Temperaturwarnungen, auf dem gleichen Statusbit.
Das Zuweisen widersprüchlicher Meldungen auf das gleiche Bit löst immer das Statusbit aus, wenn eine der zugewiesenen Meldungen aktiv ist.

3.4.2.3. KONFIGURATION DER HESSEN-GASLISTE

Bearbeiten Sie die Hessen-Gasliste auf der Seite Setup>Comm>Hessen>Hessen Gas List. Wählen Sie das Gas, den Messbereich und geben Sie die Gas-ID ein. Siehe Tabelle unten.



Menu: Setup>Comm>Hessen>Hessen Gas List

Abbildung 3-4 Konfiguration der Hessen-Gasliste

Tabelle 3-4 Definitionen der Hessen-Gasliste

PARAMETER	DEFINITION
Gas	Art von Gas
Bereich	Messbereich (wenn das Kästchen Reported aktiviert ist)
0	momentan aktiver Messbereich
1	nur wenn Bereich 1 oder Niedrigbereich aktiv ist
2	nur wenn Bereich 2 aktiv ist
3	Nicht zutreffend
Id	Eindeutige Identifikation des Gases
211	NO _x
212	NO
213	NO ₂
Reported	Ob bei Anfrage vom Hessen-Netzwerk Daten gesendet werden sollen

4. CALIBRATION

Dieser Abschnitt teilt sich in folgende Unterabschnitte auf:

ABSCHNITT 4.1 - Wichtige Informationen von der Kalibrierung

: enthält wichtige Informationen, die Sie vor dem Kalibrieren des Geräts wissen sollten.

ABSCHNITT 4.2 – Kalibrierungen: beschreibt die manuelle Überprüfung der Kalibrierung und die Durchführung der tatsächlichen Kalibrierung des Geräts.

ABSCHNITT 4.3 - Automatische Überprüfung/Kalibrierung von Nullpunkt/Endbereich: beschreibt die Verwendung der Funktion AutoCal um die Kalibrierung zu überprüfen oder das Gerät zu kalibrieren. (Die Funktion AutoCal setzt voraus, dass entweder die Nullgas-/Prüfgas-Ventiloption oder der interne Prüfgasgenerator eingebaut und in Betrieb sind).

ABSCHNITT 4.4 – Analyse der Kalibrierungsqualität: beschreibt die Evaluierung der Qualität jeder Kalibrierung.

ABSCHNITT 4.5 - Kalibrierung der Konverter-Effizienz (CE): enthält Informationen zum Überwachen und Kalibrieren der Effizienz des photolytischen Konverters.

ABSCHNITT 4.6 - Kalibrierung nach EPA Protokoll: enthält Verweise zur Website von US EPA für Informationen über Kalibrierungen nach EPA-Protokollen.

4.1. WICHTIGE INFORMATIONEN VON DER KALIBRIERUNG

Hinweis

Eine Vorlaufzeit von 4-5 Stunden vor der Kalibrierung des Analysators wird empfohlen.

4.1.1. KALIBRIERUNGSVORRAUSSETZUNGEN

Die folgende Ausrüstung, Bauteile und Verbrauchsmaterialien werden für die Kalibrierung benötigt:

- Nullgasquelle
- Prüfgasquelle
- Gasleitungen - alle Gasleitungen sollten aus Edelstahl oder Teflon-Arten (PTFE oder FEP) bestehen.
- Hochkonzentriertes NO-Gas, das über große Distanzen transportiert wird, benötigt möglicherweise Edelstahlleitungen, um Oxidation des NO durch möglichen Eintritt von O₂ in die Leitungen zu vermeiden.

Optional: Ein Datenaufzeichnungsgerät wie beispielsweise ein Linienschreiber und/oder Datalogger.

Für elektronische Dokumentation kann das interne Datenerfassungssystem (DAS) verwendet werden, indem man den Datalogger im Menü Setup>Data Logging konfiguriert (Abschnitt 2.5.1).

Die Durchführung der Erstkalibrierung eines Analysators unterscheidet sich beim Standard-Gerät von einem Gerät mit eingebauten Optionen.

- Siehe Abschnitt 4.2.1 für Anweisungen für die Erstkalibrierung ohne zusätzlich eingebauten Optionen.
- Siehe Abschnitt 4.2.2 für Informationen über das Aufsetzen und Kalibrieren des Analysators mit Nullgas-/Prüfgas-Ventiloptionen.

Hinweis

Null- und Prüfgas müssen mit der doppelten Durchflussrate (als für das Gerät angegeben) zugeführt werden. Daher müssen Null- und Prüfgase mit der jeweiligen Durchflussrate von über 1000 cc/min (500 cc/min x2) für den T200P und über 2000 cc/min (1000 cc/min x2) für den T200UP zugeführt werden.

4.1.2. NULLGAS

Nullgas ähnelt in seinem chemischen Aufbau dem gemessenen Medium, enthält aber nicht das zu messende Gas. Für den T200P/UP bedeutet das, dass im Nullgas kein NO, NO₂, CO₂, NH₃ oder H₂O-Dampf enthalten sein darf.

Hinweis

Kleinere Mengen von NH₃ und H₂O können vom Nullgasfluss durch das Installieren des optionalen Nullgasreinigers/-trockners (siehe Abschnitt 2.3.2.6) entfernt werden.

- Wird bei Ihrer Anwendung nicht Umgebungsluft gemessen, sollte das Nullgas an die chemische Zusammensetzung des gemessenen Gases angepasst werden.
- Purer Stickstoff (N₂) kann für Anwendungen verwendet werden, bei denen NO_x in Stickstoff gemessen wird.
- Sollte Ihr Analysator mit einem externen Nullgasreiniger -Option ausgestattet sein, kann es kann aus Umgebungsluft Nullgas herstellen.
- Bei Analysatoren ohne externen Nullgasreiniger kann ein Nullgasgenerator, wie z.B. der T701 von Teledyne API, verwendet werden. Bitte kontaktieren Sie EAS Envimet für weitere Informationen.

4.1.3. PRÜFGAS/KALIBRIERGAS

Prüfgase werden speziell gemischt um der chemischen Zusammensetzung des Messgases bei etwa der Gesamtskala des gewünschten Messbereichs zu entsprechen. Um mit dem Analysator NO_x zu messen wird empfohlen, ein Prüfgas mit einer NO-Konzentration von etwa 80% des Messbereichs Ihrer Anwendung zu verwenden.

BEISPIEL:

- Wird bei Ihrer Anwendung NO_x in Umgebungsluft zwischen 0 ppb und 500 ppb gemessen, wäre ein entsprechendes Prüfgas 400 ppb.
- Wird bei Ihrer Anwendung NO_x in Umgebungsluft zwischen 0 ppb und 1000 ppb gemessen, wäre ein entsprechendes Prüfgas 800 ppb.

4.1.4. PRÜFGAS/KALIBRIERGAS FÜR MULTIPPOINT-KALIBRIERUNGEN

Einige Anwendungen, wie beispielsweise EPA Monitoring, benötigen eine Multipoint-Kalibrierung, wo Prüfgase von verschiedenen Konzentrationen benötigt werden. Wir empfehlen die Verwendung eines NO -Gases mit höherer Konzentration in Verbindung mit einem Verdünnungskalibrator wie z.B. die Modelle T700/T700U von Teledyne API. Kalibratoren vermischen hochkonzentriertes Gas mit Nullgas um ein Prüfgas mit genau der gewünschten Konzentration zu erzeugen. Linearitätsüberprüfungen können bei diesen Modellen automatisiert und auch unbeaufsichtigt über Nacht laufen.

Wird ein Verdünnungssystem verwendet, um hochkonzentriertes Gas zu niedrigem, umgebungskonzentriertem Gas zu verdünnen, stellen Sie sicher, dass die NO -Konzentration des Referenzgases zu dem Verdünnungsbereich des Kalibrators passt. (Abschnitt 2.5.5 enthält Informationen über die Verdünnungs-Option.)

Wählen Sie die NO -Konzentration so, dass das Verdünnungssystem in der Mitte seines möglichen Messbereichs arbeitet, und nicht im äußersten Grenzbereich.

BEISPIEL:

- Ein Verdünnungskalibrator mit einem 10-1000 Verdünnungsverhältnis wird kaum fähig sein, ein 5000 ppm NO_2 -Gas auf 500 ppb hochgenau zu verdünnen, da er im Grenzbereich der Durchflusseinstellungen ist.
- Ein 100 ppm NO -Gas in Stickstoff ist hier viel besser geeignet um den Analysator zu kalibrieren (Verdünnungsverhältnis von 222, im Mittelbereich der Möglichkeiten des Systems).

4.1.5. PHYSIKALISCHER MESSBEREICH

Der physikalische Messbereich des T200P für NO_x , NO und NO_2 -Konzentrationen liegt bei 0-2000 ppb oder 0-20000 ppb.

Der physikalische Messbereich des T200UP für NO_x , NO und NO_2 -Konzentrationen liegt bei 0-2000 ppb (nur Niedrigbereich-Messungen).

Der T200P-Analysator wandelt elektronisch das 0-5 Volt Analogsignal vom PMT in ein digitales Signal mit einer Auflösung von 4096 Stufen um. Da der Messbereich von 0 ppb bis 20000 ppb ist, erlaubt dies nur etwa 3 ppb pro Stufe. Während dies für Hochbereichs-Konzentrationen (gemessen in Teilchen pro eine Million Einheiten/Parts per million - ppm) passend sein mag, ist dies für niedrige NO_x -Messungen nicht nützlich. Um diese Begrenzung zu überschreiten, besitzt der T200P zwei physikalische Messbereiche:

- LOW-Bereich um Konzentrationen von 0 ppb bis 2000 ppb mit einer Auflösung von 0,27 ppb pro Einheit zu messen.
- HIGH-Bereich, um den vollen Messbereich von 20000 ppb messen zu können.

Die CPU des Analysators wählt entsprechend der Konfiguration des Variable Max Concentration Range im Menü Setup>Vars (siehe Tabelle 2-11) den passenden physikalischen Bereich, indem sie die Hardware-Verstärkung des Vorverstärkers ändert.

4.1.6. INTERFERENZEN

Die Chemilumineszenz-Methode zum Erkennen von NO_x kombiniert mit dem photolytischen Konverter, kann von einer Reihe von Quellen wie beispielsweise Wasserdampf (H_2O), Schwefeldioxid (SO_2) und Kohlenstoffdioxid (CO_2) beeinflusst werden; der Analysator wurde aber so entworfen, dass die meisten dieser Interferenzen behoben werden können.

- Im Gegensatz zum beheizten katalytischen Konverter, wo Ammoniak die stärkste Querempfindlichkeit hat, und NH_3 in NO umgewandelt wird, hat der photolytische Konverter dieses Problem nicht. Hohe Umgebungsluftkonzentrationen von NH_3 können aber Kristalle in der Kammer bilden, die Drift auslösen können.
 - Teledyne API bietet eine Prüfgasaufbereitungs-Option (Abschnitt 2.3.2.6) um Ammoniak und Wasserdampf zu entfernen (für den T200P, beim T200UP standardmäßig enthalten).
- Hohe Konzentrationen von Kohlenstoffdioxid (CO_2) verringern das NO_x -Signal.
 - Wird der Analysator bei Anwendungen mit übermäßigem CO_2 verwendet, kontaktieren Sie EAS Envimet für mögliche Lösungen.
- Erhöhte Mengen Wasserdampf können mit einer der Trockner-Optionen entfernt werden, beschrieben in Abschnitt 2.3.2.6. Bei Umgebungsluftanwendungen sind SO_2 -Interferenzen üblicherweise vernachlässigbar.

Mehr Informationen über Interferenzen für Messungen von NO_x , NO and NO_2 siehe Abschnitt 6.2.4.

4.1.7. NO_2 -PERMEATIONSROHRCHEN

Nur für das Modell T200P gibt es einen optionalen internen Prüfgasgenerator, der ein NO_2 -Permeationsröhrchen als Prüfgasquelle verwendet (Siehe Abschnitt 2.3.2.5). Die Genauigkeit dieses Geräts liegt bei etwa $\pm 5\%$. Für schnelle, tägliche Kalibrierchecks mag dies ausreichen, für eine genaue Kalibrierung empfehlen wir allerdings die Verwendung von zertifizierten NO -Gasen.

ACHTUNG!



Bei zu geringem Gasdurchfluss kann sich Gas anreichern, welches das Gerät verunreinigen oder ein Sicherheitsrisiko für das Personal darstellen kann.

Bei Geräten mit eingebautem Permeationsröhrchen muss bei nicht laufendem Betrieb entweder das Röhrchen entfernt und in einem luftdichten Behälter (verwenden Sie den Behälter, in

dem es geliefert wurde) aufbewahrt werden, oder eine Vakuumpumpe muss angeschlossen und eingeschaltet werden, um einen konstanten Gasdurchfluss aufrechtzuerhalten.

(Siehe Abbildung 2-4 zur Lokalisierung und Abschnitt 5.4.5 für Anleitungen.)

4.1.8. DATENAUFZEICHNUNGSGERÄTE

Ein Linienschreiber, ein analoges Datenerfassungssystem oder ein digitales Datenerfassungssystem sollte für die Aufzeichnung von Daten von dem Ethernet-Ausgang, den seriellen oder den analogen Ausgängen verwendet werden.

- Werden analoge Werte verwendet, sollte die Erfassung mit kalibrierten Voltmetern oder Spannungsquellen überprüft werden.
- Datenaufzeichnungsgeräte sollten in der Lage sein, auch negative Werte aufzuzeichnen.

Für elektronische Datenaufzeichnung stellt der Analysator ein internes Datenerfassungssystem zur Verfügung, welches über das Menü `Steup>Data Logger` (Abschnitt 2.5.1) konfiguriert werden kann.

NumaView™ Remote ist ein Fernsteuerungsprogramm, das auch als praktisches und funktionsreiches Werkzeug für Datenverarbeitung, Daten-Download und -Speicherung, Schnellüberprüfungen und graphische Darstellung verwendet werden kann.

4.1.9. NO₂-KONVERTER-EFFIZIENZ (CE)

Der im Analysator eingebaute photolytische Konverter, ist das Aktuellste in der Hochintensitäts-LED-Technologie. Der Konverter erzielt beim Umwandeln von NO zu NO₂ ähnliche Effizienzwerte wie der katalytische Konverter für Umgebungskonzentrationen von NO₂. Bei höheren Konzentrationen von NO₂ verringert sich allerdings die Effizienz linear. Daher benötigt der Konverter Kalibrierungen bei zwei eindeutigen NO₂-Konzentrationen. Die Konzentrationen sind normalerweise bei etwa 80% und 20% des erwarteten NO₂-Messbereichs.

Um die Genauigkeit des Analysators sicherstellen zu können, muss die NO₂-Umwandlungseffizienz regelmäßig überprüft und, wenn notwendig, die Werte angepasst werden. Die Vorgänge für eine CE-Kalibrierung werden in Abschnitt 4.5 angeführt.

4.2. KALIBRIERUNGEN

Überprüfen Sie, dass die pneumatischen Verbindungen für die aktuelle Gerätekonfiguration wie in Abschnitt 2.3.2 beschrieben, durchgeführt wurden. Kalibrierungen inkludieren auch das Einstellen der erwarteten Prüfgaskonzentration (siehe Hinweis unten).

Überprüfen Sie und ändern Sie falls notwendig die Einstellungen im Menü Setup>Vars folgendermaßen:

- User Units (Messeinheiten): PPB
- Maximaler Messwertbereich (höchster zu erwartender Messwert)
- Bereichsmodus: SNGL

Führen Sie dann die Kalibrierung durch:

- Führen Sie eine Nullpunkts-Kalibrierung mit Nullgas durch.
- Führen Sie eine Endpunkts-Kalibrierung auf beiden NO- und NO_x-Kanälen mit einem NO-Prüfgas mit bekannter Konzentration durch.
- Führen Sie die Kalibrierung der beiden Konvertereffizienz-Punkte, CEA und CEB, mit einem NO₂-Prüfgas mit bekannter Konzentration durch.

Hinweis

Tipps für das Einstellen der erwarteten Prüfgaskonzentration:

- **Die erwarteten Konzentrationen für NO und NO_x sind üblicherweise auf den gleichen Wert gesetzt.**
- **Beachten Sie beim Einstellen der erwarteten Konzentration Unreinheiten in ihrer Prüfgasquelle (NO enthält beispielsweise häufig 1-3% NO₂ und umgekehrt).**
- **Die NO- und NO_x-Prüfgaskonzentrationen sollten bei 80% bis 90% des Bereichs der zu erwartenden Werte Ihrer Anwendung liegen.**

Um zu kalibrieren oder eine Funktionskontrolle der Grund-Einstellung durchzuführen, siehe Abschnitt 4.2.1.

Um zu kalibrieren oder eine Funktionskontrolle bei Geräten mit eingebauter Ventiloption durchzuführen, siehe Abschnitt 4.2.2.

Um zu kalibrieren oder eine Funktionskontrolle bei Geräten mit eingebautem Prüfgasgenerator durchzuführen, siehe Abschnitt 4.3.

Um die Konverter-Effizienz zu kalibrieren, siehe Abschnitt 4.5.

4.2.1. KALIBRIERUNG UND FUNKTIONSKONTROLLEN DER STANDARD-KONFIGURATION

Obwohl dieser Abschnitt das Menü Calibration verwendet, um Funktionskontrollen und Kalibrierungen durchzuführen, wird bei Funktionskontrollen das Menü Calibration nicht benötigt. Stattdessen können Sie im Home-Bildschirm einfach Nullgas oder NO-Prüfgas über den Eingang Sample fließen lassen, und nachdem Stability unter 1,0 ppb gefallen ist (angezeigt im Graphen für das Gas oder im Dashboard) den Messwert überprüfen.

Ansonsten folgen Sie den Schritten beschrieben in den Abschnitten 4.2.1.1 und 4.2.1.2.

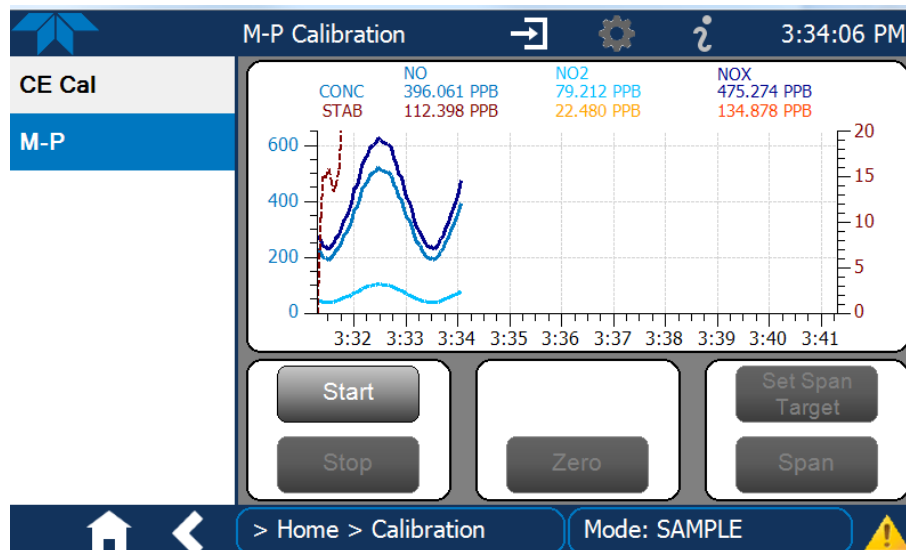


Abbildung 4-1 Seite für Multi-Point-Kalibrierung

4.2.1.1. NULLGAS: KALIBRIERUNGS-ÜBERPRÜFUNG UND TATSÄCHLICHE KALIBRIERUNG

1. Gehen Sie in das Menü Calibration>M-P.
2. Lassen Sie Nullgas über den Eingang Sample einfließen und drücken Sie auf die Taste Start.
3. Überprüfen oder kalibrieren Sie wie folgt:

<p>NUR ÜBERPRÜFUNG:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Warten Sie, bis sich der Messwert stabilisiert. b. Drücken Sie auf Stop und überprüfen Sie den Messwert. 	<p>KALIBRIERUNG:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Drücken Sie auf die Taste Zero. b. Drücken Sie auf Stop und überprüfen Sie den Messwert.
---	--

4.2.1.2. PRÜFGAS: KALIBRIERUNGS-ÜBERPRÜFUNG UND TATSÄCHLICHE KALIBRIERUNG

1. Während Sie noch im Menü Calibration>M-P sind, lassen Sie Prüfgas über den Eingang Sample einfließen und drücken Sie auf die Taste Start.
2. Überprüfen oder kalibrieren Sie wie folgt:
 - NUR ÜBERPRÜFUNG:**
 - a. Warten Sie bis eine entsprechende Stabilität erreicht ist und drücken Sie dann Stop.
 - b. Zeichnen Sie die Messwerte auf.
 - KALIBRIERUNG:**
 - a. Drücken Sie auf die Taste Set Span Target und geben Sie die Konzentrationen von NO und NO_x ein.
 - b. Überprüfen Sie, ob die Messwerte mit der Konzentration des verwendeten NO-Gases übereinstimmen.
 - c. Sind die Werte richtig, warten Sie bis eine entsprechende Stabilität erreicht ist und drücken Sie dann den Span Knopf.
 - d. Drücken Sie im Fenster Cal Result auf OK.
3. Drücken Sie auf die Taste Stop und kehren Sie zum Home-Bildschirm zurück.
4. Überprüfen und zeichnen Sie in der Ansicht Dashboard den/die Verstärkungsfaktor/en und die Nullpunktseinstellung(en) auf. (Siehe Tabelle 4-4 in Abschnitt 4.4, Analyse der Kalibrierungsqualität für die erwarteten/akzeptierten Werte).

4.2.2. KALIBRIERUNG UND FUNKTIONSKONTROLLEN MIT EINGEBAUTER VENTILOPTION

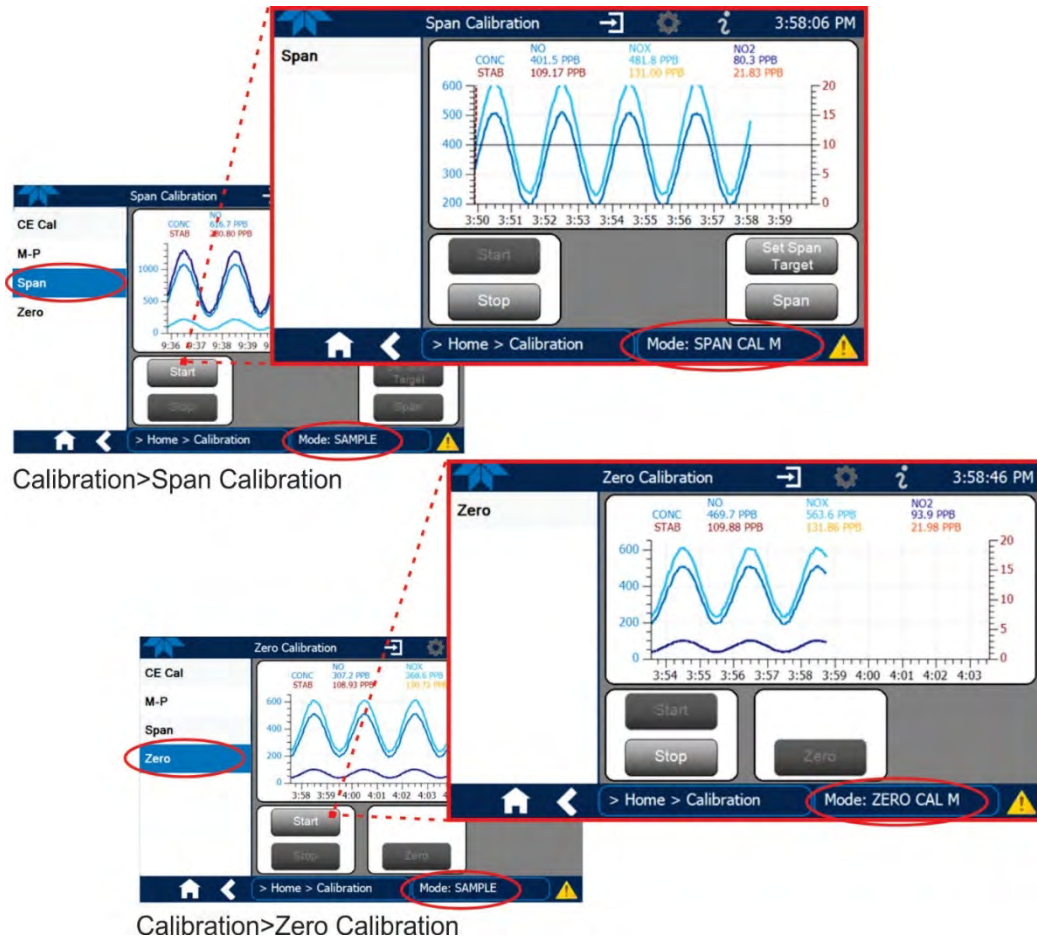


Abbildung 4-2 Kalibrier-Menüs für Nullpunkt und Endpunkt

Folgen Sie den Anleitungen in Abschnitt 4.2.1, gehen Sie allerdings anstatt in das Menü M-P in das Menü Calibration>Zero für die Kalibrierung des Nullpunkts und in das Menü Calibration>Span für die Kalibrierung des NO-Endpunkts.

4.2.2.1. VERWENDUNG DER OPTION NULLGAS-/PRÜFGASVENTIL VENTIL MIT FERNGESTEUERTER KONTAKTSCHLIEßUNG

Die Kontaktschließungen zur Steuerung der Kalibrierung und der Funktionskontrollen befinden sich auf dem Anschluss CONTROL IN auf der Rückwand. Anleitungen zum Einrichten und Verwenden dieser Kontakte finden Sie in Abschnitt 2.3.1.6.

Sind die Kontakte für mindestens 5 Sekunden geschlossen, wechselt das Gerät in den Modus Nullgas, niedriger Prüfgasbereich oder hoher Prüfgasbereich, die internen Null-/Prüfgasventile werden automatisch auf die entsprechende Konfiguration eingestellt.

- Die Kontakte der ferngesteuerten Kalibrierung können in beliebiger Reihenfolge geschlossen werden.
- Es wird empfohlen, dass die Kontakte für mindestens 10 Minuten geschlossen bleiben, um zuverlässige Messwerte erzielen zu können.
- Das Gerät bleibt in dem ausgewählten Modus, solange die Kontakte geschlossen sind.

Werden die Kontakte in Verbindung mit der Funktion AutoCal (siehe Abschnitt 4.3) verwendet, und der AutoCal-Parameter „Calibrate“ ist aktiviert (das Kästchen ist ausgewählt), kalibriert sich der Analysator nicht neu, BIS der Kontakt geöffnet wird. In diesem Moment werden die neuen Kalibrierwerte aufgezeichnet, bevor das Gerät in den Modus SAMPLE zurückkehrt.

Ist der AutoCal-Parameter „Calibrate“ deaktiviert (das Kästchen ist nicht ausgewählt), kehrt das Gerät in den Modus SAMPLE zurück, ohne die Kalibrierdaten zu ändern.

4.3. AUTOMATISCHE ÜBERPRÜFUNG/KALIBRIERUNG VON NULLPUNKT/ENDBEREICH

Die Funktion AutoCal ermöglicht einen unbeaufsichtigten, regelmäßigen Betrieb der Nullgas-/Prüfgasventile durch Verwendung der internen Uhr des Analysators. AutoCal führt vom Anwender vorprogrammierte Kalibrierungen oder Funktionskontrollen aus, um verschiedene Kalibrierungs-Status auszulösen und die Ventile entsprechend zu öffnen und zu schließen. Man kann bis zu drei getrennte vorprogrammierte Kalibrierungen oder Funktionskontrollen (mit **1**, **2** und **3** bezeichnet) einstellen und ausführen. Jede dieser Kalibrierungen oder Funktionskontrollen kann in einem der drei Modi (Zero, Low oder High) betrieben oder deaktiviert werden.

Tabelle 4-1 und Tabelle 4-2 zeigen, wie man die Betriebszustände jeder Kalibrierung oder Funktionskontrolle einstellt, und Tabelle 4-3 zeigt, wie man die Ausführung dieser einstellt.

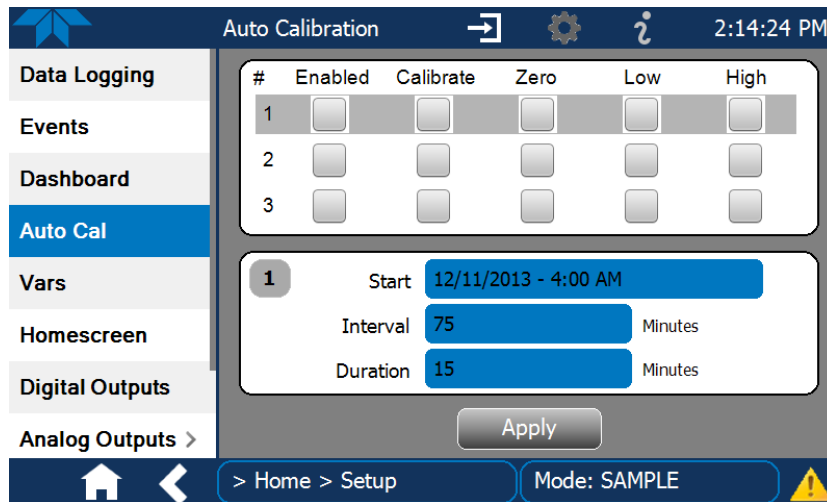


Abbildung 4-3 AutoCal

Tabelle 4-1 AutoCal-Status

MODUS-NAME	AKTION
Enabled	<input checked="" type="checkbox"/> aktiviert die Sequenz; <input type="checkbox"/> deaktiviert die Sequenz;
Calibrate	<input checked="" type="checkbox"/> führt eine Kalibrierung durch, wenn das Kästchen Enabled auch <input checked="" type="checkbox"/> ist. <input type="checkbox"/> ermöglicht eine Funktionskontrolle, wenn das Kästchen Enabled auch <input checked="" type="checkbox"/> ist.
Zero	<input checked="" type="checkbox"/> eine Nullpunkts-Kalibrierung wird durchgeführt, wenn die Kästchen Calibrate und Enabled beide <input checked="" type="checkbox"/> sind. <input checked="" type="checkbox"/> ermöglicht eine Kontrolle des Nullpunkts, wenn das Kästchen Enabled auch <input checked="" type="checkbox"/> ist und das Kästchen Calibrate nicht ausgewählt ist (<input type="checkbox"/>). <input type="checkbox"/> deaktiviert Nullpunkts-Kalibrierung und Kontrolle
Low	<input checked="" type="checkbox"/> führt eine Niedrigbereich-Endbereichskalibrierung durch, wenn sowohl das Kästchen Calibrate als auch Enabled <input checked="" type="checkbox"/> sind. <input checked="" type="checkbox"/> führt eine Funktionskontrolle des niedrigen Endbereichs durch, wenn das Kästchen Enabled <input checked="" type="checkbox"/> ist und das Kästchen Calibrate <input type="checkbox"/> ist. <input type="checkbox"/> deaktiviert die Niedrigbereich-Endbereichskalibrierung und Funktionskontrolle
High	<input checked="" type="checkbox"/> eine Hochbereichs-Kalibrierung wird durchgeführt, wenn die Kästchen Calibrate und Enabled beide <input checked="" type="checkbox"/> sind. <input checked="" type="checkbox"/> löst eine Überprüfung der Hochbereichs-Kalibrierung aus, wenn das Kästchen Enabled auch <input checked="" type="checkbox"/> ist und das Kästchen Calibrate nicht ausgewählt ist (<input type="checkbox"/>).

Deaktiviert die Hochbereichs-Kalibrierung und Überprüfung.

Tabelle 4-2 zeigt, wie die Kästchen für Kalibrierungen und Funktionskontrollen aktiviert/deaktiviert sind.

Tabelle 4-2 AutoCal Kombinationen

MODUS	AKTION	STATUS				
		Enabled	Kalibriere n	Zero	Low	High
Zero	Überprüfen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Kalibrieren	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Low	Überprüfen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Kalibrieren	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
High	Überprüfen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Kalibrieren	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Zero Low High	Überprüfen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Kalibrieren	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Für jede Sequenz gibt es vier Parameter, welche die Betriebsdetails steuern: Datum, Zeit (beide im Feld Start), Intervall und Dauer, aufgeführt in Tabelle 4-3.

Tabelle 4-3 Einstellen der Sequenz-Ausführung der Funktion AutoCal

PARAMETER	AKTION
Start	Ist das Kästchen Enabled ausgewählt <input checked="" type="checkbox"/> , beginnt die Sequenz (durch ihre Nummer identifizierbar) an dem Datum und der Uhrzeit, die im konfigurierbaren Feld Start angezeigt werden. (Drücken Sie auf das Feld um ein Pop-Up-Fenster zu erhalten, in dem Sie die Parameter Time (Stunden/Minuten) und Date (Jahr/Monat/Tag) entsprechend ändern können).
Interval	Minuten zwischen jeder Ausführung einer Sequenz. (Drücken Sie auf das Feld um die Anzahl von Minuten im Pop-Up-Fenster einzugeben).
Duration	Anzahl von Minuten, die die Sequenz dauern soll. (Drücken Sie auf das Feld um die Anzahl von Minuten im Pop-Up-Fenster einzugeben).

Wichtig

AUSWIRKUNGEN AUF MESSWERTE ODER DATEN

- Die eingestellte **STARTING_TIME** muss mindestens 5 Minuten später als die Echtzeit-Uhr sein, damit die Echtzeit-Uhr gestellt werden kann (Setup>Instrument, Abschnitt 2.5.9).
- Vermeiden Sie es, zwei oder mehr Sequenzen auf die gleiche Uhrzeit zu setzen.
- Jede neu angefangene Sequenz, die entweder durch eine Zeitschaltuhr, eine COM-Schnittstelle oder eine Kontaktschließung aufgelöst wird, beendet aktuell laufende Sequenzen.
- Der Parameter **CALIBRATE** muss bei Analysatoren mit eingebautem Prüfgasgenerator immer auf **OFF** gesetzt sein.
- Kalibrierungen sollten **NUR** unter Verwendung von externen Nullgas- und Prüfgasquellen, deren Genauigkeit auf EPA-Standards zurückführbar sind, durchgeführt werden.

4.4. ANALYSE DER KALIBRIERUNGSQUALITÄT

Es ist wichtig, die Kalibrierungsparameter **SLOPE** und **OFFSET** zu überprüfen. Diese Werte beschreiben die lineare Reaktionskurve des Analysators, getrennt für NO und NO_x. Die Werte dieser Parameter, sowohl einzeln als auch in Relation zueinander, weisen auf die Qualität der Kalibrierung hin.

Stellen Sie beim Datalogger einen zeitabhängigen Auslöser ein, um die Werte der folgenden Parameter auszuzeichnen (siehe Abschnitt 2.5.1).

- NO Norm Offset
- NO Slope
- NO_x Norm Offset
- NO_x Slope

Überprüfen Sie, ob diese Parameter innerhalb der in Tabelle 4-4 aufgelisteten Grenzen sind und vergleichen Sie die Werte regelmäßig mit denen auf dem mitgelieferten *Final Test and Validation Data Sheet*, von denen sie sich nicht zu sehr unterscheiden sollten. Ansonsten konsultieren Sie den Abschnitt Fehlersuche 5.5.7.

Tabelle 4-4 Qualitätsüberprüfung der Kalibrierdaten

FUNKTION	MINIMALER WERT	OPTIMALER WERT	MAXIMALER WERT
NO SLOPE	-0,700	1,000	1,300
NO _x SLOPE	-0,700	1,000	1,300
NO Norm Offset	-20,0 mV	0,0 mV	150,0 mV
NO _x Norm Offset	-20,0 mV	0,0 mV	150,0 mV

4.5. KALIBRIERUNG DER KONVERTER-EFFIZIENZ (CE)

Der Analysator berechnet automatisch die aktuelle NO₂-Konverter-Effizienz für entweder Punkt A oder B, indem die bekannte Konzentration des NO₂-Prüfgases, eingegeben im Menü CE calibration, mit dem NO₂-Messwert verglichen wird. Die Gasphasentitration (GPT) ist die empfohlene Methode (Abschnitt 4.5.1) für die NO₂-Zufuhr. Ist die GPT nicht verfügbar, kann eine NIST-rückführbare Flasche NO₂ verwendet werden. (Abschnitt 4.5.2).

Wichtig

Der erste Schritt bei der Kalibrierung der Konverter-Effizienz ist das Gerät mit trockenem Gas auf null zu kalibrieren, und dann eine Endbereichs-Kalibrierung mit NO-Kalibriergas mit Stickstoff durchzuführen (Abschnitt 4.2.1.1 und 4.2.1.2).

4.5.1. KALIBRIEREN DER KONVERTER-EFFIZIENZ (CE): METHODE GASPHASENTITRATION (GPT)

Hinweis

Verwenden Sie für die höchste Genauigkeit die Methode Gasphasentitration um die CE-Werte A und B zu kalibrieren. Beachten Sie, dass der eingegebene tatsächliche NO₂-Wert dem „Bevor-Wert“ des NO minus dem Wert „verbleibendes“ NO entsprechen sollte. Am besten kalibrieren Sie zuerst den Punkt B, da sich dadurch die pneumatischen Verbindungen bei höheren NO₂-Konzentrationen schneller stabilisieren.

Dieser Abschnitt beschreibt, wie man mit der GPT-Methode die Konverter-Effizienz ermittelt. Beachten Sie, dass die tatsächliche Konzentration von Ozon kein ausschlaggebender Faktor bei der Genauigkeit der Berechnung ist.

- Im folgenden Beispiel werden Konverter-Effizienz-Werte unter Annahme eines Messbereichs von 0-500 ppb kalibriert. Dies ist nur ein Beispiel, es können auch andere Referenzpunkte innerhalb des Messbereichs des Analysators verwendet werden.
- Verwenden Sie für diesen Vorgang einen kalibrierten T700/T700U mit O₃-Generator.

Hinweis

Neben dem während der GPT erzeugten O₃ müssen auch mindestens 20 ppb NO vorhanden sein.

1. Führen Sie mit trockenem Nullgas eine Nullpunktskalibrierung durch.
2. Kalibrieren Sie das Gerät mit NO-Prüfgas mit einer entsprechenden Prüfgas-Konzentration, normalerweise 80% bis 90% des erwarteten Messbereichs.
 - Beispiel: 450 ppb NO-Prüfgas.
3. CE-Kalibrierung des B-Punkts (NO₂-Einstellung bei etwa 80% des erwarteten Messbereichs).
 - a. Führen Sie eine 450 ppb NO GPTZ mit einem Teledyne API Kalibrator durch. Notieren Sie sich die Konzentrationen des Analysators, sobald diese stabil sind.
 - b. Führen Sie eine 450 ppb NO mit 430 ppb O₃ GPTS mit einem Teledyne API Kalibrator durch.

- c. Führen Sie eine 450 ppb NO mit 430 ppb O₃ GPT mit einem Teledyne API Kalibrator durch. Notieren Sie sich die Konzentrationen des Analysators, sobald diese stabil sind.
 - d. Berechnen Sie die tatsächliche NO₂-Konzentration und geben Sie diesen Wert in das Menü Target Point B ein.
Die tatsächliche Menge NO₂ ist gleich der NO-Konzentration gemessen während GPTZ minus der verbleibenden NO-Konzentration während GPT.
4. CE A-Punkt-Kalibrierung (NO₂-Einstellung von etwa 20% des erwarteten Bereichs).
 - a. Wiederholen Sie die vorhergehenden GPTZ-, GPTS und GPT-Schritte bei 100 ppb NO und 80 ppb O₃.
 - b. Berechnen Sie die tatsächliche NO₂-Konzentration und geben Sie diesen Wert in das Menü Target Point A ein.
 5. Die Werte der Konverter-Effizienz werden im Dashboard angezeigt. Normalerweise ist der A-Wert der CE 90% oder höher und der B-Wert 85% oder höher.

Sind die CE-Werte deutlich unter diesen Werten, reinigen Sie eventuell die Konverter-Lampe (Abschnitt 5.4.7).

4.5.2. KALIBRIEREN DER KONVERTER-EFFIZIENZ (CE): METHODE ABGEFÜLLTES NO₂

1. Nehmen Sie die in Abbildung 2-4 gezeigten pneumatischen Verbindungen vor.
2. Führen Sie dem Analysator bekannte Konzentrationen von NO₂-Gas zu.

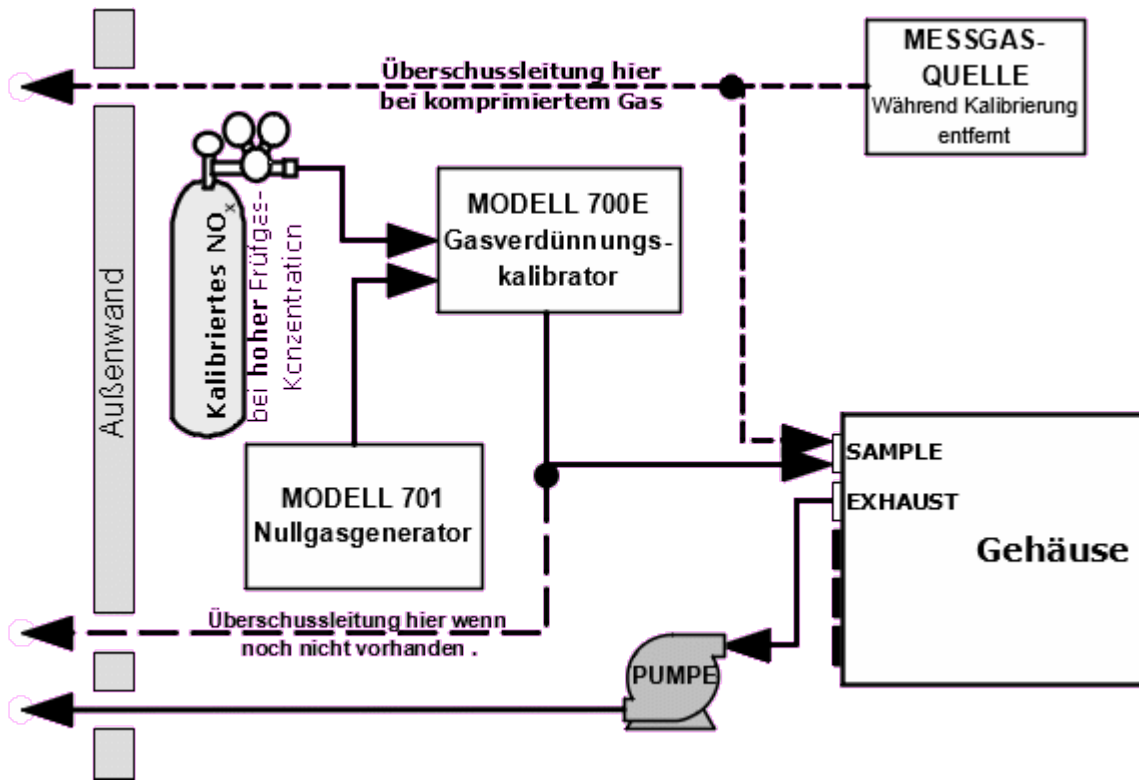
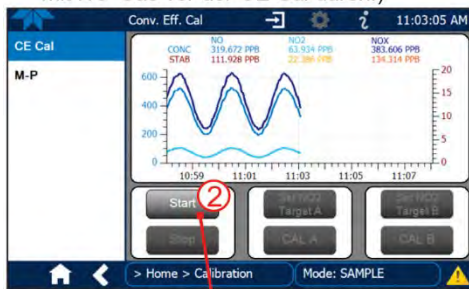
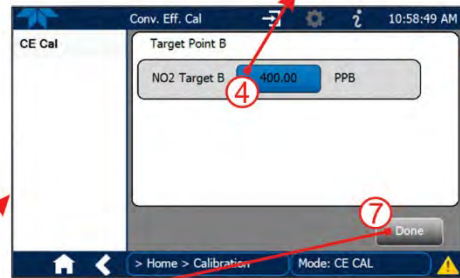


Abbildung 4-4 Einstellungen zum Identifizieren der Konverter-Effizienz

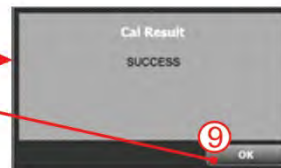
① Home>Calibration (Führen Sie eine Nullpunkts- und Endbereichs-kalibrierung mit NO-Gas vor der CE Cal durch.)



⑤ Verwenden Sie für Änderungen die Tastatur.



Beginnen Sie mit Punkt B.



⑩ Wiederholen Sie Schritt 3 bis 9 für Punkt A, drücken Sie dann auf der Seite CE Cal auf Stop.

Abbildung 4-5 Kalibrierungsmenü Konverter-Effizienz

Abbildung 4-5.

1. Drücken Sie im Menü Calibration>CE Cal auf Start.
2. Drücken Sie Set NO₂ Target B.
3. Ändern Sie den Wert NO₂ Target B entsprechend, drücken Sie anschließend auf die Taste ENTER.
4. Drücken Sie im Fenster Target Point B auf Done.
5. Drücken Sie CAL B, wenn der Analysator stabil ist.
6. Wird im Fenster Cal Result SUCCESS angezeigt, drücken Sie auf OK.
7. Stellen Sie den Kalibrator auf eine niedrigere NO₂-Konzentration ein.
8. Drücken Sie auf Set NO₂ Target A.
9. Ändern Sie den Wert NO₂ Target A entsprechend, drücken Sie anschließend auf die Taste ENTER.
10. Drücken Sie im Fenster Target Point A auf Done.
11. Drücken Sie CAL B, wenn der Analysator stabil ist.
12. Wird im Fenster Cal Result SUCCESS angezeigt, drücken Sie auf OK.
13. Drücken Sie auf Stop.

4.6. KALIBRIERUNG NACH EPA PROTOKOLL

Wenn das Gerät nach U.S EPA Übereinstimmung betrieben werden soll, kalibrieren Sie immer vor der Verwendung entsprechend den Vorschriften der EPA Übereinstimmungserklärung für dieses Gerät. (Die offizielle List of Designated Reference and Equivalent Methods ist im U.S. Federal Register veröffentlicht: <http://www3.epa.gov/ttn/amtic/criteria.html>). Beachten Sie genauestens die eingebauten Warnfunktionen, regelmäßige Überprüfungen, regelmäßige Funktionskontrollen, regelmäßige Evaluierung der Testparameter für vorausschauende Diagnose und Datenanalyse und regelmäßige Wartung. Alle Geräte, die Nullgase und Prüfgase zuleiten müssen ebenfalls kalibriert sein; die Kalibrierung muss auf EPA-/NIST-Standards rückführbar sein.

Beachten Sie den Code of Federal Regulations, Title 40 (herunterladbar vom U.S. Government Publishing Office unter <http://www.gpo.gov/fdsys>) und die Dokumente Quality Assurance Guidance (verfügbar auf der EPA-Website: <http://www3.epa.gov/ttn/amtic/qalist.html>). Achten Sie besonders auf die genauen Vorschriften bezüglich der Verwendung und dem Betrieb von Umgebungsluft-NO_x-Analysatoren (Chemilumineszenz).

5. WARTUNG UND SERVICE

Befolgen Sie den Wartungsplan aus Abschnitt 5.1. Fehlersuche und Reparaturen werden in Abschnitt 5.5 behandelt.

ACHTUNG

KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN

Sprühen Sie nichts direkt auf einen Teil des Analysators.

5.1. WARTUNGSPLAN

Tabelle 5-1 zeigt einen typischen Wartungsplan.

In einigen Umgebungen (z.B. staubigen, sehr hoher Verschmutzungsgrad der Umgebungsluft) kann bei einigen Wartungsarbeiten eine häufigere Durchführung als angegeben notwendig sein.



WARNUNG – STROMSCHLAGEFAHR

Trenn Sie das Gerät von der Spannungsversorgung, bevor Sie eine der folgenden Arbeiten im Inneren des Analysators durchführen.



ACHTUNG - NUR QUALIFIZIERTES PERSONAL

Diese Wartungsarbeiten dürfen nur von qualifizierten Technikern durchgeführt werden.

Wichtig

AUSWIRKUNGEN AUF MESSWERTE ODER DATEN

Eine Überprüfung der Endbereichs- und Nullpunktskalibrierung (siehe Spalte Überprüfung Kalibrierung in Tabelle 5-1) muss nach einiger der hier aufgelisteten Wartungen durchgeführt werden. Um eine Überprüfung der Nullpunkts- oder Endbereichskalibrierungen des Geräts durchzuführen, siehe jeweils Abschnitte 4.2.1.1 und 4.2.1.2.

Drücken Sie NICHT die Tasten Zero oder Span am Ende jedes Vorgangs (tatsächliche Kalibrierung), da dies die gespeicherten Werte für OFFSET und SLOPE zurücksetzt und die Kalibrierung des Geräts verändert.

Verwenden Sie alternativ die Funktion AutoCal beschrieben in Abschnitt 4.3 mit dem Parameter CALIBRATE auf OFF (nicht aktiviert).

Tabelle 5-1 Wartungsplan

TEIL	AKTION	HÄUFIGKEIT	ÜBERPRÜFUNG KALIBRIERUNG	DURCHGEFÜHRT AM												
Dashboard-Funktionen	Überprüfung und Evaluierung	Wöchentlich	Nein													
Partikelfilter	Wechseln	Monatlich oder wenn notwendig	Nein													
Funktionskontrolle von Nullpunkt/Endbereich	Offset und Slope überprüfen	Wöchentlich	Nein													
Nullpunkts-/Endbereichs-Kalibrierung	Nullpunkts-/Endbereichs-Kalibrierung	Alle 3 Monate	Ja													
Option externer Nullgasreiniger	Chemischen Stoff wechseln	Alle 3 Monate	Nein													
Software/Firmware	Nach Updates suchen	Alle 6 Monate oder bei Wartungen	Ja													
Ozon-Reiniger	Chemischen Stoff wechseln	Jährlich	Ja													
Messkammerfenster ("optischer Filter")	Reinigen	Jährlich oder wenn notwendig	Ja													
DFU-Filter	Wechseln	Jährlich (oder wenn notwendig, bei stark verschmutztem Messgas)	Nein													
Pneumatisches Untersystem	Auf Undichtheiten im Gasfluss überprüfen	Jährlich oder nach Reparaturen der Pneumatik	Ja, wenn eine Undichtheit behoben wurde													
O-Ringe der Messkammer & Sintermetallfilter	Ersetzen	Jährlich	Ja													
PMT-Sensor-Kalibrierung	Hardware-Kalibrierung	Wenn PMT/Vorverstärker sich verändern oder Slope außerhalb von $1,0 \pm 0,3$ ist.	Ja													
Pumpe	Wartung	wenn der Messkammer-Druck 10 in-Hg-A überschreitet (auf Meereshöhe)	Ja													
Abgasreiniger	Ersetzen	Jährlich	Nein													
NO ₂ - → NO-Konverter	Reinigen oder Lampen ersetzen	Wenn der CE-Wert plötzlich abfällt	Ja													
Trockenmittelbeutel	Ersetzen	Jedes Mal wenn das PMT-Gehäuse für eine Wartung geöffnet wird	n/a													

5.2. VORAUSSCHAUENDE DIAGNOSE

Vorrausschauende Diagnosewerkzeuge, inklusive Fehlermeldungen und Warnhinweise implementiert in der Firmware des Analysators, helfen bei der Bestimmung ob und wann Reparaturen notwendig sind.

Der Dashboard-Funktionstest kann auch verwendet werden, um Ausfälle vorherzusehen, indem Veränderungen der Werte beobachtet und mit denen im *Final Test and Validation Data Sheet* verglichen werden. Mit dem internen Datalogger können diese Veränderungen unkompliziert aufgezeichnet und verfolgt werden (eingestellt über den Datalogger, Abschnitt 2.5.1). Verwenden Sie NumaView™ Remote um diese Daten aus der Ferne herunterzuladen und einzusehen.

Die folgende Tabelle, wöchentlich überprüft, kann als Grundlage für weitere Aktionen bei Veränderungen der Werte verwendet werden.

Tabelle 5-2 Vorausschauende Verwendungen der Dashboard-Funktionen

FUNKTION	ERWARTET	TATSÄCHLICH	INTERPRETATION & AKTION
Rx Cell Press (Druck)	Konstant bis innerhalb $\pm 0,5$ in-Hg-A	Schwankend	Eine Undichtheit im pneumatischen System entwickelt sich. Auf Undichtheiten überprüfen.
		Langsam ansteigend	Die Leistungsfähigkeit der Pumpe sinkt. Wartung der Pumpe, wenn der Druck über 10 in-Hg-A ist.
Sample Press (Druck)	Konstant innerhalb atmosphärischer Veränderungen	Schwankend	Eine Undichtheit im pneumatischen System entwickelt sich. Auf Undichtheiten überprüfen.
		Langsam ansteigend	Der Durchfluss verstopft sich. Ersetzen Sie die Filter der Düsen.
		Langsam abfallend	Eine sich entwickelnde Undichtheit im pneumatischen System zum Vakuum (entstehender Ventil-Defekt) Auf Undichtheiten überprüfen.
O3 Flow	Konstant bis innerhalb ± 15	Langsam abfallend	Der Durchfluss verstopft sich. Ersetzen Sie die Filter der Düsen.
Auto Zero	Konstant innerhalb von ± 20	Deutlich steigend	Entstehender AUTOZERO-Ventildefekt. Ersetzen des Ventils.
			Defekt der PMT-Kühlung Überprüfen Sie Kühler, Stromkreis und Stromquellen.
			Eine leichte Undichtheit entwickelt sich.
			Der O ₃ -Gasfilterbehälter ist erschöpft. Chemischen Stoff wechseln.
NO₂ Conc (Konzentration)	Konstant bei konstanten Konzentrationen	Langsam abfallendes Signal bei gleicher Konzentration	Die Konverter-Effizienz könnte abfallend sein. Reinigen oder ersetzen der Komponenten des Konverters.
NO₂ Conc mit eingebauter IZS-Option (Konzentration)	Täglich konstant	Mit der Zeit abfallend	Sich verändernd Hardware: Kalibrieren Sie den Sensor. Zersetzung des IZS-Permeationsröhrchens. Wechseln des Permeationsröhrchens
		Von Tag zu Tag stark schwankend	Luftfeuchtigkeitsveränderungen der Umgebungsluft beeinflussen die Leistungsfähigkeit. Schließen Sie zusätzlich einen Trockner an den Nullgas-Eingang.
NO Conc (Konzentration)	Konstant bei konstanten Konzentrationen	Mit der Zeit abfallend	Veränderungen der Reaktion des Geräts; reinigen Sie das Messkammerfenster. Überprüfen Sie auf Undichtheiten oder andere Unregelmäßigkeiten.

5.3. SOFTWARE/FIRMWARE-UPDATES

Es gibt zwei Möglichkeiten, um nach Updates zu suchen und diese zu erhalten: entweder ferngesteuert oder manuell.

5.3.1. FERNGESTEUERTE UPDATES

Das Gerät muss mit einem Netzwerk mit Internetzugang verbunden sein. Wählen Sie im Menü Setup>Instruments das Menü Remote Updates und drücken Sie auf die Taste Check for Updates. Ist ein Update verfügbar, kann es über diese Seite heruntergeladen werden.

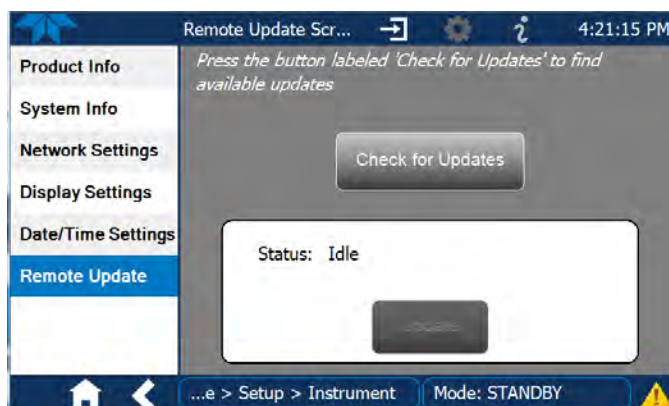


Abbildung 5-1 Ferngesteuerte Updates

5.3.2. MANUELLE NEU-INSTALLATION/UPDATES

Um die Firmware neu zu laden oder ein Update durchzuführen, kontaktieren Sie den technischen Support um die entsprechenden Dateien zu erhalten.

1. Folgen Sie den Anweisungen des technischen Supports zum Kopieren der Firmware-Daten auf ein Flash-Laufwerk.
2. Gehen Sie in das Menü Utilities>USB Utilities.

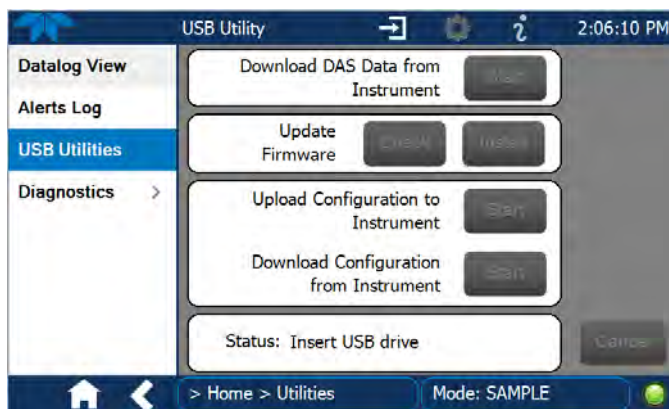


Abbildung 5-2 Manuelle Updates (und andere Einstellungen)

3. Stecken Sie ein Flash-Laufwerk bei einem der USB-Anschlüsse auf der Frontplatte an und warten Sie darauf, dass im Feld Status die Erkennung des Laufwerks und angezeigt wird.

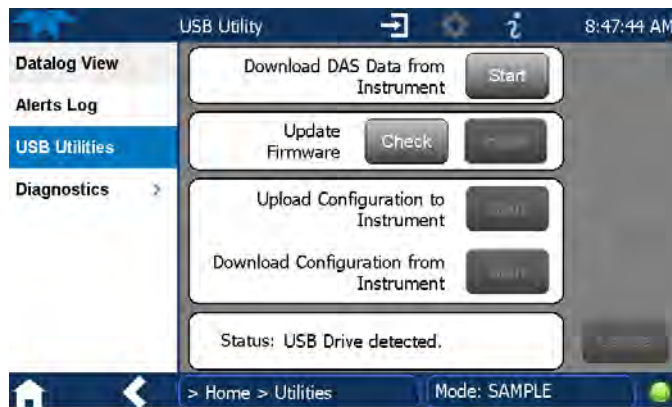


Abbildung 5-3 Manuelles Update, USB-Laufwerk erkannt

4. Drücken Sie im Feld Update Firmware auf die Taste Check, damit das Gerät überprüft, ob die Firmware auf dem Flash-Laufwerk neuer als die aktuell installierte Version ist. Ist die Firmware neuer, wird die Taste Install aktiviert; ist die Version der Firmware gleich oder älter als die aktuell auf dem Gerät installierte Version, wird die Taste Install nicht aktiviert.

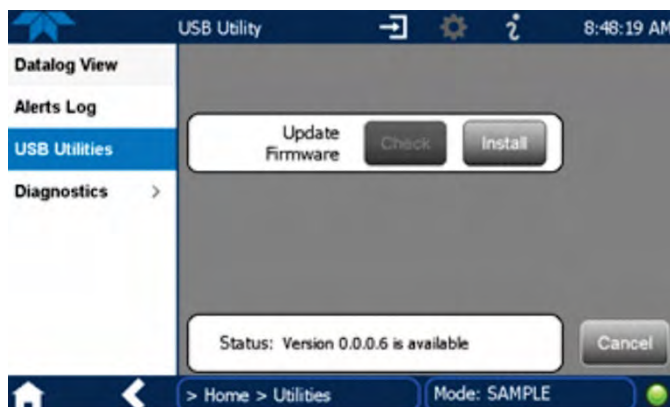


Abbildung 5-4 Manuelles Installieren von Updates

5. Drücken Sie auf die Taste Install und beachten Sie die Benachrichtigungen im Feld Status unten auf der Seite. Verwenden Sie falls notwendig die Taste Cancel.
6. Nach Abschluss, angezeigt im Feld Status, drücken Sie auf die Taste Done, die die Taste Cancel ersetzt, und entfernen Sie das Flash-Laufwerk.
7. Schalten Sie das Gerät aus und starten Sie es neu, um die Installation der neuen Firmware abzuschließen.

5.3.3. ANPASSEN DER BILDSCHIRM-EINSTELLUNGEN DES GERÄTS

Sollte der Touchscreen nicht oder inkorrekt reagieren, kann der Bildschirm über das Menü Setup>Instrument>Display Settings neu kalibriert werden.

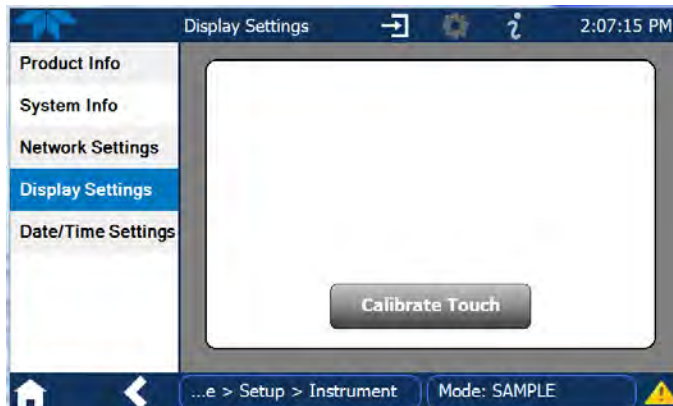


Abbildung 5-5 Touchscreen-Kalibrierung

1. Schließen Sie eine Maus an einen der USB-Schnittstellen auf der Frontplatte.
2. Navigieren Sie mit dem Zeiger zu den Einstellungen unter Setup>Instrument>Display Settings.
3. Klicken Sie auf „Calibrate Touch“; es erscheint nun ein Fadenkreuz in der Mitte des Bildschirms.

Hinweis

Ein Timer wird aktiviert, der nur 15 Sekunden für den Start der Kalibrierung erlaubt. Läuft diese Zeit ab, verlässt das Gerät den Kalibrierungs-Bildschirm und kehrt zum normalen Betrieb zurück.

4. Drücken Sie genau in die Mitte des Fadenkreuzes.
5. Wenn ein neues Fadenkreuz in der oberen linken Ecke erscheint, halten Sie genau die Mitte dieses Fadenkreuzes gedrückt, bis es sich verkleinert hat, und lassen sie dann los.
6. Wiederholen Sie Schritt 5 für jede der Ecken.
7. Ist der Vorgang abgeschlossen, erscheinen die Tasten CANCEL und ACCEPT in der linken unteren Ecke: Überprüfen Sie die Genauigkeit der Kalibrierung indem Sie auf den Bildschirm drücken und sehen, ob der Mauszeiger Ihren Eingaben folgt.
8. Wenn Sie auf die Taste CANCEL drücken, wird die Kalibrierung nicht verändert. Drücken Sie ansonsten auf die Taste ACCEPT.

Sollten weiterhin Schwierigkeiten bestehen, kontaktieren Sie den technischen Support.

5.4. WARTUNGEN DER HARDWARE

Führen Sie folgende Arbeiten als standardmäßige Wartungsarbeiten entsprechend Tabelle 5-1 aus.

5.4.1. TAUSCHEN DES MESSGAS-PARTIKELFILTERS

Untersuchen Sie den Partikelfilter regelmäßig auf Anzeichen von Verschmutzung oder Verstopfung. Berühren Sie nicht das Gehäuse, das Filter-Element, den PTFE-Halterungsring, die Glasabdeckung oder den O-Ring mit bloßen Händen: verwenden Sie Handschuhe oder eine PTFE-beschichtete Pinzette oder ähnliche Werkzeuge um eine Verunreinigung der Messfilter-Einheit zu vermeiden.

Um den Filter zu wechseln:

1. Schalten Sie den Analysator AUS, um eine Verschmutzung des Inneren des Analysators zu vermeiden.
2. Öffnen Sie die aufklappbare Frontplatte und schrauben Sie den Halterungsring der Filter-Einheit ab.

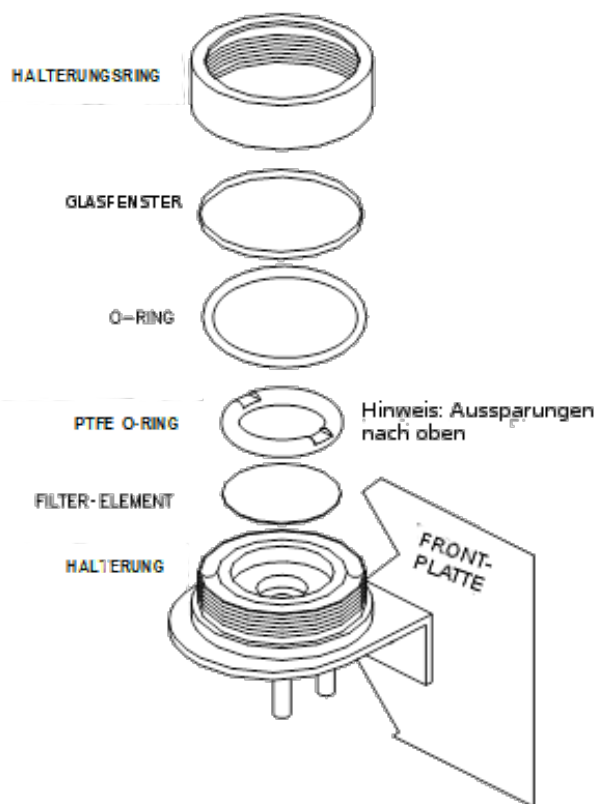


Abbildung 5-6 Tauschen des Partikelfilters

3. Entfernen Sie vorsichtig den Halterungsring, PTFE-O-Ring, das Glasfenster und das Filter-Element.
4. Ersetzen Sie den Filter, beachten Sie dabei, dass die Einheit sicher und mittig am Boden des Halters eingebaut wurde.

5. Schrauben Sie den PTFE-O-Ring mit den Aussparungen nach oben wieder an; setzen Sie dann das Glasfenster wieder ein und schrauben Sie den Halterungsring wieder an, und ziehen Sie ihn mit der Hand fest. Überprüfen Sie die Verbindung zwischen dem Rand des Filters und dem O-Ring um eine gute Abdichtung sicherzustellen.
6. Schließen Sie den Analysator wieder und starten Sie ihn neu.

5.4.2. WECHSELN DES PARTIKELFILTERS DES O₃-TROCKNERS

Das Gas für den O₃-Generator wird durch einen Trockner mit einem kleinen Partikelfilter am Eingang geleitet, der das Eindringen von Staub in den Ozontrockner und damit einen Abfall der Leistungsfähigkeit des Trockners verhindert. Wechseln Sie den Filter folgendermaßen:

1. Bevor Sie beginnen, überprüfen und zeichnen Sie die durchschnittlichen Werte von Rx Cell Press und dem O₃-Durchfluss im Dashboard auf. (Sind diese nicht sichtbar, siehe Abschnitt 2.5.3 für die Konfiguration).
2. Schalten Sie den Analysator aus, stecken Sie das Stromkabel aus und entfernen Sie die Abdeckung.
3. Schrauben Sie die Mutter beim Anschluss des Filters mithilfe von zwei 5/8"-Schraubenschlüsseln heraus.

ACHTUNG

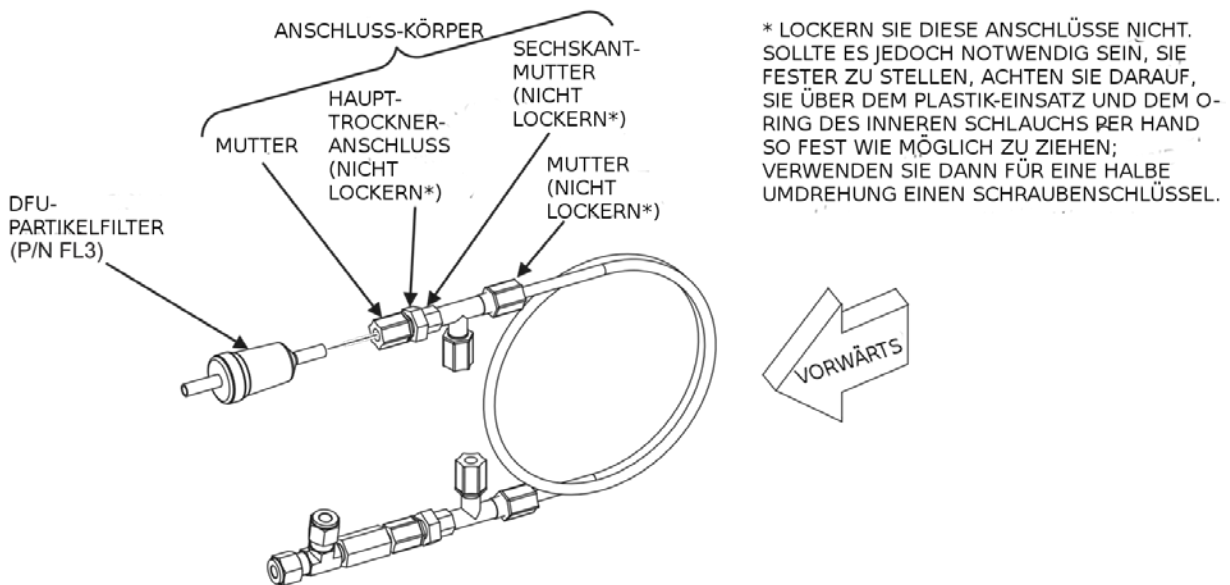
KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN

Verwenden Sie die richtigen Schraubenschlüssel.

Halten Sie mit einem 5/8"-Schraubenschlüssel den Hauptanschluss des Trockners fest, damit sich dieser nicht entgegen dem Trockner dreht.

Das inkorrekte Durchführen dieser Arbeit oder das Durchführen mit falschen Werkzeugen kann zu starken Undichtheiten führen.

4. Entfernen Sie das alte Filter-Element und ersetzen Sie es mit einem entsprechenden Ersatzteil (Teledyne API P/N FL-3).



P/N 04543A

Abbildung 5-7 Partikelfilter auf O₃-Gaszuleitungstrockner

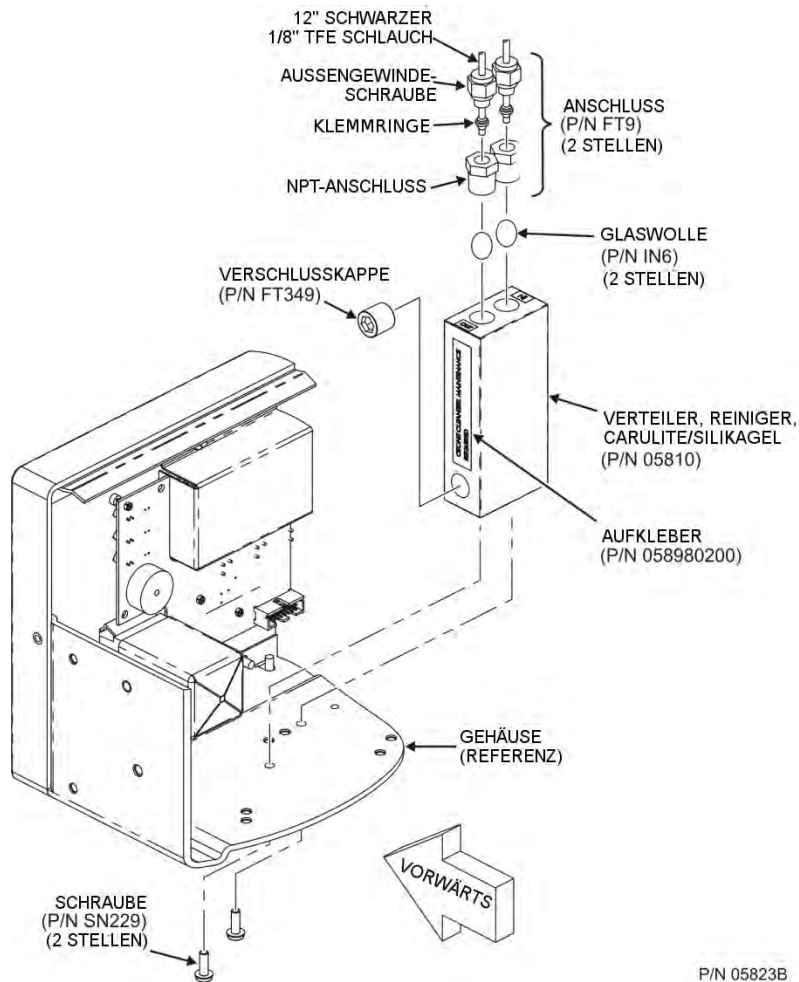
5. Halten Sie mit einem 5/8"-Schraubenschlüssel den Hauptanschluss des Trockners fest und ziehen Sie die Mutter mit der Hand fest.
6. Verwenden Sie falls notwendig einen zweiten Schraubenschlüssel, aber ziehen Sie die Mutter nicht zu fest an.
7. Bringen Sie die Abdeckung wieder an, stecken Sie das Stromkabel ein und starten Sie den Analysator.
8. Überprüfen Sie die Durchflussrate des O₃ (O₃ Flow), sie sollte bei etwa 80 cc/min ± 15 liegen.
8. Überprüfen Sie den Wert Rx Cell Press; der Wert sollte der gleiche sein wie vorher.
9. In Abschnitt 5.4.11 finden Sie Anleitungen zur Durchführung einer Überprüfung auf Undichtheiten nach dem Installieren eines neuen DFU-Partikelfilters.

5.4.3. WECHSELN DER OZONREINIGER-CHEMIKALIE

Der Ozonreiniger (Abbildung 5-8) befindet sich neben dem O₃-Generator (siehe Abbildung 2-3) und reinigt den O₃-Fluss von festen und flüssigen Verschmutzungen, die im O₃-Generator entstehen. Der Inhalt des Ozonreinigers benötigt regelmäßiges Auswechseln, entsprechend Tabelle 5-1). Ein Wartungs-Kit ist verfügbar (Anhang B listet die Artikelnummern auf).

Beachten Sie zum Wechseln der Ozonreiniger-Chemikalie folgende Schritten:

1. Schalten Sie die Stromversorgung zum Analysator und der Pumpe aus.
2. Entfernen Sie die Abdeckung und finden Sie den O₃-Filter im vorderen Teil des Analysators neben dem O₃-Generator.
3. Verwenden Sie einen 7/16"-Schraubenschlüssel um beide Teile der Überwurfschraube mit Verschlauchung von den NPT-Anschlüssen zu entfernen.



P/N 05823B

Abbildung 5-8 Ozon-Reiniger

4. Entfernen Sie die Schrauben mit einem Kreuzschlitzschraubenzieher und entfernen Sie den Reinigungsverteiler vom Gehäuse.
5. Entfernen Sie beide Anschlüsse mit einem 9/16"-Schraubenschlüssel vom Behälter.
6. Entsorgen Sie die Glaswolle.
7. Leeren Sie den Inhalt des Reinigungsvertelers auf ein weißes Blatt Papier. Entfernen Sie falls notwendig die Verschlusskappe, um sicherzustellen, dass der gesamte Inhalt entleert wurde.
 - Achten Sie auf Verfärbungen des Inhalts, der üblicherweise weiß und leicht durchsichtig sein sollte.
 - Von der Menge an verfärbten chemischen Stoffen (üblicherweise mit Gelbstich) lässt sich schließen, wie lange in etwa die Lebensdauer des chemischen Stoffes in ihrer Anwendung ist.
 - Der Wartungszyklus des Ozon-Reinigers ist abhängig von der Luftfeuchtigkeit, der Menge an submikroner Partikel und andere Faktoren und kann sich von dem in der Tabelle 5-1 unterscheiden.

8. Entsorgen Sie das verwendete Kieselgel ohne es zu berühren. Es kann Salpetersäure enthalten, die ätzend und stark reizend ist.



ACHTUNG – ALLGEMEINER SICHERHEITSHINWEIS

Waschen Sie sofort Ihre Hände, nachdem Sie mit dem Kieselgel in Kontakt gekommen sind.

9. Füllen Sie mit einem kleinen Pulvertrichter etwa 10g neues Silikagel (Teledyne API P/N CH43) den Behälter, sodass er in beiden Bohrungen gleich gefüllt ist.
- Schütteln Sie den Behälter leicht, um den chemischen Stoff im Behälter dichter zueinander zu bringen, was die Leistungsfähigkeit und Lebensdauer des Filters erhöht.
 - Achten Sie darauf, dass die Chemikalie nicht weiter als bis zu den ersten beiden Gewindegängen des NPT-Anschlusses gelangt.

Wichtig

AUSWIRKUNGEN AUF MESSWERTE ODER DATEN

Verwenden Sie zu diesem Zweck ausschließlich originale Teledyne API Nachfüllpackungen. Die Nachfüll-Kits von Teledyne API wurden so produziert, dass ein starker Anstieg des AutoZero-Werts vermieden wird, was starke negative Offsets verursachen kann, die 2-3 Wochen dauern können.

Lassen Sie dieses Material nicht für länger als ein paar Sekunden ohne Abdeckung, da es Verschmutzungen von der Umgebungsluft aufnimmt. Bewahren Sie ungebrauchtes, gut abgedecktes Material an einem trockenen, kühlen Ort auf.

10. Verschließen Sie das Kieselgel mit 1 cm³ Glaswolle auf jeder Seite.
- Achten Sie darauf, dass diese Menge groß genug und komprimiert genug ist, um den chemischen Stoff sicher zu fixieren.
11. Bringen Sie neues Teflonband (P/N HN000036) auf den NPT-Anschlüssen an.
12. Schrauben Sie die NPT-Verschraubungen wieder zurück in den Reinigungsverteiler.
13. Schrauben Sie den Behälter wieder an das Gehäuse, die Ausrichtung ist nicht wichtig.
14. Überprüfen Sie die Klemmringe auf den Leitungen.
- Sind die Klemmringe zu alt, empfehlen wir, diese zu tauschen.
15. Verbinden Sie die Leitungen mit 7/16"- und 9/16"-Schraubenschlüsseln wieder.
- Ziehen Sie die Anschlüsse nicht zu fest an.
16. Wurde der Wartungszeitraum überschritten, kann auch eine Reinigung der Messkammer, wie in Abschnitt 5.4.8 beschrieben, notwendig sein.
17. Überprüfen Sie das System auf Undichtheiten mithilfe des Druck-Verfahrens, - beschrieben in Abschnitt 5.4.11.2.

- Ziehen Sie die Anschlüsse falls notwendig ein wenig mehr an, achten Sie aber darauf, sie nicht zu fest anzuziehen.
18. Schalten Sie den Analysator und die Pumpe wieder an und fahren Sie mit dem Betrieb fort.
 19. Kalibrieren Sie den Analysator nach einer Stunde neu (Abschnitt 4).
 - Ist der Wert Auto Zero hoch oder schwankend/nicht konstant, müssen Sie möglicherweise mit der Neukalibrierung des Geräts einen Tag warten, bis das Kieselgel aufbereitet ist.

5.4.4. WARTUNG DER EXTERNEN MESSGASPUMPE

5.4.4.1. WARTUNG DER PUMPE

Der Kopf der Messgaspumpe wird abgenutzt und muss getauscht werden, wenn **Rx Cell Press** 10 in-Hg-A (auf Meereshöhe, berechnen Sie diesen Wert bei erhöhten Orten entsprechend) überschreitet.

- Ein Wartungs-Kit ist verfügbar. Auf dem Typenschild der Pumpe finden Sie die Artikelnummer. Anleitungen und Diagramme sind beim Bausatz inkludiert.
- Nach der Wartung der Messgaspumpe wird eine Überprüfung des Durchflusses und auf Undichtheiten empfohlen.
- Eine Überprüfung des Endbereichs und Neu-Kalibrierung nach diesem Eingriff ist ebenfalls notwendig, da die Reaktion des Analysators sich mit der **Rx Cell Press** verändert.

5.4.4.2. TAUSCHEN DES REINIGERS



ACHTUNG!

Versuchen Sie NICHT den Inhalt des Abgasreiniger-Behälters zu tauschen, tauschen Sie den gesamten Behälter.

1. Schalten Sie über das Menü Utilities>Diagnostics O3 Gen Override AUS. Warten Sie 10 Minuten bis die Pumpe Umgebungsluft aus dem Reiniger angesaugt hat, bevor Sie mit dem nächsten Schritt fortfahren.
2. Trennen Sie die Abgasleitung vom Analysator.
3. Schalten Sie die Messgaspumpe des Analysators aus und stecken Sie sie aus.
4. Schließen Sie die Leitungen vom (NO_x bzw. Aktivkohle) Reinigungsmodul aus.
5. Entfernen Sie den Reiniger vom System.
6. Entsorgen Sie ihn entsprechend der örtlichen Rechtsvorschriften.
7. Bauen Sie einen neuen Reiniger ein.
8. Verbinden Sie mit den Leitungen den Reiniger mit dem Analysator.
9. Schalten Sie die Pumpe an.

10. Schalten Sie über das Menü Utilities>Diagnostics (entsprechend oben Schritt 1) O3 Gen Override ON.

5.4.5. TAUSCHEN DES PERMEATIONSRÖHRCHENS DES INTERNEN PRÜFGASGENERATORS

1. Schalten Sie den Analysator aus, stecken Sie das Stromkabel aus und entfernen Sie die Abdeckung.
2. Lokalisieren Sie das Permeationsröhrchen (Prüfgasaufbereiter, siehe Abbildung 2-4) im hinteren linken Teil des Analysators.
3. Entfernen Sie die oberste Schicht der Isolierung falls notwendig.
4. Schrauben Sie mithilfe eines Kreuzschlitzschraubenziehers die schwarze Aluminium-Abdeckung des Permeationsofens (3 Schrauben).
 - Lassen Sie die Anschlüsse und Leitungen an der Abdeckung angeschlossen.
5. Entfernen Sie das alte Permeationsröhrchen und ersetzen Sie es mit einem neuen Röhrchen (oder bewahren Sie das originale Permeationsröhrchen in seinem ursprünglichen Behälter auf, wenn das Gerät für einige Stunden oder länger nicht in Betrieb sein wird).
 - Platzieren Sie das Röhrchen so, dass es in dem größeren der zwei Löcher ist und das offene Permeations-Ende des Röhrchens (Plastik) nach oben zeigt.
6. Befestigen Sie die Abdeckung wieder mit 3 Schrauben.
 - Überprüfen Sie, dass alle drei Schrauben gleichmäßig festgeschraubt wurden.
7. Befestigen Sie die Abdeckung des Analysators, stecken Sie das Stromkabel wieder an und schalten Sie den Analysator ein.
8. Führen Sie eine Überprüfung des Endbereichs durch um zu sehen, ob das neue Permeationsröhrchen korrekt funktioniert (siehe Abschnitt 4).
9. Es kann einige Tage dauern, bis sich die Permeationsrate stabilisiert.

ACHTUNG

KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN

Schalten Sie das Gerät nicht für mehr als 8 Stunden aus, ohne das Permeationsröhrchen zu entfernen. Versenden Sie das Gerät nicht, ohne vorher das Permeationsröhrchen entfernt zu haben. Das Röhrchen gibt auch bei Raumtemperatur weiterhin NO₂ ab und kann somit das gesamte Gerät verunreinigen.

5.4.6. TAUSCHEN DES EXTERNEN NULLGASREINIGERS (OPT 86C)

Der externe Nullgasreiniger, der bei mehreren der Kalibrierventil-Optionen des Analysators inkludiert ist, enthält zwei chemische Stoffe:

- Pink Purafil[®] (P/N CH 9), das NO in der Umgebungsluft in NO₂ umwandelt, und;
- Schwarze Aktivkohle (P/N CH 1), die NO₂ absorbiert und dadurch Nullgas erzeugt.

Diese chemischen Stoffe müssen regelmäßig, beziehungsweise bei Bedarf ausgetauscht werden (siehe Tabelle 5-1).



ACHTUNG!

Die folgenden Schritte gelten nur für den externen Nullgasreiniger und NICHT für den Abgasreiniger, der Teil des Pumpen-Bausatzes ist.

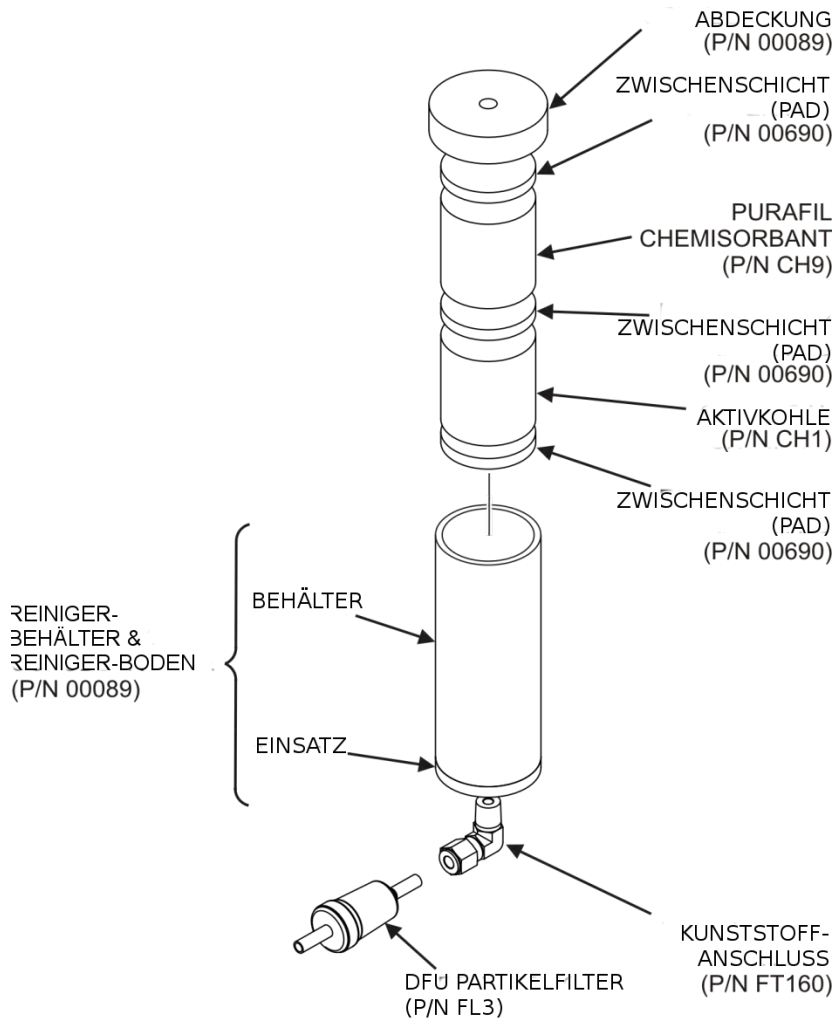
Wichtig

AUSWIRKUNGEN AUF MESSWERTE ODER DATEN

Dieser Eingriff kann auch bei laufendem Betrieb vorgenommen werden, stellen Sie allerdings sicher, dass der Analysator nicht im Modus ZERO calibration ist.

1. Lokalisieren Sie den Reiniger auf der äußeren Rückwand; Abbildung 5-9 zeigt dessen Aufbau.
2. Entfernen Sie den alten Reiniger indem Sie das 1/4"-Plastikrohr vom DFU-Partikelfilter mithilfe von 9/16"- and 1/2"-Schraubenschlüsseln trennen.
3. Entfernen Sie den DFU-Partikelfilter von dem Bauteil mithilfe eines 9/16"-Schraubenschlüssels.
4. Schrauben Sie die obere Abdeckung des Reinigungsbehälters ab und entsorgen Sie die Inhalte, das Purafil[®] und die Aktivkohle.
 - Beachten Sie bei der Entsorgung dieser chemischen Stoffe die örtlichen Rechtsvorschriften.
 - Das Wartungs-Kit (aufgelistet in Anhang B) enthält ein *Material and Safety Data Sheet* mit mehr Informationen über diese Chemikalien.
5. Es ist nicht notwendig, den Einsatz vom Behälter zu entfernen, ist er allerdings entfernt, befolgen Sie die folgenden Anweisungen:
 - Bestreichen Sie die Gewindgänge des Einsatzes mit Epoxy-Kleber (Teledyne API P/N CH32).
 - Ziehen Sie den Einsatz mit der Hand im Behälter fest.
6. Sie müssen den Nylon-Schlauchanschluss nicht vom Einsatz entfernen, wurde er aber entfernt, umwickeln Sie das Gewinde mit Teflonband (Teledyne API P/N HW36), bevor Sie es wieder einbauen.

7. Befüllen Sie den Reiniger zuerst mit Aktivkohle und dann oben mit Purafil[®].
 - Verwenden Sie drei weiße Pads um die chemischen Stoffe zu trennen, gezeigt in Abbildung 5-9.
8. Schrauben Sie die obere Kappe wieder an und ziehen Sie sie mit der Hand fest.
9. Tauschen Sie bei Bedarf den Filter und entsorgen Sie den alten.
 - Das unterste Pad sollte den meisten Staub abfangen, der Filter (innen) sollte nicht sichtbar verschmutzt sein.
10. Setzen Sie das Reiniger-Modul zurück in seine Klammern auf der Rückwand.
11. Schließen Sie das Kunststoffrohr wieder am Anschluss des DFU-Partikelfilters an.
12. Bewegen Sie das Reiniger-Modul so, dass es nicht über oder unter dem Analysator hervorsteht, falls das Gerät einmal auf einem Gestell montiert wird.
 - Drücken Sie bei Bedarf auf die Klammern, um einen sicheren Sitz des Moduls zu erreichen.



P/N 00433G

Abbildung 5-9 Bausatz Nullgasreiniger

5.4.7. TAUSCHEN ODER REINIGEN EINER NO₂-KONVERTERLAMPE

Der NO₂-Konverter (Blaulicht-Konverter) NO₂- → NO-Konverter befindet sich in der Mitte des Geräts; siehe Abbildung 2-3, Abbildung 5-10 zeigt den Aufbau.

Beide Lampenteile, jeweils an den Enden des Konverters, können ausgetauscht werden.



ACHTUNG! GEFAHR: HOHE LICHTSTÄRKE

Öffnen Sie niemals den photolytischen Konverter, solange diese angeschaltet ist. Die LEDs strahlen ein Licht mit hoher Lichtstärke aus.

1. Schalten Sie das Gerät AUS.

2. Entfernen Sie die obere Stellschraube in der Mitte der Frontplatte und entfernen Sie die Abdeckung des Geräts indem Sie die Abdeckung nach hinten schieben bis die Sicherheitslasche frei ist und ziehen Sie sie dann senkrecht ab.
3. Lokalisieren Sie das den photolytische Konverter (Abbildung 2-3) und entfernen Sie beide Lampenteile folgendermaßen:

ACHTUNG

KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN

Gehen Sie vorsichtig mit elektrischen Kontakten um, da sie sehr empfindlich sind.

- a. Trennen Sie vorsichtig die elektrischen Kontakte zwischen dem Gehäuse und jedem Lampenteil (Abbildung 5-10).
 - b. Entfernen Sie die vier Schrauben, die den Konverter mit der Bodenplatte verbinden. Entfernen Sie den photolytischen Konverter vom Analysator.
 - c. Entfernen Sie die vier Schrauben, die die Lampenteile mit den jeweiligen Enden des Gehäuses verbinden.
4. Reinigen oder tauschen Sie die Teile wie folgt, fahren Sie dann mit Schritt 7 fort.
 - Wischen Sie die LEDs und Oberflächen innerhalb der Quarzglas-Röhre zur Reinigung ab.
 - Um auszutauschen, entfernen Sie jeden der Lampenteile und bauen Sie die Ersatzlampen ein.
 5. Bauen Sie nun in umgekehrter Reihenfolge wieder zusammen (Schrauben, elektrische Kontakte).

ACHTUNG

KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN

Vermeiden Sie Kraftanwendung bei der Verbindung: Die Pfeile auf den geformten Kontakten sollten nach innen, also zueinander, zeigen.

6. Führen Sie eine Überprüfung auf Undichtheiten entsprechend dem Wartungsabschnitt in diesem Handbuch durch.
7. Kalibrieren Sie mithilfe von Abschnitt 4.2 und überprüfen Sie die Konverter-Effizienz mithilfe von Abschnitt 4.5.

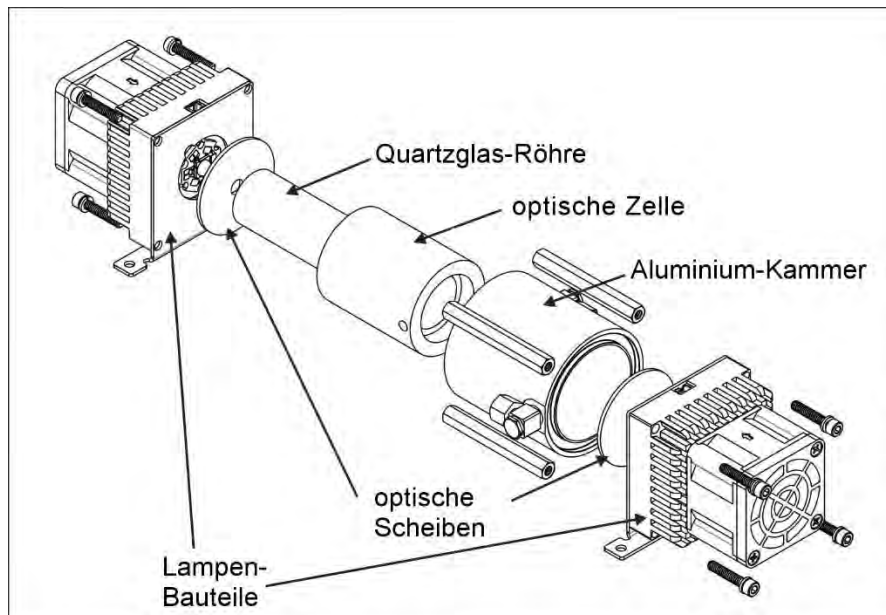


Abbildung 5-10 Tausch der photolytischen Lampe

Überprüfen Sie im Zuge der normalen Wartungsarbeiten die vier Sechskantschrauben auf jedem der Lampenteile, und ziehen Sie sie bei Bedarf fester an.

5.4.8. REINIGEN DER MESSKAMMER

Eine verschmutzte Messkammer verursacht ein stärkeres Rauschen, schwankende Null- oder Prüfgaswerte, eine niedrige Reaktion oder eine Kombination von allem.

Um die Messkammer zu reinigen muss diese vom Sensorgehäuse entfernt werden. Siehe Abbildung 5-11 für den folgenden Vorgang.

1. Schalten Sie das Gerät und die Vakuumpumpe aus.
2. Trennen Sie die schwarze 1/4"-Abgasleitung und die 1/8"-Messgas- und Ozon-Leitungen von der Messkammer. Trennen Sie das Kabel der Heizung/des Temperatursensors.
3. Entfernen Sie die zwei Schrauben (Teledyne API P/N SN144) und zwei Unterlegscheiben, die die Messkammer mit dem PMT-Gehäuse verbinden, heben Sie die Messkammer und den Verteiler heraus.

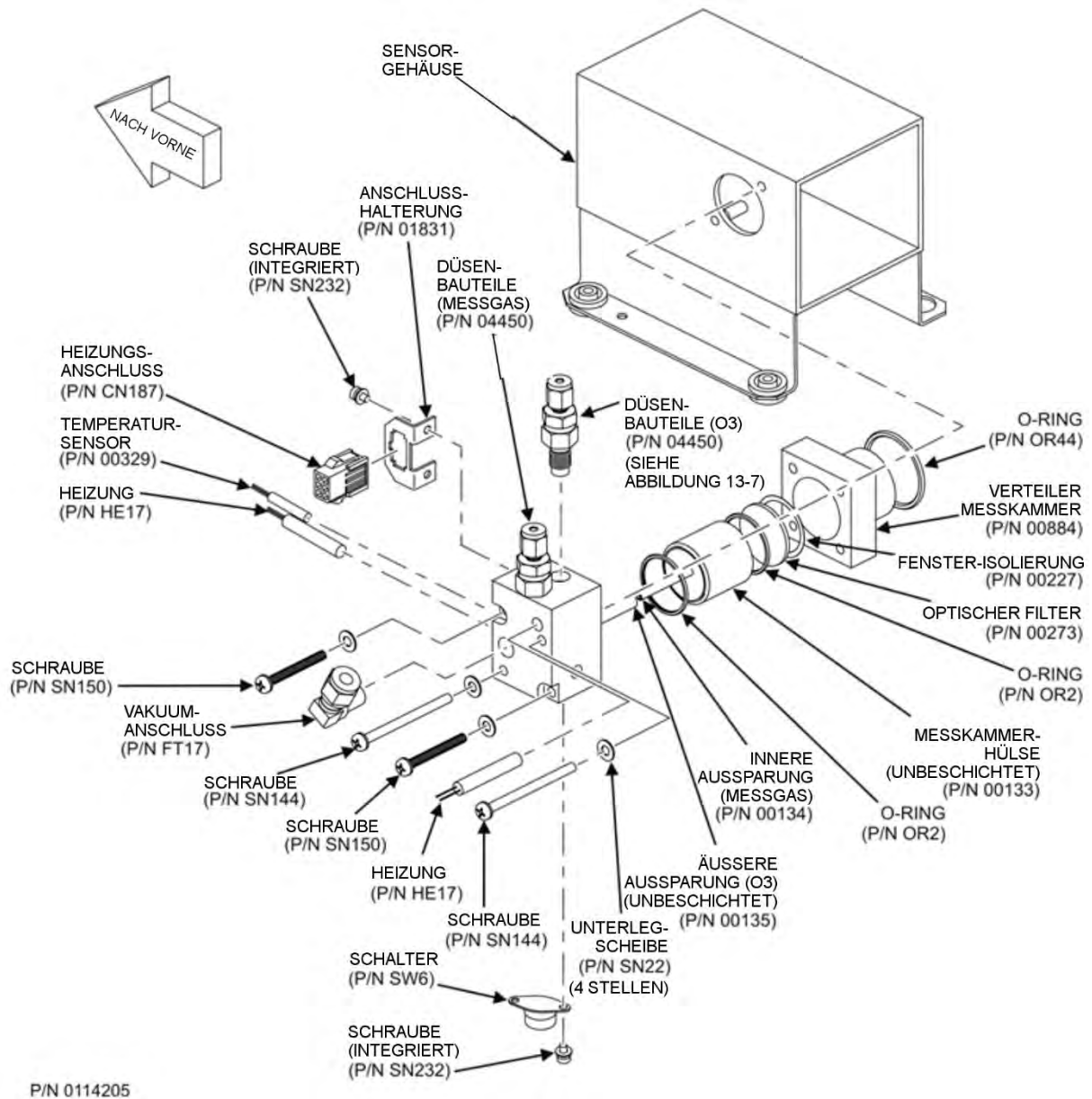


Abbildung 5-11 Messkammer

4. Entfernen Sie die zwei Schrauben (Teledyne API P/N SN150) und zwei Unterlegscheiben.
5. Die Messkammer teilt sich in zwei Hälften, der Edelstahl-Verteiler und die schwarze Messkammer aus Kunststoff mit Fensterdichtung, die Messkammerhülse aus Edelstahl, der optische Filter und die O-Ringe.
6. Die Messkammer (sowohl der Plastikteil als auch die Edelstahl-Hülse) und der optische Filter sollten mit destilliertem Wasser (DI-Wasser) und einem sauberen Taschentuch gereinigt und anschließend abgetrocknet werden.
7. Normalerweise ist es nicht notwendig, die kritischen Düsen zu reinigen, da diese durch Sintermetallfilter geschützt sind.

- Ergeben die Tests, dass eine Reinigung notwendig ist, finden Sie in Abschnitt 5.4.9 Anleitungen zur Reinigung der kritischen Düse.
8. Entfernen Sie nicht die Messgas- und Ozon-Aussparungen. Dies sind Teflon-Gewindegänge, daher benötigen Sie spezielles Werkzeug zum Zusammenbau. Falls notwendig kann der Verteiler mit angebrachten Aussparungen in einem Ultraschallbad gereinigt werden.
 9. Bauen Sie das Teil in der richtigen Reihenfolge wieder zusammen und verbinden Sie die Messkammer wieder mit dem Sensor-Gehäuse. Schließen Sie die pneumatischen Leitungen und Verbindungen zur Heizung wieder an und befestigen Sie den pneumatischen Sensor, der Reinigungsvorgang ist nun abgeschlossen.
 10. Nachdem Sie die Messkammer gereinigt haben wird empfohlen, den chemischen Stoff des Ozonquellenfilters zu tauschen, beschrieben in Abschnitt 5.4.3.
 11. In den ersten 10 Tagen nach der Reinigung kann Prüfgas-Reaktion um 10-15% fallen, während sich die Messkammer noch anpasst. Dies ist normal, es muss nicht noch einmal gereinigt werden.

5.4.9. WARTUNG DER KRITISCHEN DÜSE

Es gibt im Analysator mehrere kritische Düsen (siehe Abbildung 6-8 für eine pneumatische Lokalisierung jeder Düse). Obwohl diese Düsen durch Edelstahl-Sinterfilter geschützt sind, können sich manchmal Verstopfungen bilden, besonders wenn das Gerät ohne Messgasfilter oder in einer Umgebung mit sehr feinem Submikron-Staub betrieben wird.

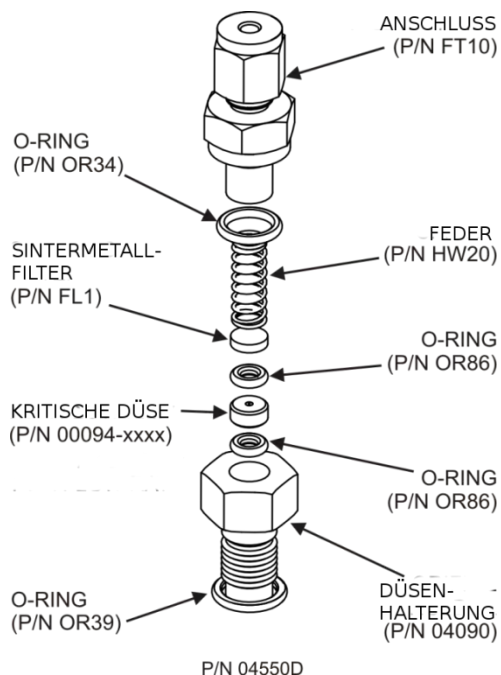


Abbildung 5-12 Kritische Düse

Um eine kritische Düse zu reinigen oder zu tauschen:

1. Schalten Sie den Strom zum Gerät und der Vakuumpumpe ab.
2. Entfernen Sie die Abdeckung des Analysators und lokalisieren Sie die Messkammer (siehe Abbildung 2-3 und Abbildung 5-11).
3. Trennen Sie die 1/8"-Messgas- und Ozon-Leitungen von der Messkammer.

Bei Düsen bei der Messkammer:

4. Schrauben Sie den Halter der kritischen Düse mit einem 9/16"-Schraubenschlüssel auf.
 - In diesem Teil sind alle Komponente der kritischen Düse enthalten, gezeigt in Abbildung 5-12.

Für Düsen im Vakuumverteiler: Der Aufbau ist ähnlich dem in Abbildung 5-12, außer:

- Ohne dem Düsenhalter, P/N 04090, und dem unteren O-Ring, P/N OR34 und
 - Mit einem NPT-Anschluss anstatt dem FT10-Anschluss.
5. Nachdem Sie die verbindende Leitung entfernt haben, schrauben Sie den NPT-Anschluss auf.
 6. Nehmen Sie die Komponente heraus:
 - Feder
 - Sintermetallfilter
 - zwei O-Ringe
 - die Düse

Hinweis

Für den Vakuumverteiler benötigen Sie möglicherweise einen Stift oder Druckluft vom Vakuum-Ausgang, um die Teile aus dem Verteiler zu entfernen.

7. Entfernen Sie die beiden O-Ringe und den Sintermetallfilter und bauen Sie neue ein.
8. Bauen Sie die Teile wieder zusammen, gezeigt in Abbildung 5-12.
9. Bauen Sie die kritische Düse wieder in den Messkammer-Verteiler oder den Vakuum-Verteiler ein.
10. Schließen Sie alle Leitungen wieder an und starten Sie den Analysator und die Pumpe. Führen Sie nach einer Aufwärmzeit von 30 Minuten eine Überprüfung auf Undichtheiten, wie in Abschnitt 5.4.11 beschrieben, durch.

5.4.10. ÜBERPRÜFUNG AUF LICHTLECKS

Wurde es inkorrekt zusammgebaut oder betrieben, kann der PMT – Block kleine Spalten entwickeln, die Licht von der Umgebung des Analysators in das PMT-Gehäuse einlassen können. Um solche Lichtlecks zu finden, folgen Sie den untenstehenden Schritten.



ACHTUNG - NUR QUALIFIZIERTES PERSONAL

Dieser Eingriff wird bei laufendem Betrieb des Analysators ohne Abdeckung durchgeführt.

1. Sehen Sie das **PMT Signal** ein (falls nicht sichtbar, fügen Sie diesen Wert dem Dashboard hinzu; siehe Abschnitt 2.5.3).
2. Führen Sie dem Analysator Nullgas zu.
3. Entfernen Sie vorsichtig beim laufenden Gerät die Abdeckung.



WARNUNG – STROMSCHLAGGEFAHR

Berühren Sie KEINE interne Verdrahtung mit der Metall-Abdeckung oder Ihrem Körper.

Lassen Sie KEINE Schrauben oder Werkzeuge in einen laufenden Analysator fallen.

4. Leuchten Sie mit einem starken Taschenlicht oder ähnlichem auf die Verschlüsse des Ein- und Ausgangs und alle Verbindungen der Messkammer sowie beim PMT-Gehäuse.
 - Der Wert PMT sollte nicht auf das Licht reagieren, das PMT-Signal sollte innerhalb seines üblichen Rauschbereichs bleiben.
5. Reagiert der Wert auf das externe Licht, ziehen Sie die Befestigungsschrauben der Messkammer symmetrische fest oder tauschen Sie die 1/4"-Vakuumleitungen mit neuen, schwarzen PTFE-Leitungen aus (diese Leitungen werden mit der Zeit transparent).

Hinweis

Oft werden Lichtlecks durch fehlende O-Ringe verursacht.

6. Sollte während diesem Eingriff die schwarze PMT-Gehäuseplatte für den Sensor entfernt werden, ersetzen Sie die 5 Trockenmittelbeutel innerhalb des Gehäuses.
7. Befestigen Sie vorsichtig wieder die Abdeckung des Analysators. Wurden Leitungen verändert, führen Sie eine Überprüfung auf Undichtheiten aus (Abschnitt 5.4.11).

5.4.11. ÜBERPRÜFUNG AUF PNEUMATISCHE UNDICHTHEITEN



ACHTUNG - TECHNISCHE INFORMATIONEN

Überschreiten Sie bei der Durchführung von einfachen oder genauen Überprüfungen, nie den Druck von 15 psi.

5.4.11.1. EINFACHE VAKUUM-UNDICHTHEITEN UND PUMPEN-KONTROLLE

Undichtheiten sind die häufigste Ursache für Störungen des Analysators. Dieser Abschnitt beschreibt eine einfache Überprüfung auf Undichtheiten, der nächste Abschnitt beschreibt eine genauere Überprüfung. Die hier beschriebene Methode erkennt leicht und schnell die meisten Undichtheiten, kann diese aber nicht lokalisieren. Es überprüft auch den Zustand der Messgaspumpe.

1. Schalten Sie den Analysator an und geben Sie dem Durchfluss 30 Minuten Zeit, sich zu stabilisieren.
2. Schliessen Sie den Messgaseingang zu (Abdeckung muss fest angezogen sein, mit Schraubenschlüssel).
3. Wenn die Druck-Werte sich nach einigen Minuten stabilisiert haben, notieren Sie die Werte Sample Press (Messgasdruck) und Rx Cell Press (Vakuumdruck).
 - Sind beide Werte innerhalb 10% und weniger als 10 in-Hg-A, gibt es keine größeren Undichtheiten im Gerät.
 - Kleinere Undichtheiten können weiterhin nicht ausgeschlossen werden.
 - Sind beide Werte <10 in-Hg-A, ist die Pumpe in gutem Zustand.
 - Eine neue Pumpe erzeugt einen Druck-Wert von ungefähr 4 in-Hg-A (auf Meereshöhe).
4. Schalten Sie, wenn Sie fertig sind die Pumpe aus und öffnen Sie langsam die Abdeckung zum Messgaseingang, um die einströmende Luft nicht zu schnell einzulassen.

5.4.11.2. GENAUE SUCHE NACH UNDICHTHEITEN MIT ÜBERDRUCK

Kann mit der oben angeführten Methode keine Undichtheit erkannt werden, besorgen Sie einen Dichtheitsprüfer, der eine kleine Pumpe, ein Absperrventil und einen Druckmesser besitzt, um sowohl Überdruck als auch Vakuum zu erzeugen. Alternativ kann auch eine Druckgasflasche, mit einem zwei-Stufen-Druckregler auf ≤ 15 psi eingestellt, ein Absperrventil und ein Manometer verwendet werden.

ACHTUNG

KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN

Wurden die Verschraubungen mit Seifenlösung befeuchtet, darf kein Vakuum mehr angewendet werden, da die Seifenlösung dann ins Gerät gelangen und es verunreinigen würde.

1. Trennen Sie das Gerät von der Stromquelle und entfernen Sie die Abdeckung.

2. Schließen Sie den Dichtheitsprüfer oder die Gasflasche (komprimiertes, ölfreies Gas oder Stickstoff) wie oben beschrieben, an den Messgaseingang auf der Rückwand an.
3. Trennen Sie die Leitungen der Pumpe auf der äußeren Rückwand und verschließen Sie den Pumpeneingang.
 - Sind IZS oder Nullgas-/Prüfgasventile eingebaut, trennen Sie die Leitungen von den Eingängen von Null- und Prüfgas und verschließen Sie die Eingänge.
 - Verschließen Sie den DFU-Partikelfilter am Trockner.
4. Aktivieren Sie den Überdruck mit dem Dichtheitsprüfer oder der Druckgasflasche und warten Sie eine Weile, bis das Gerät vollständig unter Überdruck steht.
 - Überprüfen Sie jede Verbindung (Verschraubungen, Schlauchklemmen) mit Seifenlösung, achten Sie auf kleine Bläschen.
 - Wurden die Verschraubungen mit Seifenlösung befeuchtet, darf kein Vakuum mehr angewendet werden, da die Seifenlösung dann ins Gerät gelangen und es verunreinigen würde.
 - Überschreiten Sie nicht einen Druck von 15 psi.
5. Hat das Gerät die Option Nullgas- und Prüfgasventile, sollten die normalerweise geschlossenen Anschlüsse jedes Ventils getrennt überprüft werden.
 - Schließen Sie einen Dichtheitsprüfer an die normalerweise verschlossenen Anschlüsse und überprüfen Sie mit Seifenlösung.
6. Hat der Analysator die Option IZS eingebaut, schließen Sie einen Dichtheitsprüfer an den Eingang der Trockenluft und überprüfen Sie mit Seifenlösung.
7. Wurde die Undichtheit gefunden und repariert, sollte die Abnahme des Drucks weniger als 1 in-Hg-A (0,4 psi) in 5 Minuten betragen.
8. Reinigen Sie die Oberflächen von der Seifenlösung, verbinden Sie die Messgas- und Pumpenleitungen wieder und bringen Sie die Abdeckung des Geräts wieder an.
9. Starten Sie den Analysator neu.

5.4.11.3. ÜBERPRÜFUNG DER DURCHFLUSSRATE

Wichtig

AUSWIRKUNGEN AUF MESSWERTE ODER DATEN

Verwenden Sie einen separaten, kalibrierten Durchflussmesser, der den Durchflussrate des Geräts überprüfen kann, um genaue Werte zu bekommen. Verwenden Sie nicht die integrierte Durchflussmessung, sichtbar im Dashboard. Dieser Wert wird nur berechnet, nicht gemessen.

Die Durchflussraten von Messgas und O₃ sind ein wichtiger Teil der NO_x, NO and NO₂-Konzentration, die Werte sind allerdings nur von der CPU berechnete Werte. Die Funktionen Flow Cal und Ozone Flow Cal im Menü Utilities>Diagnostics werden verwendet, um diese Berechnungen zu kalibrieren/ändern.

Diese Überprüfungen sind beim Überwachen der tatsächlichen Durchflussrate des Geräts mit einem externen Durchflussmesser hilfreich. Ein abnehmender, tatsächlicher Messgasdurchfluss kann auf einen langsam verstopfenden pneumatischen Flussweg hindeuten, vermutlich die kritische Düse oder die Sintermetallfilter (Abschnitt 5.4.9).

ÜBERPRÜFUNG DER DURCHFLUSSRATE

Niedrige Durchflussraten deuten auf Verstopfungen in der Pneumatik hin.

Um den Messgasdurchfluss mit einem externen Durchflussmesser zu messen:

1. Trennen Sie die Messgasleitung vom Anschluss SAMPLE auf der Rückwand.
2. Schließen Sie den Ausgang eines passenden Durchflussmessers an den Eingang SAMPLE auf der Rückwand.
 - Stellen Sie sicher, dass der Einlass zum Durchflussmesser bei Umgebungsdruck liegt.
3. Der Messgasdurchfluss, gemessen mit dem externen Durchflussmesser, sollte innerhalb $\pm 10\%$ der Durchfluss-Spezifikation des Analysators liegen (Tabelle 1-1).
 - Ist ein kombinierter Messgas-/Ozontrockner eingebaut (optional), liegt die Durchflussrate bei zusätzlichen 80 cc/min für die Ozongeneratorquelle und 60 cc/min für den Spülfluss.

Um den Ozon-Durchfluss mit einem externen Durchflussmesser zu messen:

1. Öffnen Sie den Analysator um zur Messkammer zu gelangen.
2. Trennen Sie die Leitung zum 4 mil-Anschluss der Messkammer.
3. Verbinden Sie den Durchflussmesser mit dem 4 mil-Anschluss der Messkammer.
4. Der mit dem externen Durchflussmesser gemessene Ozon-Durchfluss sollte bei 80 cc/min liegen.

KALIBRIERUNG DER DURCHFLUSSRATE

Um die Durchflussrate des Messgases zu kalibrieren (Flow Cal) oder die Durchflussrate des O₃ (Ozone Flow Cal):

1. Ändern Sie im Menü Utilities>Diagnostics>Flow Cal oder im Menü Ozone Flow (Abbildung 5-13) den Wert Actual Flow indem Sie den gemessenen Wert des externen Durchflussmessers eingeben.
2. Drücke Sie auf die Taste Calibrate.

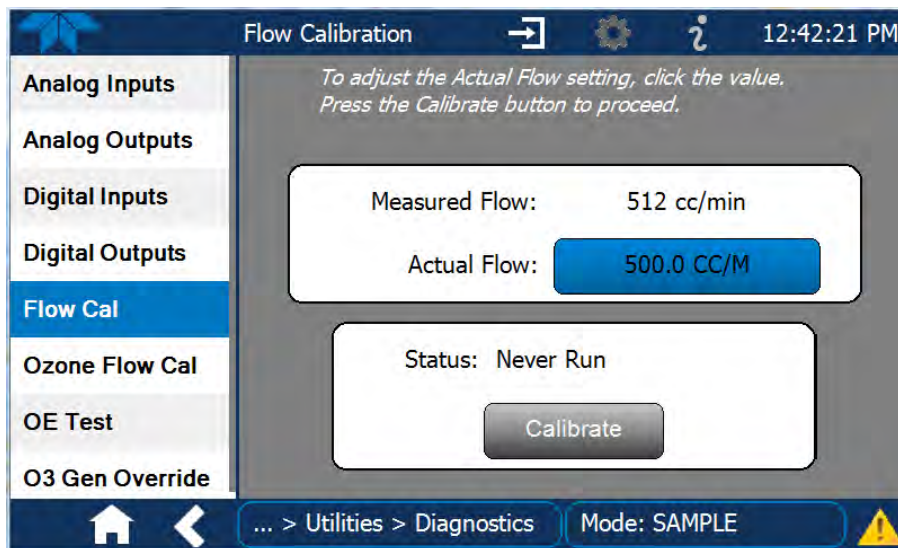


Abbildung 5-13 Kalibrierungs-Menü der Durchflussrate

5.5. FEHLERSUCHE UND REPARATUREN

Dieser Abschnitt enthält Methoden, um den Grund für Funktionsprobleme des Analysators zu identifizieren und Verfahren, um Reparaturen am Gerät durchzuführen.

Hinweis

Um Ihnen ein besseres Verständnis der technischen Details der Wartung zu geben, finden Sie in Abschnitt 6 das Funktionsprinzip des Geräts.



ACHTUNG

Sämtliche mit diesem Symbol versehenen Arbeiten dürfen nur von geschultem Servicepersonal ausgeführt werden.



WARNUNG - STROMSCHLAGGEFAHR

Einige Eingriffe müssen bei laufendem Analysator mit geöffnetem Gehäuse durchgeführt werden.

Seien Sie vorsichtig, um Stromschläge oder elektrostatische oder mechanische Schäden am Analysator zu vermeiden.

Lassen Sie keine Werkzeuge in den Analysator fallen oder nach den Arbeiten im Analysator liegen.

Berühren Sie bei Arbeiten im Inneren des Analysators keine elektrischen Verbindungen mit metallischem Werkzeug.

Verwenden Sie bei Arbeiten innerhalb eines laufenden Analysators Ihren gesunden Menschenverstand.

Der Analysator wurde so gebaut, dass Probleme schnell erkannt, überprüft und repariert werden können. Während dem Betrieb führt er laufend diagnostische Tests durch und stellt seine wichtigsten Parameter für den Betrieb für Evaluierungen zur Verfügung, ohne den Messbetrieb zu stören.

Ein systematischer Zugang zur Fehlersuche besteht üblicherweise aus den folgenden fünf Schritten:

1. Beachten Sie die Warnhinweise und behandeln Sie diese entsprechend (siehe Tabelle 5-3).
2. Überprüfen Sie die Werte aller Grundfunktionen im Dashboard und vergleichen Sie diese mit den Werten vom Werk. Beachten Sie grobe Unterschiede von den Werten vom Werk und ergreifen Sie entsprechende Korrekturmaßnahmen.
3. Überprüfen Sie mithilfe der internen elektronischen Status-LEDs ob die elektronischen Kommunikationskanäle korrekt funktionieren.
 - Stellen Sie sicher, dass die Netzteile korrekt funktionieren, indem Sie die Spannungs-Testpunkte auf der Relais-Platine überprüfen.
 - Die Stromverkabelung des Analysators ist mit Farben gekennzeichnet. Diese Farben entsprechen den Farben auf den Testpunkten auf der Relais-Platine.
4. Gehen Sie zuerst immer von einer Undichtheit aus!
 - Erfahrungsgemäß kann der Großteil aller Probleme schlussendlich auf Undichtheiten in der internen Pneumatik des Analysators oder des Zuflusssystem des Verdünnungsgases und anderen Gasquellen zurückgeführt werden.
 - Suchen Sie nach Durchflussproblemen, wie beispielsweise verstopfte oder blockierte interne/externe Gasleitungen, beschädigte Verschlüsse, undichte Gasleitungen, beschädigte/fehlerhafte Pumpen usw.
5. Folgen Sie den in Abschnitt 2.3.4.3 angegebenen Anweisungen um sicherzustellen, dass die Grundfunktionen des Analysators funktionieren (Stromversorgung, CPU, Relais-Platine, Touchscreen, PMT-Kühler, usw.).

5.5.1. FEHLERDIAGNOSE MIT WARNMELDUNGEN

Tabelle 5-3 enthält kurze Beschreibungen der Warnmeldungen, die beim Starten des Geräts erscheinen können, und gibt mögliche Gründe für Diagnose- und Fehlersuchezwecke an.

Treten zwei oder mehr Warnmeldungen gleichzeitig auf, weist dies eher auf den Ausfall eines wichtigen Untersystems (Stromversorgung, Relais-Platine, Hauptplatine) hin, als auf einzelne Defekte, auf die diese Warnungen hinweisen.

Tabelle 5-3 Warnmeldungen, Fehler und mögliche Ursachen

WARNUNG	FEHLER	MÖGLICHE URSACHEN
AUTO ZERO WARN XXX.X MV	Der Wert AutoZero ist zu hoch. (AutoZero über 200 mV). Der Wert in der Meldung gibt den AutoZero-Wert um Zeitpunkt der Warnung an.	AutoZero-Ventil funktioniert nicht Steuerbaustein der Magnetventile defekt Fehlerhafte Relais-Platine Defekte +12 VDC-Stromversorgung Undichtheit bei den AutoZero-Ventilanschlüssen Verunreinigte Messkammer O ₃ -Durchflussproblem zur Messkammer
BOX TEMP WARNING	Die Innentemperatur ist außerhalb des angegebenen Bereichs. (üblicherweise <7°C oder >48°C)	Die Innentemperatur ist üblicherweise ~7°C wärmer als die Umgebungstemperatur Schlechte/Blockierte Ventilation zum Analysator Gehäuse-Ventilator blockiert Umgebungstemperatur ist außerhalb des spezifizierten Bereichs.
CANNOT DYN SPAN²	Der dynamische Span-Betrieb ist fehlgeschlagen. (Kontaktschließung Endbereichs-Kalibrierung schlug fehl, während DYN_SPAN auf ON gesetzt war).	Die gemessene Konzentration ist zu hoch oder zu niedrig. Der Verstärkungsfaktor (Slope) ist zu hoch oder zu niedrig.
CANNOT DYN ZERO³	Dynamischer Zero-Betrieb ist fehlgeschlagen. (Kontaktschließung Nullpunkts-Kalibrierung schlug fehl, während DYN_ZERO auf ON gesetzt war).	Die gemessene Konzentration ist zu hoch Der Offset ist zu hoch.
CONFIG INITIALIZED	Löschung oder Zurücksetzung der Konfigurations- und Kalibrierdaten auf Werk-Zustand	Defekter Speicher Anwender hat Daten gelöscht
O3 DESTRUCT TEMP WARNING	Temperatur des O ₃ -Vernichters außerhalb des zugelassenen Bereichs→	Heizung wurde für die falsche Spannungsart konfiguriert. Defekter Temperatursensor des O ₃ -Vernichters Das Heizungs-Relais funktioniert nicht Defekte Relais-Platine
DATA INITIALIZED	Der Datenspeicher im DAS wurde vor dem letzten Start gelöscht.	Defekter Speicher Anwender hat Daten gelöscht.
HVPS WARNING	Hochspannungs-Stromversorgung (HVPS) ist zu hoch oder zu niedrig für einen korrekten Betrieb des PMT. (Außerhalb des Wambereichs).	Keine +15V-Stromversorgung zum Vorverstärker. Steuerungsspannung nicht richtig eingestellt. Defekter PMT-Vorverstärker Verunreinigte Messkammer Schlechter pneumatischer Durchfluss
OZONE FLOW WARNING	Ozon-Gasdurchfluss ist zu hoch oder zu niedrig für genaue Messwerte von NO _x , NO and NO ₂ . (O ₃ -Durchflussrate <50 cc/min oder >150 cc/min).	Defekte Messgaspumpe Blockierter O ₃ -Trockner Blockierter Eingang/Ausgang zum O ₃ -Reinigers Verunreinigter O ₃ -Trockner DFU-Filter Undichtheit nach der Messkammer Defekter O ₃ Durchfluss-Sensor
OZONE GEN OFF⁴	Ozongenerator ist ausgeschaltet. Dies ist die einzige Warnmeldung, die sich automatisch löscht. Sie löscht sich selbst, wenn der Ozongenerator angeschaltet wird. Beim Start bleibt der Ozongenerator für 30 Minuten ausgeschaltet, damit	Der O ₃ -Generator Override ist auf ON geschaltet. Die elektrische Verbindung zwischen Hautplatine und Generator ist fehlerhaft. Schlechte +15VDC-Stromversorgung

WARNUNG	FEHLER	MÖGLICHE URSACHEN
	der Ozontrockner seinen Taupunkt für den Betrieb erreichen kann.	
IZS TEMP WARNING ⁵	IZS-Temperatur ist zu hoch oder zu niedrig für eine effiziente O ₃ -Erzeugung. (Die Temperatur des Permeationsofens ist <45°C oder >55°C).	Heizung wurde für die falsche Spannungsart konfiguriert. Defekter Temperatursensor des Permeationsröhrchens Das Heizungs-Relais funktioniert nicht Defekte Relais-Platine
PMT TEMP WARNING	PMT-Temperatur ist außerhalb der Wargrenzen. (Messgastemperatur ist <5°C oder >12°C).	PMT-Ventilator nicht in Betrieb Defekter PMT-Temperatursensor TEC funktioniert nicht Defekte PMT-Vorverstärkerplatine
RCEL PRESS WARNING	Messkammer-Druck ist zu hoch oder zu niedrig für genaue Messwerte von NO _x , NO and NO ₂ . (Messgasdruck ist <15 in-Hg oder >35 in-Hg). Normalerweise 29,92 auf Meerhöhe, mit 1 in-HG pro 1000 ft Höhe abnehmend (ohne Durchfluss - Pumpe getrennt)	Ist der Messgasdruck bei <15 in-Hg •Blockierter Partikelfilter •Blockierte Messgasleitung/Messgaseingang •Defekter Drucksensor Ist der Messgasdruck bei >35 in-Hg: •Fehlerhafter Drucksensor •Druck am Messgaseingang zu hoch.
RCELL TEMP WARN	Messkammer-Temperatur ist zu hoch oder zu niedrig für genaue Messwerte von NO _x , NO and NO ₂ . (Die Temperatur der Messkammer ist <45°C oder >55°C).	Heizung wurde für die falsche Spannungsart konfiguriert. Defekter Temperatursensor der Messkammer Relais für die Heizung funktioniert nicht Defekte Relais-Platine I ² C Bus
REAR BOARD NOT DET	Hauptplatine bei Start des Geräts nicht erkannt. (CPU kann nicht mit Hauptplatine kommunizieren).	Diese Warnung erscheint nur auf den seriellen Schnittstellen ausgegeben. Frontbildschirm ist eingefroren, leer oder reagiert nicht. Defekte Hauptplatine
RELAY BOARD WARN	Die CPU kann nicht mit der Relais-Platine kommunizieren.	Defekter I ² C-Bus Defekte Relais-Platine Lose Kontakte/Verkabelung
SAMPLE FLOW WARN	Die Durchflussrate des Messgases ist außerhalb der spezifizierten Grenzen. (Die Messgas-Durchflussrate ist <350 cc/min oder >600 cc/min).	Defekte Messgaspumpe Blockierter Messgasleitung/-eingang Verschmutzter Partikelfilter Undichtheit nach der kritischen Düse der Messkammer Defekter Messgas-Drucksensor Defekter Vakuum-Drucksensor
SYSTEM RESET	Der Computer ist neugestartet.	Diese Meldung erscheint beim Start. Wenn sicher ist, dass der Stromzufluss nicht unterbrochen war: Defekte +5 VDC-Stromversorgung Fehler löste Neustart der Software aus Lockere/r Verkabelung/Anschluss

¹ Löscht sich 45 Minuten nach Start.

² Löscht sich wenn das nächste Mal eine erfolgreiche Nullpunkts-Kalibrierung durchgeführt wird.

³ Löscht sich wenn das nächste Mal eine erfolgreiche Endpunkts-Kalibrierung durchgeführt wird.

⁴ Löscht sich 30 Minuten nach Start.

⁵ Erscheint nur wenn die Option IZS eingebaut ist.

5.5.2. FEHLERDIAGNOSE MIT DASHBOARD-FUNKTIONEN

Die Funktionen können nicht nur bei der vorrausschauenden Diagnose hilfreich sein, die Funktionen einsehbar im Dashboard können in Kombination mit einem gründlichen Verständnis des Funktionsprinzips des Analysators (siehe Abschnitt 6) auch bei der Identifizierung von Betriebsproblemen verwendet werden.

Die akzeptierten Bereiche für diese Funktionen sind in der Spalte „Nominal Range“ im mitgelieferten *Final Test and Validation Data Sheet* zu finden. Werte außerhalb dieser zugelassenen Bereiche weisen auf den Defekt einer oder mehrere Untersysteme des Analysators hin. Funktionen, deren Werte zwar innerhalb der akzeptierten Bereiche sind, sich aber deutlich von den Werten des Werks unterscheiden, können ebenfalls auf einen Defekt hinweisen.

Notieren Sie die Werte um Sie bei der Fehlersuche bereit zu haben.

Hinweis

Wird der Wert „XXXX“ bei einer der Dashboard-Funktionen angezeigt, weist dies auf einen Messwert außerhalb des zugelassenen Bereichs hin.

Hinweis

Der Messgasdruck wird in „Absoluter Umgebungsluftdruck“ angegeben, da es die eindeutigste Methode für die Angabe des Gasdrucks ist.

Der absolute Umgebungsluftdruck beträgt ungefähr 29,92 in-Hg-A auf Meereshöhe. Er nimmt etwa 1 in-Hg pro 1000 ft Höhenmeter ab. Eine Vielzahl an Faktoren, wie beispielsweise Klimaanlage, Stürme, oder Lufttemperatur, können ebenfalls Veränderungen im Umgebungsluftdruck hervorrufen.

Tabelle 5-4 Dashboard-Funktionen - Mögliche Fehler

DASHBOARD-FUNKTIONEN	MÖGLICHE FEHLER
Stability	Instabile Konzentrationen; Undichtheiten
Sample Flow	Undichtheiten; verstopfte kritische Düse
O3 Flow	Undichtheiten; verstopfte kritische Düse
PMT	Kalibrierung aus; HVPS-Problem; kein Durchfluss (Undichtheiten)
Norm PMT	Wert Auto-Zero zu hoch
Auto Zero	Undichtheiten; defektes Ventil von NO, NO _x oder Auto Zero; O ₃ -Gasfilterbehälter erschöpft
HVPS	Kalibrierung falsch; Vorverstärker-Schaltkreisprobleme
Rx Cell Temp	Fehlerhafte Heizung; fehlerhafte Relais-Kommunikation (I ² C-Bus); Relais kurzgeschlossen
BOX TEMP	Umgebungstemperatur außerhalb des zugelassenen Bereichs; defekter Temperatursensor
PMT TEMP	TEC-Kühlung defekt; Relais-Kommunikation (I ² C Bus); 12 V Stromversorgung
IZS TEMP (Option)	Fehlerhafte Heizung; fehlerhafte Relais-Kommunikation (I ² C-Bus); Relais kurzgeschlossen
O3 Destruct Assy Temp	Fehlerhafte Heizung; getrenntes oder defektes Thermoelement; Relais-Kommunikation (I ² C-Bus); Relais-Kurzschluss; falsche AC-Spannungseinstellung
Rx Cell Pressure	Undichtheit; defektes Ventil; defekte Pumpe; verstopfte Düse
Sample Pressure	Undichtheit; defektes Ventil; defekte Pumpe; verstopfte Düse; Messgaseingang-Überdruck
NO_x Slope	HVPS außerhalb des Bereichs; Kalibrierung muss angepasst werden (Hardware); Prüfgas-Konzentration falsch; Undichtheiten
NO_x Norm Offset	Falsche Prüfgas-Konzentration; Kalibrierung inkorrekt
NO Slope	HVPS außerhalb des Bereichs; Kalibrierung muss angepasst werden; Prüfgas-Konzentration falsch; Undichtheiten
NO Norm Offset	Falsche Prüfgas-Konzentration; Kalibrierung inkorrekt

5.5.3. VERWENDEN DER DIAGNOSTISCHEN FUNKTIONEN DER SIGNAL-EIN-/AUSGÄNGE

Die Funktionen der Signal-Ein-/Ausgänge im Menü Utilities>Diagnostics ermöglichen den Zugang zu den digitalen und analogen Schnittstellen des Analysators. Einige der digitalen Signale können über das Menü Setup gesteuert werden. Diese Signale können in Verbindung mit einem gründlichen Verständnis des Funktionsprinzips des Geräts (Abschnitt 6) auf drei Arten für die Fehlersuche hilfreich sein:

- Der Techniker kann die rohen, unverarbeiteten Signallevel der wichtigsten Ein- und Ausgänge des Analysators einsehen.
- Einige der Komponente und Funktionen, die sonst unter algorithmischer Kontrolle der CPU stehen, können manuell ausgeführt werden.
- Der Techniker kann die Signallevel der analogen und digitalen Ausgänge direkt kontrollieren.

Dies ermöglicht dem Techniker, systematisch den Effekt der direkten Steuerung dieser Signale auf den Betrieb des Analysators zu beobachten. Verwenden Sie das Menü Utilities>Diagnostics um die unverarbeitete Spannung eines Eingang-

Signals einzusehen oder das Menü Setup um den Status einer Ausgangsspannung oder ein Kontrollsignal zu steuern.

5.5.4. VERWENDEN DER ANALOGAUSGANG-TESTKANÄLE

Die über den analogen Ausgangskanal verfügbaren Signale (konfiguriert im Menü Setup>Analog Outputs; siehe Abschnitt 2.5.8) können auch als Diagnosewerkzeuge über das Menü Utilities>Diagnostics verwendet werden.

Tabelle 5-5 Testkanäle als Diagnose-Tools

TESTKANAL	BESCHREIBUNG	ZERO	GESAMTS KALA	URSACHEN FÜR EXTREMWERTE
PMT DETECTOR	Das Signal des PMT-Detektors wird zu einer 0 bis 5 VDC Skala konvertiert.	0 mV	5000 mV	Defekter PMT PMT-Temperatur zu hoch/niedrig Defekter PMT-Vorverstärker Defektes HVPS HVPS-Steuerungsspannung falsch eingestellt Lichtleck in der Messkammer
O3 Flow	Die Durchflussrate des O ₃ durch den Analysator, gemessen vom O ₃ -Durchfluss-Sensor	0 cm ³ /min	1000 cm ³ /min	Suchen Sie nach Durchflussproblemen in den O ₃ -Gasleitungen.
Sample Flow	Die berechnete Durchflussrate von Messgas durch den Analysator.	0 cm ³ /min	1000 cm ³ /min	Suchen Sie nach Durchflussproblemen in den Messgasleitungen.
Sample Press	Der Druck des Messgases, gemessen vor dem AutoZero-Ventil	0 In-Hg-A	40 In-Hg-A	Suchen Sie nach Durchflussproblemen in den Messgasleitungen.
Rx Cell Press	Der Gasdruck innerhalb der Messkammer des Sensor-Moduls	0 In-Hg-A	40 In-Hg-A	Suchen Sie in allen Gasleitungen nach Durchflussproblemen.
Rx Cell Temp	Die Gastemperatur innerhalb der Messkammer des Sensor-Moduls	0 °C	70 °C	Gleich wie RCELL TEMP WARNING in Tabelle 5-3.
IZS Temp (mit IZS-Option)	Die Temperatur des Permeationsofens des optionalen internen Prüfgasgenerators	0 °C	70 °C	Gleich wie IZS TEMP WARNING in Tabelle 5-3.
PMT DETECTOR	Das Signal des PMT-Detektors wird zu einer 0 bis 5 VDC Skala konvertiert.	0 mV	5000 mV	Defekter PMT PMT-Temperatur zu hoch/niedrig Defekter PMT-Vorverstärker Defektes HVPS HVPS-Steuerungsspannung falsch eingestellt Lichtleck in der Messkammer
PMT Temp	Die Temperatur innerhalb des PMT	0 °C	50 °C	Gleich wie PMT TEMP WARNING in Tabelle 5-3.
Box Temp	Die Temperatur innerhalb des Gehäuses des T200P.	0 °C	70 °C	Gleich wie BOX TEMP WARNING in Tabelle 5-3.
HVPS VOLTAGE	Zeigt die Ausgangsspannung der Hochspannungs-Stromversorgung des PMT an	0 mV	5000 mV	Gleich wie HVPS WARNING in Tabelle 5-3.

5.5.5. VERWENDEN DER INTERNEN ELEKTRONISCHEN STATUS-LEDS

Innerhalb des Geräts gibt es mehrere LEDs, die anzeigen, ob die CPU, I²C-Bus und Relais-Platine richtig funktionieren.

5.5.5.1. CPU-STATUSINDIKATOR

DS5, eine rote LED auf der Hauptplatine (Abbildung 5-14), leuchtet wenn die CPU das Hauptprogramm ausführt. Ungefähr 30-60 Sekunden nach dem Start sollte DS5 sich an und ausschalten. Zeigt der Frontbildschirm korrekt an, aber DS5 leuchtet nicht auf, sind die Programmdateien beschädigt, kontaktieren Sie den technischen Support (siehe Abschnitt 5.7), da der Betrieb des Analysators möglicherweise wiederhergestellt werden kann. Wenn nach 30-60 Sekunden weder DS5 aufleuchtet noch der Frontbildschirm korrekt anzeigt, ist die CPU defekt und muss ersetzt werden.

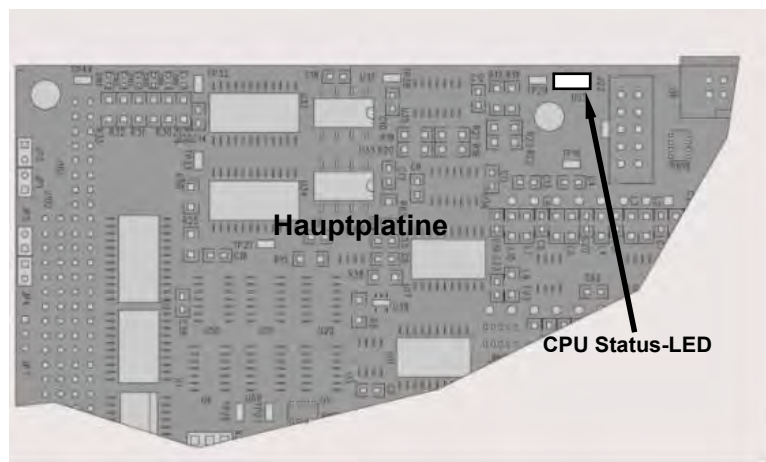


Abbildung 5-14 CPU-Statusindikatoren

5.5.5.2. STATUS LEDS

Es gibt sechzehn LEDs auf der Relais-Platine (einige werden in diesem Modell nicht verwendet). Die wichtigste LED ist die D1 (siehe Abbildung 5-15), sie zeigt die Funktionsfähigkeit des I²C-Busses an.

STATUS-LEDS DER RELAIS-PLATINE

LEDs, die durchgehend an- oder ausgeschaltet sind (nicht blinkend), zeigen den Standardzustand ihrer jeweiligen Komponenten, wie in Tabelle 5-6 beschrieben, an.

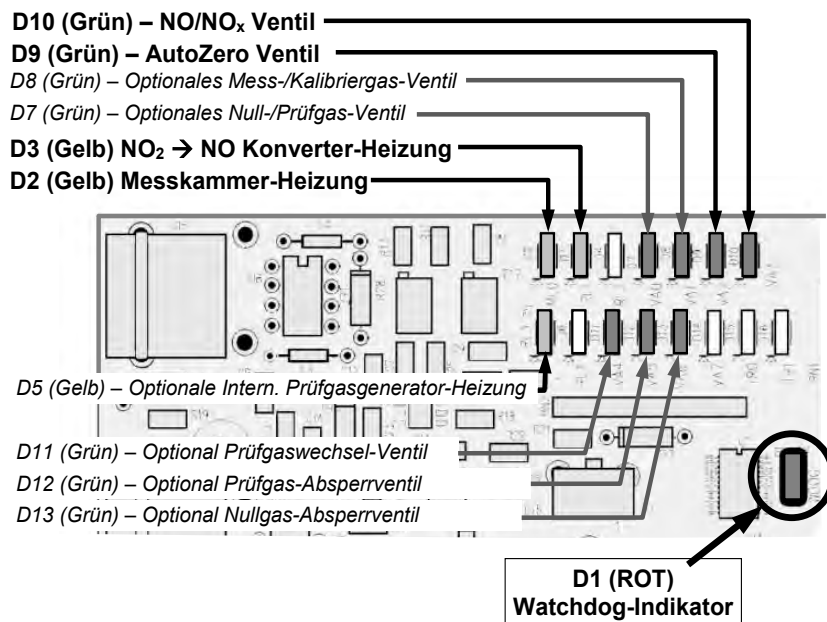


Abbildung 5-15 T200P Relais-Platine Status-LEDs

Tabelle 5-6 T200P Relais-Platine Watchdog und Status-LED Fehleranzeigen

LED	FARBE	FUNKTION	MÖGLICHE FEHLER
D1	Rot	Zustand des I ² C-Bus (Watchdog-Schaltung)	Defekte/Gestoppte CPU. Fehlerhafte Hauptplatine, Touchscreen oder Relais-Platine. Fehlerhafte Kontakte/Verkabelung zwischen Hauptplatine, Touchscreen oder Relais-Platine. Defekte/Fehlerhafte +5 VDC-Stromversorgung (PS1).
LED ZEILE 1			
D2	Gelb	Messkammer-Heizung	Heizung defekt, Temperatursensor defekt
D3	Gelb	Heizung des O ₃ -Vernichters→	Heizung defekt, Thermoelement defekt
D7	Grün	Status des Nullgas-/Prüfgasventils	Magnetventil defekt oder blockiert, Steuerbaustein der Magnetventile defekt
D8	Grün	Status des Messgas-/Kalibriergasventils	Magnetventil defekt oder blockiert, Steuerbaustein der Magnetventile defekt
D9	Grün	Status des AutoZero-Ventils	Magnetventil defekt oder blockiert, Steuerbaustein der Magnetventile defekt
D10	Grün	Status des NO/NO _x -Ventils	Magnetventil defekt oder blockiert, Steuerbaustein der Magnetventile defekt
LED ZEILE 2			
D5 ¹	Gelb	Interner Prüfgasgenerator Permeationsröhrchen-Heizung	Heizung defekt, Temperatursensor defekt
D11 ²	Grün	Magnetventil zur Ansteuerung eines zweiten Prüfgaseinganges	Magnetventil defekt oder blockiert, Steuerbaustein der Magnetventile defekt
D12 ³	Grün	Absperrventil für komprimiertes Prüfgas	Magnetventil defekt oder blockiert, Steuerbaustein der Magnetventile defekt
D13 ⁴	Grün	Absperrventil für komprimiertes	Magnetventil defekt oder blockiert,

LED	FARBE	FUNKTION	MÖGLICHE FEHLER
		Nullgas	Steuerbaustein der Magnetventile defekt

¹ Nur aktiv, wenn der optionale interne Prüfgasgenerator eingebaut ist.

² Nur aktiv, wenn ein Magnetventil zur Ansteuerung eines zweiten Prüfgaseingangs vorhanden ist.

³ Nur aktiv, wenn eine der komprimierten Prüfgas-Optionen eingebaut ist.

⁴ Nur aktiv, wenn eine der Optionen für komprimiertes Nullgas eingebaut ist.

Hinweis: D4, D6 und D14-16 sind nicht aufgelistet, da sie nicht verwendet werden.

5.5.6. DURCHFLUSS-PROBLEME

Der Analysator hat zwei Haupt-Durchflüsse, den Messgasfluss und den Durchfluss des Ozons. Mit eingebauter IZS- oder Nullgas-/Prüfgasventil gibt es einen dritten (Nullgas) oder vierten (Prüfgas) Durchfluss. Beide werden aber nur von Durchflussdüsen gesteuert und werden nicht auf dem Frontbildschirm angezeigt oder im DAS gespeichert.

- Die Durchflussrate ist zu hoch
- Der Durchfluss ist höher als null, ist aber zu niedrig und/oder instabil
- Die Durchflussrate ist null (kein Durchfluss)

Bei der Suche nach Problemen im Durchfluss, muss anstatt der Durchflussrate am Frontbildschirm, die tatsächliche Durchflussrate bestimmt werden. Verwenden Sie unbedingt einen unabhängigen, externen Durchflussmesser um eine Überprüfung der Durchflussrate durchzuführen, beschrieben in Abschnitt 5.4.11.3. Ziehen Sie das pneumatische Flussdiagramm zur Hilfe.

5.5.6.1. DIE MESSGAS-DURCHFLUSSRATE IST NULL ODER NIEDRIG

Der Analysator misst nicht die tatsächliche Durchflussrate des Messgases, sondern berechnet sie durch die Druckunterschiede zwischen den Verteilern des Messgases und des Vakuums. Gibt es Durchfluss-Probleme, wird auf der Seite Active Alerts die Meldung SAMPLE FLOW WARNING angezeigt. Die zugehörige Funktion zeigt statt einem numerischen Wert nichts an. Diese Warnmeldung tritt sowohl bei einer Durchflussrate von null, als auch bei einer Rate außerhalb des Standardbereichs (350-600 cc/min) auf.

Zeigt der Analysator beim Messgas-Durchfluss nichts an, überprüfen Sie, ob die externe Messgaspumpe in Betrieb und für die richtige Spannung konfiguriert ist.

- Der Analysator kann intern für zwei verschiedene Spannungsstufen konfiguriert werden (100-120 V und 220-240 V, entweder 50 oder 60 Hz), die externe Pumpe ist aber physisch unterschiedlich für jede der 3 Spannungsstufen (100 V/50 Hz, 115 V/ 60 Hz und 230 V/50 Hz).
- Ist die Pumpe nicht in Betrieb, verwenden Sie ein Voltmeter um zu überprüfen, ob die Pumpe die richtige Wechselstromversorgung erhält. Passt die Stromversorgung, aber die Pumpe läuft nicht, ersetzen Sie die Pumpe.

Hinweis

Der Druck vom Messgas und vom Vakuum, die in diesem Kapitel angegeben werden, entsprechen dem Betrieb auf Meereshöhe. Die Druck-Werte müssen bei erhöhten Orten angepasst werden, da der Umgebungsluftdruck etwa 1 in-Hg pro 300 m/1000 ft sinkt.

Ist die Pumpe in Betrieb, aber das Gerät liefert keine Durchflussrate, unternehmen Sie die folgenden drei Schritte:

1. Überprüfen Sie die tatsächliche Durchflussrate.
 - Um die tatsächliche Durchflussrate zu überprüfen, trennen Sie die Messgasleitung vom Messgaseingang auf der Rückwand des Geräts.
 - Stellen Sie sicher, dass das Gerät im normalen Modus SAMPLE ist.
 - Halten Sie einen Finger über den Eingang und fühlen Sie nach der Saugkraft des Vakuums, oder, genauer, verwenden Sie einen Durchflussmesser um den tatsächlichen Durchfluss zu messen.
 - Gibt es einen korrekten Durchfluss von ungefähr 450-550 cc/min, kontaktieren Sie den technischen Support.
 - Gibt es keinen oder einen niedrigen Durchfluss, fahren Sie mit dem nächsten Schritt fort.

2. Überprüfen Sie die Druck-Werte.
 - Überprüfen Sie, dass der Messgasdruck bei etwa 28 in-Hg-A auf Meereshöhe liegt (passen Sie bei erhöhten Orten entsprechend an, der Druck sollte etwa 1" unter dem Umgebungsluftdruck liegen) und dass der Messkammerdruck unter 10 in-Hg-A ist.
 - Der Analysator berechnet einen Messgasfluss von bis zu etwa 14 in-Hg-A Messkammerdruck, eine gute Pumpe sollte aber immer einen Druck von unter 10 in-Hg-A erzeugen.
 - Sind beide Druck-Werte gleich und bei ungefähr der Umgebungsluftdruck, funktioniert die Pumpe nicht richtig oder sie ist nicht gut angeschlossen. Das Gerät erhält kein Vakuum.
 - Sind beide Druck-Werte etwa gleich und niedrig (vermutlich unter 10 in-Hg-A, oder ~20" bei Messgas und 15" bei Vakuum) gibt es eine Undichtheit zwischen dem Messgasdurchfluss und dem Vakuum, wahrscheinlich über den Flussweg des Trockners. Die Fehlersuche beim Trockner wird später in diesem Kapitel beschrieben.
 - Liegen die Druckwerte des Messgases und des Vakuums bei etwa ihrem richtigen Wert (jeweils 28 bzw. <10 in-Hg-A), aber die Durchflussrate hat weiterhin keinen numerischen Wert, führen Sie eine Überprüfung auf Undichtheiten wie in Abschnitt 5.4.11 beschrieben durch.
 - Fließt bei den oben genannten Tests Gas durch das Gerät, aber die Durchflussrate wird niedrig oder null wenn Nullgas oder Prüfgas angeschlossen sind, ist es kein internes Durchflussproblem, sondern wird wahrscheinlich durch die Gasquelle verursacht, durch beispielsweise Kalibratoren/Generatoren, leere Gasflaschen, verstopfte Ventile, Regulatoren und Gasleitungen.

- Ist eine IZS- oder Nullgas-/Prüfgas-Ventiloption eingebaut, drücken Sie im Menü Calibration>Zero and Span auf Start. Steigt der Messgasdurchfluss, prüfen Sie auf ein fehlerhaftes Mess-/Kalibriergas-Ventil.
3. Hilft keiner dieser Schritte, führen Sie eine detaillierte Überprüfung auf Undichtheiten des Analysators, wie in Abschnitt 5.4.11.2, durch.

5.5.6.2. DIE OZON-DURCHFLUSSRATE IST NULL ODER NIEDRIG

Gibt es keinen oder einen niedrigen (<50 cc/min) Ozon-Durchfluss, zeigt das Gerät die Warnmeldung OZONE FLOW WARNING in der Seite Alerts an und für den tatsächlichen Ozon-Durchfluss wird vom internen Durchflussmesser ein Wert zwischen 0,0 und 50 cc/min gemessen. In diesem Fall führen Sie bitte folgende Schritte aus:

1. Überprüfen Sie die tatsächlich Durchflussrate durch den Ozon-Trockner, indem Sie einen externen Durchflussmesser an den Eingang des Trockners anschließen.
 - Der Eingang ist innerhalb des Analysators am Ende des Plastik-Partikelfilters (Abschnitt 5.4.2).
 - Gibt es einen normalen Durchfluss (etwa 160 cc/min von 80 cc/min O₃-Durchfluss und 80 cc/min Spülfluss, kontaktieren Sie den Kundendienst, da ein Problem mit der Firmware oder der Elektronik vorliegt.
2. Ist die tatsächliche Durchflussrate niedrig oder bei null, überprüfen Sie die Funktionalität der Pumpe. Der Messkammer-Druck sollte unter 10 in-Hg-A auf Meereshöhe sein.
3. Ist er über 10", warten Sie die Pumpe (Abschnitt 5.4.4.1). In der Ersatzteilliste in Anhang B finden Sie Pumpen-Wartungssets.
4. Überprüfen Sie, ob der Partikelfilter verstopft ist.
 - Entfernen Sie den Partikelfilter kurz, um zu sehen, ob dies den Durchfluss verbessert.
 - Seien Sie vorsichtig beim Umgang mit den Verschraubungen des Trockners (siehe Abschnitt 5.4.2 für den korrekten Umgang).
 - Ist der Filter verstopft, ersetzen Sie ihn mit einem neuen.
 - Löst sich das Problem durch das Entfernen des Filters nicht, fahren Sie mit dem nächsten Schritt fort.
 - Entfernen Sie den Filter nicht für länger als ein paar Sekunden, da dann Staub in den Trockner gelangen kann, was die Leistungsfähigkeit des Trockners verringern würde.
5. Eine Undichtheit zwischen dem Durchflussmesser und der Messkammer (wo die kritische Düse ist) kann eine niedrige Durchflussrate verursachen (das System zieht über eine Undichtheit nach dem Durchflussmesser Umgebungsluft an).
 - Überprüfen Sie auf Undichtheiten, beschrieben in Abschnitt 5.4.11.

- Reparieren Sie die undichte Verschraubung, Leitung oder das Ventil und überprüfen Sie dann erneut.
6. Die häufigste Ursache für keinen oder nur einen niedrigen Ozon-Durchfluss ist eine verstopfte kritische Düse oder ein Sintermetallfilter innerhalb des Düsenelements.
- Die Düse, die den Ozon-Durchfluss bestimmt, befindet sich auf der Messkammer.
 - Überprüfen Sie die tatsächliche Durchflussrate des Ozons indem Sie die Leitung von der Messkammer trennen und den Durchfluss zur Messkammer messen.
 - Ist dieser Durchfluss korrekt (~80 cc/min), funktioniert die Düse ordnungsgemäß.
 - Ist dieser Durchfluss niedrig, ersetzen Sie den Sintermetallfilter.
 - Der Düsenhalter ermöglicht einen einfachen und schnellen Tausch des Filters.
 - Anhang B enthält eine Liste der Ersatzteil-Sets, mit einem kompletten Filter-Bausatz, der ein schnelles Austauschen mit geringer Ausfallzeit des Geräts ermöglicht.

5.5.6.3. HOHER DURCHFLUSS

Durchflusswerte, die signifikant höher als der erlaubte Bereich sind (typischerweise $\pm 10-11\%$ des normalen Durchflusses), sollten nicht auftreten außer es werden komprimierte Mess-, Null- oder Prüfgase verwendet.

- Leiten Sie übermäßigen Druck oder Durchfluss vor den Eingängen des Analysators ab.
- Bei Anwendungen mit Mess-, Null oder Prüfgas mit Umgebungsluftdruck könnte eine erhöhte Durchflussrate auf eine defekte kritische Düse hinweisen (sehr unwahrscheinlich), die mehr als den normalen Durchfluss erlaubt, oder es wurden Düsen mit falschen Spezifikationen eingebaut.
- Sind die Durchflussrate innerhalb 15% über den normalen Werten, empfehlen wir eine elektronische Messung und Kalibrierung (Abschnitt 5.4.11.3), gefolgt von einer regelmäßigen Überprüfung dieser Werte um zu sehen, ob die Einstellungen korrekt beibehalten werden.
- Überprüfen Sie auch die O-Ringe und tauschen Sie sie bei Bedarf.

5.5.6.4. DER MESSGASFLUSS IST NIEDRIG ODER NULL, DER ANALYSATOR ZEIGT ABER NORMALEN DURCHFLUSS AN

Der Analysator kann eine normale Durchflussrate anzeigen, auch wenn es keinen oder nur einen niedrigen Messgasdurchfluss durch die Messkammer gibt.

- Der Messgasdurchfluss wird nur von dem Messgasdruck und dem Zustand der kritischen Düse berechnet und wird durch den Druckunterschied zwischen Messgas und Vakuum verifiziert.

- Ist die kritische Düse teilweise oder vollständig verstopft, sind die Druckwerte des Messgases und des Vakuums innerhalb ihres normalen Bereiches (die Pumpe pumpt weiterhin, der Messgaseingang ist zur Umgebung geöffnet), aber es ist kein Durchfluss durch die Messkammer möglich.

Obwohl in den meisten Fällen die beste Methode die Messung der tatsächlichen Durchflussrate ist, kann dieser Fehler auch durch eine Überprüfung der beiden Druck-Werte erkannt werden.

- Da kein Durchfluss vorhanden ist, sollte der Messgasdruck mit dem Umgebungsluftdruck übereinstimmen, der bei normalem Betrieb ungefähr 1 in-Hg-A höher ist als der Messgasdruck.
- Der Druck der Messkammer allerdings sollte deutlich geringer als bei normalem Betrieb sein, da die Pumpe nicht mehr 500 cc/min Prüfgas entfernen muss und daher die Messkammer besser auspumpen kann.
- Diese zwei Indikatoren, zusammen mit einem niedrigen oder keinem Durchfluss, weisen auf eine verstopfte Messgas-Düse hin.

Der Analysator hat einen neuen Düsenhalter, der das Tauschen der Messgas- und Ozondüse sehr einfach macht; Abschnitt 5.4.9 enthält Anleitungen zum Tausch der Messgas-Düsen, Appendix B enthält die Artikelnummern dieser Bauteile.

Durch regelmäßige Überprüfung der Druck- und Durchfluss-Werte sind solche Probleme leicht erkennbar, da die Druck-Werte langsam oder plötzlich von ihren normalen Werten abweichen. Teledyne API empfiehlt, alle Testdaten wöchentlich zu überprüfen und monatlich eine umfassende Datenanalyse der Test- und Konzentrationswerte durchzuführen, mit besonderem Augenmerk auf plötzliche oder graduelle Veränderungen aller Parameter, die konstant bleiben sollten, wie beispielsweise die Durchflussrate.

5.5.7. KALIBRIERPROBLEME

Dieser Abschnitt beschreibt mögliche Ursachen für Kalibrierprobleme.

5.5.7.1. NEGATIVE KONZENTRATIONEN

Negative Messwerte können aufgrund mehrerer Ursachen auftreten:

- Ein leicht negatives Signal ist normal, wenn der Analysator mit Nullgas arbeitet und das Signal um etwa den Nullpunkt schwankt.
- Dies wird durch das Nullpunkts-Rauschen des Analysators hervorgerufen und kann einige Sekunden lang bis zu Konzentrationen von -20 ppb anzeigen, sollte sich aber zufällig mit hohen, positiven Werten abwechseln.
- Der Analysator hat eine eingebaute AutoZero-Funktion, die die meisten dieser Abweichungen des Nullpunkts beheben sollte, es kann aber ein leicht negativer Wert verbleiben.
- Sollte ein höherer negativer Wert weiterhin bestehen, überprüfen Sie ob die Funktion AutoZero funktioniert.

- In diesem Fall kann die Empfindlichkeit des Analysators zu negativen Werten driften.
- Eine Verunreinigung des AutoZero-Filters könnte ebenfalls negative Werte verursachen.
- Wurde ein kurzer, hoher Rauschwert beim AutoZero-Zyklus erkannt, verändert dieser Wert den Wert des AutoZero-Filters.
- Da der Wert des AutoZero-Filters von der aktuellen PMT-Messung abgezogen wird, wird ein negativer Messwert angezeigt.
- Hohe AutoZero-Werte können verursacht werden durch
 - ein undichtes oder blockiertes AutoZero-Ventil (ersetzen Sie das Ventil),
 - verursacht durch einen elektrischen Fehler im Vorverstärker, der Spannung auf dem PMT-Ausgangspin während einem AutoZero-Zyklus hat (ersetzen des Vorverstärkers)
 - eine Verunreinigung der Messkammer, die einen hohen Hintergrund-PMT-Wert (>40 mV) verursacht (reinigen Sie die Messkammer),
 - eine defekte PMT-Temperatursteuerung, die einen hohen Nullpunktversatz ermöglicht (reparieren Sie den fehlerhaften PMT-Kühler). Nach dem Beheben eines hohen AutoZero-Filterwertes, geben Sie dem Filter 15 Minuten Zeit sich selbst zu stabilisieren.
 - durch einen ergeschöpften chemischen Stoff im Ozon-Reiniger (siehe Abschnitt 5.4.3).
- Ein Kalibrierungsfehler ist die wahrscheinlichste Erklärung für negative Messwerte.
- Enthielt das Nullgas NO- oder NO₂-Gas (verunreinigtes Nullgas oder abgenutzter Nullgasreiniger) und der Analysator wurde für diese Konzentration auf „null“ kalibriert, kann der Analysator bei Gasmessungen mit niedrigen oder keinen NO_x-Konzentrationen negative Werte anzeigen.
- Das gleiche Problem tritt auf, wenn die Nullpunktseinstellung mit Nullgas, das mit Umgebungsluft oder Prüfgas verunreinigt ist (Undichtheiten in den Zuleitungen oder zu kurzes Zuwarten des Anwenders beim Spülen des pneumatischen Systems).
- Sind die Messungen der Testfunktionen für NO (NO OFFS) und NO_x (NOX OFFS) größer als 150 mV, weist dies auf eine Verunreinigung der Messkammer hin.
- Reinigen Sie die Messkammer wie in Abschnitt 5.4.8 beschrieben.

5.5.7.2. KEINE REAKTION

Reagiert das Gerät nicht (angezeigter Wert nahe null), obwohl Messgas ordnungsgemäß zugeführt wird und das Gerät problemlos funktionieren zu scheint.

1. Führen Sie im Menü Utilities>Diagnostics>OE Test mit dem Vorgang ELECTRICAL TEST (Run ETest) einen elektrischen Test durch. Siehe Elektrischer Test in Abschnitt 5.5.9.11.

- Erzeugt diese Testfunktion einen Messwert, funktioniert die elektronische Signalsendung des Analysators.
2. Führen Sie im Menü Utilities>Diagnostics>OE Test mit dem Vorgang OPTIC TEST (Run OTest) einen optischen Test durch. Siehe Optischer Test(OTest) in Abschnitt 5.5.9.11.
 - Resultiert dieser Test in einem Mess-Signal, funktionieren der PMT-Sensor und die elektronischen Leitungen ordnungsgemäß.
 - Besteht der Analysator sowohl den ETest als auch den OTest, kann er Licht erkennen und Signale verarbeiten, um einen Messwert zu erzeugen.
 - Also muss das Problem in der Pneumatik oder beim Ozongenerator liegen.
 3. Überprüfen Sie, ob der Ozongenerator angeschaltet ist.
 - Normalerweise gibt der Analysator einen Warnhinweis aus, wenn der Ozongenerator ausgeschaltet ist.
 - Gehen Sie in das Menü Utilities>Diagnostics>O3 Gen Override und überprüfen Sie ob der Wert auf ON steht.
 - Wird OFF angezeigt, schalten Sie den Wert auf ON und überprüfen Sie die Durchflussrate des O₃ im Menü Dashboard.
 - Wurde dies gemacht und der Ozon-Durchfluss ist normal, sollte der Analysator ordnungsgemäß mit Ozon versorgt werden, außer der Generator selbst ist defekt.
 4. Bestätigen Sie die fehlende Reaktion, indem Sie dem Analysator NO- oder NO₂ -Prüfgas von etwa 80% des Messbereichs zuführen.
 5. Überprüfen Sie die Werte der Messgas- und Ozon-Durchflussrate.
 6. Überprüfen Sie, ob alle Kabel mit dem Sensor-Modul verbunden sind.
 7. Ist der Wert des NO₂-Signals bei null während das NO-Signal normal ist, überprüfen Sie das NO-/NO_x-Ventil und den NO₂-Konverter auf ihre Funktionsfähigkeit.

5.5.7.3. INSTABILE NULL- UND PRÜFGASMESSWERTE

Undichtheiten in der externen Gaszufuhr- und den Vakuum-Systemen sind die häufigsten Ursachen für instabile und nicht-reproduzierbare Messwerte.

1. Führen Sie eine Überprüfung auf Undichtheiten im pneumatischen System, wie in Abschnitt 5.4.11 beschrieben, durch.
2. Überprüfen Sie pneumatische Komponente außerhalb des Analysators, wie beispielsweise Veränderungen in der Nullgasquelle (Umgebungsluft gelangt in die Nullgasleitung oder der Nullgasreiniger ist abgenutzt), oder Veränderungen in der Konzentration des Prüfgases durch Nullgas oder Umgebungsluft, das in die Prüfgasleitung gelangt ist.
3. Besteht das Gerät die Überprüfung auf Undichtheiten, führen Sie eine Überprüfung der Durchflussrate (in diesem Kapitel) durch, um

sicherzustellen, dass das Gerät mit ausreichend Messgas und Ozon versorgt ist.

4. Überprüfen Sie ob Druck, Temperatur und Durchflussrate des Messgases korrekt und stabil sind.
5. Stellen Sie sicher, dass das Messgas-Filterelement sauber ist und nicht getauscht werden muss.

5.5.7.4. KEINE SPAN-TASTE

Der Analysator deaktiviert bestimmte Tasten, wenn der tatsächliche Wert eines Parameters außerhalb des erwarteten Bereichs ist. Ist die Taste Span ausgeblendet/ausgegraut, muss die tatsächliche Konzentration des Prüfgesetzes außerhalb des erwarteten Bereichs sein, was mehrere Gründe haben kann.

1. Überprüfen Sie, ob der erwartete Wert auf die tatsächliche Prüfgas-Konzentration im Unter-Menü CONC eingestellt ist.
2. Überprüfen Sie die NO_x-Prüfgasquelle.
 - Vergleichen Sie dazu die Gasquelle mit einem anderen kalibrierten Analysator, oder verifizieren Sie die NO_x-Quelle mit einem unabhängigen Messgerät.
3. Führen Sie eine Überprüfung auf Undichtheiten im pneumatischen System, wie in Abschnitt 5.4.11 beschrieben, durch.
 - Undichtheiten können das Prüfgas verdünnen, daher können vom Analysator gemessenen Messwerte von den erwarteten Konzentrationen, angegeben im Untermenü CONC, abweichen.
4. Hat sich die Hardware-Kalibrierung verändert (veränderte PMT-Reaktion) oder wurde sie vom Anwender unabsichtlich verändert, kann eine Neu-Kalibrierung notwendig sein, um den Analysator zurück in seinen richtigen Bereich von erwarteten Werten zu bringen.
 - Ein möglicher Hinweis auf dieses Szenario ist ein Slope- oder Offset-Wert, der außerhalb des zugelassenen Bereichs ist (0,7-1,3 für Slope, -20 bis 150 für Offsets). Siehe Abschnitt 5.5.10.4, wie man eine Hardware-Kalibrierung durchführt).

5.5.7.5. KEINE ZERO-TASTE

Der Analysator deaktiviert bestimmte Tasten, wenn der tatsächliche Wert eines Parameters außerhalb des erwarteten Bereichs ist. Ist die Taste Zero deaktiviert, unterscheidet sich die tatsächliche Gaskonzentration deutlich von dem tatsächlichen Nullpunkt (Stand letzte Kalibrierung), was mehrere Ursachen haben kann.

1. Überprüfen Sie die Nullgasquelle. Ist die IZS-Option eingebaut, vergleichen Sie den Nullgaswert der IZS-Nullgasquelle mit einer Nullgasquelle mit NO_x-freiem Gas. Überprüfen Sie vorhandene Nullgasreiniger auf ihre Leitungsfähigkeit. Möglicherweise muss er ersetzt werden (Abschnitt 5.4.4.2).

2. Stellen Sie sicher, dass keine Umgebungsluft in die Nullgasleitung eindringen kann. Führen Sie eine Überprüfung auf Undichtheiten im pneumatischen System, wie in Abschnitt 5.4.11 beschrieben, durch.

5.5.7.6. NICHTLINEARE RÜCKMELDUNGEN

Der Analysator wurde vom Werk auf eine hohe Konzentration von NO kalibriert und sollte linear innerhalb von 1% der Gesamtskala sein. Häufige Ursachen für Nichtlinearität sind:

- Undichtheiten im pneumatischen System:
 - Undichtheiten können eine Vermischung des Messgases mit Umgebungsluft, Null- oder Prüfgas verursachen, die sich bei Linearitätstest auf die Konzentrationen auswirken kann.
 - Überprüfen Sie auf Undichtheiten, beschrieben in Abschnitt 5.4.11.
- Das Kalibriergerät ist fehlerhaft:
 - Überprüfen Sie die Durchflussraten und Messwerte, vor allem bei der Verwendung von niedrigen Konzentrationen.
 - Wird ein Massendurchflussgerät verwendet und der Durchfluss ist bei weniger als 10% der Gesamtskala, müssen Sie möglicherweise niedrigere Konzentrations-Standards kaufen.
- Die Gase könnten bezüglich Gas-Art oder Konzentration falsch beschriftet sein.
 - Die angeführten Konzentrationen sind außerhalb des zugelassenen Bereichs.
- Das Zuleitungssystem des Messgases könnte kontaminiert sein.
 - Überprüfen Sie die Messgasleitungen oder Messgaskammer auf Verunreinigungen.
- Die Kalibriergasquelle kann verunreinigt sein (NO₂ in NO-Gas ist häufig).
- Verdünnungsluft enthält Mess- oder Prüfgas.
- Die Ozon-Konzentration ist zu niedrig, aufgrund feuchter Luft im Generator.
 - Der Generator muss gesäubert und mit trockenem Gas getrocknet werden.
 - Überprüfen Sie den Trockner auf Undichtheiten.
 - Dies beeinflusst vor allem die Linearität bei niedrigen Bereichen.
- Der Ozonfluss ist verunreinigt.
 - Eine ausgeschöpfte Ozon-Reiniger-Chemikalie lässt Stoffe wie HNO₃ und Ammoniak-Derivate in die Messkammer.
 - Überprüfen Sie den Inhalt des Ozon-Reinigers and tauschen Sie bei Bedarf (Abschnitt 5.4.3).
 - Auch dies beeinflusst vor allem die Linearität bei niedrigen Bereichen.
- Der Messgaseingang kann durch NO_x-Abgase dieses oder anderer Analysatoren verunreinigt sein.
 - Überprüfen Sie die Überschussleitung des Pumpenausgangs.

- Wenn Prüfgas-Überschuss nicht ordnungsgemäß abgeleitet wird, erzeugt dies einen Rückdruck auf den Messgaseingang.
 - Wenn Prüfgas überhaupt nicht mit einer Überschussleitung versehen ist und nicht genug Messgas liefert, entleert der Analysator möglicherweise die Messgasleitung.
 - Stellen Sie sicher, dass überschüssiges Prüfgas korrekt abgeleitet wird.
- Sauerstoff-Diffusion bei Teflon-artigen Leitungen über lange Distanzen.
 - PTFE oder ähnliche Materialien können als Permeationsmittel fungieren. Tatsächlich ist die Permeationsmembrane des NO₂-Permeationsröhrchen aus PTFE gemacht.
 - Bei sehr langen Leitungen (>1m) zwischen hochkonzentriertem Prüfgasen und dem Verdünnungssystem, kann Sauerstoff aus der Umgebung in die Leitung gelangen, mit dem NO reagieren und NO₂ bilden.
 - Diese Reaktion hängt von der Konzentration des NO ab und beschleunigt sich bei einer erhöhten NO-Konzentration, somit beeinflusst es die Linearität nur bei hohen NO-Konzentrationen.
 - Die Verwendung von Edelstahlleitungen für lange Prüfgaszuleitungen verhindert dieses Problem.

5.5.7.7. UNTERSCHIEDE ZWISCHEN ANALOGAUSGANG UND BILDSCHIRM

Stimmt der Messwert ausgegeben über die Analogausgänge nicht mit dem auf dem Frontbildschirm überein, müssen Sie möglicherweise die Analogausgänge neu kalibrieren.

- Dies wird wahrscheinlicher bei der Verwendung von niedrigen Konzentrationen oder einem niedrigen Analogausgangsbereich.
- Analogausgänge bei 0,1 V Gesamtskala sollten immer manuell kalibriert werden.
- Siehe Abschnitt 2.5.8.1 für eine genaue Beschreibung dieses Vorgangs.

5.5.7.8. UNTERSCHIEDE ZWISCHEN NO UND NO_x SLOPES

Sind die Slopes (Verstärkungsfaktoren) für NO und NO_x nach der Software-Kalibrierung deutlich anders (mehr als 1%), beachten Sie folgende 3 Probleme:

- NO₂-Verunreinigungen im NO-Kalibriergas. NO-Gase enthalten häufig 1-2% NO₂-Gas.
- Dies verursacht Unterschiede in den Kalibrierungs-Slopes. Ist die NO₂-Verunreinigung im NO bekannt, kann sie leicht einberechnet werden, indem die erwarteten Werte für NO und NO₂ entsprechend eingestellt werden, z.B. 448 ppb NO und 450 ppb NO_x.
- Dieses Problem wird verschlechtert, wenn das NO-Gas in einer Gasflasche mit Luft (anstatt Stickstoff als Grundgas) bzw. mit hohem NO₂-Anteil verwendet wird.
- Der Sauerstoff in der Luft reagiert langsam mit dem NO und erzeugt mit der Zeit zunehmend NO₂.

- Die erwarteten Konzentrationen für NO und NO_x werden in den Kalibrierungs-Menüs auf verschiedene Werte gesetzt.
- Wird Gas mit 100% reinem NO verwendet, würde dies eine Verzerrung verursachen.
- Siehe Abschnitt 4.2 für Anleitungen zum Einstellen der erwarteten Messwerte.

Eine Geräte-Kalibrierung mit der IZS-Option (und den erwarteten Konzentrationen auf den gleichen Wert gesetzt) ergibt immer identische Slopes für NO und NO_x, da das Gerät nur NO_x misst und für NO den gleichen Wert annimmt (NO₂ ist null).

5.5.8. WEITERE BETRIEBSSTÖRUNGEN

Dynamische Probleme (Probleme die nur auftreten, wenn das Gerät Messgas misst) sind oft die schwierigsten und zeitaufwändigsten Probleme. Der folgende Abschnitt enthält eine Liste mit den häufigsten dynamischen Problemen, mit empfohlenen Fehlersuche-Tipps und korrigierenden Maßnahmen.

5.5.8.1. ÜBERMÄßIGES RAUSCHEN

Starkes Rauschen bei normalem Betrieb deutet üblicherweise auf Undichtheiten im Messgaszulauf oder im Analysator selbst hin.

- Stellen Sie sicher, dass die Mess- oder Prüfgaszufuhr frei von Undichtheiten ist und führen Sie eine genaue Überprüfung auf Undichtheiten durch, vorher in diesem Kapitel beschrieben.

Eine andere Ursache für überhöhtes Rauschen kann der Vorverstärker sein, die Hochspannungs-Stromversorgung und/oder der PMT-Detektor selbst.

- Kontaktieren Sie Ihren Händler, um bei diesen Komponenten effizient nach Fehlern suchen zu können.

5.5.8.2. LANGSAME REAKTION AUF KONZENTRATIONSÄNDERUNGEN

Fängt der Analysator an, langsam auf Konzentrationsänderungen im Mess-, Null oder Prüfgas zu reagieren, überprüfen Sie folgendes:

- Verunreinigter oder verstopfter Messgasfilter oder Messgasleitungen.
- Die Messgasleitung ist zu lang.
- Undichtes NO-/NO_x-Ventil. Führen Sie eine Überprüfung auf Undichtheiten aus.
- Verunreinigte oder verstopfte kritische Düsen Überprüfen Sie die Durchflussraten, Druck-Werte und tauschen Sie bei Bedarf Düsen (Abschnitt 5.4.9).
- Falsche Materialien in Kontakt mit dem Messgas - verwenden Sie nur Glas, Edelstahl oder Teflon. Besonders poröse Materiale verursachen „Memory-Effekte“ und langsame Veränderungen der Messwerte.

- Verunreinigte Messkammer: Reinigen Sie die Messkammer.
- Es wurde für das Spülen der Leitungen zu wenig Zeit gelassen. Warten Sie, bis die Stabilität niedrig ist.
- Die NO- oder NO₂-Kalibriergasquelle hatte zu wenig Zeit, sich zu stabilisieren. Warten Sie, bis die Stabilität niedrig ist.
- Die Temperatur des O₃-Vernichters ist zu niedrig. → Überprüfen Sie die Temperatur.

5.5.8.3. AUTOZERO-WARNUNGEN

AutoZero-Warnungen treten auf, wenn das gemessene Signal während einem AutoZero-Vorgang höher als 200 mV ist.

Hinweis

Die AutoZero-Warnung zeigt den Messwert zum Zeitpunkt der Warnung an.

- Ist dieser Wert höher als 150 mV, überprüfen Sie ob das AutoZero-Ventil richtig funktioniert.
- Gehen Sie dazu in das Menü Utilities>Diagnostics>Digital Outputs und schalten Sie das Ventil an und aus.
- Hören Sie ob das Ventil funktioniert, überprüfen Sie ob die entsprechende LED auf der Relais-Platine leuchtet.
- Alternativ können Sie auch im Dashboard Veränderungen im Wert PMT zwischen den beiden Ventilzuständen beobachten.
- Funktioniert das Ventil ordnungsgemäß, sollten Sie es hören können (bei normalem Betrieb einmal in der Minute oder wenn es über das Menü Utilities>Diagnostics>Digital Outputs manuell aktiviert wird):
 - der Wert PMT sollte vom Prüfgas-Messwert (z.B. 800-900 mV bei 400 ppb NO) auf unter 150 mV fallen und;
 - die LED auf der Relais-Platine sollte aufleuchten, wenn das Ventil aktiviert wird.
- Sinkt der Wert PMT deutlich, aber nicht unter 150 mV, ist das Ventil vermutlich undicht.
 - In diesem Fall tauschen Sie das Ventil.
- Verändert sich der Wert PMT nicht, wird das Ventil vermutlich nicht aktiviert.
 - Überprüfen Sie die Stromversorgung zum Ventil (12 V zum Ventil sollten das Ventil an- und ausschalten, gemessen mit einem Voltmeter).

Hinweis

Eine kleine Undichtheit beim Anschluss eines Ventils genügt, um bei der Anwendung von hochkonzentrierten Prüfgasen erhöhte AutoZero-Werte zu erzeugen.

Eine weitere Ursache für erhöhte Werte für Auto-Zero (aber nicht unbedingt außerhalb des Bereichs) kann der Ozon-Gasfilterbehälter sein, wenn er erschöpft ist und sein Inhalt getauscht werden muss.

- Der Chemikalien des Filterbehälters können Chemilumineszenz verursachen, und können, wenn erschöpft, zur Messkammer vordringen, und einen zu hohen AutoZero-Wert verursachen (Grundrauschen).

Eine verunreinigte Messkammer kann hohe AutoZero-Werte verursachen.

- Reinigen Sie die Messkammer entsprechend Abschnitt 5.4.8.

Eine hohe HVPS-Spannung kann ein erhöhtes Grundrauschen und einen hohen AutoZero-Wert verursachen.

- Der Wert HVPS ist von Analysator zu Analysator unterschiedlich und sollte normalerweise Werte zwischen 450 und 800 V anzeigen.
- Überprüfen Sie die Hardware-Kalibrierung des Vorverstärkers und kalibrieren Sie bei Bedarf wie in Abschnitt 5.5.10.4 um den HVPS zu minimieren.

5.5.9. ÜBERPRÜFUNG DER UNTERSYSTEME BEI DER FEHLERSUCHE

Der vorhergehende Abschnitt des Analysators behandelt eine Vielzahl an Methoden, um mögliche Fehlerpunkte oder Betriebsstörungen des Analysators zu identifizieren. In den meisten Fällen beinhaltet das eine Liste an möglichen Ursachen, und in einige Fällen, schnelle Lösungen oder zumindest einen Verweis zu den entsprechenden Abschnitten, die diese behandeln. Dieser Abschnitt behandelt wie man feststellt, ob eine bestimmte Komponente oder ein Untersystem tatsächlich die Ursache für das untersuchte Problem ist.

5.5.9.1. STROMVERSORGUNG

Der Analysator kann in jedem der spezifizierten Spannungsbereichen betrieben werden. Ist das System mit 100-120 VAC oder 220-240 VAC bei entweder 50 oder 60 Hz verbunden, schaltet es sich an und zeigt nach etwa 30 Sekunden eine Anzeige auf dem Frontbildschirm.

- Im Inneren sollten sich die Status-LEDs auf der Relais-Platine einschalten, sobald Strom zugeführt wird.
- Tun sie dies nicht, überprüfen Sie den eingebauten Leitungsschutzschalter, der sich auf der Frontplatte befindet.
- Ist das Gerät auf 115 oder 100 VAC eingestellt und es wird an einen 230 VAC Stromkreislauf geschlossen, schaltet der Leitungsschutzschalter auf der Frontplatte sofort auf OFF, sobald der Strom angeschaltet wird.



WARNUNG - STROMSCHLAGEFAHR

Sollte der Leitungsschutzschalter ausgelöst haben, finden und beheben Sie die Ursache, bevor Sie den Analysator

wieder einschalten.

5.5.9.2. GLEICHSTROM-VERSORGUNG

Funktioniert die Netzversorgung des Analysators, überprüfen Sie die Stromversorgung an den Testpunkten, beschrieben in Tabelle 5-7, und dargestellt in Abbildung 5-16, mit einem Voltmeter. Tabelle 5-8 enthält die akzeptierten Werte.

Überprüfen Sie mit einem Oszilloskop im Modus AC mit eingeschaltener Bandbreiten-Begrenzung auf erhöhtes Rauschen (>100 mV p-p).

Tabelle 5-7 Gleichstrom-Testpunkte und Farbencodierung der Verkabelung

NAME	TESTPUNKT NR.	FARBE	DEFINITION
DGND	1	Schwarz	Digitale Masse
+5 V	2	Rot	
AGND	3	Grün	Analoge Masse
+15 V	4	Blau	
-15 V	5	Gelb	
+12 R	6	Violett	Masse für 12 V
+12 V	7	Orange	

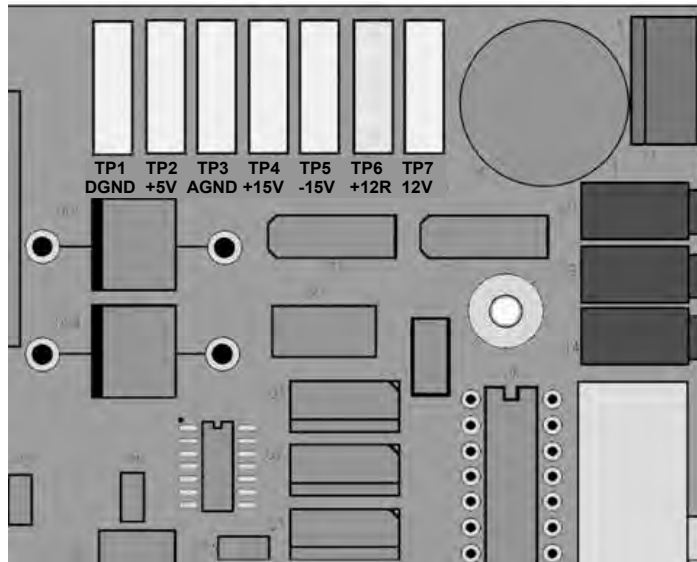


Abbildung 5-16 Anordnung der Gleichspannungs-Testpunkte auf der Relais-Platine

Tabelle 5-8 Zulässige Bereiche der Gleichstrom-Versorgung

NETZTEIL	SPANNUNG	ÜBERPRÜFEN DER TESTPUNKTE				MIN V	MAX V
		VON Testpunkt		ZU Testpunkt			
		NAME	NR.	NAME	NR.		
PS1	+5	DGND	1	+5	2	+4,98	+5,02
PS1	+15	AGND	3	+15	4	+13,5	+16,5
PS1	-15	AGND	3	-15 V	5	-14	-16,0
PS1	AGND	AGND	3	DGND	1	-0,05	+0,05
PS1	Gehäuse	DGND	1	Gehäuse	N/A	-0,05	+0,05
PS2	+12	+12V Ret	6	+12 V	7	+11,5	+12,5
PS2	DGND	+12V Ret	6	DGND	1	-0,03	+0,03
Hinweis: 24 V-Versorgung wird nur für den Betrieb des photolytischen Konverters verwendet und hat eine unabhängige Quelle.							
PS3	+24 V	PWR	n/a	n/a	n/a	+23,0	+25,0

5.5.9.3. I²C-BUS

Überprüfen Sie den Betrieb des I²C-Busses indem Sie nachprüfen, ob die LEDs bei D1 der Relais-Platine und D2 der Ventilsteuerungsplatine blinken. Leuchten beide durchgehend oder sind nicht an, und die Netzversorgung funktioniert ordnungsgemäß, liegt ein Problem mit dem I²C-Bus vor.

5.5.9.4. LCD/BILDSCHIRM

Davon ausgehend, dass keine Verkabelungsprobleme vorliegen und die DC-Stromversorgung ordnungsgemäß funktioniert, sollte der Bildschirm leuchten und Eingangsbildschirm und andere Status-Indikationen anzeigen, während die CPU initialisiert wird.

5.5.9.5. RELAIS-PLATINE

Die Relais-Platine kann am einfachsten überprüft werden, indem man den Zustand seiner Status-LEDs beachtet (siehe Abschnitt 5.5.5.2), und indem man mithilfe des Menüs Utilities>Diagnostics>Digital Outputs (siehe Abschnitt 5.5.3) jede LED AN oder ausschaltet.

Blinkt die D1 auf der Relais-Platine und der Statusindikator für den entsprechenden Ausgang (Heizungsstrom, Ventilsteuerung, usw.) und lässt sich mit der Funktion Signal I/O an- und ausschalten, ist das damit verbundene Steuerelement auf der Relais-Platine fehlerhaft.

Einige der Steuerungselemente sind in Fassungen und können leicht ausgetauscht werden. Die folgende Tabelle listet die Steuerungselemente mit einer bestimmten Funktion auf:

Tabelle 5-9 Steuerungen auf der Relais-Platine

FUNKTION	STEUERUNGSELEMENT	NUR AUFGESTECKT
Alle Ventile	U5	Ja
Messkammer-Heizung	K1	Ja
Heizung des O ₃ -Vernichters	K2	Ja
Permeationsröhrchen-Heizung Optionaler interner Prüfgasgenerator	K4	Ja

5.5.9.6. HAUPTPLATINE

FUNKTIONEN DES ANALOG-ZU-DIGITAL-WANDLERS

Die einfachste Methode um den Betrieb des A-zu-D-Wandlers auf der Hauptplatine zu überprüfen ist im Dashboard die beiden A/D-Referenzspannungen zu überprüfen und Signale einzugeben, die mit einem Voltmeter leicht überprüft werden können (konfigurieren Sie das Dashboard so, dass es die benötigten Parameter anzeigt).

- Gehen Sie zum Dashboard um den Wert von Ref 4096mV und Ref Ground zu sehen.
 - Sind beide innerhalb 3 mV ihrer normalen Werte (4096 und 0), und sind stabil, $\pm 0,2$ mV dann funktioniert der A/D ordnungsgemäß. Wenn nicht, ist die Hauptplatine fehlerhaft.
- Wählen Sie eine Parameteraus der Dashboard-Funktionsliste wie beispielsweise O3FLOW.
 - Vergleichen Sie die Spannung der Quelle (siehe Verbindungszeichnung und Liste der Verbindungen in Anhang C) mit der über die Signalschnittstellen-Funktion angezeigten Spannung.
 - Ist die Verkabelung intakt aber eine große Differenz zwischen der gemessenen und angezeigten Spannung (± 10 mV), ist die Hauptplatine fehlerhaft.

STATUSAUSGÄNGE

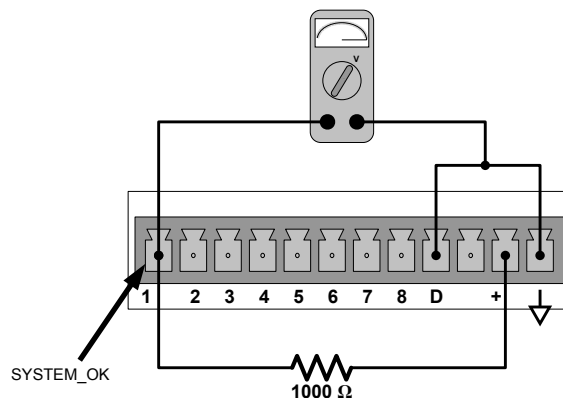


Abbildung 5-17 Typischer Statusausgangs-Test

Um die Elektronik der Status-Ausgänge zu überprüfen:

1. Schließen Sie eine Kurzschlussbrücke zwischen den Pin „D“ und den „▽“, Pin auf dem Statusausgang.
2. Schließen Sie einen 1000 Ohm Widerstand zwischen den Pin „+“ und den Pin für den Statusausgang, der getestet werden soll.
3. Schließen Sie ein Voltmeter zwischen dem Pin „▽“ und dem Pin des getesteten Ausgangs an.
4. Blättern Sie im Menü Utilities>Diagnostics>Digital Outputs (siehe Abschnitt 5.5.3) durch die Ausgänge, bis sie den gesuchten Ausgang finden.
5. Alternativ können Sie den Ausgang an- und ausschalten, notieren Sie die Spannung am Voltmeter.
 - Sie sollte zwischen 0 Volt angeschaltet und 5 Volt abgeschaltet variieren.

STEUERUNGSEINGÄNGE

Die Steuerungsteile können überprüft werden, indem man einem Eingang eine Spannung zuführt und die Veränderungen im Status der damit verbundenen Funktion im Menü Utilities>Diagnostics beobachtet.

BEISPIEL: um die Steuerungsteile „A“ und „B“ zu testen:

1. Blättern Sie im Menü Utilities>Diagnostics>Digital Inputs durch die Signale um EXTERNAL_ZERO_CAL zu finden.
2. Verbinden Sie mit einer Kurzschlussbrücke den Pin „+“ auf dem entsprechenden Stecker mit dem „U“ desselben Steckers.
3. Verbinden Sie mit einer weiteren Kurzschlussbrücke den Pin „▽“ auf dem Stecker mit dem Pin „A“.
4. Der Status von EXTERNAL_ZERO_CAL sollte auf „ON“ wechseln.
5. Verbinden Sie mit einer weiteren Kurzschlussbrücke den Pin „▽“ auf dem Stecker mit dem Pin „B“.
6. Der Status von EXTERNAL_HIGHSPAN_CAL sollte auf „ON“ wechseln.

Tabelle 5-10 Funktionen der Steuerungseingänge

EINGANG	ZUGEHÖRIGES SCHNITTSTELLEN-SIGNAL
A	EXT_ZERO_CAL
B	EXT_HIGHSPAN_CAL
C, D, E & F	NICHT VERWENDET

5.5.9.7. DRUCK-/DURCHFLUSSENSOR

Die Durchfluss- und Drucksensoren befinden Sie auf eine Platine hinter dem PMT-Sensor (siehe Abbildung 2-3) und können mit einem Voltmeter überprüft werden.

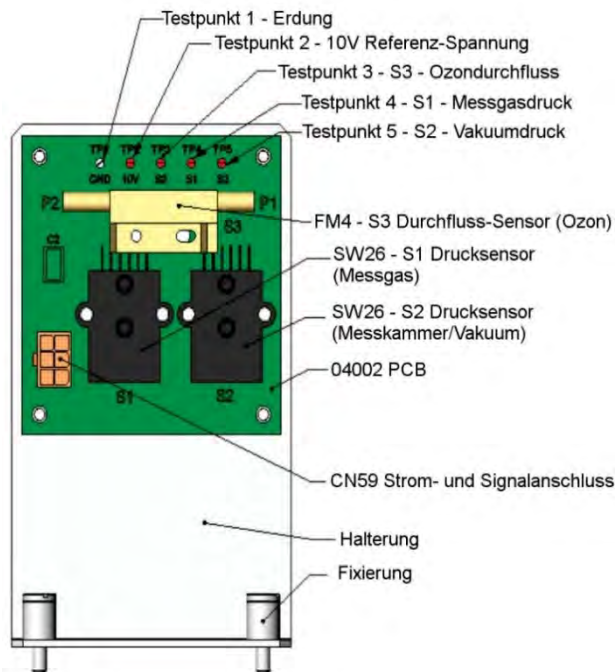


Abbildung 5-18 Druck-/Durchflussensor

Bei dem folgenden Vorgang wird davon ausgegangen, dass die Verkabelung intakt ist und die Hauptplatine und Netzversorgung ordnungsgemäß funktionieren.

ÜBERPRÜFUNG DER PLATINE

- Messen Sie die Spannung zwischen TP2 und TP1 C1, sie sollte bei $10 \text{ VDC} \pm 0,25 \text{ VDC}$ liegen. Wenn nicht, ist die Hauptplatine fehlerhaft. Ersetzen Sie die Platine.

ÜBERPRÜFUNG MESSGASDRUCKSENSOR

1. Messen Sie den Druck auf der Eingangsseite des S1 mit einem externen Druckmesser.
2. Messen Sie die Spannung zwischen TP4 und TP1.
 - Die erwarteten Werte dieses Signals sollten sein:

$$\text{Expected mVDC} = \left(\frac{\text{Pressure}}{30.0_{\text{Hg-in-A}}} \times 4660_{\text{mVDC}} \right) + 250_{\text{mVDC}} \quad \pm 10\%_{\text{rdg}}$$

BEISPIEL: Ist der gemessene Druck 20 Hg-in-A, wäre die erwartete Spannung zwischen TP4 und TP1 zwischen 2870 mVDC und 3510 mVDC.

BEISPIEL: Ist der gemessene Druck 25 Hg-in-A, wäre die erwartete Spannung zwischen TP4 und TP1 zwischen 3533 mVDC und 4318 mVDC.

- Ist die Spannung außerhalb des Bereichs, ist entweder der Druckreduzieren S1 fehlerhaft, die Platine ist fehlerhaft oder es gibt einen pneumatischen Fehler, der verhindert, dass der Drucksensor den Absorptionskammer-Druck richtig messen kann. Ersetzen Sie die Platine.

ÜBERPRÜFUNG DES VAKUUM-DRUCKSENSORS

1. Messen Sie den Druck auf der Eingangsseite des S2 mit einem externen Druckmesser.
2. Messen Sie die Spannung zwischen TP5 und TP1.
3. Evaluieren Sie die Werte auf die gleiche Weise wie beim Messgas-Drucksensor.

ÜBERPRÜFUNG DES O₃-DURCHFLUSS-SENSORS

- Messen Sie die Spannung zwischen TP3 und TP1.
- Mit einem normalen Durchfluss (80 cc³/min durch den O₃-Generator) sollte dies etwa 2V ± 0,25 liegen (diese Spannung verändert sich mit der Höhe).
- Ist der Durchfluss gestoppt (Photometereingang getrennt oder Pumpe ausgeschaltet) sollte die Spannung bei etwa 1 V liegen.
- Ist die Spannung falsch, ist der Durchfluss-Sensor fehlerhaft, die Platine fehlerhaft (tauschen Sie die Platine) oder es gibt eine Undichtheit vor dem Sensor.

5.5.9.8. CPU

Es gibt zwei Hauptarten von CPU-Ausfällen, ein kompletter Ausfall und ein Ausfall aufgrund des Speichers. Sollte einer dieser Fehler auftreten, kontaktieren Sie Ihren Händler.

Bei einem kompletten Ausfall, ausgehend davon, dass die Netzversorgung funktioniert und die Verkabelung intakt ist, und es leuchtet die LED auf der Hauptplatine beim Einschalten nicht auf, ist die CPU fehlerhaft.

- In einigen seltenen Fällen kann dieser Fehler durch einen fehlerhaften IC auf der Hauptplatine, dem U57, das große 44-Pin-Gerät auf der unteren rechten Seite der Platine, verursacht werden. Ist dies der Fall, startet das Gerät nach dem Entfernen des U57. - Die Messwerte sind allerdings ungültig.
- Stoppt der Analysator während der Initialisierung (die Frontanzeige zeigt einen Fehler oder eine Warnmeldung), sind wahrscheinlich der DOM, die Firmware oder die Konfigurations- und Messdateien beschädigt.

5.5.9.9. RS-232 KOMMUNIKATION

ALLGEMEINE FEHLERSUCHE BEI RS-232

Die Analysatoren von Teledyne API verwenden das Kommunikationsprotokoll RS-232, damit das Gerät an eine Vielzahl an Geräten angeschlossen werden kann. Probleme mit RS-232-Verbindungen liegen meist in 4 Bereichen:

- Inkorrekte Verkabelung und Anschlüsse. Siehe Abschnitt 2.3.1.8 unter RS-232-Verbindung für Anschlüsse und Pin-Informationen.
- Die Baud-Rate und das Protokoll sind falsch konfiguriert. Siehe Abschnitt 2.3.1.8 unter RS-232-Verbindung.
- Wird ein Modem verwendet, müssen zusätzliche Konfigurations- und Verkabelungsregeln beachtet werden. See Abschnitt 3.1 und 3.2.
- Falsche Einstellung des DTE/DCE-Schalters. Siehe Abschnitt 3.1.
- Stellen Sie sicher, dass das Kabel (P/N 03596), das die seriellen Kommunikations-Schnittstellen der CPU mit dem J12 der Hauptplatine verbindet, gut angeschlossen ist.

FEHLERSUCHE ANALYSATOR/MODEM ODER TERMINAL-BETRIEB

Dies sind die allgemeinen Schritte bei Problemen mit einem Modem, verbunden mit einem Teledyne API Analysator.

1. Überprüfen Sie die Kabel verbunden zwischen Modem, Terminal oder Computer.
2. Überprüfen Sie die Stellung des DTE/DCE-Schalters, beschrieben in Abschnitt 3.1.
3. Überprüfen Sie die Setup-Befehle.
4. Überprüfen Sie, ob das Sendeanforderungssignal (RTS) logisch "high" geschaltet ist. Der Analysator setzt Pin 7 (RTS) auf einen Wert größer 3 Volt um eine Modemübertragung zu ermöglichen.
5. Überprüfen Sie, ob die Baud-Rate, Datenlänge- und Stopp-Bit-Einstellungen zwischen dem Modem und Analysator übereinstimmen.
6. Verwenden Sie die RS-232-Testfunktion um „w“-Zeichen an das Modem, das Terminal oder den Computer zu schicken.
7. Lassen Sie Ihr Terminal, Modem oder Ihren Computer Daten übertragen (das Halten der Leertaste ist eine Möglichkeit); die grüne LED sollte blinken während das Gerät Daten erhält.
8. Stellen Sie sicher, dass die Kommunikationssoftware oder die Terminal-Emulationssoftware ordnungsgemäß funktioniert.

5.5.9.10. NO₂ → NO-KONVERTER

Der Konverter kann aufgrund LED-Alterung oder Verunreinigungen in der Kammer mit der Zeit weniger effizient werden. Der Konverter kann ausfallen, wenn die blauen Konverter-Lampen ausfallen und somit die Konverter-Effizienz (CE) verringern; sie müssten gereinigt oder ersetzt werden, wenn eine CE-Kalibrierung den Fehler nicht behebt.

Führen Sie zuerst eine CE-Kalibrierung durch, beschrieben in Abschnitt 4.5. Reinigen oder tauschen Sie bei Bedarf die Lampen, beschrieben in Abschnitt 5.4.7.

5.5.9.11. PHOTOMULTIPLIER (PMT)

Der PMT erkennt das ausgestrahlte Licht an der Reaktion des NO mit dem Ozon. Es hat eine Verstärkung von etwa 500000 bis 1000000. Es ist nicht möglich, den Detektor außerhalb des Geräts zu testen. Die grundlegende Methode um einen PMT-Fehler zu erkennen ist mit ETEST, OTEST und weiteren spezifischen Tests um andere Komponenten auszuschließen.

OPTISCHER TEST(O TEST)

Die Funktion Optischer Test überprüft die Reaktion des PMT-Sensors indem eine LED auf dem Kühlelement des PMT eingeschalten wird (siehe Abbildung 5-20). Der Analysator benutzt das von der LED ausgestrahlte Licht um sein photoelektronisches Untersystem zu testen, inklusive PMT und Strom-zu-Spannungsumwandler auf dem Vorverstärker-Board.

- Um sicherzustellen, dass der Analysator nur das Licht der Diode misst, sollte der Analysator mit Nullgas versorgt werden.
- Der optische Test sollte ein PMT-Signal von etwa 2000 ± 1000 mV erzeugen.

Gehen Sie in das Menü Utilities>Diagnostics>OE Test und drücken Sie auf die Taste Run OTest, um den optischen Test zu aktivieren.

Hinweis

Die ist nur ein grober Funktionalitätstest und kein genaues Kalibrier-Werkzeug. Das resultierende PMT-Signal kann über Zeit stark variieren und sich mit Kalibrierungen verändern-

ELEKTRISCHER TEST

Der elektrische Test erzeugt einen Stromfluss, der das PMT-Signal ersetzt und stattdessen in den Vorverstärker geleitet wird.

- Das Signal wird vom Schaltkreis des Vorverstärkers selbst erzeugt und überprüft die Filter- und Verstärkungsfunktionen des Vorverstärkers, sowie den A/D-Umwandler auf der Hauptplatine.
- Der PMT selbst wird nicht getestet.
- Der elektrische Test sollte ein PMT-Signal von etwa 2000 ± 1000 mV erzeugen.

Gehen Sie in das Menü Utilities>Diagnostics>OE Test und drücken Sie auf die Taste Run ETest, um den elektrischen Test zu aktivieren.

5.5.9.12. PMT VORVERSTÄRKER

Um den ordnungsgemäßen Betrieb des Vorverstärkers zu überprüfen, führen Sie einen optischen Test (Utilities>Diagnostics>OE Test>Run OTest) und einen elektrischen Test (Utilities>Diagnostics>OE Test> Run ETest), beschrieben in Abschnitt 5.5.9.11, durch.

- Besteht das Gerät den OTEST aber nicht den ETEST, ist die Platine des Vorverstärkers fehlerhaft oder benötigt eine Hardware-Kalibrierung.

HOCHSPANNUNGS-STROMVERSORGUNG (HVPS)

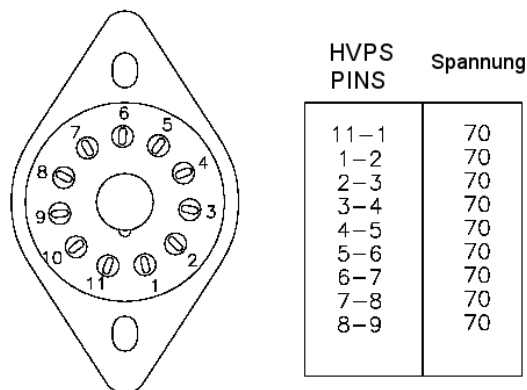
Die HVPS befindet sich im Inneren des Sensor-Moduls und ist an die PMT-Leitung angeschlossen. Es benötigt 2 Spannungen.

- Der erste ist +15 V, der die Zulieferung betreibt.
- Die zweite ist die Programmier-Spannung, die auf der Vorverstärker-Platine erzeugt wird.
- Anpassungen der HVPS werden in der Werk-Kalibrierung in Abschnitt 5.5.10.4.

Diese Stromversorgung hat 10 unabhängige Stromversorgungsstufen, einer auf jedem Pin der PMT. Der folgende Test ermöglicht Ihnen, jede der Stufe zu überprüfen.

1. Schalten Sie das Gerät aus.
2. Entfernen Sie die Abdeckung und trennen sie die beiden Anschlüsse auf der Vorderseite des NO_x-Sensormoduls.
3. Entfernen Sie die Abdeckung vom Sensor (4 Schrauben).
4. Entfernen Sie das HVPS/PMT-Bauteil vom Kühlungsblock innerhalb des Sensors (2 Kunststoff-Schrauben).
5. Trennen Sie den PMT von der HVPS.
6. Verbinden Sie den 7-Pin-Anschluss mit der Abdeckung des Sensors und starten Sie das Gerät wieder.
7. Navigieren Sie zum HVPS-Parameter im Dashboard (wenn nicht angezeigt, konfigurieren Sie das Dashboard, Abschnitt 2.5.3).
8. Dividieren Sie die angezeigte HVPS-Spannung mit 10 und testen Sie die Anschluss-Paare wie in der Abbildung unten gezeigt.
9. Überprüfen Sie die allgemeine Spannung (sollte gleich dem im Dashboard angezeigten HVPS-Wert sein) und die Spannungen zwischen jedem Pin-Paar der Versorgung.

BEISPIEL: Ist das HVPS-Signal 700 V, sollten die Pin-zu-Pin-Spannungen 70 V sein.



10. Schalten Sie das Gerät aus, schließen Sie den PMT wieder an und bauen Sie dann den Sensor wieder zusammen.

- Sollten beim Test Fehler gefunden werden, müssen Sie eine neue HVPS besorgen, da keine wartungsfähigen Teile im Bauteil vorhanden sind.

5.5.9.13. STEUERUNGSPLATINE DER PMT-PLATINE

Die Temperatur-Steuerungsplatine befindet sich auf dem Sensorgehäuse, unter der schrägen Abdeckung neben den Kühllamellen, direkt über dem Kühlventilator.

Leuchtet die rote LED am oberen Rand nicht, bekommt er Steuerschaltkreis keinen Strom. Überprüfen Sie die Stromversorgung des Analysators, die Stromverteilung der Relais-Platine und die Verkabelung zur Steuerungsplatine der PMT-Temperatur.

TEC TESTPUNKTE

Vier Testpunkte sind ebenfalls oben auf diesem Bauteil zu finden, sie sind von links nach rechts nummeriert. Beginnen Sie mit dem Punkt T1, direkt rechts neben der Strom-Status-LED. Diese Testpunkte liefern Informationen über die Funktionalität der Steuerungsplatine.

- Um den Stromfluss durch die Steuerungsplatine zu messen, messen Sie die Spannung zwischen T1 und T2. Multiplizieren Sie diese Spannung mit 10.
- Um die Steuerungsspannung vom Steuerungsschaltkreis zum TEC zu bestimmen, messen Sie die Spannung zwischen T2 und T3.
 - Ist diese Spannung null, ist der TEC-Schaltkreis vermutlich geöffnet.
oder,
 - Wenn die Spannung zwischen T2 und T3 = 0 VDC ist, und die Spannung zwischen T1 und T2 = 0 VDC, gibt es wahrscheinlich einen offenen Schaltkreis oder einen defektes Bauteil auf der Platine selbst.
 - Ist die Spannung zwischen T2 und T3 = 0 VDC und die Spannung zwischen T1 und T2 ist eine Spannung, die nicht gleich null ist, wurde der TEC wahrscheinlich kurzgeschlossen.
- T4 ist direkt mit der Erdung verbunden. Um die absolute Spannung bei einem der Testpunkte zu messen, messen Sie die Spannung zwischen diesem Testpunkt und T4.

5.5.9.14. O₃-GENERATOR

Der Ozongenerator kann auf zwei Arten defekt sein; elektronisch (Platine) und funktionell (interne Generator-Komponente). Davon ausgehend, dass Gas korrekt dem Generator zugeführt wird, sollte sich der Generator 30 Minuten nach einschalten des Geräts, oder wenn das Gerät noch warm ist, einschalten. Siehe Abschnitt 6.3.3 für Funktionalität des Ozongenerators. Eine genaue Leistungsfähigkeit des Generators kann nur mit einem Ozonanalysator, angeschlossen am Ausgang des Generators, bestimmt werden. Scheint der Generator aber fehlerfrei zu funktionieren, aber die Sensitivität oder Kalibrierung

des Geräts ist reduziert, suchen Sie nach einer Undichtheit in der Gasquelle des Ozongenerators.

Eine Undichtheit im Trockner oder zwischen Trockner und Generator kann die Sensitivität verringern und Leistungsschwankungen verursachen. Führen Sie eine Überprüfung auf Undichtheiten aus (Abschnitt 5.4.11).

O₃-GENERATOR OVERRIDE

Diese Funktion im Menü Utilities>Diagnostics kann verwendet werden um den Ozongenerator manuell an und auszuschalten. Dies sollte durchgeführt werden, bevor der Generator getrennt wird, um Ozonaustritt zu verhindern, oder nach einem Systemneustart sollte der Benutzer nicht die 30 Minuten Aufwärmzeit abwarten wollen.

Hinweis

Der Ozongenerator schaltet sich bei Ozon-Durchflussraten außerhalb der Spezifikation nicht an, sollte beispielsweise kein Durchfluss vorhanden oder die Pumpe defekt sein.

5.5.9.15. INTERNER PRÜFGASGENERATUR UND VENTILOPTIONEN

Die Nullgas-/Prüfgasventile und internen Prüfgasgenerator-Optionen müssen in der Software aktiviert sein (nehmen Sie Kontakt mit Ihrem Händler für Anweisungen auf).

Die semipermeable PTFE-Membrane des Permeationsröhrchens wird stark von Feuchtigkeit beeinflusst. Unterschiede in der Luftfeuchtigkeit zwischen Tag und Nacht reichen üblicherweise aus, um sehr verschiedene Ergebnisse zu liefern. Befindet sich das Gerät in einem Raum mit Klimaanlage, ist die Luft üblicherweise trocken genug, um gute Ergebnisse zu erzielen. Befindet sich das Gerät in einer Umgebung mit variabler oder hoher Luftfeuchtigkeit, werden die Unterschiede in dem Permeationsröhrchen deutlich sein. In diesem Fall wird ein Trockner für die zugeleitete Luft empfohlen (Taupunkt sollte bei -20°C oder weniger liegen).

Das Permeationsröhrchen des optionalen internen Prüfgasgenerators wird mit einer Heizung beheizt. Die Temperatur wird bei 50°C konstant gehalten. Überprüfen Sie die IZS Temp im Dashboard oder das IZS Raw Signal im Menü Utilities>Diagnostics>Analog Inputs. Bei 50°C sollte das Temperatursignal des IZS-Temperatursensors bei etwa 2500 mV liegen.

5.5.9.16. TEMPERATURSENSOR

INNENTEMPERATURSENSOR

Der Sensor für die Innentemperatur des Geräts (Temperatursensor) befindet sich auf der Hauptplatine unterhalb der CPU (Ansicht von vorne). Er kann nicht abgeschlossen werden um seinen Widerstand zu messen.

- Die Innentemperatur variiert mit der Außen-/Raumtemperatur, ist aber üblicherweise 5°C höher aufgrund der internen Heizungen des NO₂-Konverters, der Messkammer und anderen Teilen.

- Um die Funktionalität des Innentempersensors zu überprüfen, empfehlen wir eine Überprüfung des Signals Box Temp im Menü Utilities>Diagnostics>Analog Inputs (Abschnitt 5.5.3).
- Bei etwa 30° C sollte das Signal bei ungefähr 1500 mV sein.
- Um die Genauigkeit des Sensors zu überprüfen, verwenden Sie ein externes kalibriertes Thermometer/einen Temperatursensor, um die Genauigkeit folgendermaßen zu testen:
- Platzieren Sie es innerhalb des Gehäuses, neben dem Temperatursensor beschriftet mit XT1 (über dem Anschluss J108) auf der Hauptplatine.
- Vergleichen Sie diesen Wert mit BOX TEMP.

STEUERUNG DES PMT-TEMPERATURENSORS

Die Temperatur der PMT sollte niedrig und konstant sein. Es ist wichtiger, dass diese Temperatur gleich bleibt, als dass sie bei einer bestimmten Temperatur liegen muss.

Der PMT-Kühler verwendet ein Peltier-Element, ein thermo-elektrisches Kühlelement, das vom Schaltnetzteil PS2 mit 12 VDC DC-Strom versorgt wird. Die Temperatur wird von einem Proportional-Temperaturregler beim Vorverstärker kontrolliert.

- Spannungen zum Kühlelement variieren zwischen 0,1 bis 12 VDC.
- Die Temperatureinstellung (im Vorverstärker-Board festgelegt) variiert um ± 2 .
- Die tatsächliche Temperatur wird bis 0,1°C dieser Einstellung konstant gehalten.

Um den Betrieb der PMT-Temperatursteuerung zu überprüfen:

1. Schalten Sie den Analysator aus und lassen Sie die internen Komponenten abkühlen/auf Umgebungstemperatur aufheizen.
2. Schalten Sie den Analysator an.
3. Konfigurieren Sie das Dashboard, damit die Testfunktion PMT TEMP angezeigt wird (Setup>Dashboard).
 - Die Temperatur sollte konstant um 6-10°C sinken.
 - Erreicht die Temperatur diesen Punkt nach 60 Minuten nicht, ist die Kühlung fehlerhaft.
 - Ist der Steuerschaltkreis auf dem Vorverstärker fehlerhaft, wird eine Temperatur von -1°C angezeigt.

5.5.10. SERVICE

Dieser Abschnitt enthält einige Service-Arbeiten die durchgeführt werden müssen, wenn eine Haupt-Komponente des Analysators repariert oder getauscht werden muss.

Hinweis

Reguläre Wartungsarbeiten werden in Abschnitt 5.4 behandelt und hier nicht aufgelistet).

Außerdem gibt es möglicherweise detailliertere Service-Hinweise für einige der unten aufgeführten Arbeiten. Kontaktieren Sie den technischen Support.

WARNUNG – STROMSCHLAGEFAHR



Wird für den Eingriff nicht ein Gerät in Betrieb benötigt, schalten Sie es aus und trennen Sie es von der Stromversorgung, bevor Sie den Analysator öffnen und einen seiner Komponenten oder Untersysteme entfernen, justieren oder reparieren.



ACHTUNG - NUR QUALIFIZIERTES PERSONAL

Sämtliche mit diesem Symbol versehenen Arbeiten dürfen nur von geschultem Servicepersonal ausgeführt werden.

5.5.10.1. SPEICHER-TAUSCH

ACHTUNG

KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN

Die Wartung oder der Umgang mit Stromkreislaufkomponenten muss mit elektrostatischem Schutz vorgenommen werden, z.B. ESD-Erdungsarmbänder, ESD-Tischmatten und Behälter. Verwenden Sie keinen ESD-Schutz (Electro-Static-Discharge) beim Arbeiten mit elektronischen Bauteilen, verletzt dies die Garantiebestimmungen. Informationen zur Vermeidung von Schäden durch ESD finden Sie im Handbuch „Fundamentals of ESD“, PN 04786, verfügbar auf der Internetseite <http://www.teledyne-api.com> im Help Center > Product Manuals unter „Special Manuals“.

Das Austauschen des Speichers (DOM) verursacht den Verlust aller DAS-Daten; möglicherweise auch von Konfigurationsparametern, außer der Ersatz-DOM besitzt genau die gleiche Firmware-Version. Wenn die Version der installierten Software geändert wird, muss der Speicher zurückgesetzt werden. Wird der Speicher nicht zurückgesetzt, kann dies zu Fehlfunktionen des Analysators und ungültigen Messwerten führen. Wurde der Speicher zurückgesetzt, muss der A/D-Konverter neu kalibriert werden, und alle in Schritt 1 unten gesammelten Informationen müssen neu eingegeben werden, bevor das Gerät ordnungsgemäß funktioniert. Außerdem sollte eine Nullpunkts-/Endbereichs-Kalibrierung durchgeführt werden.

1. Dokumentieren Sie alle Parameter die möglicherweise verändert wurden, wie Beispielsweise range, auto-cal, analog output, serial port und andere Einstellungen, bevor Sie die DOM tauschen.

2. Trennen Sie das Gerät von der Stromversorgung und klappen Sie die Rückseite herunter, indem Sie die Befestigungsschrauben lockern.
3. Während Sie die elektronischen Schaltkreise von der Rückseite des Analysators ansehen, suchen Sie nach dem Speicher im rechts äußersten Sockel auf der CPU-Platine.
4. Der DOM sollte mit der Firmware-Version, Datum und Initialen des Programmierers versehen sein.
5. Entfernen Sie den Kunststoffhalter, der den DOM über der CPU befestigt, und bauen Sie den DOM aus. Verbiegen Sie nicht die Anschluss-Pins.
6. Bauen Sie den neuen Speicher ein und achten Sie darauf, dass die Aussparung am Ende des Chips zu der Aussparung im Sockel passt.
7. Möglicherweise müssen Sie die Pins ein wenig gerade biegen, um Sie in den Sockel stecken zu können. Drücken Sie den Chip ganz rein.
8. Schließen Sie die Rückwand und schalten Sie das Gerät ein.
9. Hat der Ersatz-DOM eine andere Firmware-Version, geben Sie all die Einstellungen erneut ein.

5.5.10.2. TAUSCH DES O₃-GENERATORS

Der Ozon-Generator ist ein schwarzes, quaderförmiges Gerät mit einer Platine auf der Rückseite und zwei Leitungen auf der rechten Seite, die zur Vorderseite des Geräts führen. Die Platine besitzt eine rote LED, wenn Sie leuchtet, wird Ozon generiert. Um den Ozongenerator zu tauschen:

1. Schalten Sie den Analysator aus, stecken Sie das Stromkabel aus und entfernen Sie die Abdeckung.
2. Trennen Sie die schwarze 1/8"-Leitung vom Ozonreiniger und die 1/4"-Leitung von der Kunststoff-Erweiterungsleitung beim Messing-Anschluss nächst zum Ozon-Generator.
3. Trennen Sie die elektrische Verbindung auf der Rückseite.
4. Lösen Sie die Befestigungsschrauben, die den Ozongenerator mit dem Gehäuse verbinden, und nehmen Sie das gesamte Bauteil heraus.
5. Wenn Sie einen kompletten Ersatz-Generator mit Platine und Halterung erhalten haben, wiederholen Sie einfach die Schritte in umgekehrter Reihenfolge, um den Ozongenerator einzubauen.

Hinweis

Führen Sie eine Überprüfung auf Undichtheiten (Abschnitt 5.4.11) und eine Neukalibrierung durch, nachdem der Analysator sich für etwa 60 Minuten aufgewärmt hat.

5.5.10.3. TAUSCH DES MESSGAS- UND OZONTROCKNERS

Der Standard-Analysator besitzt einen Trockner für Ozon. Ein optionaler Trockner für Messgas und ein kombinierter Trockner für Messgas und Ozon können

ebenfalls käuflich erworben werden. Um einen oder beide dieser Trockner zu tauschen:

1. Schalten Sie den Analysator aus, stecken Sie das Stromkabel aus und entfernen Sie die Abdeckung.
2. Finden Sie den Trockner/die Trockner, und trennen Sie *vorsichtig* alle Leitungen, die mit dem Trockner verbunden sind.

Hinweis

Verdrehen Sie keine der weißen Plastikanschlüsse auf dem Trockner: sie verbinden die innere Trocknungsleitung mit der äußeren Spülungsleitung und sind sehr empfindlich. Siehe Abschnitt 5.4.2.

3. Merken Sie sich die Ausrichtung des Trockners auf der Halterung, um den Ersatz-Trockner richtig zu positionieren.
4. Schneiden Sie die Kabelbinder durch, die den Trockner mit der Halterung verbinden und nehmen Sie den alten Trockner heraus.
 - Lösen Sie bei Bedarf die zwei Befestigungsschrauben auf der Halterung, und nehmen Sie das gesamte Bauteil heraus.
5. Bringen Sie den Ersatz-Trockner auf der Halterung in der gleichen Ausrichtung wie der alte Trockner an.
6. Fixieren Sie den Trockner auf der Halterung mit neuen Kabelbindern.
7. Schneiden Sie zu lange Enden der Kabelbinder ab.
8. Befestigen Sie das Bauteil mit den beiden Befestigungsschrauben wieder im Gehäuse.
9. Verwenden Sie mindestens zwei Schraubenschlüssel, um die Leitungen vorsichtig wieder am Vakuum-Verteiler, Durchflussmesser und/oder NO/NO_x-Ventil festzumachen.

Hinweis

Verdrehen Sie nicht die weißen Plastik-Anschlüsse des Trockners, da dies Undichtheiten verursachen kann, die nur schwer erkennbar oder reparierbar sind.

10. Führen Sie eine Überprüfung auf Undichtheiten aus (Abschnitt 5.4.11.2).
11. Schließen Sie den Analysator und stecken Sie das Stromkabel wieder an.
12. Schalten Sie Pumpe und Analysator wieder ein und kalibrieren Sie das Gerät neu, sobald es sich stabilisiert.

5.5.10.4. HARDWARE-KALIBRIERUNG DES PMT-SENSORS

Die Hardware-Kalibrierung des Sensors wird im Werk verwendet, um den Slope und Offset des PMT anzupassen, und das Signal und HVPS zu optimieren.

- Sind die Slope- und Offset-Werte außerhalb des zugelassenen Bereichs und alle anderen offensichtlicheren Ursachen für dieses Problem wurden bereits ausgeschlossen, kann eine Hardware-Kalibrierung des Sensors angewendet werden.
- Dies wird auch nach einem Tausch des PMT oder des Vorverstärkers empfohlen.

Um die PMT-Vorverstärker-Platine zu kalibrieren:

1. Führen Sie eine Nullpunkts-Kalibrierung mit Nullgas durch (siehe Abschnitt 4.2.1.1).
2. Zeigen Sie den Wert NOX STB im NOX-Graphen an (oder, wenn konfiguriert, auf der Seite Home in einem der Anzeigefelder oder im Dashboard).
3. Finden Sie den Vorverstärker (siehe Abbildung 2-3).
4. Finden Sie die folgenden Komponente beim Vorverstärker (Abbildung 5-19):
 - HVPS Grobeinstellungs-Schalter (Bereich 0-9, dann A-F).
 - HVPS-Feineinstellungsschalter (Bereich 0-9, dann A-F).
 - Verstärkungs-Potentiometer (Gesamtskala 10 Umdrehungen).
5. Drehen Sie das Verstärkungs-Potentiometer 12 Umdrehungen im Uhrzeigersinn oder auf seine maximale Einstellung.
6. Leiten Sie NO-Gas in den Analysator.
 - Dies sollte bei etwa 90% der Obergrenze für den Messbereich des T200 liegen:

BEISPIEL: Liegt der Messbereich bei 500 ppb, verwenden Sie 450 ppb NO.

7. Warten Sie bis die Stabilität unter 0,5 ppb ist.

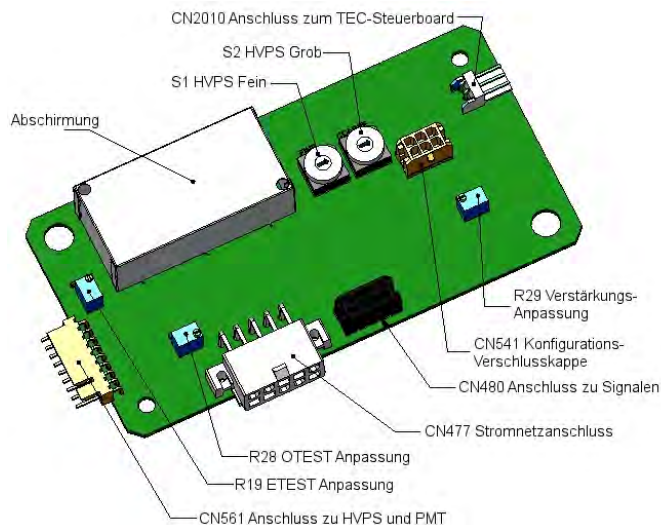


Abbildung 5-19 Anordnung des Vorverstärkers

8. Blättern Sie bis zur Testfunktion NORM PMT auf dem Frontbildschirm des Analysators.
9. Bei den oben in Schritt 5 angegebenen NO-Gaskonzentrationen sollte der Wert NORM PMT 900 mV sein.
10. Stellen Sie den HVPS-Grobeinstellungsschalter auf seinen kleinsten Wert (0).
11. Stellen Sie den HVPS-Feineinstellungsschalter auf seinen maximalen Wert (F).
 - Stellen Sie den HVPS-Grobeinstellungsschalter auf die niedrigste Einstellung, bei der Sie knapp über dem Zielwert für das NORM PMT-Signal sind.
12. Passen Sie die HVPS-Feineinstellung so an, dass der Wert NORM PMT nahe dem Zielwert ist.
 - Es kann notwendig sein zwischen Grobeinstellung und Feineinstellung zu wechseln, wenn der richtige Wert beim Grenzwert der min/max-Grobeinstellung ist.

ACHTUNG

KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN

Überlasten Sie nicht den PMT, indem Sie versehentlich beide Schalter auf ihre maximale Einstellung setzen. Beginnen Sie bei der niedrigsten Einstellung und erhöhen Sie langsam: nicht weniger als 10 Sekunden zwischen Veränderungen.

Hinweis

Während dieser Einstellungen schwankt der Wert NORM PMT, da der Analysator zwischen den NO- und NO_x-Durchflüssen sowie dem Messmodus und Modus AutoZero wechselt.

13. Führen Sie eine Endpunkt-Kalibrierung durch (Abschnitt 4.2.1.2) um den Sensor auf seine neue PMT-Sensibilität einzustellen.
14. Überprüfen Sie die Slope- und Offset-Werte:
 - Die Slope-Werte sollten $1,000 \pm 0,300$ sein.
 - Die Offset-Werte sollten etwa 0,0 sein (-20 bis +150 mV sind erlaubt).

5.5.10.5. TAUSCHEN DES PMT, HVPS ODER TEC

Der Photomultiplier (PMT) sollte die Lebenszeit des Analysators überdauern, allerdings können die Hochspannungs-Stromversorgung (HVPS) oder die thermoelektrische Kühlung (TEC) defekt werden. Das Tauschen einer dieser Komponente erfordert das Öffnen des Sensor-Bauteils. Dies ist ein empfindliches Bauteil und es wird empfohlen, dass Sie sicherstellen, dass PMT, HVPS oder TEC tatsächlich fehlerhaft sind, bevor Sie unnötigerweise dieses Bauteil öffnen.

ACHTUNG - NUR QUALIFIZIERTES PERSONAL



Der PMT oder die HVPS kann durch die Frontplatte entfernt werden, ohne dass das gesamte Bauteil entfernt werden muss, wir empfehlen allerdings, das Gerät auszuschalten, die Abdeckung zu entfernen und das gesamte Bauteil auszubauen, damit weitere Reparaturen auf einem Anti-ESD-Arbeitsplatz durchgeführt werden können.

Informationen zur Vermeidung von Schäden durch ESD finden Sie im Handbuch „Fundamentals of ESD“, PN 04786, verfügbar auf der Internetseite <http://www.teledyne-api.com> im Help Center > Product Manuals unter „Special Manuals“.

1. Schalten Sie den Analysator aus, stecken Sie das Stromkabel aus und entfernen Sie die Abdeckung.
2. Entfernen Sie die Abdeckung.
3. Trennen Sie alle pneumatischen und elektrischen Verbindungen vom Sensor-Bauteil.
4. Entfernen Sie den Sensor.
5. Muss der TEC getauscht werden, entfernen Sie die Messkammer, indem Sie die zwei Befestigungsschrauben lösen.
 - Dies ist nur notwendig, wenn die durchzuführende Reparatur das Entfernen des PMT-Kühlblocks voraussetzt.

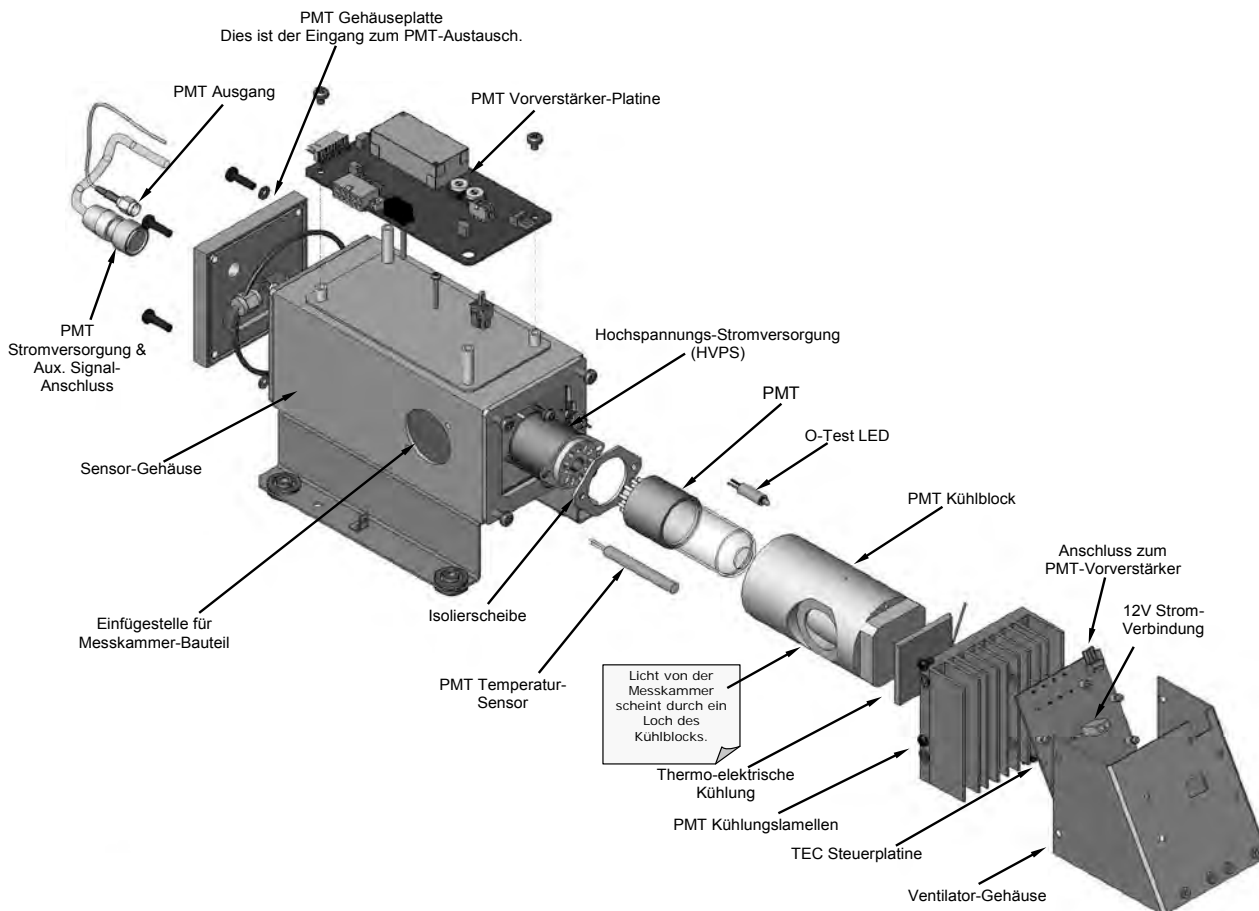


Abbildung 5-20 Sensor-Bauteil

6. Entfernen Sie die zwei Anschlüsse auf der PMT-Gehäuseplatte, die Richtung Frontplatte zeigt.
7. Entfernen Sie diese Platte ebenfalls (4 Schrauben mit Kunststoffringen.)

Hinweis

Wird die schwarze Gehäuseplatte des Sensor-Bauteils entfernt, ersetzen Sie die fünf Trockenmittelbeutel im Gehäuse.

8. Entfernen Sie die Trockenmittelbeutel vom PMT-Gehäuse.
9. Schrauben Sie das PMT-Bauteil auf, welches mit zwei Plastikschrauben mit dem Kühlblock verbunden ist.
10. Entsorgen Sie die Plastikschrauben und ersetzen Sie sie mit neuen Schrauben am Ende dieses Vorgangs (die Gewindegänge werden leicht abgenutzt, daher ist ein Tausch der Schrauben empfehlenswert).
11. Ziehen Sie mit der Platte die LED für den optischen Test (O-Test) und den Temperaturfühler, der die Temperatur des PMT misst, heraus.
 - Der Temperaturfühler ist mit einer weißen, wärmeleitenden Paste bestrichen.

- Verunreinigen Sie nicht das Innere des Gehäuses mit dieser Paste, da es die PMT-Glasröhre beim Zusammenbau verschmutzen könnte.
12. Nehmen Sie vorsichtig die HVPS, die Isolierscheibe und den PMT heraus.
 13. Tauschen Sie den PMT oder die HVPS oder beides, reinigen Sie die PMT-Glasröhre mit einem sauberen, antistatischen Reinigungstuch und berühren Sie es nach dem Reinigen nicht mehr.
 14. Muss der Kühlblock oder der TEC getauscht werden:
 - Trennen Sie die TEC-Steuerplatine vom Vorverstärker, entfernen Sie den Kühlungsventilator (4 Schrauben auf der Seite) inklusive Steuerplatine.
 - Trennen Sie die Steuerplatine von der TEC und stellen Sie es beiseite.
 15. Entfernen Sie die Platte mit den Kühlungs lamellen (4 Schrauben) und ziehen Sie den PMT-Kühlungsblock heraus, auf dem die TEC sitzt.
 16. Schrauben Sie die TEC von den Kühlungs lamellen und dem Kühlungsblock ab und ersetzen Sie es mit einer neuen Einheit.
 17. Bauen Sie das TEC-Bauteil in umgekehrter Reihenfolge wieder zusammen.
 - Verwenden Sie Wärmeleitpaste zwischen der TEC und den Kühlungs lamellen, sowie zwischen TEC und Kühlungsblock, und richten Sie die Seitenöffnung des Kühlungsblockes so aus, dass sie zur Messkammer schaut.
 - Ziehen Sie die langen Befestigungsschrauben gleichmäßig fest, um eine gute Wärmeleitfähigkeit zu erreichen.

ACHTUNG - NUR QUALIFIZIERTES PERSONAL



Der thermo-elektrische Kühler muss flach auf dem Kühlkörper befestigt werden.

Gibt es einen deutlichen Spalt, könnte die TEC verglühen. Verwenden Sie Wärmeleitpaste bevor Sie es befestigen, und ziehen Sie die Schrauben gleichmäßig und über Kreuz fest.

18. Bauen Sie das TEC-Bauteil in umgekehrter Reihenfolge wieder ein.
 - Stellen Sie sicher, dass der O-Ring gut sitzt und das Bauteil gleichmäßig festgeschraubt wurde.
19. Bauen Sie die O-Test-LED und den Temperaturfühler wieder in den Kühlungsblock ein, legen Sie neue Trockenmittelbeutel hinein und befestigen Sie vorsichtig wieder die Platte, beachten Sie dabei die Position der O-Ringe.
 - Falsch platzierte O-Ringe verursachen Undichtheiten, die wiederum Feuchtigkeit im Kühler kondensieren lassen und wahrscheinlich einen Kurzschluss im HVPS verursachen.

20. Bauen Sie das PMT/HVPS-Bauteil in umgekehrter Reihenfolge wieder ein.
 - Vergessen Sie nicht auf die Isolierscheibe zwischen HVPS und PMT.
 - Verwenden Sie neue Kunststoffschrauben, um den PMT wieder auf dem PMT-Kühlblock zu befestigen.
21. Verwenden Sie neues Silikagel (Trockenmittelbeutel).
22. Verbinden Sie die Kabel und die Messkammer wieder (ziehen Sie die Schrauben gleichmäßig fest).
23. Befestigen Sie das Sensor-Bauteil wieder im Gehäuse und fixieren Sie es mit vier Schrauben und Unterlegscheiben.
24. Verbinden Sie alle elektrischen und pneumatischen Verbindungen wieder.
25. Führen Sie eine Überprüfung auf Undichtheiten durch, siehe Abschnitt 5.4.11.
26. Schalten Sie den Analysator an.
27. Überprüfen Sie die grundlegende Funktionalität des Analysators mithilfe der Funktionen ETEST und OTEST (Abschnitt 5.5.9.11) oder Null- und Prüfgase, führen Sie dann eine Hardware-Kalibrierung des Analysators, gefolgt von einer Nullpunkts-/Endbereichs-Kalibrierung durch (Abschnitt 4.2.1).

5.5.10.6. ENTFERNUNG/TAUSCH DER RELAIS-PLATINE DES GERÄTS

Dies ist die am häufigsten verwendete Version der Relais-Platine. Sie beinhaltet mehrere Wechselstrom-Halbleiterrelais. Diese Version wird bei Analysatoren eingebaut, wo Komponenten wie AC-betriebene Heizungen ein- und ausgeschaltet werden müssen.

Eine Halteplatte wird über dem Relais eingebaut, um es sicher in seiner Halterung zu fixieren.

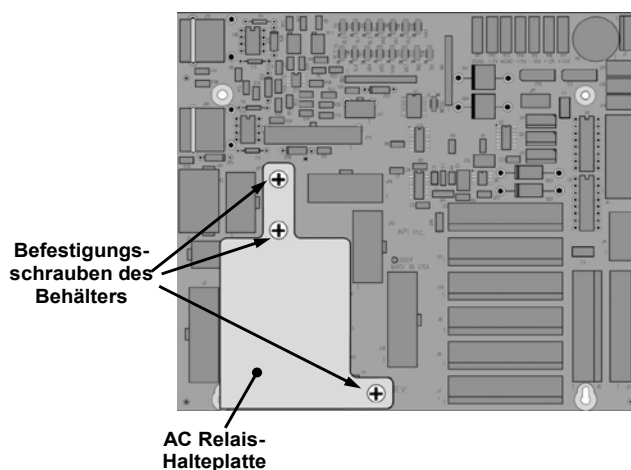


Abbildung 5-21 Relais-Platine mit Haltescheibe

Die Halteplatte bedeckt die rechte untere Befestigungsschraube der Relais-Platine. Daher muss vor dem Entfernen der Relais-Platine zuerst die Haltescheibe entfernt werden.

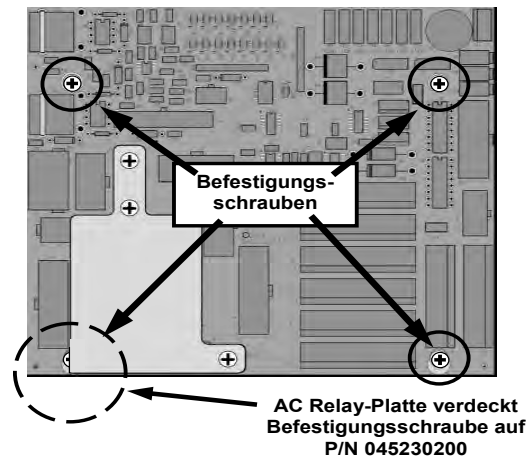


Abbildung 5-22 Befestigungsschrauben der Relais-Platine

5.6. HÄUFIG GESTELLTE FRAGEN

Die folgende Liste wurde vom technischen Support von Teledyne API zusammengestellt und beinhaltet die zehn am häufigsten gestellten Fragen über den Analysator.

FRAGE	ANTWORT
Warum verschwindet die ENTR-TASTE MANCHMAL VON DER FRONTANZEIGE?	Manchmal wird die Taste ENTR ausgeblendet, wenn Sie eine Einstellung auswählen, die ungültig oder außerhalb des erlaubten Bereichs für einen Parameter ist, wie z.B. der Versuch, die 24-Stunden Uhr auf 25:00:00 oder einen Bereich auf weniger als 1 oder mehr als 20000 ppb zu stellen. Wenn Sie die Einstellung wieder auf einen erlaubten Wert stellen, wird die Taste ENTR wieder angezeigt.
Warum werden die Tasten ZERO oder SPAN nicht während einer Kalibrierung angezeigt?	Dies passiert, wenn sich die gemessene Gaskonzentration sehr von der Prüf- oder Null-Gaskonzentration, die vom Benutzer eingegeben wurde, unterscheidet. Dies verhindert unabsichtliche Falsch-Kalibrierungen des Analysators. BEISPIEL: Die eingestellte Prüfgaskonzentration ist 400 ppb, aber die gemessene Gaskonzentration ist nur 50 ppb.
Wie gebe ich den Wert meines Prüfgases ein/wie ändere ich ihn?	Siehe Abschnitt 4.2.1.2.
Kann ich die Kalibrierung meines Analysators automatisieren?	Jeder Analysator mit der Nullgas-/Prüfgas-Ventiloption oder der IZS-Option kann mithilfe der Funktion AutoCal automatisch kalibriert werden (siehe Abschnitt 4.3).
Kann ich die IZS-Option verwenden, um den Analysator zu kalibrieren?	Ja. Allerdings liegt die Genauigkeit des Permeationsröhrchens der IZS-Option nur bei etwa $\pm 5\%$. Um die höchste Genauigkeit zu erzielen empfehlen wir, kalibrierte Prüfgasflasche in Kombination mit einer Nullgasquelle zu verwenden.
Wie messe ich die	Die Durchflussrate wird gemessen, indem man einen kalibrierten

FRAGE	ANTWORT
Durchflussrate des Messgases?	Durchflussmesser an den Messgaseingang anschließt, während das Gerät in Betrieb ist. Der Messgasdurchfluss sollte wie in Tabelle 1-1 angegeben sein. (Um zu kalibrieren, verwenden Sie das Menü Utilities>Diagnostics, siehe Abschnitt 5.4.11.3).
Wie oft muss ich den Partikelfilter tauschen?	Siehe Wartungsplan in Tabelle 5-1. Bedenken Sie, dass bei stark verschmutzter Messluft häufigere Wechsel notwendig sind.
Wie lange hält die Messgaspumpe?	Die Messgaspumpe sollte ein bis zwei Jahre halten, und bei Bedarf gewartet werden. Steigt der Messkammerdruck auf durchschnittlich über 10 in-Hg-A, muss die Pumpe gewartet werden.
Warum funktioniert meine RS-232-Verbindung nicht?	Es gibt mehrere mögliche Gründe: <ul style="list-style-type: none"> • Das falsche Kabel: Verwenden Sie bitte das beigelegte oder ein generisches "gerades"-Kabel (verwenden Sie nicht ein "Null-Modem" Kabel) und stellen Sie sicher, dass die Pinbelegung korrekt ist (Abschnitt 2.3.1.8 unter RS-232-Verbindung). • Der DCE/DTE-Schalter auf der Rückseite des Analysators ist nicht richtig eingestellt; stellen Sie sicher, dass sowohl die grünen, als auch die roten LED leuchten (Abschnitt 3.1). • Die Geschwindigkeit (Baud Rate) der COM-Schnittstelle des Analysators stimmt nicht mit der der seriellen Schnittstelle Ihres Computers/Dataloggers überein (Tabelle 2-16).
Wie kann ich die Anzeige des Geräts und den Datalogger aufeinander abstimmen?	Dies passiert meist, wenn ein unabhängiges Anzeigengerät neben dem Datalogger/Linienschreiber verwendet wird, um die Gaskonzentrationen festzustellen, während der Analysator kalibriert wird. Diese Widersprüche stammen davon, dass der Analysator, das Anzeigegerät und der Datalogger verschiedene Masselevel haben. Verwenden Sie den Datalogger als Anzeige während der Kalibrierungen.
Müssen die kritischen Düsen meines Analysators regelmäßig getauscht werden?	Nein. Die damit verbundenen O-Ringe und der Sintermetallfilter müssen einmal im Jahr getauscht werden, die kritischen Düsen allerdings nicht. Siehe Abschnitt 5.4.9 für Anweisungen.
Wie kann ich die Steuerungseingänge auf der Geräterückseite einstellen und verwenden?	Siehe Abschnitt 2.3.1.6.

5.7. TECHNISCHER SUPPORT

Löst diese Benutzeranleitung und sein Abschnitt über Fehlersuche und Service Ihre Probleme nicht, wenden Sie sich an EAS Envimet oder Ihren Händler.

6. FUNKTIONSPRINZIP

Der T200P (und T200UP) NO/NO₂-Analysator ist ein mikroprozessor-gesteuertes Gerät, das mit einem UV-basierenden photolytischen Konverter NO₂-Konzentrationen im Spurenbereich messen kann. Die patentierte Technologie ermöglicht eine Bestimmung von NO₂.

6.1. BLAULICHT-KONVERTER (BLC) - UMWANDLUNGSMETHODE

Der Analysator verwendet Photolyse in seinem Umwandlungsprozess indem Messgas durch die Konverterkammer geleitet wird, wo es blauem Licht von zwei leistungsstarken ultraviolettes Licht-emittierenden Dioden (LEDs) mit sehr kurzen Wellenlängen um ~395 nm (schraffierter Teil der Abbildung) ausgesetzt wird. Dieses spektrale Blaulicht beinhaltet auch einen Bereich, wo es nur von NO₂ absorbiert wird, nicht aber von anderen Komponenten (Tabelle 6-1). Dadurch erreicht man eine selektive Umwandlung von NO₂ in NO ohne nennenswerte Querempfindlichkeiten.

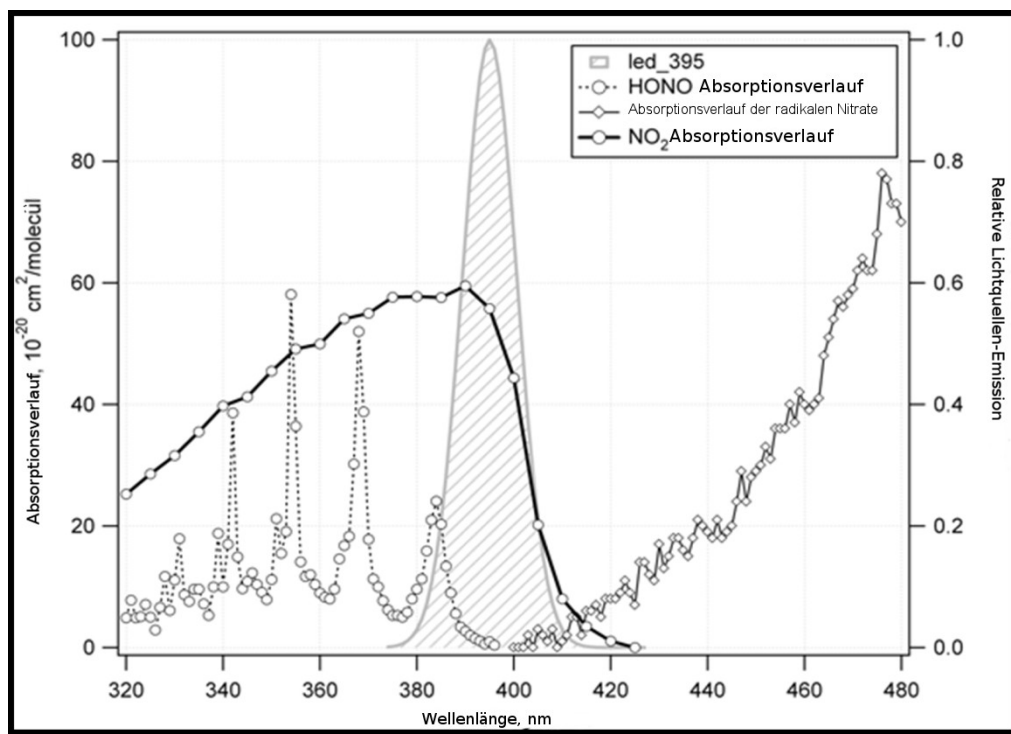


Abbildung 6-1 Spektrales Blaulicht-Absorptionsbande

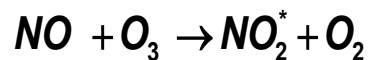
6.2. MESSMETHODE

6.2.1. CHEMILUMINESZENZ-ERZEUGUNG IN DER MESSKAMMER

Der Analysator misst die im Gas vorhandene Menge an NO durch die Erfassung von Chemilumineszenz, die bei der Reaktion von Stickoxid (NO) und Ozon (O₃) erzeugt wird. Die Reaktion ist ein Zweischrittprozess:

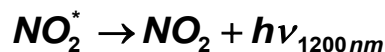
- Im ersten Schritt kollidiert ein Molekül NO mit einem Molekül O₃ und produziert in einer chemischen Reaktion ein Molekül Sauerstoff (O₂) und ein Molekül Stickstoffdioxid (NO₂). Ein Teil des NO₂ hält eine bestimmte Menge Überschussenergie aus der Kollision zurück und bleibt infolgedessen in einem angeregten Zustand, dies bedeutet, dass ein Elektron des NO₂ Moleküls in einem höheren Energiezustand als normal bleibt (in der Gleichung 6-1 mit einem Sternchen angegeben).

Gleichung 6-1



- Der zweite Schritt passiert, weil die Thermodynamik verlangt, dass Systeme sich den niedrigsten stabilen Energiezustand suchen, infolgedessen wird das NO₂ Molekül im nächsten Schritt schnell in seinen Grundzustand zurückkehren. Dabei setzt es die Überschussenergie in Form eines Lichtquantums (hν) mit Wellenlängen zwischen 600 und 3000 nm und einem Peak bei ungefähr 1200 nm frei.

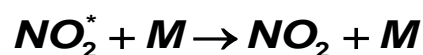
Gleichung 6-2



- Sind alle Faktoren (Temperatur, Druck, Menge an vorhandenem Ozon, usw.) konstant, ist das Verhältnis zwischen der in der Reaktionskammer vorhandenen Menge an NO und dem durch die Reaktion emittierten Licht sehr linear. Mehr NO erzeugt mehr Licht, das mit einem lichtempfindlichen Sensor im Fast-Infrarotspektrum (siehe Abbildung 6-3) gemessen werden kann.

Außerdem kollidiert angeregtes NO₂ manchmal mit anderen Gasmolekülen in der Messkammer oder sogar mit Molekülen der Messkammer-Wand, und überträgt seine Energie auf den Kollisionspartner (repräsentiert durch *M* in Gleichung 6-3 unten), ohne Licht auszustrahlen. Tatsächlich kehrt der Großteil der Moleküle in einem angeregten Zustand auf diese Art in ihren Grundzustand zurück, somit bleibt nur ein geringer Reaktionsertrag von Chemilumineszenz.

Gleichung 6-3



Die Wahrscheinlichkeit eine Kollision zwischen NO₂ * Molekül und einem Kollisionspartner *M* steigt proportional mit dem Messkammerdruck. Diese nicht

strahlende Kollision mit den NO₂* Molekülen wird im Allgemeinen als *quenching* bezeichnet, ein in Abschnitt 6.2.5.2 näher beschriebener, unerwünschter Prozess.

Sogar unter den besten Bedingungen ist nur etwa 20% des NO₂, das durch die in Gleichung 6-1 beschriebene Reaktion entsteht, im angeregten Zustand. Zur Erhöhung des Chemilumineszenz-Ertrags der Reaktion wird die Reaktionskammer bei reduziertem Druck gehalten (somit wird die Anzahl möglicher Kollisionspartner reduziert) und wird mit einem starken, konstanten Überfluss von Ozon (etwa 3000-5000 ppm) vom internen Ozongenerator versorgt.

6.2.2. CHEMILUMINESZENZ

6.2.2.1. DER PHOTOMULTIPLIER (PMT)

Der Analysator verwendet eine spezielle Vakuumröhre, genannt Photomultiplier (PMT), um die durch die Reaktion von NO und O₃ in der Messkammer erzeugte Menge an Licht zu erfassen.

Photonen treffen auf den PMT, treffen auf eine negativ geladene Fotokathode und lösen bei ihr das Emittieren von Elektronen aus. Diese Elektronen werden durch eine angelegte Hochspannung beschleunigt und durch eine Abfolge solcher Beschleunigungsschritte (Dynoden) bis zur Erzeugung eines verwendbaren Stromsignals vervielfacht (siehe Abschnitt 6.6 für mehr Informationen). Je mehr Licht vorhanden ist (in diesem Fall Photonen, die bei der oben beschriebenen Chemilumineszenz-Reaktion entstehen), desto mehr Strom wird erzeugt. Je mehr NO in der Messkammer vorhanden ist, desto mehr Strom wird von dem PMT erzeugt.

Der Strom, der von dem PMT erzeugt wird, wird in eine Spannung umgewandelt, vom Vorverstärker-Board verstärkt und dann über den A→D-Konverter der CPU mitgeteilt.

6.2.2.2. OPTISCHER FILTER

Zwischen der Messkammer und dem PMT (siehe Abbildung 6-2) befindet sich ein Hochpassfilter, der nur für Lichtwellenlängen über 645 nm durchlässig ist, der in Verbindung mit Ansprechcharakteristika des PMT ein sehr schmales Fenster von Lichtwellenlängen erzeugt, auf die der Analysator anspricht.

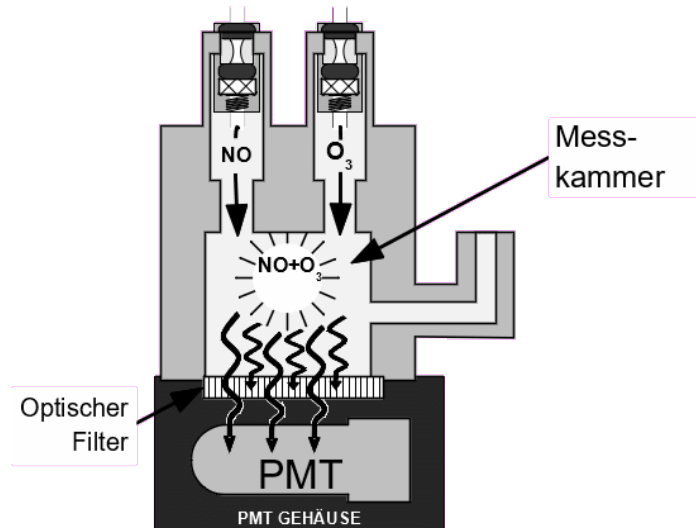


Abbildung 6-2 Messkammer mit Photomultiplier und optischem Filter

Dieser schmale Empfindlichkeitsbereich ermöglicht dem Analysator äußeres Licht und äußere Strahlung zu ignorieren, die ansonsten die Messungen beeinflussen könnte (mehr über Interferenzen/Störeinflüsse in Abschnitt 6.2.5). Beispielsweise können einige Schwefeloxide ebenfalls bei Kontakt mit O_3 Chemilumineszenz erzeugen, die strahlen aber Licht mit wesentlich kürzerer Wellenlänge aus (üblicherweise zwischen 260 nm und 480 nm).

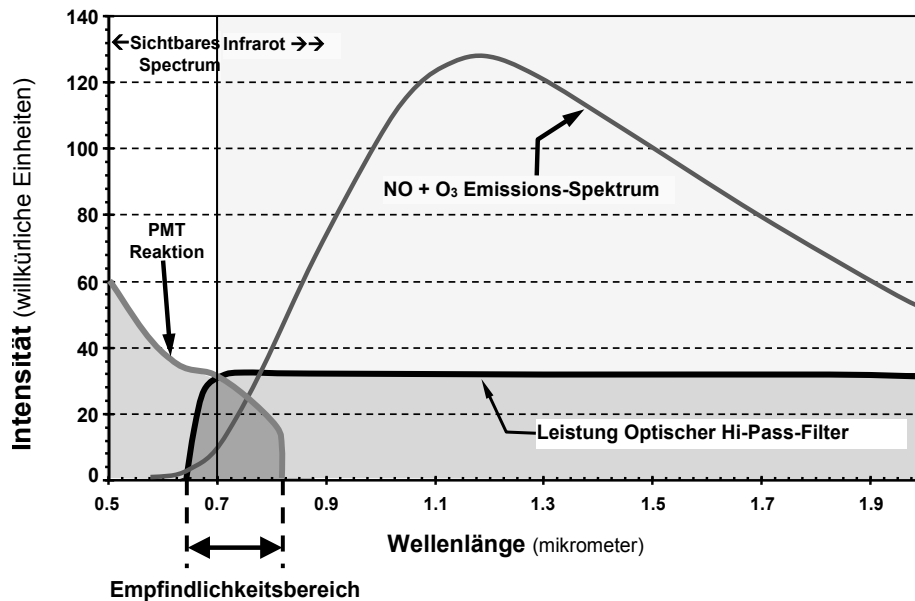


Abbildung 6-3 Empfindlichkeitsspektrum

6.2.3. AUTOZERO IM T200P

Ein bestimmter Grad an Rauschen ist beim Betrieb jedes PMT normal. Dies hängt von vielen Faktoren ab, zum Beispiel von der durch die Metallteile der Reaktionskammer abgegebenen Schwarzkörper-Infrarotstrahlung, Veränderungen bei den PMT-Einheiten und sogar von der uns ständig umgebenden Hintergrundstrahlung. Um dieses Rauschen und Offset zu reduzieren, wird das PMT durch einen thermoelektrischen Kühler (TEC) auf einer konstanten Temperatur von 7° C (45° F) gehalten.

Obwohl intrinsisches Rauschen und Offset durch die Kühlung des PMT deutlich reduziert wird, ist es nicht vollständig beseitigt. Um das verbleibende Rauschen zu definieren, lenkt der Analysator den Probegasfluss etwa einmal pro Minute ohne Passieren der Reaktionskammer für eine kurze Zeit direkt zum Vakuumverteiler. Während dieses Zeitraums befindet sich nur O₃ in der Messkammer, somit findet keine Chemilumineszenz-Reaktion statt. Nachdem die Kammer vollständig dunkel ist, zeichnet der Analysator das Signal des PMT auf und erhält einen fortlaufenden Mittelwert dieser Auto Zero(AZERO)-Werte. Dieser durchschnittliche Offset-Wert wird vom PMT-Rohwert subtrahiert, während das Gerät NO und NO_x misst, um einen korrigierten AutoZero-Wert zu erhalten.

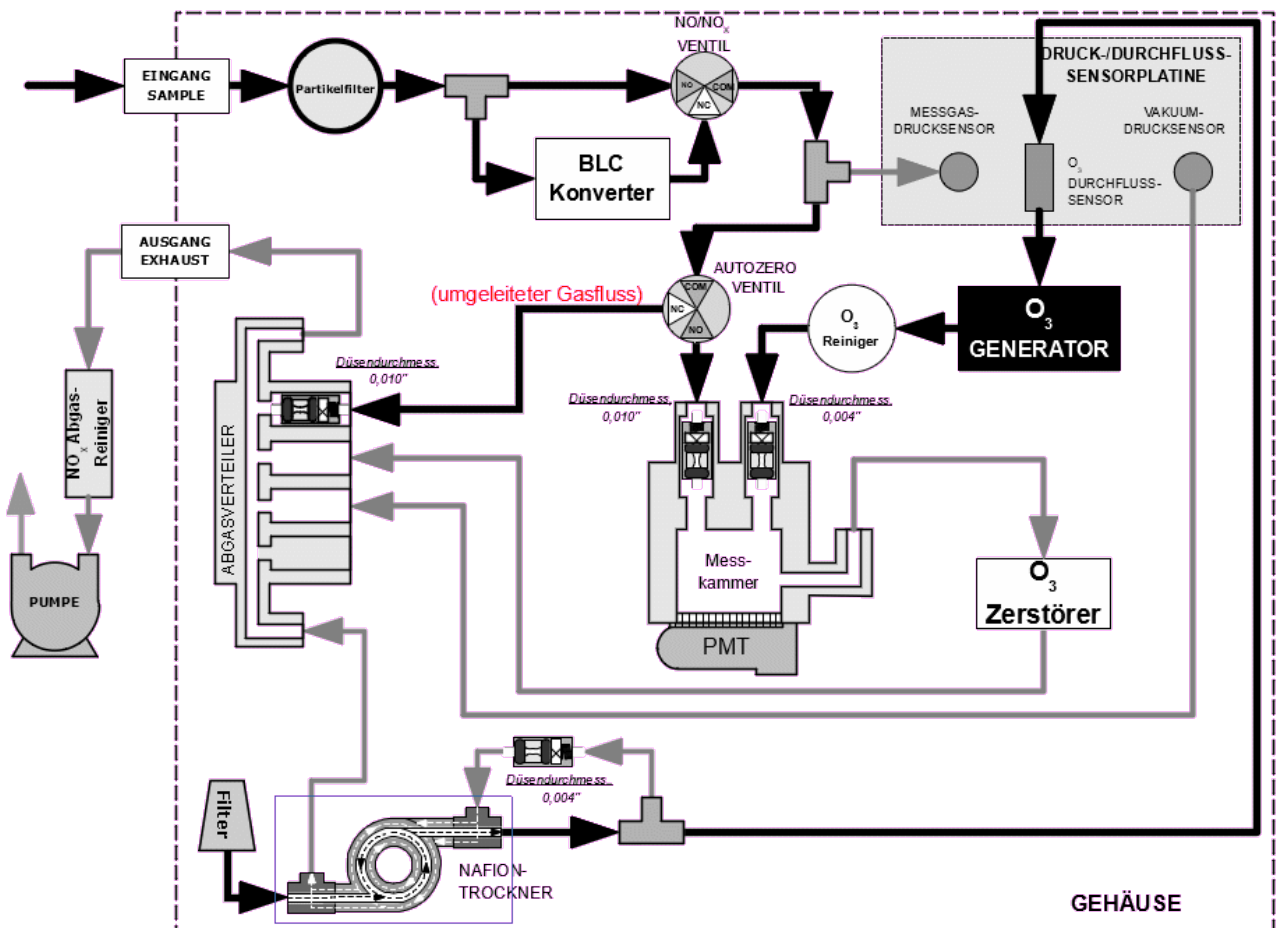


Abbildung 6-4 T200P Pneumatischer Durchfluss während AutoZero

6.2.4. AUTOZERO IM T200UP

Im Gegensatz zur Verwendung von einer „dunklen“ Zeit in der Messkammer im T200P (Abschnitt 6.2.3), misst AutoZero im T200UP die Kohlenwasserstoff-Störeinflüsse, indem der Messgasdurchfluss zur Vorreaktions-Kammer geleitet wird (Abbildung 6-5), eine Kammer vor der Messkammer, wo das NO mit dem O₃ reagiert und eine Chemilumineszenz-Reaktion verursacht, das übrigbleibende Messgas mit Kohlenwasserstoffen und O₃ gelangt in die Messkammer. Dies wird durch den Unterschied in der Reaktionsrate zwischen den Gastypen mit Ozon erreicht. Kohlenwasserstoffe haben eine niedrigere Reaktionsrate. Der Analysator zeichnet das Signal des PMT auf und erhält einen fortlaufenden Mittelwert dieser Auto Zero(AZERO)-Werte. Dieser durchschnittliche Offset-Wert wird vom PMT-Rohwert subtrahiert, während das Gerät NO und NO_x misst, um einen korrigierten AutoZero-Wert zu erhalten.

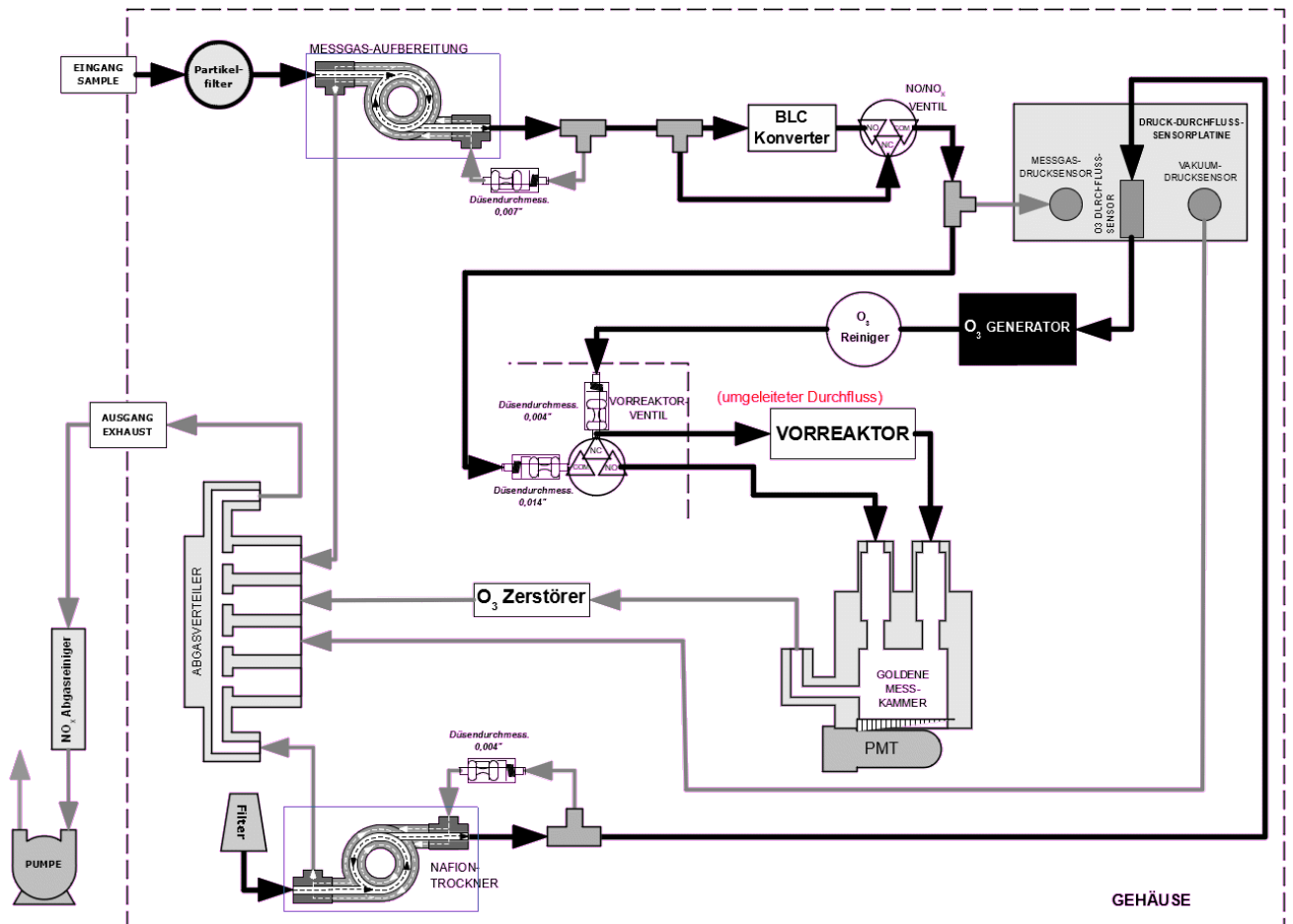


Abbildung 6-5 T200UP Pneumatischer Durchfluss während AutoZero

6.2.5. STÖREINFLÜSSE

Störeinflüsse bei der Chemilumineszenz-Methode kommen von verschiedenen Quellen. Der Analysator wurde erfolgreich auf seine Fähigkeit getestet, die meisten dieser Störeinflüsse zu unterdrücken. Tabelle 6-1 listet die häufigsten Arten von Störeinflüssen aus, die die Leistung des Analysators beeinflussen könnten.

Tabelle 6-1 Liste der Störeinflüsse

GAS	ART DES STÖREINFLUSSES	UNTERDRÜCKUNGSMETHODE
CO ₂	Verdünnung: Die Viskosität der CO ₂ Moleküle veranlasst eine Änderung der kritischen Durchflussdüse verändert damit die NO Durchflussrate.	Falls hohe CO ₂ Konzentrationen vermutet werden, müssen spezielle Kalibriermethoden durchgeführt werden, um den CO ₂ Einflüssen Rechnung zu tragen. Kontaktieren Sie den technischen Support. (Abschnitt 5.7).
	Quenching eines dritten Körpers: CO ₂ Moleküle kollidieren mit NO ₂ * Molekülen, dabei absorbieren sie kinetisch Überschussenergie und verhindern die Emission von Photonen.	
SO _x	Einige SO _x -Varianten können bei Exposition zu ein Überschusslicht erzeugendem O ₃ ebenfalls Chemilumineszenz initiieren.	Durch die Chemilumineszenz des SO _x erzeugte Lichtwellenlängen werden durch den optischen Filter abgeschirmt.
	Chemische Reaktionen von NH ₃ , O ₂ und H ₂ O im O ₃ Generator erzeugen, auf dem Fenster des optischen Filters lichtundurchlässige, weiße Ablagerungen von (NH ₃) ₂ SO ₄ (Ammoniumsulfat) und NH ₃ NO ₂ (Ammoniumnitrat). Auch bildet auch stark korrosives HNO ₃ (Salpetersäure).	Das meiste des erzeugten Ammoniumsulfats und -nitrats wird durch einen, zwischen O ₃ Generator und Reaktionskammer angebrachten, Luftreiniger beseitigt.
	Quenching eines dritten Körpers: SO _x Moleküle kollidieren mit NO ₂ * Molekülen, dabei absorbieren sie kinetisch Überschussenergie und verhindern die Emission von Photonen.	Falls hohe SO _x -Konzentrationen vermutet werden, müssen spezielle Kalibriermethoden durchgeführt werden, um den SO ₂ -Einflüssen Rechnung zu tragen. Kontaktieren Sie den technischen Support. (Abschnitt 5.7).
H ₂ O	Quenching eines dritten Körpers: H ₂ O Moleküle kollidieren mit NO ₂ * Molekülen, dabei absorbieren sie kinetisch Überschussenergie und verhindern die Emission von Licht.	In Gegenden mit hoher Luftfeuchtigkeit betriebene Analysatoren müssen über eine Probengastrocknung verfügen (siehe Abschnitt 2.3.2.6).
	Wasser reagiert ebenfalls mit NH ₃ und SO _x im O ₃ -Generator und erzeugt, auf dem Fenster des optischen Filters lichtundurchlässige weiße Ablagerungen von (NH ₃) ₂ SO ₄ (Ammoniumsulfat) und NH ₃ NO ₂ (Ammoniumnitrat). Auch bildet auch stark korrosives HNO ₃ (Salpetersäure).	Wasser wird effektiv vom O ₃ -Gasdurchfluss durch den Nafion-Trockner entfernt (Abschnitt 6.3.3.2). Wir bieten mehrere Trockner für den Messgasdurchfluss an (siehe Abschnitt 2.3.2.6).
NH ₃	NH ₃ reagiert ebenfalls mit H ₂ O, O ₂ und SO _x im O ₃ -Generator und erzeugt, auf dem Fenster des optischen Filters lichtundurchlässige weiße Ablagerungen von (NH ₃) ₂ SO ₄ (Ammoniumsulfat) und NH ₃ NO ₂ (Ammoniumnitrat). Auch bildet auch stark korrosives HNO ₃ (Salpetersäure).	Die Option Messgastrockner, die in den Analysator T200UP eingebaut ist, genügt zum Entfernen der üblichen Umgebungsluftkonzentrationen von NH ₃ .

6.2.5.1. DIREKTE STÖREINFLÜSSE

Aufgrund von Chemilumineszenz in der Reaktionskammer können einige Gase die Menge, des durch den PMT erfassten Lichts, direkt verändern. Dies kann entweder ein durch Reaktion mit dem O_3 in der Reaktionskammer der Chemilumineszenz ausgesetztes Gas sein, oder eines, das mit anderen Verbindungen reagiert und vor der Reaktionskammer zusätzliches NO erzeugt.

6.2.5.2. QUENCHING EINES DRITTEN KÖRPERS:

Wie in der Gleichung 6-3 gezeigt, können andere Moleküle in der Reaktionskammer mit dem angeregten NO_2^* kollidieren und sie dadurch auf ihr Grund-Energielevel zurückbringen, somit wird die Ausstrahlung eines Photons verhindert. Dies nennt man Quenching eines dritten Körpers.

Quenching ist ein unerwünschtes Phänomen und der Umfang, in dem es auftritt, hängt von den Eigenschaften der Kollisionspartner ab.

- Größere, stärker polarisierte Moleküle wie H_2O und CO_2 sind die wichtigsten Störeinflüsse der NO-Chemilumineszenz.
- Der Wasserdampfeinfluss auf die Messungen kann durch einen optionalen internen Probengastrockner eliminiert werden (siehe Abschnitt 2.3.2.6).
- Der Störeinfluss sich ändernder Mengen CO_2 ist bei niedrigen Konzentrationen (weniger als 0,5%) vernachlässigbar.
- In Fällen mit stark erhöhten CO_2 -Konzentrationen (mehr als 0,5%), kann der Effekt „weg-kalibriert“ werden, indem Kalibrier gases mit ähnlichem CO_2 -Anteil wie die gemessene Luft verwendet werden.
- Somit verursachen nur sehr hohe und stark variable CO_2 -Konzentrationen einen messbaren Störeinfluss. Für diese Anwendungen wird die Verwendung anderer Analysator-Modelle empfohlen. Besprechen Sie dies mit Ihrem Lieferanten, oder besuchen Sie die Website von Teledyne API.
- Kleinere, weniger polarisierte und elektronisch „härtere“ Moleküle wie N_2 und O_2 können ebenfalls diese Art von Störeinfluss verursachen, allerdings sind die Konzentrationen von N_2 und O_2 in der Umgebungsluft praktisch konstant, verursachen somit auch eine konstante Größe von Quenching und werden somit bei der Kalibrierung des Geräts mit einberechnet.

6.2.5.3. LICHTLECKAGEN

Die Empfindlichkeitskurve enthält einen kleinen Anteil des sichtbaren Lichtspektrums (Abbildung 6-3). Infolgedessen ist es wichtig, dass die Reaktionskammer hinsichtlich Licht völlig isoliert ist. Dies wird wie folgt sichergestellt:

- Alle pneumatischen Leitungen, die in die Messkammer führen sind lichtundurchlässig, um das Eindringen von Licht in die Messkammer zu verhindern.
- Das Lichteindringen wird durch Edelstahlfilter oder -Düsen verhindert.

6.2.5.4. TEMPERATURSTEUERUNG DER MESSKAMMER

Die Stabilität der Chemilumineszenz-Reaktion zwischen NO und O₃ kann durch Veränderungen der Temperatur oder des Drucks des O₃ und der Messgase in der Messkammer beeinflusst werden. Um die Temperatureffekte zu verringern, wird die Messkammer konstant bei 50°C gehalten, knapp über dem Betriebstemperatur-Bereich des Geräts.

Zwei AC-Heizungen, eine eingebaut im Boden der Messkammer, die andere direkt über dem Abgasanschluss der Kammer, bilden die Wärmequelle. Diese Heizungen werden mit der Haupt-AC-Stromversorgung des Geräts betrieben und von der CPU über ein Strom-Relais gesteuert (siehe Abschnitt 6.4.4.4).

Ein Temperaturfühler, ebenfalls im Boden der Messkammer eingebaut, meldet die Temperatur der Messkammer über die Temperatursensor-Schnittstelle auf der Hauptplatine der CPU (siehe Abschnitt 6.4.3.3).

6.3. PNEUMATISCHER BETRIEB

Wichtig

AUSWIRKUNGEN AUF MESSWERTE ODER DATEN

Das Messgas ist der wichtigste Durchfluss im Analysator. Die Integrität des Messgases darf an keinem Punkt vor oder in der Messkammer beeinträchtigt werden. Daher ist es wichtig, dass das Probenahmesystem frei von Undichtheiten ist und der Druck nicht über dem der Umgebungsluft liegt.

Regelmäßige Überprüfung auf Undichtheiten sollte wie im in Tabelle 5-1 angeführt, durchgeführt werden. Die entsprechenden Vorgänge zu einer korrekten Durchführung können in Abschnitt 5.4.11 gefunden werden.

6.3.1. MESSGASDURCHFLUSS

Hinweis

In diesem Abschnitt des Handbuches werden Vakuum-Werte in Inch Quecksilber des absoluten Drucks (in-Hg-A) angegeben. Dieser Druck ist ein gegen Null (ein perfektes Vakuum) in Beziehung gesetzter Absolutdruck.

Der Gasfluss wird durch eine externe Vakuumpumpe erzeugt, die sich pneumatisch gesehen nach dem Analysators befindet.

- Die Pumpe erzeugt ein Vakuum von ungefähr 5 in-Hg-A, das durch einen genau vor der Geräterückseite liegenden Vakuum-Verteiler zu den verschiedenen pneumatischen Komponenten geleitet wird (siehe Abbildung 2-3).

Der Gasfluss wird nun durch den Differenzdruck des Analysators zum Umgebungsdruck erzeugt. Dies geschieht für gewöhnlich durch eine, in der Probenleitung am Eingang positionierte, kleine Öffnung, durch die Gas durch das pneumatische System gesaugt wird.

Durch die externe Pumpenansaugkonfiguration können einige Probleme vermieden werden:

- Die Verwendung der Pumpe erwärmt und komprimiert die Messgasluft, und erschwert somit den Messvorgang.
- Zusätzlich sind einige physischen Teile der Pumpe aus einem Material gemacht, das mit dem Messgas chemisch reagieren könnte.
- In einigen Anwendungen, bei denen die Konzentrationen des Zielgases hoch genug sind um gefährlich zu sein, verhindert das Erhalten eines negativen Drucks das Austreten von Messgas in die Umgebung bei kleinen Undichtheiten.

6.3.1.1. VAKUUM-VERTEILER

Das Vakuum, das von der Pumpe des Analysator erzeugt wird, wird über den Vakuum-Verteiler (auch Abgas-Verteiler) zu allen Gasdurchflüssen geleitet .

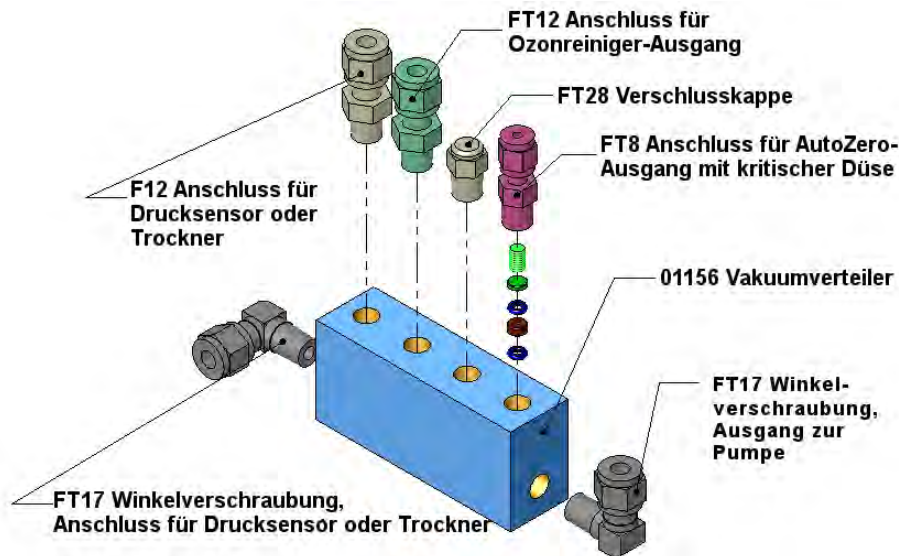


Abbildung 6-6 Vakuum-Verteiler, Standard-Konfiguration

Die Konfiguration hängt von den eingebauten Optionen ab. Zum Beispiel:

- Baut man den optionalen internen Prüfgasgenerator ein, kommt noch ein FT8-Anschluss und Düsen-Teil an den Verteiler, wo in der Zeichnung der FT28-Anschluss gezeigt wird.
- Mit dem optionalen Messgas-Trockner für den T200P wird noch ein T-Stück eingebaut, so dass zwei ¼"-Leitungen mit dem gleichen Anschluss verbunden werden können.

6.3.2. DURCHFLUSSSTEUERUNG DER KRITISCHEN DÜSE

Der Messgasfluss des Analysators wird mit einigen Durchflusssteuerungen (siehe beispielsweise Abbildung 6-7) erzeugt, die sich an verschiedenen Plätzen im Gasdurchfluss des Geräts befinden. Diese Bauteile bestehen aus:

- einer kritischen Durchflussdüse
- zwei O-Ringen, die sich direkt vor und nach der kritischen Düse befinden; die O-Ringe dichten den Spalt zwischen dem Gehäuse und der Düse ab
- ein Sintermetallfilter
- eine Feder (baut mechanischen Druck auf, um eine gute Abdichtung zwischen den O-Ringen, der kritischen Düse und dem Gehäuse sicherzustellen)

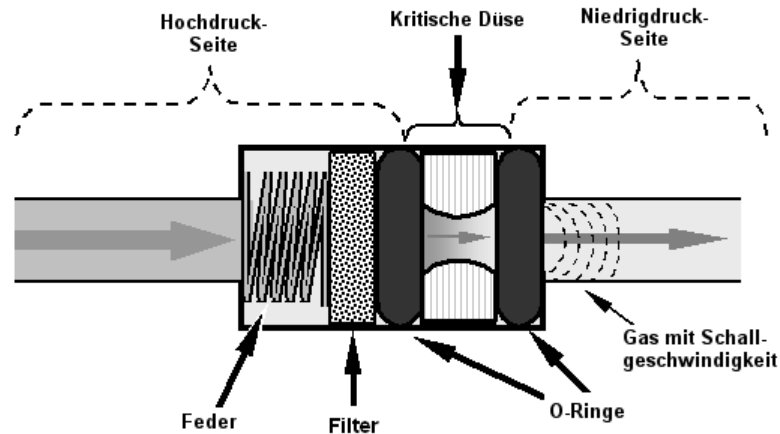


Abbildung 6-7 Durchfluss-Steuerung und kritische Düse

6.3.2.1. KRITISCHE DURCHFLUSSDÜSE

Das wichtigste Bauteil jeder Durchflusssteuerungsbaugruppe ist die kritische Düse. Die kritische Düse ist eine einfache Art, eine stabile Gasdurchflussrate zu erzeugen. Sie arbeitet ohne bewegliche Teile, nur durch Verwendung der Gesetze der flüssigen Dynamik. Der Widerstand des Gasflusses durch die Düse, erzeugt einen Druckunterschied. Dieser Druckunterschied wird von der externen Pumpe des Analysators aufgebaut und pumpt das Gas durch die Düse.

Während der Druck auf der flussabwärtigen Seite der Düse (Pumpenseite) kontinuierlich abfällt, steigt die Geschwindigkeit des durch die Düse fließenden Gases kontinuierlich an. Sobald das Druckverhältnis von flussaufwärts zu – abwärts größer als 2:1 ist, erreicht die Geschwindigkeit des Gases durch die Düse Schallgeschwindigkeit und bleibt konstant, unabhängig von jedem weiteren Druckunterschied. Solange wie das Verhältnis mindestens 2:1 bleibt, wird die Gasflussrate nicht durch Schwankungen, Zunahmen oder Änderungen im flussabwärtigen Druck beeinflusst, da solche Veränderungen sich selbst nur bei Schallgeschwindigkeit fortbewegen und sich am flussabwärtigen Ausgang der kritischen Durchflussdüse selbst aufheben.

Der tatsächliche Durchfluss durch die Düse hängt gänzlich von der Größe und der Form der Öffnung in der Blende und dem flussaufwärtigen Druck ab. Je größer die Öffnung und je höher der flussaufwärtige Druck, desto mehr Gasmoleküle passieren die Düse.

Zusätzlich zur Regelung der Gasdurchflüsse, erhalten die zwei kritischen Düsen an den Eingängen der Reaktionskammer auch einen Unterdruck in der Kammer aufrecht, und reduzieren damit wirkungsvoll die Anzahl der Moleküle in der Kammer und steigern das Chemilumineszenz-Ergebnis, da die Wahrscheinlichkeit eines Quenching (siehe Abschnitt 6.2.5.2) verringert wird.

- Die Empfindlichkeit des Analysators erreicht das Maximum bei ungefähr 2 in-Hg-A, darunter fällt die Empfindlichkeit wegen einer geringen Molekülanzahl und einer nachlassenden Chemilumineszenz-Reaktion ab.

6.3.2.2. POSITIONEN UND BESCHREIBUNG DES DURCHFLUSSES

Mehrere kritischen Düsen (Abbildung 6-8) werden eingesetzt, um die korrekte Durchflussrate des Gases durch die verschiedenen Komponente zu erzeugen und zu erhalten. (Bitte beachten Sie, dass Abbildung 6-8 die Standard-Konfiguration darstellt).

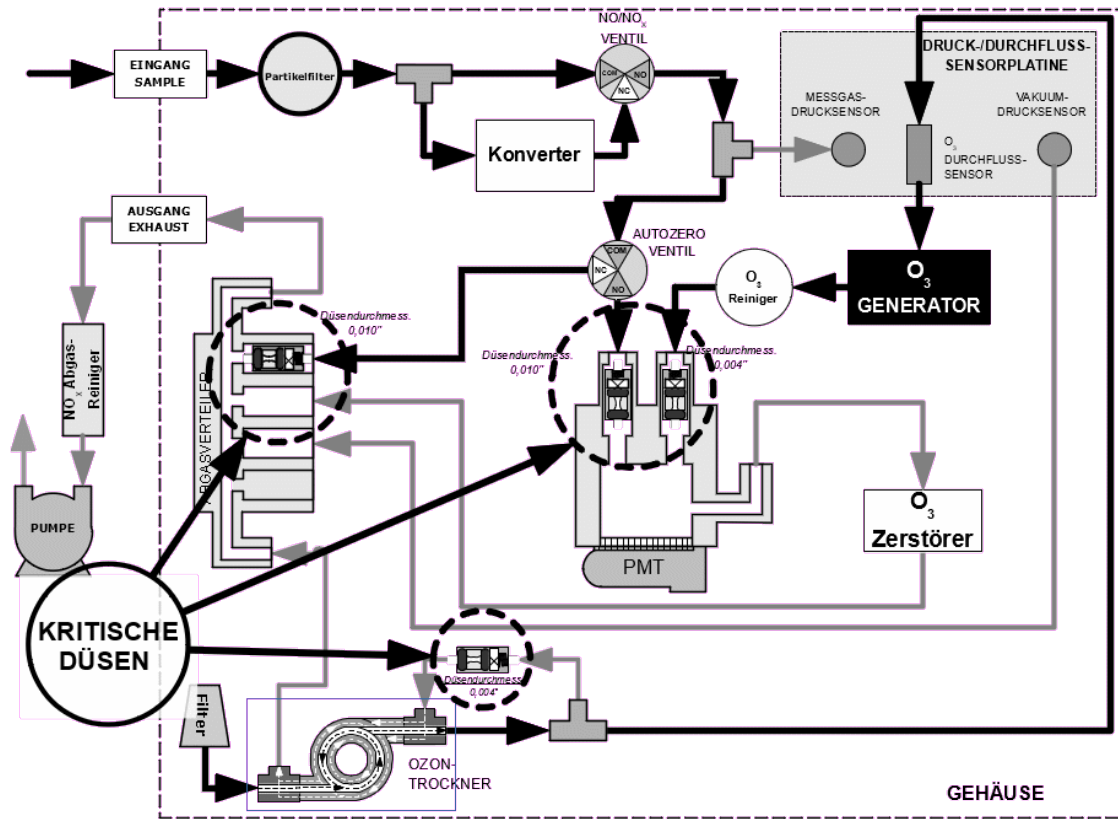


Abbildung 6-8 Position der Durchfluss-Steuerungen und kritischen Düsen im T200P

Tabelle 6-2 T200P Gasdurchfluss-Steuerungen

POSITION	AUFGABE	DURCHMESSER DER DÜSE	DURCHFLUSS-RATE (NOMINAL)
Messgaseingang der Messkammer	Regelt die Probendurchflussrate in die Reaktionskammer.	0,010" (0,25 mm)	500 cc/min
O ₃ -Zufuhreingang der Reaktionskammer	Regelt den Durchfluss des Ozons in die Messkammer.	0,004" (0,10 mm)	80 cc/min
Trockenluftrücklauf des Ozontrockners	Regelt die Durchflussrate des Trockenluftrücklaufs/der Spülluft des Trockners.	0,004" (0,10 mm)	80 cc/min
Vakuum-Verteiler, AutoZero-Verbindung	Regelt die Probendurchflussrate beim Passieren der Reaktionskammer im AutoZero Zyklus.	0,010" (0,25 mm)	500 cc/min
Vakuum-Verteiler, Abgasausgang des internen Prüfgasgenerators (bei eingebautem IZS-Generator).	Regelt die Spülluftdurchflussrate durch den optionalen internen Prüfgasgenerator, wenn eingebaut.	0,003" (0,08 mm)	60 cc/min

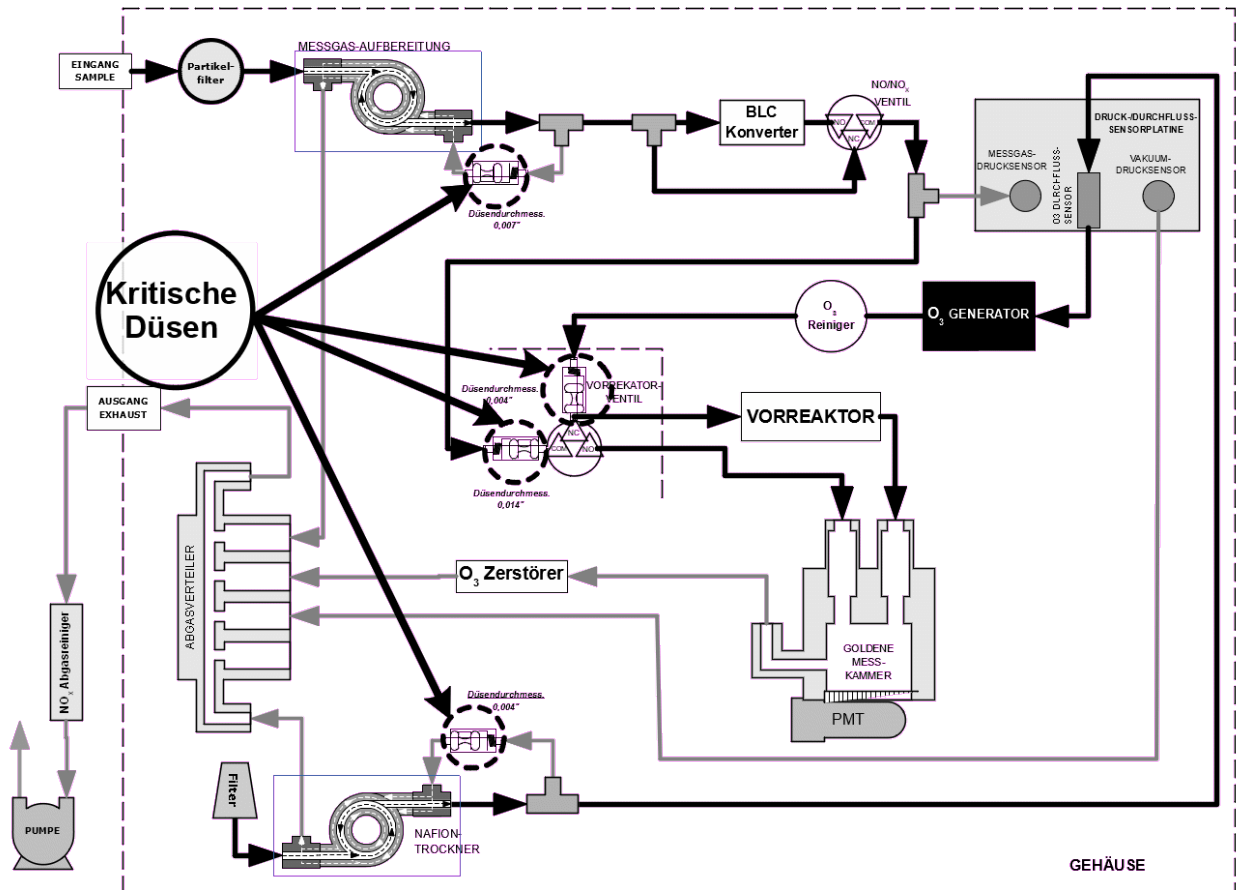


Abbildung 6-9 Position der Durchfluss-Steuerungen und kritischen Düsen im T200UP

Tabelle 6-3 T200UP Gasdurchfluss-Steuerungen

POSITION	AUFGABE	DURCHMESSER DER DÜSE	DURCHFLUSSRATE (NOMINAL)
Messgas-Eingang des Vorreaktions-Ventils	Regelt die Probendurchflussrate durch das Vorreaktions-Ventil in die Vorreaktions-Kammer oder in die Messkammer.	0,014" (0,35 mm)	1100 cc/min
Trockenluftrücklauf des Messgastrockners	Regelt die Durchflussrate des Trockenluftrücklaufs/der Spülluft des Trockners.	0,007" (0,18 mm)	250 cc/min
O ₃ -Eingang des Vorreaktions-Ventils	Regelt den Durchfluss des Ozons durch die Vorreaktions-Kammer in die Messkammer.	0,004" (0,10 mm)	80 cc/min
Trockenluftrücklauf des Ozontrockners	Regelt die Durchflussrate des Trockenluftrücklaufs/der Spülluft des Trockners.	0,004" (0,10 mm)	80 cc/min

Das notwendige 2:1 Verhältnis bei den kritischen Düsen wird von den Analysator-Pumpen stark überschritten, die dafür gebaut sind, eine große Breite an möglicher Variabilität in Umgebungsluftdruck und zeitbedingten Leistungsabfall der Pumpe

selbst auszugleichen. Findet ein Leistungsabfall der Pumpe statt, kann das Verhältnis zwischen Messgas- und Vakuumdruck unter 2:1 fallen. Dann zeigt das Gerät eine ungültige Messgasdurchfluss-Messung an.

Hinweis

Der Durchmesser der kritischen Düse kann sich mit der Temperatur aufgrund der Ausdehnung des Düsen-Materials verändern, daher befinden sich die wichtigsten kritischen Düsen (für die Steuerung des Messgases und des O₃ in die Messkammer selbst) in der Messkammer, wo sie eine konstante Temperatur haben.

6.3.3. OZONGENERATION UND -DURCHFLUSS

Das für die Reaktion mit NO in der Reaktionskammer benötigte Überschuss-Ozon wird wegen der Instabilität und Toxizität von Ozon im Inneren des Analysators gebildet. Abgesehen vom Ozongenerator selbst, erfordert dies die Versorgung mit trockener Luft und das Filtern des Gases vor dessen Eintritt in die Reaktionskammer.

Aufgrund seiner Toxizität und seines aggressiven chemischen Verhaltens, muss das O₃ ebenfalls aus dem Gasstrom entfernt werden, bevor es durch den Abluftausgang nach außen geleitet werden kann.

ACHTUNG – ALLGEMEINER SICHERHEITSHINWEIS



Ozon (O₃) ist ein toxisches Gas.

Besorgen Sie ein Material- und Sicherheitsdatenblatt (MSDS) für dieses Gas. Lesen und befolgen Sie unbedingt die dort aufgeführten Sicherheitsrichtlinien.

Stellen Sie immer sicher, dass die Anschlüsse des O₃ Erzeugungs- und Zufuhrsystems gewartet werden und frei von Undichtheiten sind.

6.3.3.1. O₃-GENERATOR

Der Analysator verwendet ein duales dielektrisches Korona-Entladungsröhrchen (CD) zur Erzeugung von O₃, das hohe Konzentrationen von O₃ effizient und mit geringer Überschusswärme erzeugen kann (siehe Abbildung 6-10). Die Hauptkomponente des Generators ist ein Glasröhrchen mit hohlen Wänden, dessen äußeren und inneren Oberflächen mit einem elektrisch leitenden Material beschichtet sind.

Die Luft fließt zwischen den beiden leitenden Oberflächen durch das Glasröhrchen und bildet dabei einen Kondensator, wobei Luft und Glas als das Dielektrikum handeln. Die Glasschichten trennen, zur Vermeidung einer Reaktion mit dem O₃, ebenfalls die leitenden Oberflächen vom Luftstrom. Während sich der Kondensator lädt und entlädt, werden Elektronen erzeugt, über die Luftlücke beschleunigt und kollidieren mit den O₂ Molekülen im Luftstrom, wobei sie diese in elementaren Sauerstoff spalten.

Einige dieser Sauerstoffatome verbinden sich neu mit O₂ zu O₃. Die Ozonmenge hängt von Faktoren wie der Spannung und Frequenz des wechselnden, auf die CD Zellen aufgegebenen Stroms ab. Werden genug Hochenergie-Elektronen zur Ionisierung der O₂-Moleküle erzeugt, wird ein lichtemittierendes, gasförmiges Plasma gebildet, das im Allgemeinen als Korona bezeichnet wird. Daher auch die Bezeichnung des Korona-Entladungs-Generators.

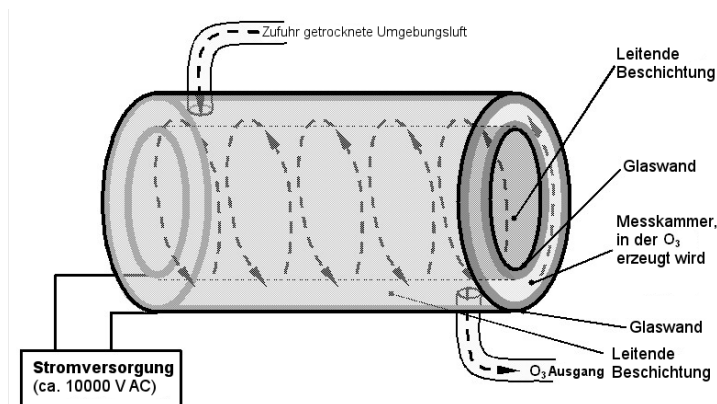


Abbildung 6-10 Arbeitsweise des Ozongenerators

6.3.3.2. TROCKENLUFTZULEITUNG DES OZONGENERATORS

Umgebungsluft enthält üblicherweise genug Wasserdampf um die Menge an vom Ozongenerator produziertem Ozon, deutlich zu verringern. Des Weiteren kann Wasser mit anderen Chemikalien wie Ammoniumsulfat oder hoch korrosiver Salpetersäure innerhalb des O₃ Generators reagieren und den in der Reaktionskammer angebrachten optischen Filter beschädigen.

Um dies zu verhindern, wird die Luft für den O₃-Generator mit einem speziellen Permeationstrockner getrocknet. Der Trockner besteht aus einem einzelnen Nafion[®]-Schlauch, der sich in einem äußeren, flexiblen Plastischlauch befindet. Nafion[®] ist ein CO-Polymer, das nur Wasser gut absorbiert aber kaum andere Chemikalien. Während das Gas durch das Nafion[®] Schlauchinnere strömt, wird der Wasserdampf an den Membranwänden absorbiert. Das absorbierte Wasser

wird durch die Membranwand transportiert und verdunstet, gegen den Gasstrom im inneren Schlauch, in der durch den äußeren Schlauch strömenden trockenen Spülluft.

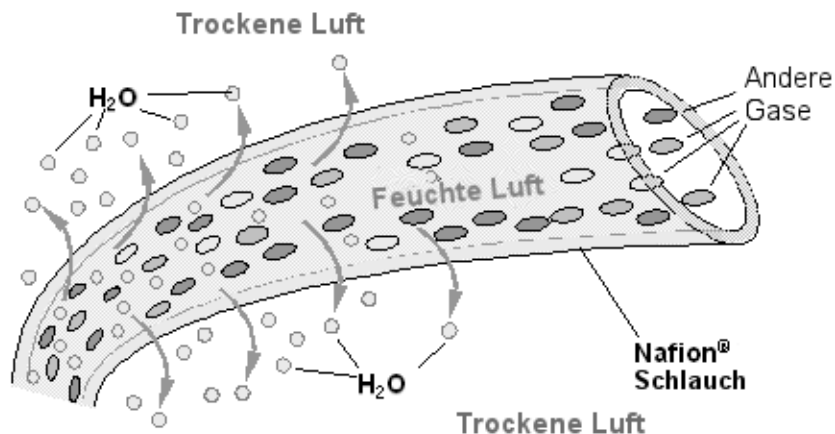


Abbildung 6-11 Halb-durchlässige Membrane

Dieser sowohl vom Feuchtigkeitsgradienten als auch den Durchfluss- und Druckunterschieden zwischen innerem und äußerem Schlauch bestimmte Prozess, bei dem Wassermoleküle gesammelt und durch das Nafion[®]-Material transportiert wird, wird Per-Evaporation genannt. Im Gegensatz zu einem relativ langsamen Diffusionsprozess bei einer mikroporösen Membran-Permeation, ist die Per-Evaporation eine einfache kinetische Reaktion. Daher tritt dieser Trocknungsprozess sehr schnell auf. - Normalerweise in Millisekunden.

Die chemische Reaktion basiert auf den Wasserstoffbindungen zwischen dem Wassermolekül und dem Nafion[®]-Material, andere chemische Komponenten der zu trocknenden Gase bleiben im Allgemeinen unbeeinflusst. Die Gase, die für den T200 interessant sind, NO und NO₂, werden nicht absorbiert und passieren den Trockner unverändert.

Andererseits können auch andere Gase wie Ammoniak (NH₃), die zu Wasserstoffbindungen imstande sind, ebenfalls auf diese Weise absorbiert werden. Dies ist ein Vorteil, da Gase wie NH₃ störend auf die Messung von NO_x, NO and NO₂ sein können (siehe Tabelle 6-1).

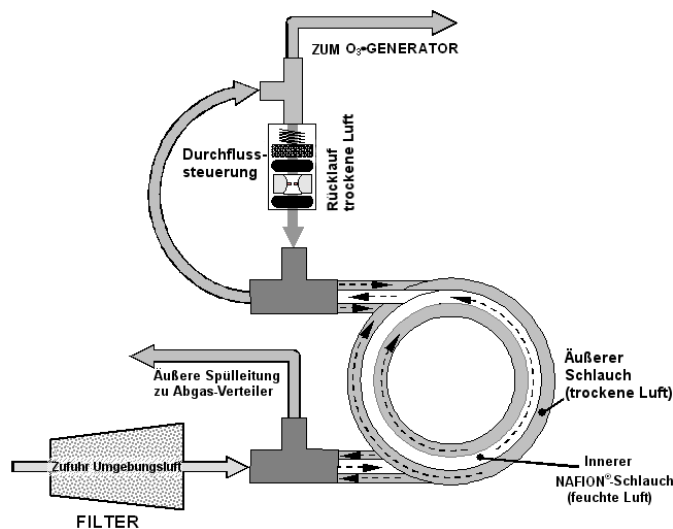


Abbildung 6-12 Messgas-Trockner

Um trockene Spülluft für die äußere Seite des Nafion[®]-Schlauchs zur Verfügung zu stellen, schleust der Analysator die getrocknete Luft vom inneren Schlauch teilweise zum äußeren Schlauch. Wenn der Analysator über 30 Minuten ausgeschaltet war, wird der Feuchtigkeitsgradient zwischen innerem und äußerem Schlauch nicht sehr hoch und damit die Effizienz des Trockners sehr niedrig sein. Es benötigt eine bestimmte Zeit, bis der Feuchtigkeitsgradient groß genug ist, dass der Messgas-Trockner effizient betrieben werden kann. In solchen Kaltstart-Fällen wird der O₃-Generator erst nach 30 Minuten eingeschaltet, damit er erst mit ausreichend trockener Luft betrieben wird.

Hinweis

Wird das Gerät angeschaltet, und es war weniger als 30 Minuten ausgeschaltet, wird der Generator sofort angeschaltet.

Der Messgas-Trockner ist in der Lage, Umgebungsluft adäquat bis zu einem Taupunkt von $\leq -5^{\circ}\text{C}$ (~ 4000 ppm restliches H₂O) bei einem Durchfluss von 1 Standardliter pro Minute (slpm) oder bis zu $\leq -15^{\circ}\text{C}$ (~ 1600 ppm residual H₂O) at 0,5 slpm zu trocknen. Der Messgas-Trockner kann außerdem Ammoniak im Prüfgas bis zu Konzentrationen von ungefähr 1 ppm entfernen.

6.3.3.3. LUFTFILTER DER OZONZUFUHR

Der Analysator verwendet Umgebungsluft als Versorgungsgas für den O₃-Generator und erzeugt möglicherweise eine Reihe von Nebenprodukten. Geringe Mengen von Wasser, Ammoniak und verschiedenen Schwefeloxiden können sich zur Erzeugung von Ammoniumsulfat, Ammoniumnitrat, Salpetersäure und anderen Verbindungen vereinen. Während Sulfate und Nitrate Empfindlichkeitsdrifts verursachende, staubförmige Rückstände in der Reaktionskammer bilden können, ist Salpetersäure eine sehr aggressive, den Komponenten des Analysators möglicherweise schädigende Verbindung. Um diese chemischen Nebenprodukte aus dem O₃-Gasstrom zu entfernen, fließt der Ausgang des O₃-

Generators durch einen speziellen Filter zwischen Generator und Reaktionskammer.

Geringe Mengen von NO_x, welches im Generator (aus der Reaktion von O₂ oder O₃ mit N₂ in der Luft) erzeugt wird, verfälscht die Messung nicht, da es durch die AutoZero-Funktion (siehe Abschnitt 6.2.3) korrigiert wird.

6.3.3.4. OZON-ABBAU

Obwohl Ozon instabil ist und typischerweise zu O₂ reagiert, ist der Abbau nicht schnell genug um zu garantieren, dass es aus dem Abluftgasstrom des Analysators völlig entfernt ist. Aufgrund der hohen Toxizität und Reaktivität von O₃ wird zur vollständigen Entfernung des überschüssigen O₃ ein spezieller katalytischer Ozonvernichter verwendet. Der Umwandlungsprozess ist sehr sicher. Es wird nur Ozon in Sauerstoff umgewandelt, und es entstehen dabei keine toxischen oder gefährlichen Gase.

Der O₃-Vernichter befindet sich im NO₂-Konverter. Dieser echte, katalytischer Konverter ist, im Gegensatz zu Aktivkohle-basierenden Ozon-Vernichtern, wartungsfrei.

Eine bestimmte Menge feinen schwarzen Staubes kann aus dem Katalysator austreten. Dies besonders, falls der Analysator plötzlichen Druckabfällen ausgesetzt ist (zum Beispiel, beim plötzlichen Trennen der laufenden Pumpe - ohne dass der Analysator sich langsam dem Umgebungsdruck anpassen kann). Damit kein Staub in die Messkammer oder Pumpe gelangt, ist der Ozon-Vernichter mit Quarzwolle-Filtermaterial ausgestattet.

6.3.4. PNEUMATISCHE SENSOREN

Hinweis

Der Analysator zeigt alle Druckwerte in Quecksilber absolut (in-Hg-A) an, d.h. absoluter Druck in Bezug auf Null (ein perfektes Vakuum).

Drei pneumatische Sensoren verifizieren den Durchfluss und die Drucklevel der Gasdurchflüsse. Diese Sensoren befinden sich auf einer genau hinter der Sensorbaugruppe befindlichen, als Druck-/Durchfluss-Sensorboard bezeichneten, Platine. Die Messwerte dieser drei Sensoren werden für eine Vielzahl an Berechnungen und diagnostischen Anwendungen verwendet.

6.3.4.1. MESSGAS-DRUCKSENSOR

Dieser Drucksensor dient zur Messung des Probengasdrucks vor Eintritt in die Reaktionskammer des Analysators und ist mit dem NO/NO_x-Eingangsventil verbundenen.

- In Verbindung mit dem Messwert des Vakuum-Drucksensors wird dieser „eingangsseitige“ Messwert verwendet, um die Durchflussrate des Messgases zu berechnen, und zur Validierung des kritischen Durchflusszustandes der kritische Düse für das Messgases verwendet (Abschnitt 6.3.2).

- Ist die Funktion Temperatur-/Druckkompensation (TPC) angeschaltet (Abschnitt 6.10.2), wird der Ausgang dieses Sensors ebenfalls zur Bereitstellung von Druckdaten für diese Berechnung verwendet.

6.3.4.2. VAKUUM-DRUCKSENSOR

Ein mit dem Abluftverteiler verbundener Absolutdruck-Sensor wird zur Messung des Drucks nach und in der Reaktionskammer verwendet.

- Der Ausgang des Sensors wird von der CPU zur Berechnung des Druckunterschieds zwischen dem Gas beim Eingang der Reaktionskammer und dem Ausgang verwendet. Des Weiteren dient er als Hauptdiagnostikmerkmal für den korrekten Pumpenbetrieb.
- Fällt das Verhältnis zwischen flussaufwärts und –abwärts gewandtem Druck unter 2:1, erscheint eine Warnmeldung im Display der Gerätevorderseite und die Probendurchflussrate zeigt ungültige Werte an.
- Beim Übersteigen dieses Drucks wird eine RCELL Press Warnmeldung ausgegeben, obwohl der Analysator mit der Berechnung des Probendurchflusses bis ~14 inHg fortfährt.
- Ist die Funktion Temperatur-/Druckkompensation (TPC) aktiviert (Abschnitt 6.10.2), wird der Ausgang dieses Sensors ebenfalls zur Bereitstellung von Druckdaten für diese Berechnung verwendet.
- Dieser Messwert ist im Dashboard unter Rx Cell einsehbar.

6.3.4.3. BERECHNUNG DES MESSGASDURCHFLUSSES

Der Probengasfluss im Analysator ist kein direkt gemessener Wert, sondern er wird unter Verwendung des Flussprinzips durch eine kritische Düse von den gemessenen Druckunterschieden bei den kritischen Düsen im Messgasdurchfluss berechnet. Der Messwert des eingangs gelegenen Messgasdrucksensors wird mit dem des flussabwärtigen Messwert des Vakuum-Drucksensors verglichen. Durch den Unterschied zwischen den beiden wird die Durchflussrate durch die Messkammer von der CPU berechnet.

- Das Ergebnis dieser Berechnung ist im Dashboard und/oder auf der Seite Home, in einem der Anzeigefelder, falls Sample Flow dafür eingestellt wurde, sichtbar. (Für die Konfiguration, siehe Abschnitt 2.5.3 für Dashboard, und Abschnitt 2.5.6 für Startseite).

6.3.4.4. O₃-DURCHFLUSSENSOR

Im Gegensatz zum Messgasdurchfluss wird der Ozondurchfluss mit einem Massenflussmesser gemessen, die sich auf der Durchfluss-/Drucksensor-Platine hinter dem PMT-Sensor befindet. Pneumatisch gesehen liegt er zwischen Messgas-Trockner und dem O₃ Generator. Der Massenflussmesser hat einen Gesamtskalenbereich von 0-1000 cc/min und kann über die Software auf seinen Endpunkt kalibriert werden (siehe Abschnitt 4.5).

Da der auf der Gerätevorderseite angezeigte Flusswert ein tatsächlicher Messwert ist (kein berechneter Wert), können die Schwankungen höher als beim, auf einer Berechnung von (stabileren) unterschiedlichen Drücken basierenden, Probenfluss

sein. Andererseits kann eine Drift (d.h. Langzeitveränderung) in der Ozon-Durchflussrate ein Durchflussproblem anzeigen.

Diese Information wird verwendet, um die Durchflussrate des O₃ zu überwachen.

- Überschreitet die Durchflussrate $\pm 15\%$ der nominalen Durchflussrate (80 cc/min), erscheint die Warnung OZONE FLOW WARNING auf der Seite Alerts und der O₃-Generator wird ausgeschaltet.
- Eine zweite Warnung, OZONE GEN OFF, wird ebenfalls angezeigt.
- Die Durchflussrate ist über die Frontanzeige als die Testfunktionen OZONE FL und die SIGNAL I/O-Funktion OZONE_FLOW ablesbar.

Wie bei auch bei allen anderen Parametern empfehlen wir, den Ozondurchfluss für eine vorhersagende Diagnose und Wartungsnotwendigkeit laufend zu überwachen.

6.4. ELEKTRONISCHER BETRIEB

6.4.1. ÜBERBLICK

Abbildung 6-13 zeigt ein Blockdiagramm der wichtigsten elektronischen Komponente des Analysators.

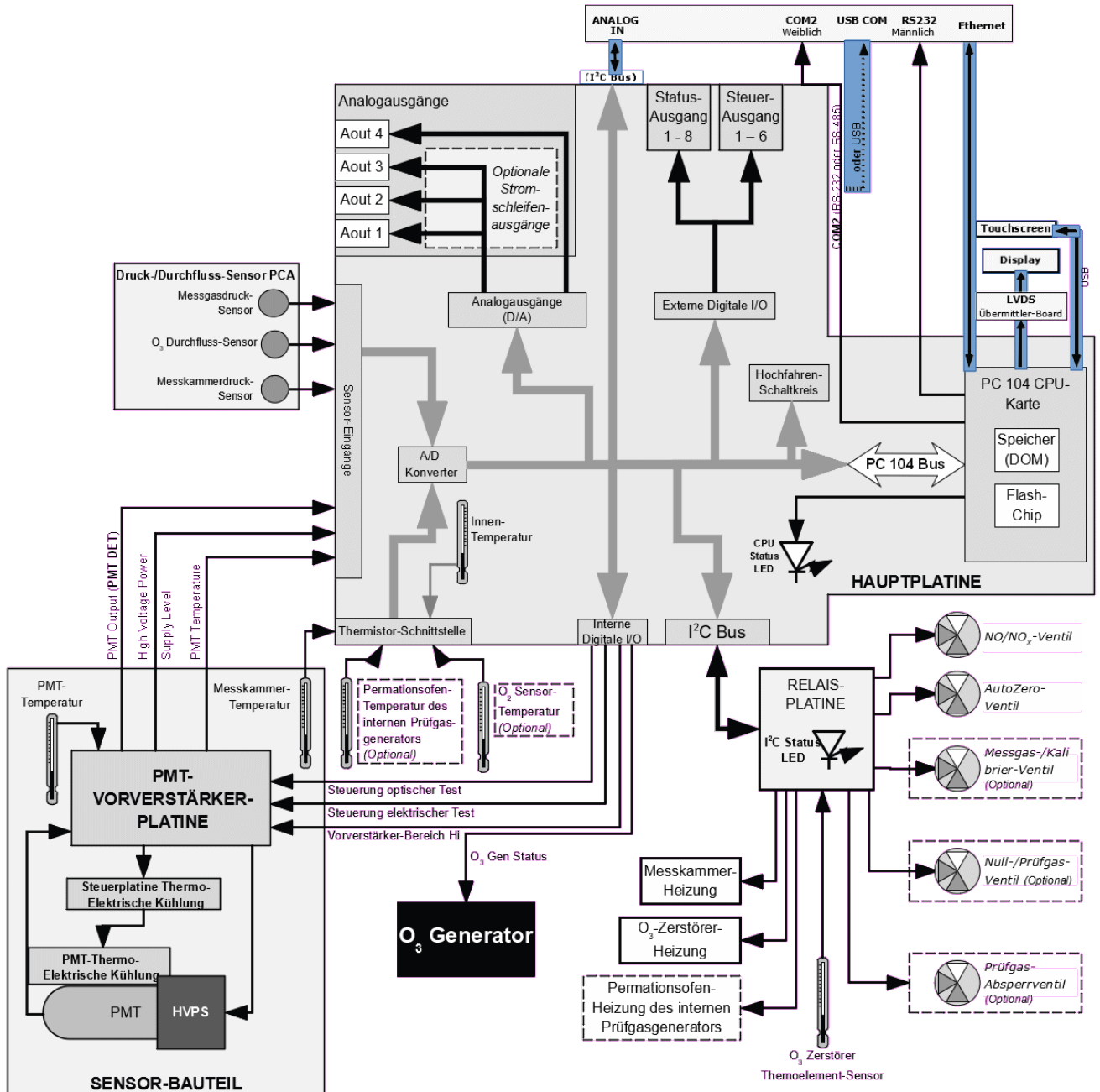


Abbildung 6-13 Elektronisches Blockdiagramm

Der Kern des Analysators ist ein Mikrocomputer (CPU), der die verschiedenen internen Prozesse überwacht, Daten interpretiert, Daten berechnet, und unter Verwendung der von T-API speziell entwickelten Software die Ergebnisse anzeigt. Die CPU kommuniziert mit dem Anwender, empfängt Daten, und gibt über die Hauptplatine Befehle an eine Vielzahl peripherer Bauteile aus.

Daten werden vom Sensor-Bauteil generiert und in ein analoges Signal umgewandelt, das der Chemilumineszenz Menge in der Reaktionskammer entspricht. Dieses Signal wird von einem unipolen Analog-zu-Digital-Konverter, der sich auf der Hauptplatine befindet, in digitale Daten umgewandelt.

Eine Vielzahl von Sensoren melden die physikalischen und operativen Zustände der Hauptkomponenten des Analysators, über die Signalverarbeitungs-Kapazitäten der Hauptplatine. Die Statusmeldungen werden als Daten für verschiedene Messwertberechnungen verwendet und lösen Ereignisse für bestimmte Warnmeldungen und Steuerungsbefehle der CPU aus. Diese Informationen werden im Speicher von der CPU gespeichert und können in den meisten Fällen vom Anwender über die Frontanzeige eingesehen werden.

Die CPU gibt Befehle über eine Reihe von Relais und Schaltern (auch über den I²C-Bus) auf einer separaten Platine (genannt Relais-Platine) aus, um die Funktionen der wichtigen elektromechanischen Bauteile wie Heizungen und Ventile zu steuern. Sie gibt auch einige Befehle direkt an das Sensor-Bauteil (z.B. Starten des elektrischen oder optischen Tests).

Indem sie den Status der verschiedenen Ventile überwacht, steuert die CPU den Messgasfluss durch die verschiedenen Teile des Analysators (NO-Messgasfluss; NO_x-Messgasfluss; AutoZero). Je nachdem welcher Fluss aktiv ist, interpretiert die CPU das Sensor-Signal um Rohdaten zu erlangen, die die Konzentrationen des NO_x, NO und null („dunkler“ Zustand) repräsentieren. Aus diesen Betriebsdaten im Speicher werden dann die endgültige Konzentrationen von NO_x, NO and NO₂ berechnet.

Die CPU kommuniziert mit dem Benutzer und der Außenwelt auf mehrere Arten:

- Über den Touchscreen der Frontplatte
- Über die seriellen Ausgangs-/Eingangsschnittstellen
- Verschiedenen analoge Spannungs- und Stromsignale
- Mehrere digitale Ausgangs-/Eingangsschnittstellen
- Ethernet

6.4.2. CPU

Die CPU-Karte des Geräts, eingebaut auf der Hauptplatine in der Rückplatte, ist ein leistungsstarker, 86-basierter PC 104 Mikrocomputer mit niedrigem Stromverbrauch, auf dem Windows CE läuft. Er besitzt zwei nicht-flüchtige Datenspeicher: einen Disk-on-Module (DOM) und einen eingebetteten Flash-Speicher. Der DOM ist ein 44-pin IDE-Flashlaufwerk mit 512 MB Speicherkapazität. Er wird verwendet um das Betriebssystem des Computers zu speichern, der Teledyne API-Firmware, und die meisten Betriebsdaten die vom internen Datenerfassungssystem (DAS) des Analysators generiert werden. Der nichtflüchtige, eingebettete Flash-Chip enthält 2 MB Speicherplatz für Kalibrierdaten, sowie eine Sicherung der Konfiguration des Analysators.

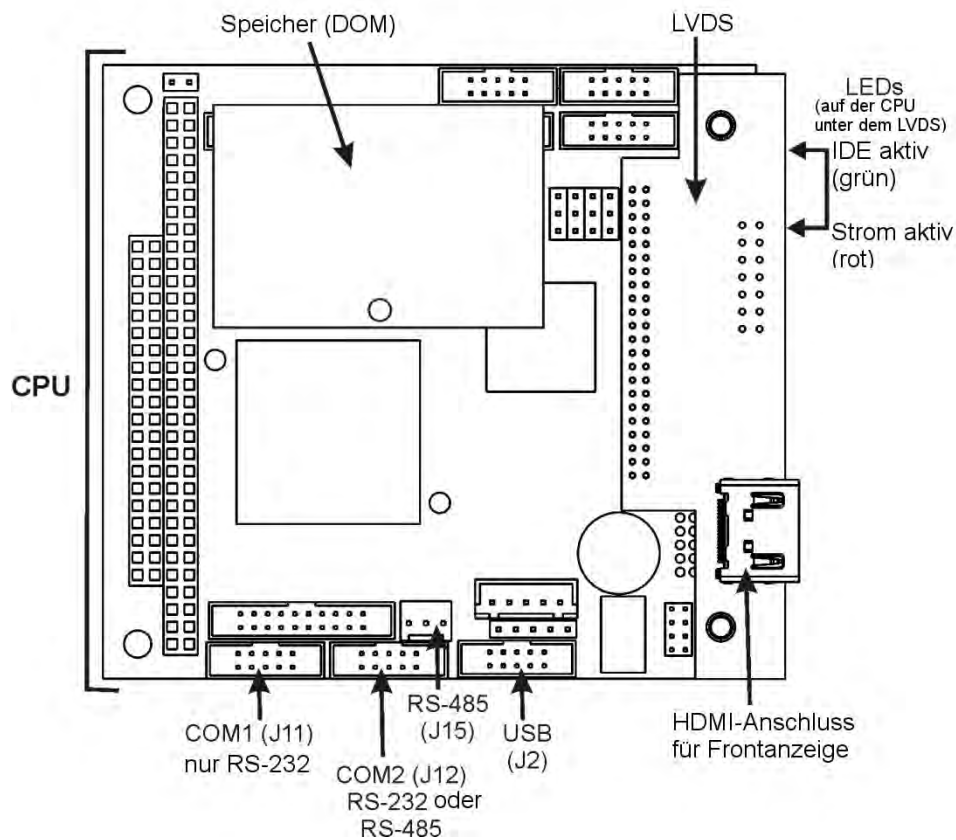


Abbildung 6-14 CPU-Board

6.4.3. HAUPTPLATINE

Diese Platine enthält eine Vielzahl an Funktionen, inklusive A/D-Konverter, digitale Eingangs-Ausgangssignale, PC-104 zu PC-Übersetzung, Signalverarbeitung des Temperatursensors und fungiert als Verbindung zu den RS-232- und RS-485-Signalen.

6.4.3.1. A-ZU-D-KONVERTER

Analoge Signale, wie die Spannungen von den verschiedenen Sensoren des Analysators, werden vom Analog-zu-Digital-Konverter (A/D) in digitale Signale umgewandelt, die die CPU verstehen und verändern kann. Unter der Kontrolle der CPU wählt dieser Funktionsblock ein bestimmtes Eingangssignal und wandelt die gewählte Spannung in einen digitalen Wert um.

Der A/D besteht aus einem Spannung-zu-Frequenz-Konverter (V-F), einer programmierbaren logischen Schaltung (PLD), drei Multiplexern, einigen Verstärkern und anderen angeschlossenen Bauteilen. Der V-F-Konverter erzeugt eine Frequenz proportional zu seiner Eingangsspannung. Der PLD misst das Ausgangssignal des V-F während einer bestimmten Zeit und sendet das Ergebnis dieser Messung in Form einer binären Nummer an die CPU.

Der A/D kann für verschiedenen Eingangsmodi und -Bereich konfiguriert werden, allerdings wird in diesem Analysator der unipolare Modus mit einer +5V Gesamtskala verwendet. Der Konverter hat einen Über- und Unterbereich von 1%. Dies ermöglicht eine Umwandlung von Signalen von -0,05V bis 5,05V.

Für Kalibrierungen werden dem A/D zwei Referenzspannungen zugeführt: Referenzerde und +4,096 VDC. Während der Kalibrierung misst der Konverter diese Spannungen und gibt deren digitales Äquivalent an die CPU aus. Die CPU verwendet diese Werte, um den Offset und Slope des Konverters zu berechnen und verwendet diese Faktoren für weiterführende Umrechnungen.

6.4.3.2. SENSOREINGÄNGE

Die analogen Hauptsignale des Analysators sind mit dem A/D über den Master-Multiplexer von zwei Anschlüssen auf dem Motherboard gekoppelt. Lastwiderstände (100 k Ω) auf jedem dieser Eingänge verhindern Störsignale zwischen den Sensorsignalen.

PMT-DETEKTORAUSGANG: Der PMT-Detektorausgang vom PMT-Vorverstärker wird bei der Berechnung von NO, NO_x and NO₂-Werten verwendet.

HOCHSPANNUNGS-STROMVERSORGUNG (HVPS): Die PMT Hochspannung basiert auf der Versorgungsspannung des Vorverstärkerboards, Wird digitalisiert und zur CPU gesendet, und damit die Spannungseinstellung der HVPS berechnet.

PMT TEMPERATUR: Die PMT-Temperatur wird mit einem Temperaturfühler innerhalb des Kühlblocks des PMT gemessen. Ihr Signal wird von der Rückkoppelungsschaltung auf dem Vorverstärker-board verstärkt, digitalisiert und zur CPU gesendet, wo sie zur Berechnung der momentanen PMT-Temperatur verwendet wird.

MESSGAS-DRUCKSENSOR: Misst den Gasdruck in der Messgaskammer.

VAKUUM-DRUCKSENSOR: Misst den Gasdruck innerhalb der Reaktionskammer.

O₃-DURCHFLUSS-SENSOR: Misst die Durchflussrate des O₃-Flusses zur Messkammer.

6.4.3.3. TEMPERATURSENSORSCHNITTSTELLE

Dieser Kreislauf bietet Anregung, Auflösung und Signalauswahl für einige im Inneren des Analysators angebrachte, negativ koefiziente Thermistor-Temperatursensoren.

REAKTIONSKAMMER-TEMPERATURSENSOR: Ein Temperatursensor, der die Temperatur innerhalb der Reaktionskammer misst, und von der CPU zur Steuerung der Reaktionskammer-Heizung und als Parameter im Temperatur/Druck-Kompensations-Algorithmus verwendet wird.

INNENTEMPERATUR-SENSOR: Ein Temperatursensor, der die Innentemperatur des Analysators misst, welche dann auf der Frontanzeige angezeigt wird. Es wird auch als Teil der Berechnungen für NO, NO_x and NO₂ verwendet, wenn die Funktion Temperatur-/Druckkompensation aktiviert ist.

Interner Prüfgasgenerator Dieser Temperatursensor meldet die Temperatur der NO₂-Permeationsquelle des optionalen internen Prüfgasgenerators an die CPU, als Teil der Steuerungsschleife, die das Röhrchen auf einer hohen, konstanten Temperatur erhält (damit die Permeationsrate des NO₂ konstant bleibt).

Hinweis

Es gibt zwei Temperatursensoren, die die Temperatur des PMT-Bauteils überwachen:

Einer ist auf dem Kühlblock der TEC des PMT eingebettet. Das Signal wird vom PMT-Vorverstärker aufbereitet und über die Hauptplatine an die CPU gemeldet (siehe Abschnitt 6.4.3.2).

Die zweite befindet sich auf der Platine des PMT-Vorverstärkers und wird nur als Referenz für den Vorverstärker-Schaltkreis verwendet. Dieses Signal wird weder weitergemeldet noch gespeichert.

6.4.3.4. ANALOGAUSGÄNGE

Der Analysator ist mit vier konfigurierbaren Analogausgängen auf der Rückwand ausgestattet. - Beschriftet mit A1, A3 und A4. Eine Anzahl von skalierenden Mess- und Elektronikfaktoren lassen sich auf diese Signale anwenden.

ANALOGAUSGÄNGE Alle der funktionierenden Analogausgänge sind mit dem A/D-Konverter über einen Loop-Back-Schaltkreis verbunden. Dies ermöglicht eine Kalibrierung der Spannungssignale durch die CPU, ohne Bedarf an zusätzlichen Werkzeugen und Einbauten.

6.4.3.5. EXTERNE DIGITALE EIN- UND AUSGÄNGE (I/O)

Die externen digitalen Ein- und Ausgänge kontrollieren die Statusausgänge und Steuerungseingänge.

6.4.3.6. INTERNE DIGITALE EIN- UND AUSGÄNGE (I/O)

Die internen digitalen Ein- und Ausgänge steuern einige Untersysteme, wie elektrische und optische Tests, die Bereichsüberwachung des PMT-Vorverstärkers und den O₃-Generator.

6.4.3.7. I²C DATENBUS

I²C ist ein in Systemen der Gewerbe- und Unterhaltungselektronik häufig verwendeter, getakteter, digitaler serieller I/O Zweidrahtbus. Eine Sendeempfangseinrichtung auf dem Motherboard wandelt Daten und Überwachungssignale vom PC-104 Bus zum I²C um. Die Daten werden dann zur Relais-Platine, der optionalen Anlogeingangs-Platine und dem Ventilsteuerschaltkreis geleitet.

6.4.3.8. EINSCHALTKREISLAUF

Dieser Kreislauf überwacht die +5V Stromversorgung während des Einschaltens des Analysators und stellt die Analogausgänge, die externen digitalen I/O Anschlüsse und den I²C-Kreislauf auf bestimmte Werte ein, bis die CPU hochfährt und die Instrumentensoftware die Überwachung übernehmen kann.

6.4.4. RELAIS-PLATINE

Die CPU gibt Befehle über eine Reihe von Relais und Schalter (auch über den I²C-Bus), die sich auf einer separaten Platine befinden (genannt Relais-Platine, siehe Abbildung 6-15) aus, um die Funktionen der wichtigen elektromechanischen Bauteile wie Heizungen und Ventile zu steuern. Die Relais-Platine erhält Anweisungen in Form von digitalen Signalen über den I²C-Bus, interpretiert diese digitalen Anweisungen und aktiviert entsprechend verschiedene Schalter und Relais.

Die Relais-Platine befindet sich im rechten hinteren Viertel des Analysators und ist vertikal auf der Rückseite der Halterung für die Netzteile des Geräts, befestigt.

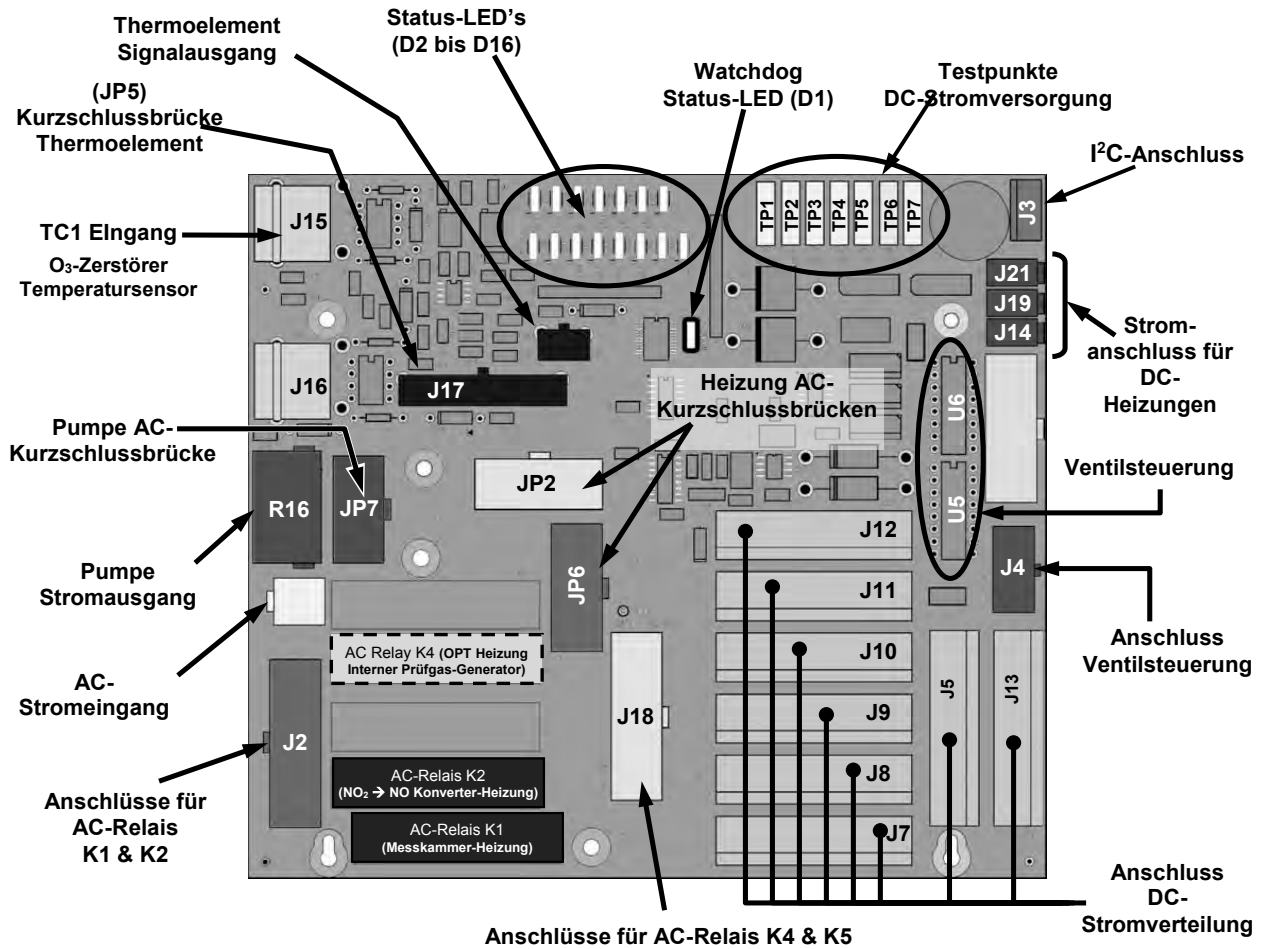


Abbildung 6-15 Relais-Platine Layout (P/N 045230100)

WARNUNG – STROMSCHLAGGEFAHR

Nur die Relais, die für die Konfiguration des Analysators tatsächlich benötigt werden, sind bestückt.



Eine Haltescheibe wird über den AC-Stromrelais eingebaut, um diese sicher in ihrer Halterung zu fixieren und um unabsichtlichen Kontakt mit unbestückten Halterungen, zu vermeiden.

Entfernen Sie niemals diese Halterung, wenn das Gerät angesteckt und eingeschaltet ist. Die Kontakte der AC-Relais-Sockeln unter dem Schutz führen hohe AC-Spannung, auch wenn keine Relais vorhanden sind.

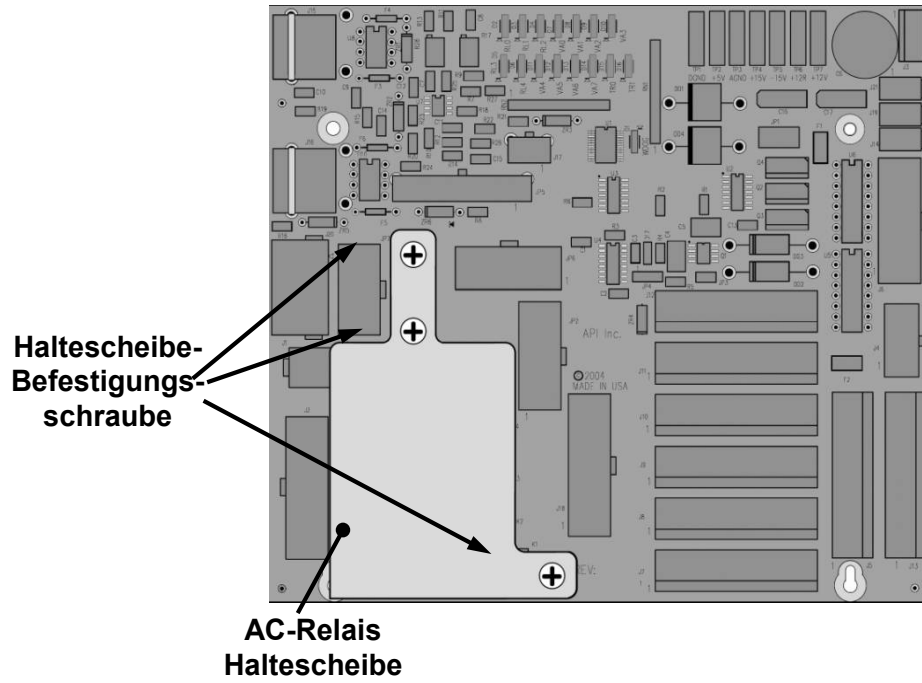


Abbildung 6-16 Relais-Platine P/N 045230100 mit Haltescheibe

6.4.4.1. STATUS-LEDS

Sechszehn LEDs befinden sich auf der Relais-Platine des Analysators um den aktuellen Status der verschiedenen Überwachungsfunktionen der Relais-Platine anzuzeigen (Abbildung 5-15). Ihre An-/Aus-Zustände sind in Tabelle 6-4 beschrieben; ihre Funktionen und Fehlerbeschreibungen wurden in Tabelle 5-6 beschrieben.

Tabelle 6-4 Status LEDs der Relais-Platine

LED	STATUS WENN LEUCHTEND (MIT STROM VERSORGT)	STATUS WENN NICHT LEUCHTEND (STANDARDZUSTAND)
D1	SCHALTET ALLE 3 SEKUNDEN AN/AUS direkt von der CPU des Analysators gesteuert.	
D2	Messkammer-Heizung heizt	heizt nicht
D3	Heizt	heizt nicht
D4		
D5 ¹	Konverter-Heizung heizt	heizt nicht
D6		
D7	Z/S-Ventil ist OFFEN für Messgasdurchfluss	Ventil ist OFFEN für Nullgasdurchfluss
D8	Messgas-/Kalibrier-Ventil ist OFFEN für Kalibriergasdurchfluss	Ventil ist OFFEN für Messgasdurchfluss
D9	A/Z-Ventil: Der Prüfgas-Durchfluss UMGEHT die Messkammer	Der Prüfgas-Durchfluss wird DURCH die Messkammer geleitet
D10	NO/NO _x -Ventil: Der Gasdurchfluss wird DURCH den Konverter geleitet	Der Gasdurchfluss umgeht den Konverter
D11 ²	Ventil für duales Prüfgas (1 oder 2): OFFEN zu Eingang SPAN 1	OFFEN zu Eingang Span 2
D12 ³	Absperrventil für komprimiertes Prüfgas: Prüfgasdurchfluss ABGESPERRT	Prüfgasdurchfluss OFFEN
D13 ⁴	Absperrventil für komprimiertes Nullgas: Nullgasdurchfluss ABGESPERRT	Nullgasdurchfluss OFFEN
D14 – 16	Ersatz	

¹ Nur aktiv, wenn der optionale Prüfgasgenerator eingebaut ist.
² Nur aktiv, wenn die Option duales komprimiertes Prüfgas eingebaut ist.
³ Nur aktiv, wenn eine der komprimierten Prüfgas-Optionen eingebaut ist.
⁴ Nur aktiv, wenn eine der komprimierten Nullgas-Optionen eingebaut ist.

6.4.4.2. WATCHDOG-SCHALTUNG

Die wichtigste Status-LED auf der Relais-Platine ist die I²C-Bus LED. Diese wird direkt von der CPU über den I²C-Bus gesteuert. Eine spezielle Schaltung auf der Relais-Platine überwacht den Status von D1. Bleibt diese LED für 30 Sekunden AN oder AUS, weist das darauf hin, dass die CPU oder der I²C-Bus nicht mehr funktionieren, die Watchdog-Schaltung schaltet dann alle Ventile und Heizungen aus.

6.4.4.3. VENTILSTEUERUNG

Die Relais-Platine besitzt auch zwei Steuerbausteine für Magnetventile. Jeder kann bis zu vier Ventile steuern. Das Hauptventil ist das NO/NO_x-AutoZero-Magnetventil, welches direkt vor dem Gehäuse des NO₂ → NO-Konverters eingebaut ist.

- Die zwei Ventile werden mit 12 V von der Relais-Platine versorgt und werden von der CPU über den I²C-Bus gesteuert.

Zusätzliche Ventiloptionen werden ebenfalls von der CPU über den I²C-Bus und der Relais-Platine gesteuert. (Siehe Abschnitt 2.3.2.3, 2.3.2.4, und 2.3.2.5 über diese Ventiloptionen.)

6.4.4.4. HEIZUNGSSTEUERUNG

Für viele Funktionen wie zur Steigerung der Effizienz bestimmter chemischer Reaktionen, Stabilisierung von Messgastemperatur und -druck, usw. Verschiedene andere Komponente werden geheizt/gekühlt.

Zwei Arten von Sensoren werden verwendet um Temperaturdaten für die CPU zu sammeln:

- TEMPERATURSENSOREN: Diese werden in Bereichen verwendet, bei denen der Temperatur-Kontrollpunkt bei oder nahe der Umgebungstemperatur ist (z.B. Messkammer-Temperatur, Gehäuse-Temperatur).
 - Temperatursensoren ändern ihren Widerstand, wenn sie sich aufheizen und abkühlen. Ein DC-Signal wird von der Hauptplatine mit einer festgelegten Spannung und Stromstärke gesendet. Wenn sich der Widerstand des Temperatursensors verändert, steigt die widerkehrende Spannung und steht in direkter Beziehung zu der Temperaturveränderung.
 - Das Ausgangssignal des Temperatursensors wird von der Hauptplatine empfangen, in digitale Daten umgewandelt und an die CPU weitergeleitet.
- THERMOELEMENT: Diese werden verwendet, wo die Zieltemperatur hoch ist.
 - Thermoelemente generieren DC-Spannung die steigt und fällt, wenn sich das Thermoelement erwärmt und abkühlt.
 - Das DC-Signal wird von der Relais-Platine interpretiert, aufbereitet und verstärkt und dann an die Hauptplatine weitergeleitet, wo es ebenfalls in digitale Daten umgewandelt und an die CPU weitergeleitet wird.

Alle verwendeten Heizungen werden mit AC betrieben und werden von AC-Relais auf der Relais-Platine abhängig von CPU-Befehlen an- und ausgeschaltet.

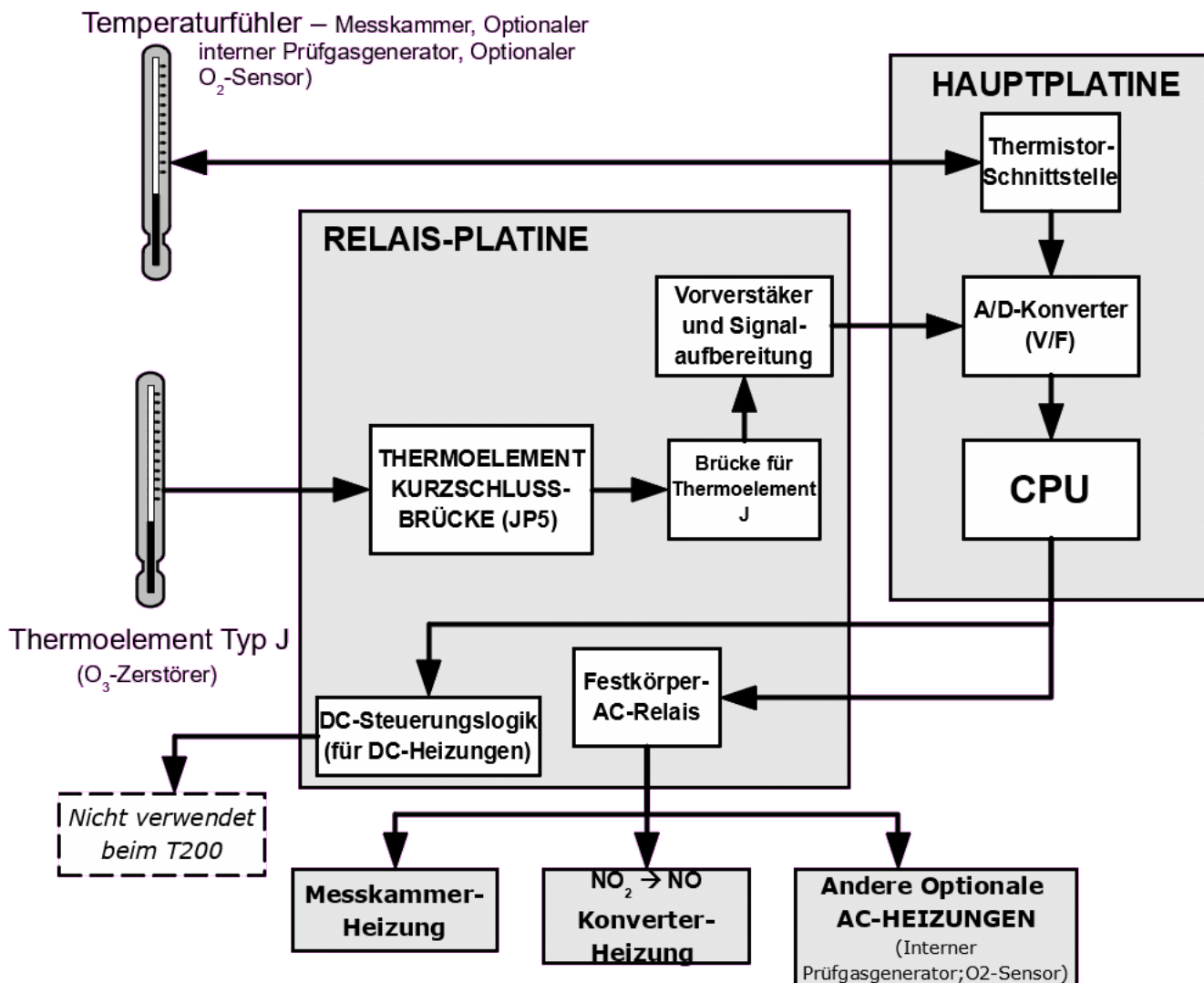


Abbildung 6-17 Blockdiagramm der Heizungssteuerung

Hinweis

Die PMT-Temperatur wird von einer separaten Steuerung geregelt, die nicht mit der Relais-Platine in Verbindung steht (siehe Abschnitt 6.6.2).

6.4.4.5. THERMOELEMENTE-EINGÄNGE UND KURZSCHLUSSBRÜCKEN (JP5)

Obwohl die Relais-Platine zwei Thermoelemente-Eingänge unterstützt, verwenden diese Analysatoren nur einen. Dieser wird verwendet um die Temperatur des Ozon-Vernichters zu messen.

- Der Thermoeingang wird an den TC1-Eingang angeschlossen (J15).
- TC2 (J16) wird momentan nicht verwendet (siehe Abbildung 6-15 für J15 und J16).
- Die Typen- und Betriebsparameter dieses Thermoelements werden mit einer Kurzschlussbrücke gesetzt (JP5).

Die standardmäßige Konfiguration für dieses Thermoelement ist:

- Typ-K
- Temperaturkompensation für Typ-K
- Isoliert

Tabelle 6-5 Thermoelement Kurzschlussbrücke (JP5) auf Pin-Outs

TC EINGANG	KURZSCHLUSSBRÜCKE	BESCHREIBUNG	FUNKTION
TC1	1 – 11	Verstärkungsfaktor-Wahl	Wählt die Verstärkung des Vorverstärkers für J oder K TC OUT = K TC Verstärkungsfaktor; IN = J TC Verstärkungsfaktor
	2 – 12	Ausgangsbereich-Wahl	Wählt die Verstärkung des Vorverstärkers für J oder K TC OUT = 10 mV / °C; IN = 5 mV / °C
	3 – 13	Type J Kompensation	Falls vorhanden, Brücke für Thermoelement Typ J setzen.
	4 – 14	Type K Kompensation	Falls vorhanden, Brücke für Thermoelement Typ K setzen.
	5 – 15	Abschlussauswahl	Wählt zwischen isolierter und geerdeter TC IN = Isolierter TC; OUT = Geerdeter TC
TC2	NICHT VERWENDET		

ACHTUNG

KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN

Bei Tausch unbedingt den richtigen Typ von Thermoelement verwenden! Bei Fragen kontaktieren Sie ihren Händler oder den technischen Support.

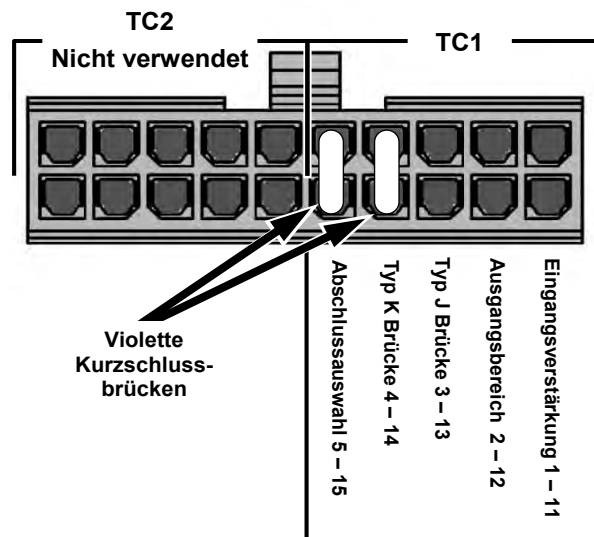


Abbildung 6-18 Thermoelement Kurzschlussbrücke (JP5) auf Pin-Outs

6.5. SENSOR-MODUL

Das Sensor-Bauteil (Abbildung 5-20) besteht aus verschiedenen Unterteilen, jede mit verschiedenen Aufgaben:

- Der Photomultiplier (PMT) erkennt die Intensität des Lichts von der Chemilumineszenz-Reaktion zwischen NO und O₃ in der Messkammer. Er gibt ein Stromsignal aus, das in Beziehung mit der Menge an Licht in der Messkammer steht und entsprechend variiert.
- Die PMT-Vorverstärkerplatine wandelt das Stromsignal des PMT in eine Spannung um und verstärkt das Signal, damit es von dem A/D-Konverter der Hauptplatine verwendet werden kann. → Es versorgt auch die Hochspannungs-Stromversorgung (HVPS) mit Steuerspannungs- und Verstärkungsfaktor-Anpassungen.
- Die thermoelektrische Kühlung steuert die Temperatur des PMT um die Genauigkeit und Stabilität der Messwerte gewährleisten zu können.

6.6. DER PHOTOMULTIPLIERTER (PMT)

Der Analysator verwendet einen Photomultiplier (Abbildung 5-20) um die Menge an Chemilumineszenz in der Messkammer zu erkennen.

Ein typischer PMT ist eine Vakuumröhre mit einer Vielzahl an speziellen Elektroden. Photonen der Reaktion werden von einem optischen Hochpass-Filter gefiltert, gelangen in das PMT, stoßen auf eine negativ geladene Fotokathode und emittieren Elektronen. Ein hohes Spannungspotential über diesen fokussierenden Elektroden führt die Elektronen zu einer Anordnung von Hochspannungsdynoden.

Die Dynoden in dieser Elektronenverstärkeranordnung sind so beschaffen, dass jede Stufe die Anzahl der emittierten Elektronen durch Emittieren multipler neuer Elektronen multipliziert. Die stark angewachsene Zahl der von einem Ende des

Elektronenmultipliiert emittierten Elektronen wird von einer ein brauchbares Stromsignal erzeugenden positiv geladenen Anode am anderen Ende eingesammelt. Dieses Signal wird vom Vorverstärkerboard verstärkt und dem Motherboard angezeigt.

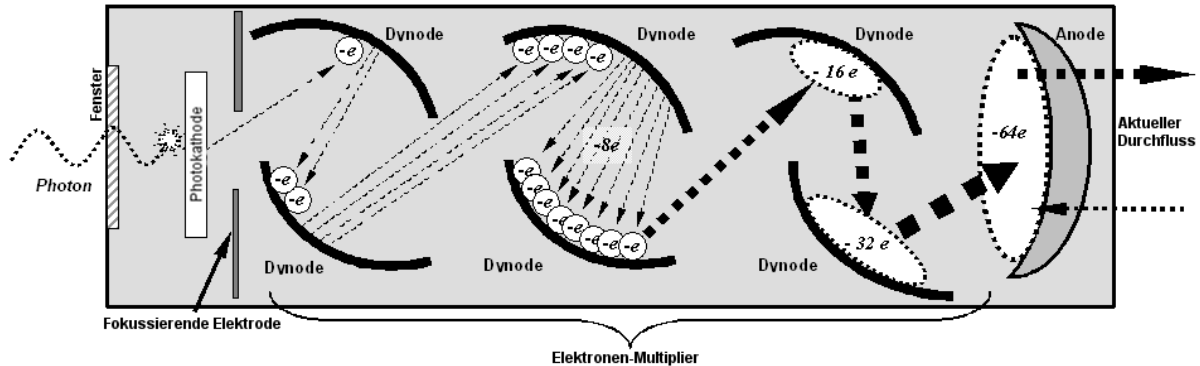


Abbildung 6-19 Grundlegendes PMT-Design

Ein wichtiges Leistungsmerkmal des PMT ist das Spannungspotential über dem Elektronenverstärker. Je höher die Spannung, desto höher die Anzahl der von jeder Dynode des Elektronenmultiplikators ausgestrahlten Elektronen, die die Sensitivität und Reaktion des PMT auf kleine Veränderungen in der Lichtintensität erhöht, desto höher allerdings auch das Rauschen (auch als „dark noise“ bezeichnet).

- Die Zielspannung des PMT wird im Allgemeinen auf einen Wert zwischen 400V und 800 V gesetzt. Der Bereich ist üblicherweise 400V bis 600V für den T200UP.
- Dieser Parameter ist im Dashboard einsehbar.
- Für Informationen, wann und wie man diese Spannung einstellt, siehe Abschnitt 5.5.10.4.

Der PMT ist innerhalb des PMT-Moduls (siehe Abbildung 5-20). Diese Baugruppe beinhaltet ebenfalls die zum Betrieb des PMT notwendige Hochspannungsversorgung, einer LED für den optischen Test des Instruments, und einen Temperatursensor für die Temperaturmessung des PMT und zahlreicher Komponenten des PMT Kühlsystems, inklusive des thermoelektrischen Kühlers (TEC).

6.6.1. PMT VORVERSTÄRKER

Der PMT-Vorverstärker bietet eine Vielzahl an Funktionen:

- Verstärkt das PMT-Signal zu einer verwendbaren analogen Spannung, die von der Hauptplatine in ein digitales Signal umgewandelt werden kann, welches wiederum von der CPU verwendet wird, um die NO, NO₂ and NO_x-Messwerte des Gases in der Prüfkammer zu berechnen.
- Liefert die Steuerungsspannung für den HVPS.
- Beinhaltet die Schalter für den Wechsel zwischen den zwei physikalischen Bereichen.

- Verstärkt den Signalausgang des PMT-Temperatursensors und leitet es zur Steuerungsplatine der thermoelektrischen Heizung. Dieses verstärkte Signal wird auch an die Hauptplatine zur Digitalisierung und Weiterleitung an die CPU gesendet.
- Anpassen des elektronischen Ausgangssignals des PMT.

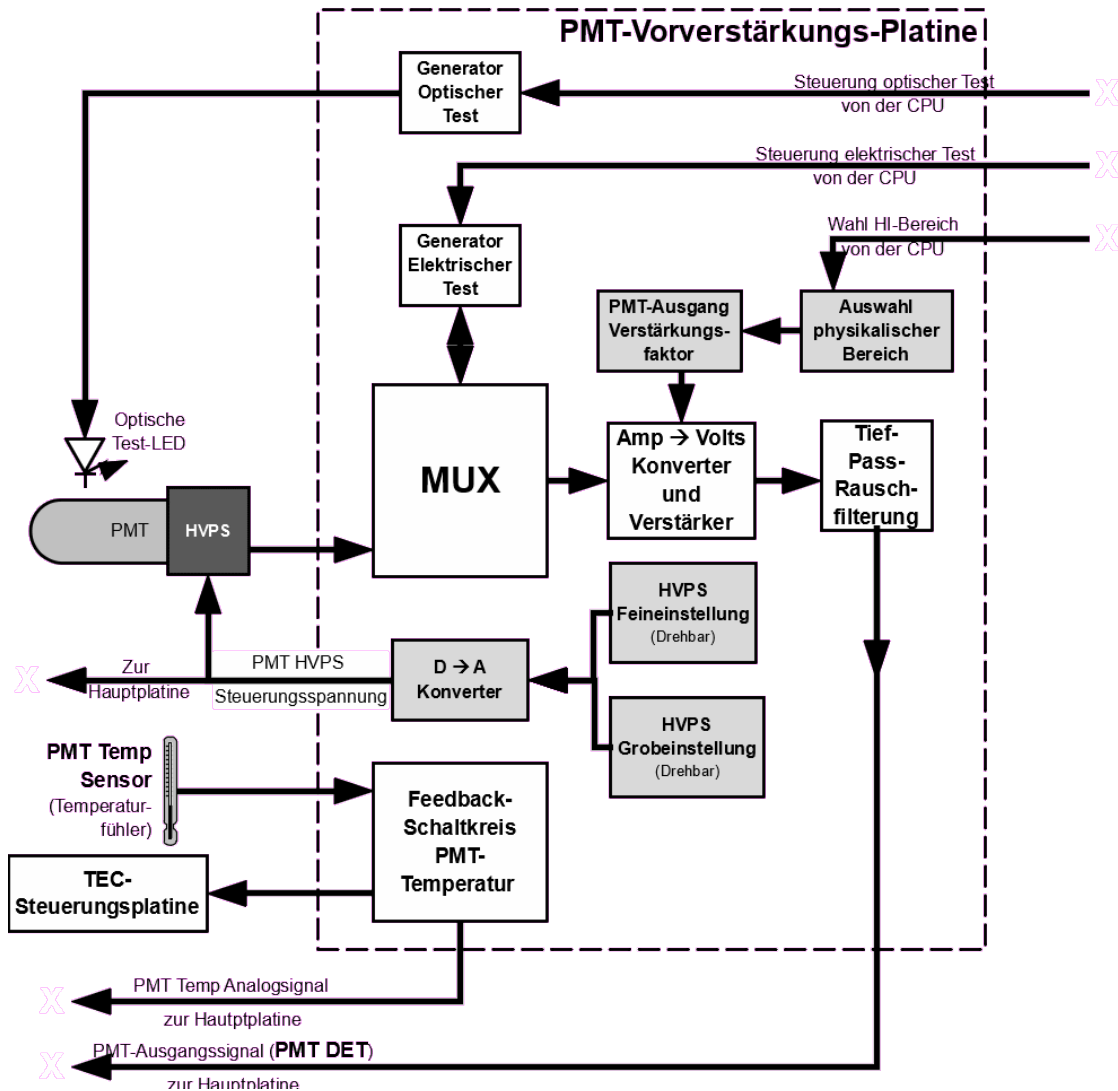


Abbildung 6-20 PMT-Vorverstärker Blockdiagramm

Die Platine des PMT-Vorverstärkers betreibt ebenfalls zwei verschiedene Tests zur Kalibrierung und Überprüfung der Leistungsfähigkeit des Sensor-Moduls.

- Der elektrische Test-Schaltkreis (Utilities>Diagnostics>OE Test, ETest) generiert ein konstantes, elektronisches Signal, das den Ausgang des PMT simuliert (nach Umwandlung von Strom zu Spannung). Indem das tatsächliche Signal des Detektors umgangen wird, können damit die meisten Schaltkreise für die Signal-Aufbereitung auf der PMT-Vorverstärkerplatine ausgetestet werden. Siehe Abschnitt 5.5.9.11 für Anweisungen zur Durchführung des Tests.

- Die Funktion optischer Test (Utilities>Diagnostics>OE Test, OTest) erzeugt mit einer LED innerhalb des PMT-Kühlblocks ein Lichtsignal, das mit dem PMT gemessen werden kann. Wird Nullgas dem Analysator zugeführt, kann die gesamte Messkapazität des Sensor-Moduls getestet werden, inklusive PMT und Strom-zu-Spannung-Wandler auf dem PMT-Vorverstärker. Siehe Abschnitt 5.5.9.11 für Anweisungen zur Durchführung des Tests.

6.6.2. PMT-KÜHLSYSTEM

Die Leistungsfähigkeit des PMT des Analysators wird stark durch Temperatur beeinflusst. Veränderungen in der PMT-Temperatur wirken sich direkt auf das Signal des PMT aus. Auch das Signalrauschen des PMT-Signals wird stark durch die Temperatur beeinflusst. Je wärmer der PMT ist, desto mehr rauscht das Signal, bis das Konzentrationssignal unbrauchbar wird.

Um dieses Problem zu beheben, verwendet das Gerät ein bestimmtes Kühlsystem, eine thermo-elektrische Kühlung (TEC), eine Festkörper-Wärmepumpe, die Wärme mit einer Reihe von DC-betriebenen Halbleiter-Verzweigungen von einer „kalten“ Seite zu einer „warmen“ Seite bewegt. Die Effektivität der Pumpe hängt von der Menge an Strom ab, die durch die Halbleiter-Zweigstellen fließt und wie gut die Wärme von der warmen Seite weggebracht werden kann.

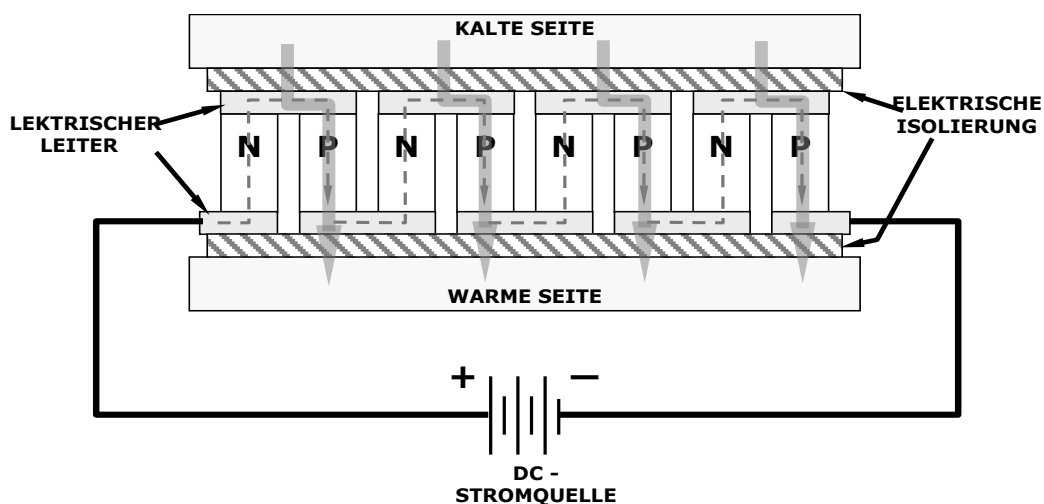


Abbildung 6-21 Typische thermo-elektrische Kühlung (TEC)

In diesem Fall wird der Stromfluss von der TEC-Steuerplatine kontrolliert, die die Stromzufuhr zur TEC, abhängig von der Temperatur, gemessen von einem Temperatursensor im Kühlblock der PMT, anpasst. Je höher die Temperatur des PMT, desto mehr Strom fließt durch den TEC. Die „heiße“ Seite des TEC wird von einer konstanten Umgebungsluftströmung gekühlt, die von einem Ventilator über mehrere Kühlkörper gelenkt wird.

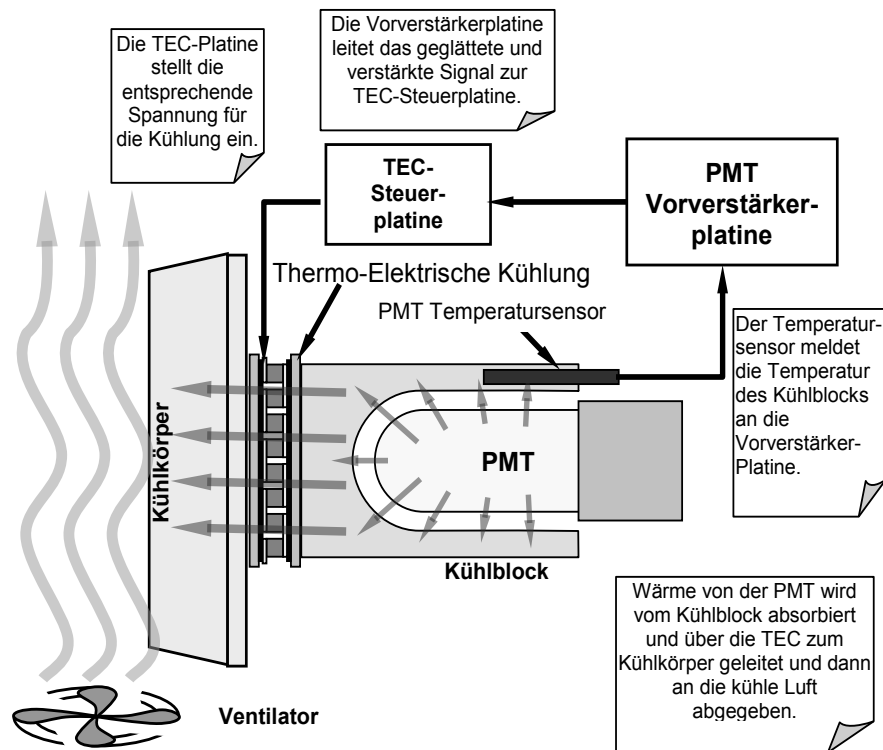


Abbildung 6-22 Diagramm des PMT-Kühlblocks

Die Zieltemperatur, auf die das TEC-System den PMT regelt, liegt bei etwa 8,0°C. Das Erreichen dieser Temperatur kann bis zu 30 Minuten nach Start des Geräts dauern.

Die tatsächliche PMT-Temperatur kann im Dashboard eingesehen werden.

6.6.2.1. TEC-STEUERUNG

Die Platinenbaugruppe der TEC Überwachung befindet sich unter dem abgeschrägten Schutzblech, nahe den Kühllamellen und direkt über dem Kühlungsventilator. Unter Verwendung des verstärkten PMT-Signals der PMT-Verstärkungsplatine (siehe Abschnitt 6.6.1), setzt es die Steuerungsspannung für die thermo-elektrische Kühlung. Je wärmer die PMT wird, desto mehr Strom fließt durch die TEC, die dadurch mehr Wärme zu den Kühlkörpern befördert.

- Eine rote LED am oberen Rand der Platine zeigt an, dass der Steuerungs-Schaltkreis Strom bekommt.
- Vier Testpunkte sind ebenfalls oben auf diesem Bauteil zu finden.
- Für Definitionen und akzeptierte Signalwerte dieser Testpunkte siehe Abschnitt 5.5.9.13.

6.7. PNEUMATISCHER SENSOR

Die Durchfluss- und Drucksensoren des Analysators befinden sich auf einer Platine hinter dem PMT-Sensor. Die Signale dieser Platine werden an die Hauptplatine geleitet, um dort verarbeitet zu werden. Alle Sensoren sind in der Firmware linearisiert und können auf ihren Endbereich von der Frontanzeige aus kalibriert werden.

6.8. LEITUNGSSCHUTZSCHALTER

Der Analysator wird mit 100 VAC, 115 oder 230 VAC bei entweder 50 Hz oder 60 Hz betrieben. Einzelne Geräte sind so konfiguriert, dass sie jede Kombination dieser fünf Varianten akzeptieren. Ein 6,75A Leitungsschutzschalter ist in dem ON/OFF-Schalter eingebaut. Bei einem Verkabelungsfehler oder falscher Stromzufuhr, schaltet der Leitungsschutzschalter den Analysator automatisch aus.

- Bei normalem Betrieb benötigt der Analysator etwa 1,5 A bei 115 V, und ca. 2,0 A beim Hochfahren.



WARNUNG – STROMSCHLAGEFAHR

Sollte der Leitungsschutzschalter ausgelöst haben, finden und beheben Sie die Ursache, bevor Sie den Analysator wieder einschalten.

Der Strom gelangt durch eine sich auf der Geräterückseite befindende Standard IEC 320 Stromversorgung in den Analysator. Von dort wird er durch den ON/OFF-Schalter in der rechten unteren Ecke der Frontplatte geleitet. Der AC-Strom wird heruntertransformiert und durch drei DC-Netzteile in DC-Strom umgewandelt.

- Einer der Netzteile liefert +5 VDC (3 A) und ± 15 VDC (1,5/0,5 A) für den logischen und analogen Kreislauf sowie für den Ozongenerator.
- Ein zweites Netzteil liefert +12 VDC (5 A), für die thermoelektrische Kühlung des PMT und den Ventilatoren, sowie für verschiedene Magneventile (standardmäßige und optionale).
- Das dritte Netzteil liefert +24 VDC und betreibt direkt den photolytischen Konverter.

Alle AC- und DC-Spannungen, außer die dezidierten 24 VDC, werden von der Relais-Platine verteilt.

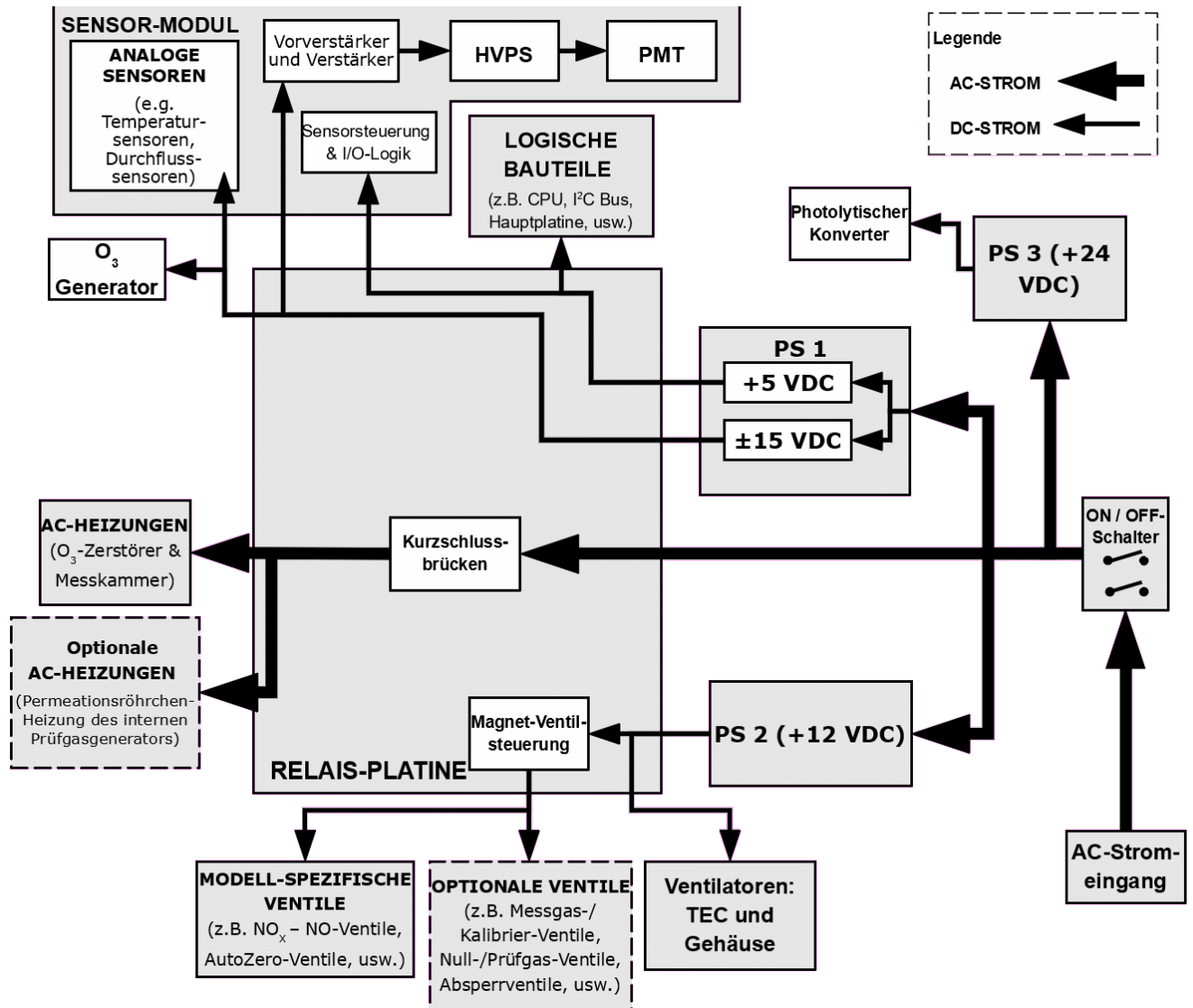


Abbildung 6-23 Blockdiagramm Stromverteilung

6.8.1. KONFIGURATION AC-STROMVERSORGUNG

Der Analysator kann in jedem der spezifizierten Spannungsbereichen betrieben werden. Das System muss mit 100-120 VAC oder 220-240 VAC bei entweder 50 oder 60 Hz verbunden sein. Die Status-LEDs auf der Relais-Platine, der Hauptplatine und der CPU sollten sich leuchten, sobald Strom zugeführt wird.

Allerdings müssen einige der nicht-digitalen Komponente des Analysators, wie beispielsweise die AC-betriebenen Heizungen für den O₃-Vernichter oder die Messkammer, richtig konfiguriert werden, bevor diese Art von Strom dem Gerät zugeführt werden kann.

Die Konfiguration der Stromkreisläufe wird mit mehreren Kurzschlussbrücken auf der Relais-Platine vorgenommen.

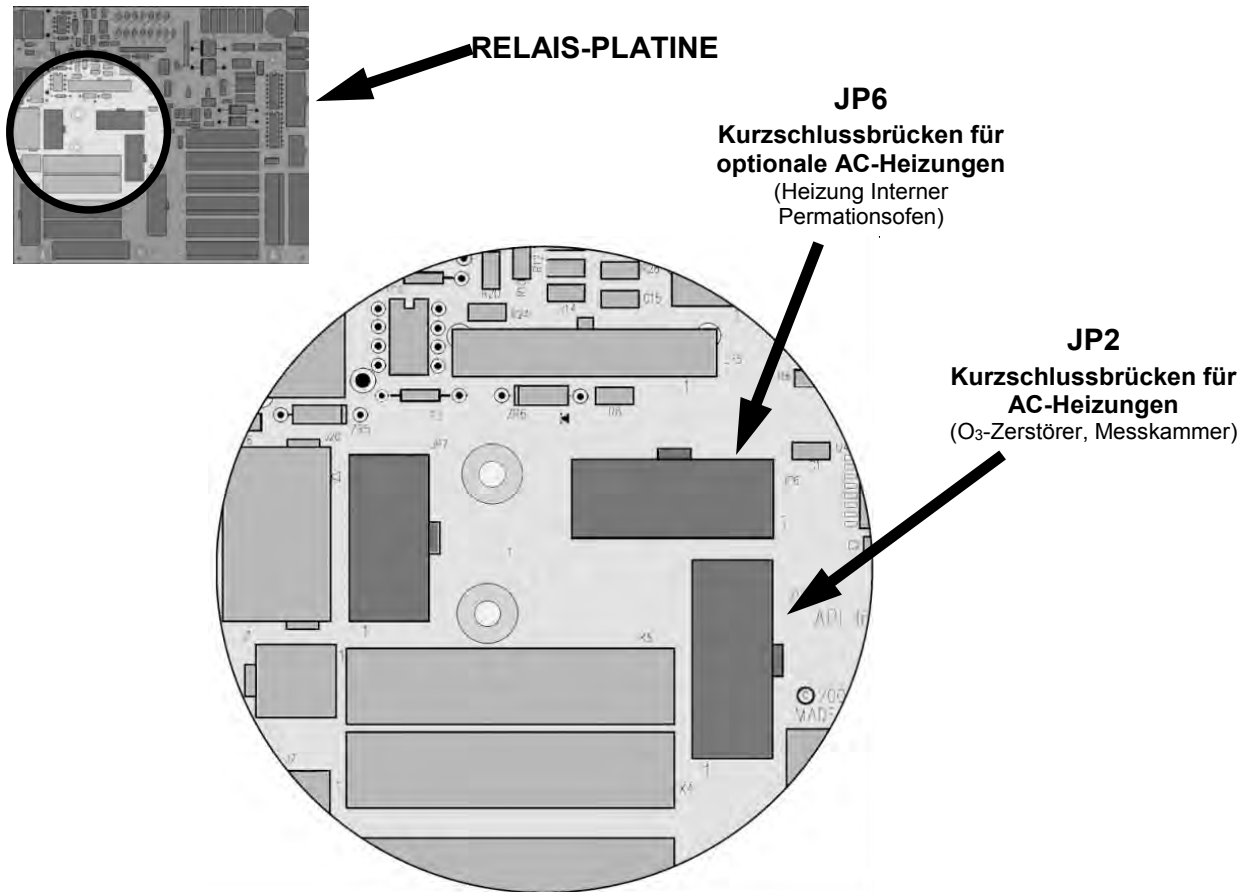


Abbildung 6-24 Position der Kurzschlussbrücken

6.8.1.1. AC-KONFIGURATION - STANDARDMÄSSIGE HEIZUNGEN (JP2)

Die Stromkonfigurierung des AC der standardmäßigen Heizungen wird mit Kurzschlussbrücken auf JP2 vorgenommen (siehe Abbildung 6-25 für das Finden von JP2).

Tabelle 6-6 Konfiguration für die standardmäßigen AC-Heizungen (JP2)

LEITUNGSSPANNUNG	FARBE DER BRÜCKE	HEIZUNG(EN)	BRÜCKE ZWISCHEN PINS	FUNKTION
110 VAC / 115 VAC 50 Hz & 60 Hz	WEISS	Messkammer-Heizungen	1 bis 8	Gemeinsamer Anschluss
			2 bis 7	Neutralleiter
			4 bis 9	Neutralleiter
		Heizung des O ₃ -Vernichters	3 bis 10	Gemeinsamer Anschluss
			4 bis 9	Neutralleiter
			6 bis 11	Neutralleiter
220 VAC / 240 VAC 50 Hz & 60 Hz	BLAU	Messkammer-Heizungen	1 bis 7	Anspeisung Last
		Heizung des O ₃ -Vernichters	3 bis 9	Anspeisung Last

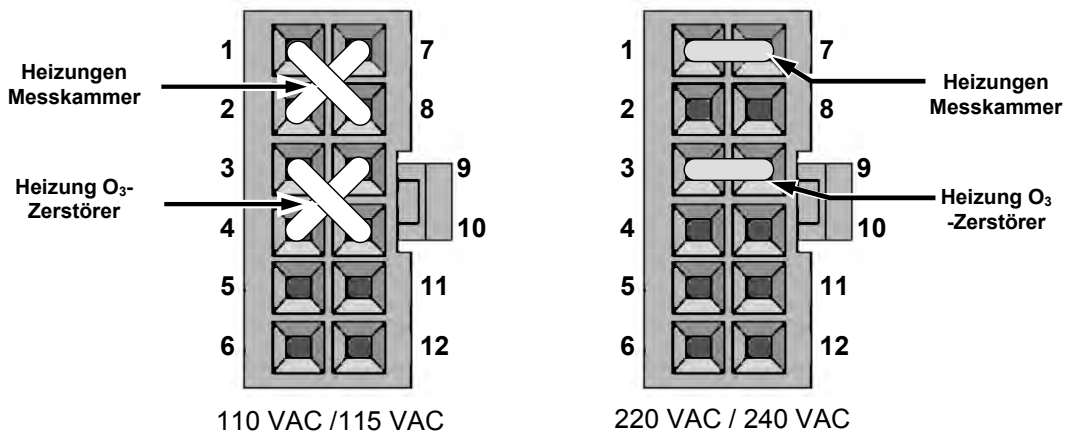


Abbildung 6-25 Typische Einstellung der Kurzschlussbrücken für die AC-Heizungen (JP2)

6.8.1.2. AC-KONFIGURATION - SET HEIZUNGEN FÜR OPTIONEN (JP6)

Die IZS-Option enthält eine AC-Heizung, die die optimale Betriebstemperatur wichtiger Komponente dieser Optionen regelt. Das Kurzschlussbrücken-Set JP6 wird verwendet, um die mit diesen Optionen verbundenen Heizungen mit dem AC-Strom zu verbinden. Da diese Heizungen sowohl mit 110/115 VAS als auch 220/240 VAC funktionieren, gibt es nur eine Kurzschlussbrücken-Konfiguration.

Tabelle 6-7 Strom-Konfiguration der optionalen Heizungen (JP6)

FARBE DER BRÜCKE	HEIZUNG(EN)	BRÜCKE ZWISCHEN PINS	FUNKTION
ROT	Interne Permeationsofen-Heizung	1 bis 8	Gemeinsamer Anschluss
		2 bis 7	Neutralleiter

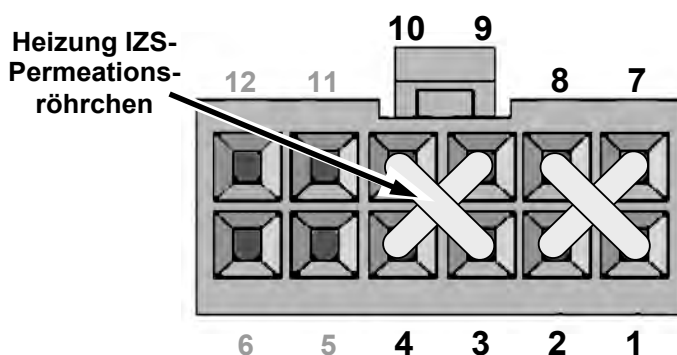


Abbildung 6-26 Typische Verwendung des Kurzschlussbrücken-Set JP2

6.9. FRONTPLATTEN-ANZEIGE

Benutzer können Daten direkt über den Touchscreen auf der Frontplatte eingeben und Informationen erhalten. Der Bildschirm wird direkt von der CPU gesteuert. Der Touchscreen ist mit dem CPU über eine Touchscreen-Steuerung verbunden, die die CPU über die internen USB-Bus verbindet und eine Computer-Maus emuliert.

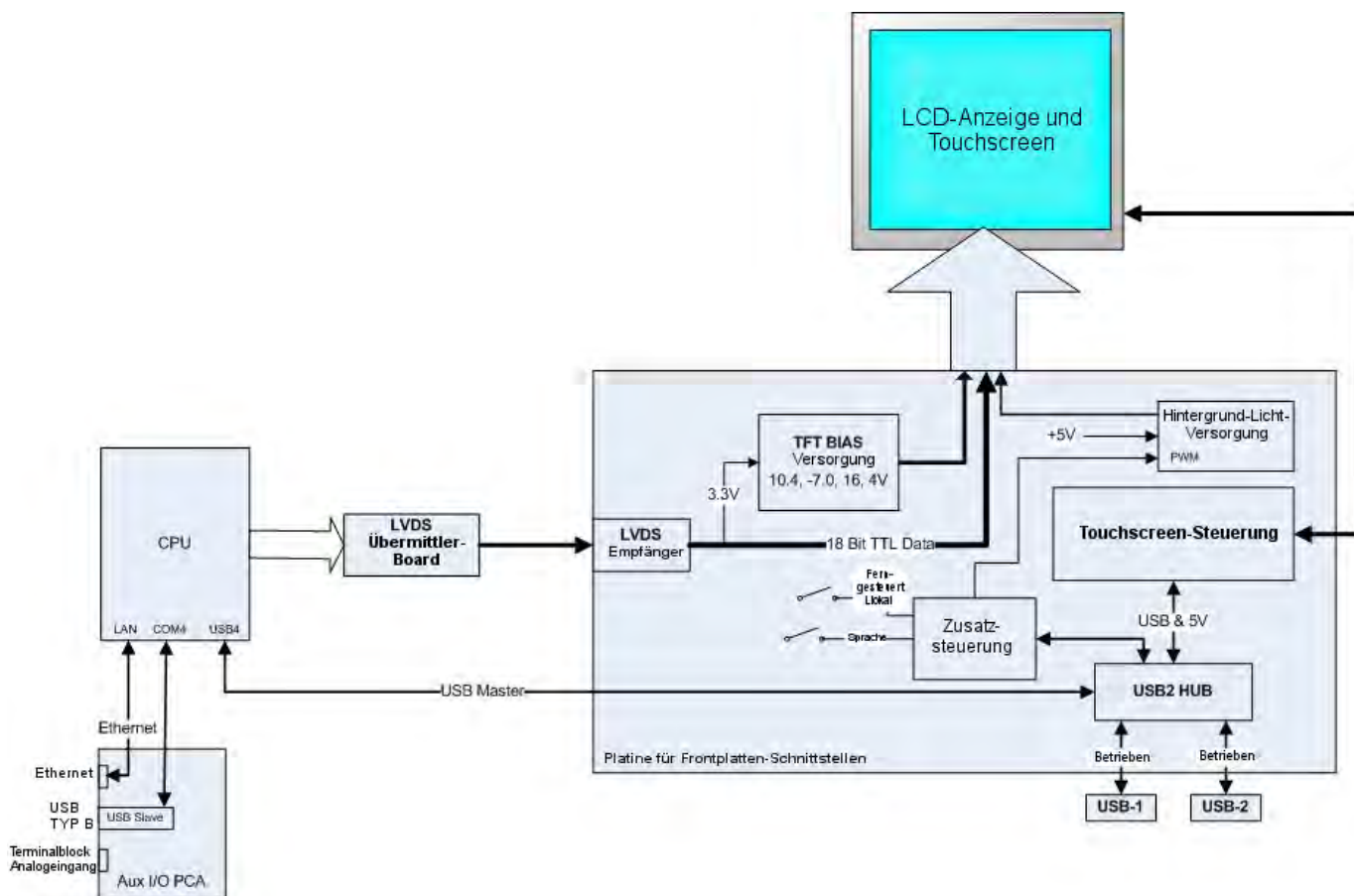


Abbildung 6-27 Frontplatte und Anzeigen-Schnittstelle

6.9.1. LVDS-ÜBERMITTLER

Der LVDS-Übermittler (Niedrigspannung-Differentialsignal) konvertiert den parallelen Anzeige-Bus zu einem seriellen Niedrigspannungs-Differentialsignal-Bus, um das Videosignal zur LCD-Schnittstelle übertragen zu können.

6.9.2. FRONTPLATTEN-TOUCHSCREEN

Die Frontplatten-Platine steuert die verschiedenen Funktionen der Anzeige und des Touchscreens. Um die Anzeige zu steuern, verbindet es die CPU-Video-Steuerung mit dem LCD-Display. Diese Platine enthält auch:

- Stromversorgungs-Schaltkreis für die LCD-Anzeige
- USB-Hub für Kommunikation mit der Touchscreen-Steuerung und den zwei Frontplatten-USB-Schnittstellen
- Schaltkreis zum Betreiben des Hintergrundlichts des Displays

6.10. SOFTWARE

Der Analysator hat einen 86-basierten Hochleistung-Mikrocomputer, der Windows CE betreibt. Im Rahmen des WINDOWS CE gibt es eine spezielle Software, die von Teledyne API entwickelt wurde, welche Benutzerbefehle über die verschiedenen Schnittstellen interpretiert, Vorgänge und Aufgaben durchführt, Daten in den verschiedenen Speichern des CPU speichert und die Konzentration des Messgases berechnet.

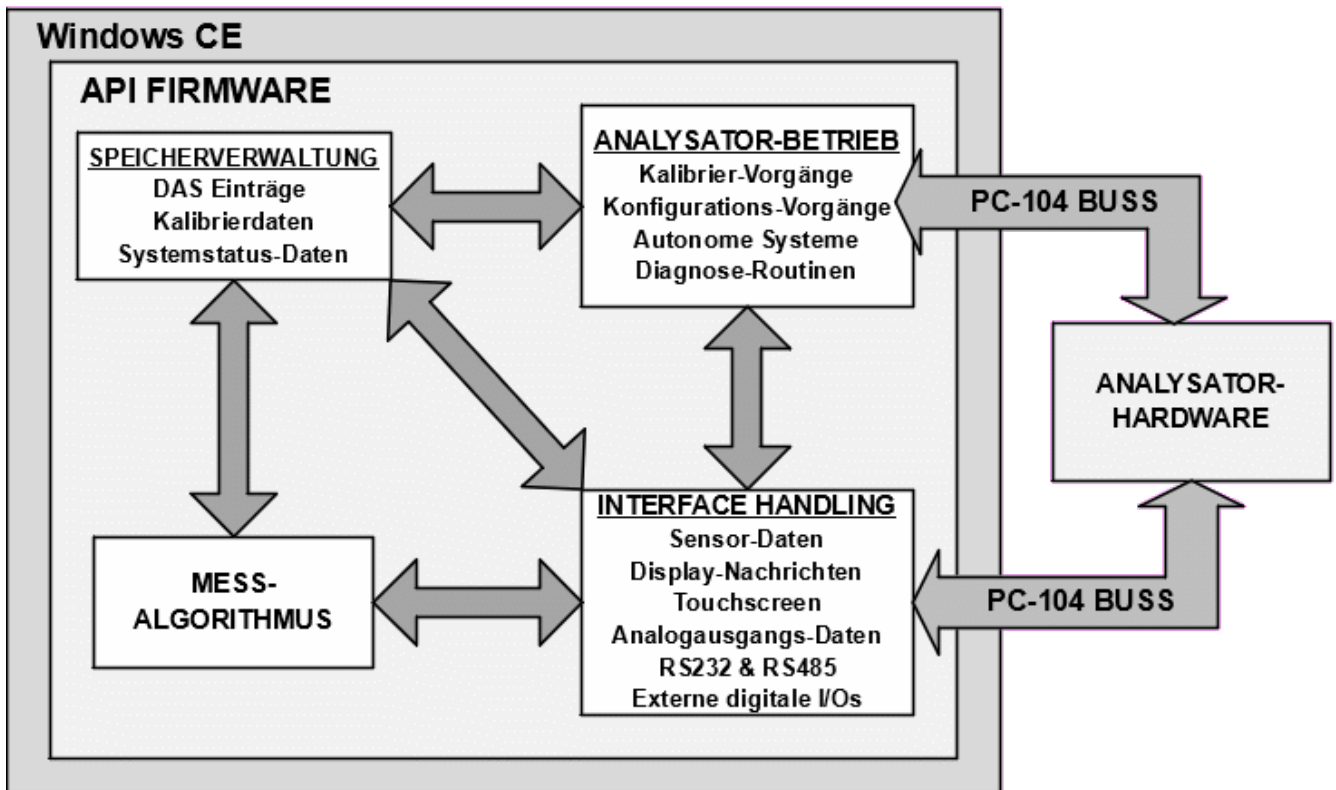


Abbildung 6-28 Grundlegender Software-Betrieb

6.10.1. ADAPTIVE FILTER

Die Software des Analysators verarbeitet Messgasdaten mit einem eingebauten adaptiven Filter. Im Gegensatz zu anderen Analysatoren, die den Mittelwert der Daten über einen fixen Zeitraum berechnen, berechnen diese Analysatoren den Mittelwert von einer festgelegten Anzahl von Messungen. Diese Methode wird als Boxcar-Filtern bezeichnet. Während dem Betrieb kann die Software automatisch zwischen zwei verschiedenen Filterlängen wechseln, je nach der aktuellen Anwendung.

Bei konstanten oder beinahe konstanten Konzentrationen berechnet die Software automatisch den durchschnittlichen Messwert mit dem „langen“ Filter. Hierdurch werden ausgeglichene und stabile Anzeigen aus einem nicht unerheblichen Zufallsrauschen für eine insgesamt stabilere Konzentrationsanzeige geliefert.

Erkennt der Filter schnelle Veränderung bei den Messwerten, reduziert der Filter seine Länge und ermöglicht dem Analysator, schneller zu reagieren. Zwei Bedingungen müssen gleichzeitig erfüllt werden, damit er auf den kurzen Filter wechselt. Erstens muss der momentane Messwert sich mit einem absoluten Betrag vom Mittelwert des langen Filters unterscheiden. Zweitens muss sich der momentane Messwert um mindestens einem eingestellten Prozentsatz vom Mittelwert des langen Filters unterscheiden.

6.10.2. TEMPERATUR-/DRUCKKOMPENSATION (TPC)

Die Software hat eine Funktion, die bei den NO- und NO_x-Messwerten einige der Temperatur- und Druck-Veränderungen kompensiert.

Ist die Funktion TPC aktiviert (standardmäßig eingestellt), teilt der Analysator den Wert des PMT-Signals durch den Wert TP_Factor, der mit den folgenden vier Parametern berechnet wird:

- Box Temp: Die Innentemperatur des Analysators, gemessen in K. Dieser ist typischerweise 5 K höher als die Raumtemperatur.
- Rx Cell Temp: Die Temperatur der Messkammer, gemessen in K.
- Rx Cell Press: Der Druck des Gases im Vakuum-Verteiler, gemessen in in-Hg-A.
- Sample Press: Der Druck des Messgases bevor es die Messkammer erreicht, gemessen in in-Hg-A. Dieser Wert ist ~1 in-Hg-A niedriger als der Umgebungsluftdruck.

Wenn sich Rx Cell Temp, Box Temp, Rx Cell Press und Sample Press erhöhen, erhöht sich der TP_FACTOR und somit verringert sich das PMT-Signal. Diese Anpassungen sind dafür da, diesen Änderungen in den Messwerten, verursacht durch diese Parameter, entgegenzuwirken.

- Der aktuelle Wert jedes dieser Messungen ist einsichtbar im konfigurierbaren Dashboard (siehe Abschnitt 2.4.2 und 2.5.3).
- Die voreingestellten Verstärkungs-Parameter werden vom Werk eingestellt und können sich von Analysator zu Analysator unterscheiden. Die Funktion TPC wird aktiviert, indem man den Wert der Variable TPC im Menü Setup>Vars auf Enable setzt (siehe Abschnitt 2.5.5).

6.10.3. KALIBRIERUNG - SLOPE UND OFFSET

Die Kalibrierung des Analysators wird ausschließlich in der Software durchgeführt. Während der Kalibrierung des Geräts (Abschnitt 4) gibt der Anwender die erwarteten Werte für Null- und Prüfgas über den Touchscreen der Frontplatte ein und lässt das Gerät kalibrierte Messgase messen.

- Die Messwerte werden angepasst, linearisiert und mit den zu erwartenden Werten verglichen.
- Mit dieser Information berechnet die Software-Werte für den Slope und den Offset des Geräts und speichert diese im Speicher, zur Verwendung für die Berechnung von NO_x, NO and NO₂-Konzentrationen des Messgases.

Die bei der letzten Kalibrierung aufgezeichneten Werte Slope und Offset können im Dashboard eingesehen werden.