

## TÜV RHEINLAND ENERGY GMBH



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung N500 der Firma Teledyne API für die Komponente NO, NO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub>

TÜV-Bericht: 936/21251100/A  
Köln, 30. Juli 2021

[www.umwelt-tuv.de](http://www.umwelt-tuv.de)



[tre-service@de.tuv.com](mailto: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 hat die DAkkS-Registriernummer: D-PL-11120-02-00 und gilt für den in der Urkundenanlage festgelegten Umfang.

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 Immissionsmeseinrichtung N500 der Firma Teledyne API für die Komponente NO, NO2 und NOx**

<b>Geprüftes Gerät:</b>	N500		
<b>Hersteller:</b>	Teledyne API 9970 Carrol Canyon Road San Diego, Kalifornien, 92131 USA		
<b>Prüfzeitraum:</b>	September 2020 bis Juli 2021		
<b>Berichtsdatum:</b>	30. Juli 2021		
<b>Berichtsnummer:</b>	936/21251100/A		
<b>Bearbeiter:</b>	Dipl.-Ing. Martin Schneider Tel.: +49 221 806-1614 <a href="mailto:martin.schneider@de.tuv.com">martin.schneider@de.tuv.com</a>		
<b>Berichtsumfang:</b>	Bericht:	188	Seiten
	Handbuch ab Seite	189	
	Handbuch mit	104	Seiten
	Gesamt	293	Seiten

**Leerseite**

## **Inhaltsverzeichnis**

1.	KURZFASSUNG UND BEKANNTGABEVORSCHLAG .....	13
1.1	Kurzfassung .....	13
1.2	Bekanntgabevorschlag .....	15
1.3	Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse .....	17
2.	AUFGABENSTELLUNG.....	25
2.1	Art der Prüfung .....	25
2.2	Zielsetzung .....	25
3.	BESCHREIBUNG DER GEPRÜFTEN MESSEINRICHTUNG .....	26
3.2	Umfang und Aufbau der Messeinrichtung .....	28
3.3	Einstellungen des Messgerätes .....	31
4.	PRÜFPROGRAMM .....	32
4.1	Allgemeines.....	32
4.2	Laborprüfung .....	33
4.3	Feldprüfung .....	33
5.	REFERENZMESSVERFAHREN .....	36
5.1	Messverfahren.....	36
	PRÜFERGEBNISSE NACH VDI 4202 BLATT 1 (2018).....	38
6.1	7.3 Allgemeine Anforderungen.....	38
6.1	7.3.1 Messwertanzeige .....	38
6.1	7.3.2 Kalibrieringang .....	39
6.1	7.3.3 Wartungsfreundlichkeit.....	40
6.1	7.3.4 Funktionskontrolle .....	41
6.1	7.3.5 Rüst- und Einlaufzeiten .....	42
6.1	7.3.6 Bauart.....	43



6.1	7.3.7 Unbefugtes Verstellen .....	44
6.1	7.3.8 Messsignalausgang .....	45
6.1	7.3.9 Digitale Schnittstelle.....	46
6.1	7.3.10 Datenübertragungsprotokoll.....	47
6.1	7.3.11 Messbereich .....	48
6.1	7.3.12 Negative Messsignale .....	49
6.1	7.3.13 Stromausfall.....	50
6.1	7.3.14 Gerätefunktionen .....	51
6.1	7.3.15 Umschaltung.....	52
6.1	7.3.16 Gerätesoftware .....	53
6.1	7.4 Anforderungen an Leistungskenngrößen für die Laborprüfung .....	54
6.1	7.4.1 Allgemeines .....	54
6.1	7.4.2 Prüfbedingungen.....	55
6.1	7.4.3 Einstellzeit und Memory-Effekt.....	57
6.1	7.4.4 Kurzzeitdrift.....	58
6.1	7.4.5 Wiederholstandardabweichung .....	59
6.1	7.4.6 Linearität.....	60
6.1	7.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks .....	61
6.1	7.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur .....	62
6.1	7.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur .....	63
6.1	7.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung .....	64
6.1	7.4.11 Querempfindlichkeit .....	65
6.1	7.4.12 Mittelungseinfluss .....	72
6.1	7.4.13 Differenz zwischen Proben- und Kalibriereingang .....	76
6.1	7.4.14 Konverterwirkungsgrad .....	77
6.1	7.4.15 Verweilzeit im Messgerät .....	78

6.1	7.5 Anforderungen an Leistungskenngrößen für die Feldprüfung .....	79
6.1	7.5.1 Allgemeines .....	79
6.1	7.5.2 Standort für die Feldprüfungen.....	80
6.1	7.5.3 Betriebsanforderungen.....	81
6.1	7.5.4 Langzeitdrift .....	82
6.1	7.5.5 Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen .....	83
6.1	7.5.6 Kontrollintervall .....	84
6.1	7.5.7 Verfügbarkeit .....	85
6.1	7.5.8 Konverterwirkungsgrad .....	86
6.1	7.6 Eignungsanerkennung und Berechnung der Messunsicherheit.....	89
6.	PRÜFERGEBNISSE NACH DIN EN 14211 (2012) .....	90
7.1	8.4.3 Einstellzeit.....	90
7.1	8.4.4 Kurzzeitdrift.....	95
7.1	8.4.5 Wiederholstandardabweichung .....	101
7.1	8.4.6 Abweichung von der Linearität bei der Kalibrierfunktion .....	105
7.1	8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks .....	112
7.1	8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur .....	115
7.1	8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur.....	118
7.1	8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung .....	122
7.1	8.4.11 Störkomponenten.....	126
7.1	8.4.12 Mittelungsprüfung .....	130
7.1	8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang .....	134
7.1	8.4.14 Konverterwirkungsgrad .....	136
7.1	8.4.15 Verweilzeit im Messgerät .....	139
7.1	8.5.4 Langzeitdrift .....	140
7.1	8.5.5 Vergleichsstandardabweichung für NO <sub>2</sub> unter Feldbedingungen .....	145

7.1	8.5.6 Kontrollintervall .....	149
7.1	8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes.....	150
7.1	8.6 Gesamtmessunsicherheit nach Anhang E der DIN EN 14211 (2012).....	152
7.	EMPFEHLUNGEN ZUM PRAXISEINSATZ.....	160
8.	LITERATURVERZEICHNIS .....	161
9.	ANLAGEN.....	162
7.1	Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs}$ [8.5.3.2].....	163
7.1	Vergleich mit der Standard Referenz Methode [8.5.3.3].....	169

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Geprüfter Messbereich.....	14
Tabelle 2:	Gerätetechnische Daten N500 (Herstellerangaben).....	31
Tabelle 3:	Zertifizierungsbereiche VDI 4202-1 und DIN EN 14211.....	48
Tabelle 4:	Zusätzliche Querempfindlichkeiten für die Komponente NO, Gerät 1.....	66
Tabelle 5:	Zusätzliche Querempfindlichkeiten für die Komponente NO, Gerät 2.....	66
Tabelle 6:	Zusätzliche Querempfindlichkeiten für die Komponente NO <sub>2</sub> , Gerät 1.....	67
Tabelle 7:	Zusätzliche Querempfindlichkeiten für die Komponente NO <sub>2</sub> , Gerät 2.....	67
Tabelle 8:	Zusätzliche Querempfindlichkeiten für die Komponente NO, Gerät 1.....	68
Tabelle 9:	Zusätzliche Querempfindlichkeiten für die Komponente NO, Gerät 2.....	69
Tabelle 10:	Zusätzliche Querempfindlichkeiten für die Komponente NO <sub>2</sub> , Gerät 1.....	70
Tabelle 11:	Zusätzliche Querempfindlichkeiten für die Komponente NO <sub>2</sub> , Gerät 2.....	71
Tabelle 12:	Ergebnisse der Mittelungsprüfung für NO.....	73
Tabelle 13:	Ergebnisse der Mittelungsprüfung für NO <sub>2</sub> .....	73
Tabelle 14:	Einzelwerte der Untersuchung zum Mittelungseinfluss für NO.....	74
Tabelle 15:	Einzelwerte der Untersuchung zum Mittelungseinfluss für NO <sub>2</sub> .....	75
Tabelle 16:	Einzelwerte der Überprüfung des Konverterwirkungsgrades.....	88
Tabelle 17:	Einstellzeiten der beiden Messeinrichtungen N500 für NO.....	92
Tabelle 18:	Einstellzeiten der beiden Messeinrichtungen N500 für NO <sub>2</sub> .....	92
Tabelle 19:	Einzelwerte der Einstellzeit für die Komponente NO.....	93
Tabelle 20:	Einzelwerte der Einstellzeit für die Komponente NO <sub>2</sub> .....	94
Tabelle 21:	Ergebnisse der Kurzzeitdrift Komponente NO.....	96
Tabelle 22:	Ergebnisse der Kurzzeitdrift Komponente NO <sub>2</sub> .....	96
Tabelle 23:	Einzelwerte der Prüfung zur Kurzzeitdrift 1. Prüfgasaufgabe für NO.....	97
Tabelle 24:	Einzelwerte der Prüfung zur Kurzzeitdrift 2. Prüfgasaufgabe für NO.....	98
Tabelle 25:	Einzelwerte der Prüfung zur Kurzzeitdrift 1. Prüfgasaufgabe für NO <sub>2</sub> .....	99
Tabelle 26:	Einzelwerte der Prüfung zur Kurzzeitdrift 2. Prüfgasaufgabe für NO <sub>2</sub> .....	100
Tabelle 27:	Wiederholstandardabweichung für NO am Null- und Referenzpunkt.....	102
Tabelle 28:	Wiederholstandardabweichung für NO <sub>2</sub> am Null- und Referenzpunkt.....	102
Tabelle 29:	Einzelergebnisse zur Wiederholstandardabweichung für NO.....	103
Tabelle 30:	Einzelergebnisse zur Wiederholstandardabweichung für NO <sub>2</sub> .....	104
Tabelle 31:	Abweichungen der Analysenfunktion für NO.....	107
Tabelle 32:	Abweichungen der Analysenfunktion für NO <sub>2</sub> .....	107
Tabelle 33:	Einzelwerte „lack of fit“ Prüfung für NO.....	110
Tabelle 34:	Einzelwerte „lack of fit“ Prüfung für NO <sub>2</sub> .....	111
Tabelle 35:	Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks für NO.....	113
Tabelle 36:	Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks für NO <sub>2</sub> .....	113
Tabelle 37:	Einzelwerte der Empfindlichkeit des Probengasdrucks für NO.....	113
Tabelle 38:	Einzelwerte der Empfindlichkeit des Probengasdrucks für NO <sub>2</sub> .....	114
Tabelle 39:	Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur für NO.....	116
Tabelle 40:	Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur für NO <sub>2</sub> .....	116
Tabelle 41:	Einzelwerte des Einflusses des Probengastemperatur für NO.....	116
Tabelle 42:	Einzelwerte des Einflusses des Probengastemperatur für NO <sub>2</sub> .....	117
Tabelle 43:	Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur, für NO.....	119
Tabelle 44:	Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur, für NO <sub>2</sub> .....	119
Tabelle 45:	Einzelwerte des Empfindlichkeitskoeffizienten der Umgebungstemperatur für NO.....	120
Tabelle 46:	Einzelwerte des Empfindlichkeitskoeffizienten der Umgebungstemperatur für NO <sub>2</sub> .....	121
Tabelle 47:	Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung für NO.....	123
Tabelle 48:	Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung für NO <sub>2</sub> .....	123

Tabelle 49:	Einzelwerte des Empfindlichkeitskoeffizienten der elektrischen Spannung für NO .....	124
Tabelle 50:	Einzelwerte des Empfindlichkeitskoeffizienten der elektrischen Spannung für NO <sub>2</sub> .....	125
Tabelle 51:	Störkomponenten nach DIN EN 14211 .....	127
Tabelle 52:	Einfluss der geprüften Störkomponenten für NO ( $c_t = 500 \pm 50$ nmol/mol) .....	127
Tabelle 53:	Einfluss der geprüften Störkomponenten für NO <sub>2</sub> ( $c_t = \text{ca. } 104$ nmol/mol) .....	127
Tabelle 54:	Einzelwerte der Untersuchung gegenüber Störkomponenten für NO .....	128
Tabelle 55:	Einzelwerte der Untersuchung gegenüber Störkomponenten für NO <sub>2</sub> .....	129
Tabelle 56:	Ergebnisse der Mittelungsprüfung für NO .....	131
Tabelle 57:	Ergebnisse der Mittelungsprüfung für NO <sub>2</sub> .....	131
Tabelle 58:	Einzelwerte der Untersuchung zum Mittelungseinfluss für NO .....	132
Tabelle 59:	Einzelwerte der Untersuchung zum Mittelungseinfluss für NO <sub>2</sub> .....	133
Tabelle 60:	Ergebnisse der Differenz zwischen Proben-/Kalibriereingang für NO .....	134
Tabelle 61:	Ergebnisse der Differenz zwischen Proben-/Kalibriereingang für NO <sub>2</sub> .....	134
Tabelle 62:	Einzelwerte der Prüfung der Differenz zwischen Proben und Kalibriergaseingang für NO .....	135
Tabelle 63:	Einzelwerte der Prüfung der Differenz zwischen Proben und Kalibriergaseingang für NO <sub>2</sub> .....	135
Tabelle 64:	Einzelwerte der Überprüfung des Konverterwirkungsgrades .....	138
Tabelle 65:	Ergebnisse der Langzeitdrift am Nullpunkt für NO .....	141
Tabelle 66:	Ergebnisse der Langzeitdrift am Referenzpunkt für NO .....	141
Tabelle 67:	Ergebnisse der Langzeitdrift am Nullpunkt für NO <sub>2</sub> .....	142
Tabelle 68:	Ergebnisse der Langzeitdrift am Referenzpunkt für NO <sub>2</sub> .....	142
Tabelle 69:	Einzelwerte der Driftuntersuchungen für NO .....	143
Tabelle 70:	Einzelwerte der Driftuntersuchungen für NO <sub>2</sub> .....	144
Tabelle 71:	Bestimmung der Vergleichsstandardabweichung für NO <sub>2</sub> auf Basis aller Daten aus dem Feldtest .....	146
Tabelle 72:	Bestimmung der Vergleichsstandardabweichung für NO auf Basis aller Daten aus dem Feldtest .....	147
Tabelle 73:	Verfügbarkeit des Messgerätes N500 .....	151
Tabelle 74:	Leistungsanforderungen nach DIN EN 14211 .....	153
Tabelle 75:	Erweiterte Unsicherheit aus der Laborprüfung für NO, Gerät 1 .....	156
Tabelle 76:	Erweiterte Unsicherheit aus der Labor- und Feldprüfung für NO, Gerät 1 .....	156
Tabelle 77:	Erweiterte Unsicherheit aus der Laborprüfung für NO, Gerät 2 .....	157
Tabelle 78:	Erweiterte Unsicherheit aus der Labor- und Feldprüfung für NO, Gerät 2 .....	157
Tabelle 79:	Erweiterte Unsicherheit aus der Laborprüfung für NO <sub>2</sub> , Gerät 1 .....	158
Tabelle 80:	Erweiterte Unsicherheit aus der Labor- und Feldprüfung für NO <sub>2</sub> , Gerät 1 .....	158
Tabelle 81:	Erweiterte Unsicherheit aus der Laborprüfung für NO <sub>2</sub> , Gerät 2 .....	159
Tabelle 82:	Erweiterte Unsicherheit aus der Labor- und Feldprüfung für NO <sub>2</sub> , Gerät 2 .....	159
Tabelle 83:	Unsicherheit zwischen den Prüflingen $w_{bs}$ Komponente NO .....	164
Tabelle 84:	Unsicherheit zwischen den Prüflingen $w_{bs}$ Komponente NO <sub>2</sub> .....	164
Tabelle 85:	Zusammenstellung und Bewertung der erweiterten Messunsicherheiten $W_{CM}$ aus den Felduntersuchungen für NO .....	171
Tabelle 86:	Zusammenstellung und Bewertung der erweiterten Messunsicherheiten $W_{CM}$ aus den Felduntersuchungen für NO <sub>2</sub> .....	171
Tabelle 87:	Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Monat Dezember, Komponente NO .....	172
Tabelle 88:	Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Monat Januar, Komponente NO .....	172
Tabelle 89:	Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Monat Mai, Komponente NO .....	173
Tabelle 90:	Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Monat Juni, Komponente NO .....	173
Tabelle 91:	Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Monat Dezember, Komponente NO <sub>2</sub> .....	174

Tabelle 92:	Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Monat Januar, Komponente NO <sub>2</sub> .....	174
Tabelle 93:	Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Monat Mai, Komponente NO <sub>2</sub> .....	175
Tabelle 94:	Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Monat Juni, Komponente NO <sub>2</sub> .....	175
Tabelle 95:	Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat November 2020 .....	180
Tabelle 96:	Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Dezember 2020 .....	181
Tabelle 97:	Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Januar 2021 .....	182
Tabelle 98:	Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Februar 2021 .....	183
Tabelle 99:	Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Mai 2021 .....	184
Tabelle 100:	Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Juni 2021 .....	185



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	N500 optische Absorptionszelle.....	26
Abbildung 2:	Darstellung des Phasenversates von erhöhter NO <sub>2</sub> Konzentration .....	27
Abbildung 3:	N500 Analysatoren .....	28
Abbildung 4:	Interne Komponenten des Modell N500.....	29
Abbildung 5:	N500 pneumatisches Flussdiagramm .....	30
Abbildung 6:	Softwareversion der N500 Testgeräte .....	32
Abbildung 7:	Messstation zur Durchführung des Feldtests .....	34
Abbildung 8:	N500 in der Messstation während des Feldtests.....	35
Abbildung 9:	N500 Testgerät mit Messwertanzeige.....	38
Abbildung 10:	Veranschaulichung der Einstellzeit .....	91
Abbildung 11:	Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 1 für NO.....	107
Abbildung 12:	Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 2 für NO.....	108
Abbildung 13:	Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 1 für NO <sub>2</sub> .....	108
Abbildung 14:	Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 2 für NO <sub>2</sub> .....	109
Abbildung 15:	Prüfung des Mittelungseinflusses ( $t_{NO} = t_{zero} = 45 \text{ s.}$ ) .....	131
Abbildung 16:	Grafische Darstellung der Vergleichsstandardabweichung für NO <sub>2</sub> im Feld.....	146
Abbildung 17:	Grafische Darstellung der Vergleichsstandardabweichung für NO im Feld.....	148
Abbildung 18:	Parallelmessungen mit den Testgeräten, Monat Dezember, Komponente NO.....	165
Abbildung 19:	Parallelmessungen mit den Testgeräten, Monat Januar, Komponente NO	165
Abbildung 20:	Parallelmessungen mit den Testgeräten, Monat Mai, Komponente NO.....	166
Abbildung 21:	Parallelmessungen mit den Testgeräten, Monat Juni, Komponente NO .....	166
Abbildung 22:	Parallelmessungen mit den Testgeräten, Monat Dezember, Komponente NO <sub>2</sub> .....	167
Abbildung 23:	Parallelmessungen mit den Testgeräten, Monat Januar, Komponente NO <sub>2</sub> .....	167
Abbildung 24:	Parallelmessungen mit den Testgeräten, Monat Mai, Komponente NO <sub>2</sub> .....	168
Abbildung 25:	Parallelmessungen mit den Testgeräten, Monat Juni, Komponente NO <sub>2</sub> ...	168
Abbildung 26:	Referenz vs. Testgerät, Monat Dezember, Komponente NO .....	176
Abbildung 27:	Referenz vs. Testgerät, Monat Januar, Komponente NO .....	176
Abbildung 28:	Referenz vs. Testgerät, Monat Mai, Komponente NO .....	177
Abbildung 29:	Referenz vs. Testgerät, Monat Juni, Komponente NO.....	177
Abbildung 30:	Referenz vs. Testgerät, Monat Dezember, Komponente NO <sub>2</sub> .....	178
Abbildung 31:	Referenz vs. Testgerät, Monat Januar, Komponente NO <sub>2</sub> .....	178
Abbildung 32:	Referenz vs. Testgerät, Monat Dezember, Komponente NO <sub>2</sub> .....	179
Abbildung 33:	Referenz vs. Testgerät, Monat Januar, Komponente NO <sub>2</sub> .....	179
Abbildung 34:	Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025.....	186

## **1. Kurzfassung und Bekanntgabevorschlag**

### **1.1 Kurzfassung**

Im Auftrag der Firma Teledyne API führte die TÜV Rheinland Energy GmbH die Eignungsprüfung der Messeinrichtung N500 für die Komponenten NO, NO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> durch. Die Prüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Normen / Richtlinien und Anforderungen:

- VDI 4202 Blatt 1: Eignungsprüfung, Eignungsbekanntgabe und Zertifizierung von Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gasförmigen Immissionen vom April 2018
- DIN EN 14211: Außenluft – Messverfahren zur Bestimmung von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz, vom November 2012
- Leitfaden "Demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods", vom Januar 2010

Die Messeinrichtung N500 bestimmt die Komponenten NO, NO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> direkt mittels CAPS Spektroskopie (Cavity-Attenuated Phase Shift) sowie Umwandlung durch Gasphasentitration. Das Messprinzip entspricht somit nicht dem EU Referenzverfahren der Chemilumineszenz. In Anhang 1 sind die Ergebnisse der Vergleichsuntersuchungen gegenüber dem Referenzverfahren für NO<sub>x</sub> (Chemilumineszenz) im Feldtest aufgeführt. Die Messergebnisse wurden nach dem Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ ausgewertet.

Im Gegensatz zu einem CLD-Analysator analysiert die Messeinrichtung aufgrund ihres Messprinzips abwechselnd direkt NO<sub>2</sub> und NO. Der ausgegebene NO<sub>x</sub> Wert als Summe von NO und NO<sub>2</sub> wird immer errechnet. Daher wurde in jedem Prüfpunkt dieses Berichts jeweils NO und NO<sub>2</sub> getrennt bewertet. Die Komponente NO wurde nach den Vorgaben der DIN EN 14211 geprüft. Zur Prüfung der Komponente NO<sub>2</sub> (geprüfte Messbereich 0 – 500 µg/m<sup>3</sup> (0 – 261 nmol/mol)) wurden die Prüfgassollwerte auf den Messbereich der Komponente NO<sub>2</sub> angepasst. Prüfgrundlage war auch hier die DIN EN 14211. Zusätzlich wurde eine erweiterte Querempfindlichkeitsuntersuchung für die Komponente NO<sub>2</sub> durchgeführt.

Die Untersuchungen erfolgten im Labor der TÜV Rheinland Energy GmbH und während eines dreimonatigen Feldtests in der Nähe von Köln. Die geprüften Messbereiche betragen:

Tabelle 1: Geprüfter Messbereich

Messkomponente	Messbereich in [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] <sup>1)</sup>	Messbereich in [ppb] bzw. [nmol/mol]
NO	0–1 200	0–962
NO <sub>2</sub>	0–500	0–261

<sup>1)</sup> Die Angaben beziehen sich auf 20 °C und 101,3 kPa

Bei der Eignungsprüfung wurden die Bedingungen der Mindestanforderungen der DIN EN 14211 (2012) und der VDI 4202-1 (2018) 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:

N500 für NO, NO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub>

### Hersteller:

Teledyne API, San Diego, USA

### Eignung:

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

### Messbereiche in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
Stickstoffmonoxid	0 - 1.200	µg/m <sup>3</sup>
Stickstoffdioxid	0 - 500	µg/m <sup>3</sup>

### Softwareversion:

Rev. 1.6.0

### Einschränkung:

keine

### Hinweis:

1. Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter [www.qal1.de](http://www.qal1.de) einsehbar.
2. Die Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren gemäß der Anforderungen des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ wurde für die Komponenten NO und NO<sub>2</sub> nachgewiesen.

### Prüfbericht:

TÜV Rheinland Energy GmbH, Köln  
Bericht-Nr.: 936/21251100/A vom 30. Juli 2021

**Leerseite**

### 1.3 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
<b>7 Leistungskriterien</b>				
<b>7.3 Allgemeine Anforderungen</b>				
7.3.1 Messwertanzeige	Die Messeinrichtung muss eine funktionsfähige Messwertanzeige am Gerät besitzen.	Die Messeinrichtung verfügt über eine funktionsfähige Messwertanzeige an der Frontseite des Gerätes.	ja	38
7.3.2 Kalibrieringang	Das Messgerät darf über einen vom Probengaseingang getrennten Prüfgaseingang verfügen.	Die Messeinrichtung verfügt über einen vom Probengaseingang getrennten Prüfgaseingang an der Rückseite des Gerätes.	ja	39
7.3.3 Wartungsfreundlichkeit	Wartungsarbeiten sollten ohne größeren Aufwand möglichst von außen durchführbar sein.	Wartungsarbeiten sind mit üblichen Werkzeugen und vertretbarem Aufwand von außen durchführbar.	ja	40
7.3.4 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	41
7.3.5 Rüst- und Einlaufzeiten	Die Betriebsanleitung muss hierzu Angaben enthalten.	Die Rüst- und Einlaufzeiten sind in der Betriebsanleitung angegeben. Die Herstellerangaben sind korrekt.	ja	42
7.3.6 Bauart	Die Betriebsanleitung muss Angaben hierzu enthalten	Die in der Betriebsanleitung aufgeführten Angaben zur Bauart sind vollständig und korrekt.	ja	43
7.3.7 Unbefugtes Verstellen	Die Justierung der Messeinrichtung muss gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen gesichert werden können. Alternativ muss die Bedienungsanleitung einen deutlichen Hinweis erhalten, dass das Messgerät nur in einem gesicherten Bereich aufgestellt werden darf.	Die Messeinrichtung ist gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen von Geräteparametern durch einen Passwortschutz gesichert.	ja	44
7.3.8 Messsignalausgang	Muss digital und/oder analog angeboten werden.	Die Messsignale werden analog 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	45
7.3.9 Digitale Schnittstelle	Die digitale Schnittstelle muss die Übertragung der Messsignale, Statussignale usw. erlauben.  Der Zugriff auf das Messgerät muss gegen unbefugten Zugriff gesichert sein.	Die digitale Messwertübertragung funktioniert korrekt und ist durch einen Passwortschutz vor unbefugtem Zugriff geschützt.	ja	46

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
7.3.10 Datenübertragungsprotokoll	Müssen den Anforderungen aus Tabelle 1 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 entsprechen.	Die Messeinrichtung verfügt standardmäßig über ein installiertes Modbus Bayern/Hessen Übertragungsprotokoll. Die Übertragung von Mess- und Statussignalen erfolgt korrekt. Die Konfiguration ist im Handbuch in Anhang A.2 aufgeführt.	ja	47
7.3.11 Messbereich	Messbereichsendwert größer oder gleich der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs.	Es ist standardmäßig ein Messbereich von 0 – 500 µg/m <sup>3</sup> für NO <sub>2</sub> und 1200 µg/m <sup>3</sup> für NO eingestellt. Andere Messbereiche bis zu maximal 0 – 1 ppm sind möglich. Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung ist größer als die jeweilige obere Grenze des Zertifizierungsbereichs.	ja	48
7.3.12 Negative Messsignale	Dürfen nicht unterdrückt werden (lebender Nullpunkt).	Die Messeinrichtung kann negative Messsignale ausgeben.	ja	49
7.3.13 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 nach einer Aufwärmphase selbstständig den Messbetrieb wieder fort.	ja	50
7.3.14 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	51
7.3.15 Umschaltung	Messen/Funktionskontrolle und/oder Kalibrierung muss telemetrisch und manuell auflösbar sein.	Grundsätzlich können alle notwendigen Arbeiten zur Funktionskontrolle direkt am Gerät oder aber per telemetrischer Fernbedienung überwacht und gesteuert werden.	ja	52
7.3.16 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	53

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
<b>7.4 Anforderungen an die Leistungskenngrößen für die Laborprüfung</b>				
7.4.1 Allgemeines	Herstellerangaben der Betriebsanleitung dürfen den Ergebnissen der Eignungsprüfung nicht widersprechen.	Die Prüfung wurde anhand der Leistungskriterien und Anforderungen der VDI 4202 Blatt 1 (2018) sowie der DIN EN 14211 (2012) durchgeführt.	ja	54
7.4.2 Prüfbedingungen	Muss den Kriterien der VDI 4202-1:2018 entsprechen.	Die Prüfung wurde anhand der Leistungskriterien und Anforderungen der VDI 4202 Blatt 1 (2018) sowie der DIN EN 14211 (2012) durchgeführt.	ja	55
Die Zusammenfassung der Auswertung der Leistungskenngrößen im Labor erfolgt unter 8.4				
<b>7.5 Anforderungen an die Leistungskenngrößen für die Feldprüfung</b>				
7.5.1 Allgemeines	Muss den Kriterien der VDI 4202-1:2018 entsprechen.	Die Prüfung wurde anhand der Leistungskriterien und Anforderungen der VDI 4202 Blatt 1 (2018) sowie der DIN EN 14211 (2012) durchgeführt.	ja	79
7.5.2 Standort für die Feldprüfungen	Die Messstation für die Feldprüfung ist unter Berücksichtigung der Anforderungen der 39. BImSchV so auszuwählen, dass die zu erwartenden Konzentrationen der Messkomponente der vorgesehenen Aufgabenstellung entsprechen. Die Einrichtung der Messstation muss die Durchführung der Feldprüfung erlauben und im Rahmen der Messplanung als notwendig erachtete Kriterien erfüllen.	Bei der Wahl des Standortes für die Messstation zur Durchführung der Feldprüfung wurden die Anforderungen der 39. BImSchV berücksichtigt. Details zum Standort der Messstation sind in Kapitel 4.3 aufgeführt.	ja	80
7.5.3 Betriebsanforderungen	Die Messgeräte sind in der Messstation einzubauen und nach Anschluss an die dort vorhandene oder eine separate Probenahmeeinrichtung ordnungsgemäß in Betrieb zu nehmen.  Die Einstellungen des Messgerätes müssen den Herstellerangaben entsprechen. Alle Einstellungen sind im Prüfbericht festzuhalten.	Während des Feldtest wurde die Messeinrichtung nach den Angaben des Herstellers betrieben und gewartet.	ja	81
Die Zusammenfassung der Auswertung der Leistungskenngrößen im Feld erfolgt unter 8.5				

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
<b>8.4 Bestimmung der Leistungskenngrößen im Labor nach DIN EN 14211</b>				
8.4.3 Einstellzeit	Einstellzeit (Anstieg) und Einstellzeit (Abfall) jeweils $\leq 180$ s. Differenz zwischen Anstiegs- und Abfallzeit 10 s.	Die maximal zulässige Einstellzeit von 180 sek wird in allen Fällen deutlich unterschritten. Die maximal ermittelte Einstellzeit beträgt für Gerät 1 bei NO 24 sek und bei NO <sub>2</sub> 24 sek, für Gerät 2 bei NO 25 sek und bei NO <sub>2</sub> 25 sek.	ja	90
8.4.4 Kurzzeitdrift	Die Kurzzeitdrift bei Null darf $\leq 2,0$ nmol/mol/12 h betragen Die Kurzzeitdrift beim Span-Niveau darf $\leq 6,0$ nmol/mol/12 h betragen.	Für die Komponente NO ergibt sich ein Wert für die Kurzzeitdrift am Nullpunkt von 0,06 nmol/mol für Gerät 1 sowie -0,27 nmol/mol für Gerät 2. Für die Komponente NO ergibt sich ein Wert für die Kurzzeitdrift am Referenzpunkt von 2,36 nmol/mol für Gerät 1 sowie 1,11 nmol/mol für Gerät 2. Für die Komponente NO <sub>2</sub> ergibt sich ein Wert für die Kurzzeitdrift am Nullpunkt von -0,03 nmol/mol für Gerät 1 sowie -0,26 nmol/mol für Gerät 2. Für die Komponente NO <sub>2</sub> ergibt sich ein Wert für die Kurzzeitdrift am Referenzpunkt von 2,76 nmol/mol für Gerät 1 sowie 2,72 nmol/mol für Gerät 2.	ja	95
8.4.5 Wiederholstandardabweichung	Die Wiederholstandardabweichung muss sowohl das Leistungskriterium bei Null $\leq 1,0$ nmol/mol als auch bei der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt $\leq 3,0$ nmol/mol erfüllen.	Für NO ergibt sich ein Wert für die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt von 0,13 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,13 nmol/mol für Gerät 2. Für die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt ergibt sich ein Wert von 1,63 nmol/mol für Gerät 1 sowie 1,34 nmol/mol für Gerät 2. Für NO <sub>2</sub> ergibt sich ein Wert für die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt von 0,00 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,11 nmol/mol für Gerät 2. Für die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt ergibt sich ein Wert von 0,08 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,08 nmol/mol für Gerät 2.	ja	101

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.6 Abweichung von der Linearität bei der Kalibrierfunktion	Die Abweichung von der Linearität bei der Kalibrierfunktion darf maximal 5,0 nmol/mol am Nullpunkt sowie maximal 4 % des Messwertes bei Konzentrationen größer Null betragen.	<p>Komponente NO</p> <p>Für Gerät 1 ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von -0,60 nmol/mol am Nullpunkt und maximal 1,72 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null. Für Gerät 2 ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von -0,60 nmol/mol am Nullpunkt und maximal 2,24 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null.</p> <p>Komponente NO2</p> <p>Für Gerät 1 ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von -0,16 nmol/mol am Nullpunkt und maximal 0,85 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null. Für Gerät 2 ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von -0,49 nmol/mol am Nullpunkt und maximal 0,72 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null.</p>	ja	105
8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks	Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks muss $\leq 8,0$ nmol/mol/kPa betragen.	<p>Für NO ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks von 0,23 nmol/mol/kPa für Gerät 1 sowie 0,17 nmol/mol/kPa für Gerät 2.</p> <p>Für NO<sub>2</sub> ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks von 0,10 nmol/mol/kPa für Gerät 1 sowie 0,08 nmol/mol/kPa für Gerät 2.</p>	ja	112



Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur	Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur muss $\leq 3,0$ nmol/mol/K betragen.	Für Gerät 1 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur von 0,09 nmol/mol/K für NO sowie 0,11 nmol/mol/K für NO <sub>2</sub> . Für Gerät 2 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur von 0,01 nmol/mol/K für NO sowie 0,01 nmol/mol/K für NO <sub>2</sub> .	ja	115
8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	Der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur muss $\leq 3,0$ nmol/mol/K betragen.	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. Für die Komponente NO sind dies für Gerät 1 = 0,952 nmol/mol/K und für Gerät 2 = 0,451 nmol/mol/K. Für die Komponente NO <sub>2</sub> sind dies für Gerät 1 = 0,231 nmol/mol/K und für Gerät 2 = 0,241 nmol/mol/K.	ja	118
8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	Der Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung muss $\leq 0,30$ nmol/mol/V betragen.	Der Empfindlichkeitskoeffizient der Spannung $b_v$ überschreitet bei keinem Prüfpunkt die Anforderungen der DIN EN 14211 von maximal 0,3 nmol/mol/V. In der Unsicherheitsberechnung wird für beide Geräte der größte $b_v$ gewählt. Bei der Komponente NO sind dies für Gerät 1 0,01 nmol/mol/V und für Gerät 2 0,00 nmol/mol/V. Bei der Komponente NO <sub>2</sub> sind dies für Gerät 1 0,02 nmol/mol/V und für Gerät 2 0,01 nmol/mol/V.	ja	122

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.11 Störkomponenten	Störkomponenten bei Null und bei der NO-Konzentration $c_t$ ( $500 \pm 50$ nmol/mol). Die maximal erlaubten Abweichungen für die Störkomponenten H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> und NH <sub>3</sub> , betragen je $\leq 5,0$ nmol/mol.	Es ergibt sich für NO ein Wert für die Querempfindlichkeit am Nullpunkt von 0,00 nmol/mol für Gerät 1 sowie -0,60 nmol/mol für Gerät 2 bei H <sub>2</sub> O, 0,40 nmol/mol für Gerät 1 und 0,40 nmol/mol für Gerät 2 bei CO <sub>2</sub> sowie 0,60 nmol/mol für Gerät 1 und 1,00 nmol/mol für Gerät 2 bei NH <sub>3</sub> . Für NO <sub>2</sub> ergibt sich ein Wert für die Querempfindlichkeit am Nullpunkt von 0,27 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,00 nmol/mol für Gerät 2 bei H <sub>2</sub> O, 0,00 nmol/mol für Gerät 1 und -0,21 nmol/mol für Gerät 2 bei CO <sub>2</sub> sowie 0,00 nmol/mol für Gerät 1 und -0,16 nmol/mol für Gerät 2 bei NH <sub>3</sub> . Für die Querempfindlichkeit am Grenzwert $c_t$ ergibt sich für NO ein Wert von 0,40 nmol/mol für Gerät 1 sowie 1,60 nmol/mol für Gerät 2 bei H <sub>2</sub> O, 1,80 nmol/mol für Gerät 1 und 0,80 nmol/mol für Gerät 2 bei CO <sub>2</sub> sowie 1,20 nmol/mol für Gerät 1 und 1,40 nmol/mol bei NH <sub>3</sub> . Für die Querempfindlichkeit am Grenzwert $c_t$ ergibt sich für NO <sub>2</sub> ein Wert von 0,33 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,22 nmol/mol für Gerät 2 bei H <sub>2</sub> O, 0,70 nmol/mol für Gerät 1 und 0,76 nmol/mol für Gerät 2 bei CO <sub>2</sub> sowie 1,09 nmol/mol für Gerät 1 und 0,98 nmol/mol bei NH <sub>3</sub> .	ja	126
8.4.12 Mittelungsprüfung	Der Mittelungseinfluss muss bei $\leq 7$ % des Messwertes liegen.	Das Leistungskriterium der DIN EN 14211 an die Mittelungsprüfung wird mit maximal 3,1 % bzw. 3,2 % in vollem Umfang eingehalten.	ja	130

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.13 Differenz Proben-/Kalibriereingang	Die Differenz zwischen Proben- und Kalibriergaseingang muss $\leq 1$ % sein.	Das Leistungskriterium der DIN EN 14211 wird mit einer maximalen Abweichung von 0,14 % bzw. -0,33 % in vollem Umfang eingehalten.	ja	134
8.4.14 Konverterwirkungsgrad	Der Konverterwirkungsgrad muss mindestens $\geq 98$ % betragen.	Das Leistungskriterium der DIN EN 14211 wird mit einem Konverterwirkungsgrad von mindestens 99,6 % in vollem Umfang eingehalten.	ja	136
8.4.15 Verweilzeit im Messgerät	Die Verweilzeit im Messgerät muss $\leq 3,0$ s sein.	Es ergibt sich eine Verweilzeit im Messgerät von ca. 1,9 s.	ja	136
<b>8.5 Bestimmung der Leistungskenngrößen im Feld nach DIN EN 14211</b>				
8.5.4 Langzeitdrift	Die Langzeitdrift bei Null darf maximal $\leq 5,0$ nmol/mol betragen. Die Langzeitdrift beim Spannniveau darf maximal $\leq 5$ % des Zertifizierungsbereiches betragen.	Für NO liegt die maximale Langzeitdrift am Nullpunkt $D_{l,z}$ bei -0,92 nmol/mol für Gerät 1 und 1,08 nmol/mol für Gerät 2. Die maximale Langzeitdrift für NO am Referenzpunkt $D_{l,s}$ liegt bei 0,93 % für Gerät 1 und 1,02 % für Gerät 2. Für NO <sub>2</sub> liegt die maximale Langzeitdrift am Nullpunkt $D_{l,z}$ bei 0,75 nmol/mol für Gerät 1 und 0,87 nmol/mol für Gerät 2. Die maximale Langzeitdrift für NO <sub>2</sub> am Referenzpunkt $D_{l,s}$ liegt bei 2,29 % für Gerät 1 und 2,05 % für Gerät 2.	ja	140
8.5.6 Kontrollintervall	Das Wartungsintervall muss mindestens 2 Wochen betragen.	Das Kontrollintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt. Diese beschränken sich im Wesentlichen auf die Kontrolle von Verschmutzungen, Plausibilitätschecks und etwaigen Status-/Fehlermeldungen. Der externe Partikelfilter muss je nach Staubbelastung am Messort gewechselt werden. Eine Überprüfung des Null- und Referenzpunktes muss nach DIN EN 14211 mindestens alle 14 Tage erfolgen.	ja	149
8.5.5 Vergleichsstandardabweichung für NO <sub>2</sub> unter Feldbedingungen	Die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen darf maximal $\leq 5$ % des Mittels über eine Zeitspanne von 3 Monaten betragen.	Die Vergleichsstandardabweichung für NO <sub>2</sub> unter Feldbedingungen betrug 3,67 % bezogen auf den Mittelwert über die Dauer des Feldtests von 3 Monaten. Damit sind die Anforderungen der DIN EN 14211 eingehalten.	ja	145
8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes	Die Verfügbarkeit des Messgerätes muss $\geq 90$ % betragen	Die Verfügbarkeit beträgt 100 %. Somit ist die Anforderung der EN 14211 erfüllt.	ja	150

## 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 N500 vorgenommen. Die Prüfung erfolgte als vollständige Eignungsprüfung.

### 2.2 Zielsetzung

Die Messeinrichtung soll den Gehalt an Stickstoffoxiden in der Umgebungsluft in folgenden Konzentrationsbereichen bestimmen:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
Stickstoffmonoxid	0 – 1.200	µg/m <sup>3</sup>
Stickstoffdioxid	0 - 500	µg/m <sup>3</sup>

Die Messeinrichtung N500 misst die Komponenten NO, NO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> mittels direkter UV Absorption.

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

Die Prüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Normen / Richtlinien:

- VDI 4202 Blatt 1: Automatische Messeinrichtungen zur Überwachung der Luftqualität; Eignungsprüfung, Eignungsbekanntgabe und Zertifizierung von Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gasförmigen Immissionen, vom April 2018
- DIN EN 14211: Außenluft – Messverfahren zur Bestimmung von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz, vom November 2012
- Leitfaden "Demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods", vom Januar 2010

### 3. Beschreibung der geprüften Messeinrichtung

#### 3.1 Messprinzip

Der N500 Analysator ist ein optisches Absorptions-Spektrometer welches nach der „Cavity Attenuated Phase Shift (CAPS)“ Methode direkt NO<sub>2</sub> messen kann. Die CAPS- Methode verwendet dazu blaues UV Licht von einer LED mit einer Wellenlänge von 405 nm, eine Messzelle mit hochreflektierenden Spiegeln auf beiden Seiten um die optische Strecke zu verlängern, und einen Vakuum-Photo-Detektor. Alle Komponenten sind in der optischen Messzelle integriert, welche sich in einem thermostatisierten Bereich befindet. Dieser Bereich wird auf 45 °C beheizt, um Feuchtigkeit auf den Spiegeln und Einflüsse von schwankenden Umgebungstemperaturen zu verhindern.

Das NO<sub>2</sub> wird direkt durch optische Absorption bestimmt. Dieses Messprinzip ist im Lambert-Beerschen Gesetz festgeschrieben. Die Absorption (Lichtverlust) ist dabei direkt proportional der Lichtstrecke und der Konzentration des absorbierenden Gases.

$$A = \epsilon \cdot l \cdot c$$

(A = Absorption,  $\epsilon$  = molarer Absorptionskoeffizient, l = Lichtstreckenlänge, c = Konzentration)

Ultraviolettes Licht von der modulierenden LED wird hinter dem Spiegel A in die Zelle gesendet. Die Lichtintensität wird nun vom Detektor gemessen, der selbst wiederum mit einer ein wenig unterschiedlichen Frequenz moduliert wird. Der Detektor sitzt hinter dem Spiegel B und misst ein exponentiell ansteigendes Signal wenn die LED eingeschaltet ist. Wenn die LED ausgeschaltet wird, erfolgt ebenso ein Abfall der Intensität. Da beide Spiegel bei 405 nm (dem höchsten Absorptionsbereich von NO<sub>2</sub>) hoch reflektierend sind, benötigt das Licht eine bestimmte Zeit um das Maximum in Abwesenheit von dem absorbierenden Gas zu erreichen. Bei Anwesenheit von NO<sub>2</sub>, verkürzt sich der Weg des Lichts deutlich. Dies hat nun zwei Effekte auf die vom Detektor gemessene Lichtintensität:

- Das Maximum des Lichts ist kleiner
- Das Maximum des Lichts wird früher erreicht.

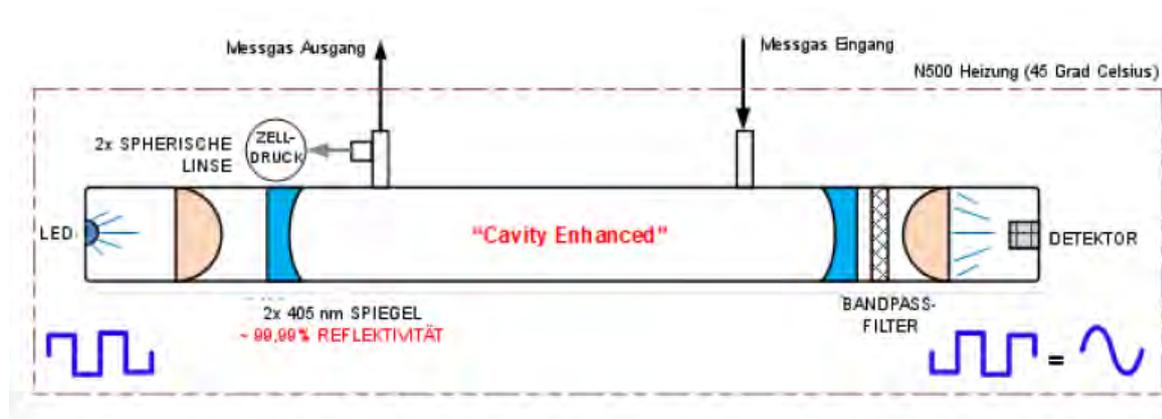


Abbildung 1: N500 optische Absorptionszelle

Dadurch wird eine Phasenverschiebung zur modulierenden LED gemessen. Die Phasenverschiebung ist bei Nullgas am Größten und sinkt wenn NO<sub>2</sub> enthalten ist.

Sowohl die LED als auch der Detektor werden so moduliert, dass das gemessene Signal in einer viel niedrigeren Frequenz entsteht (entsprechend der Differenz zwischen den modulierenden Frequenzen). Für die Hardware des Systems ist dieses Signal nun einfacher zu verarbeiten.

Das Gerät überträgt die Phasenverschiebung nun in eine Konzentration. Unter Verwendung der CAPS Methode bleibt der Phasenversatz für jede Konzentration konstant, auch wenn die LED mit der Zeit altert und an Intensität verliert.

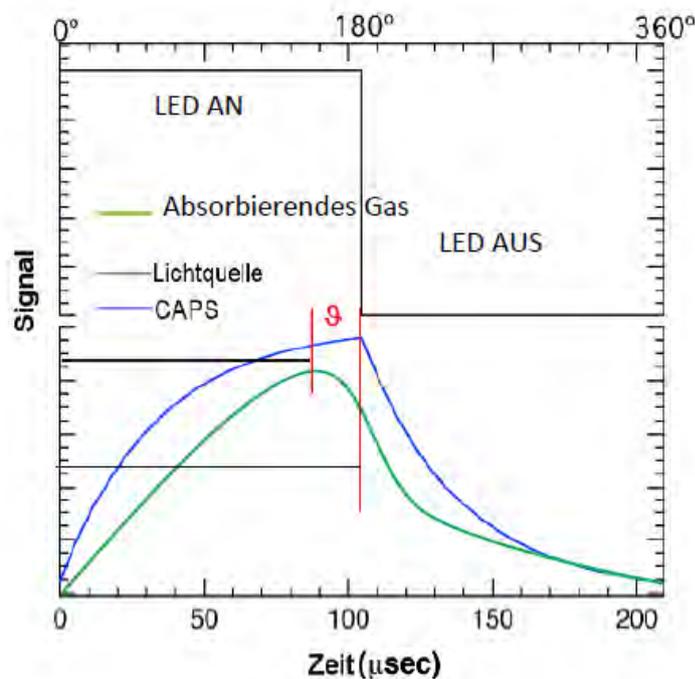


Abbildung 2: Darstellung des Phasenversatzes von erhöhter NO<sub>2</sub> Konzentration

Eine interne Vakuumpumpe, die sich flussabwärts der restlichen Komponenten des Geräts befindet, saugt Messgas durch die pneumatischen Verbindungen des Geräts. Die Durchflussrate wird von einem Durchflussbegrenzer flussaufwärts des Sensors gesteuert.

Nachdem das Messgas durch eine Reihe von filternden und konditionierenden Komponenten geflossen ist, wird durch einen Sensor der NO<sub>2</sub>-Messwert bestimmt. Das Messgas wird abwechselnd mit hohen Konzentrationen von Ozon titriert. Daran anschließend wird ein Sensor einen zweiten, höheren NO<sub>2</sub>-Wert gemessen (NO<sub>x</sub>-Modus). Aus diesem Wert wird die NO<sub>x</sub> Konzentration sowie rechnerisch auch die NO Konzentration abgeleitet.

Zusammengefasst misst der Analysator N500 NO<sub>2</sub> zuerst direkt durch optische Absorption um einen tatsächlichen Messwert der NO<sub>2</sub>-Konzentration zu erhalten. Dann wird eine genau getaktete Pulsrate verwendet, um die Probe mit einer hohen Konzentration von O<sub>3</sub> zu vermischen um NO<sub>x</sub> zu generieren. Die Software zieht dann die NO<sub>2</sub>-Konzentration von der ausgegebenen NO<sub>x</sub>-Konzentration ab, um einen Messwert für NO zu berechnen. Bei der NO-Konzentration wird dann für die Titrationseffizienz kompensiert, die anschließend zum gemessenen NO<sub>2</sub>-Wert hinzugefügt wird, um den korrigierten NO<sub>x</sub>-Messwert zu erzeugen.

### 3.2 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung

Die Hauptkomponenten des N500 Analysators sind: eine optische Zelle, ein Paar hochreflektierende Spiegel bei 405 nm, eine Leuchtdiode (LED) als Lichtquelle und einen Vakuum-Photodioden-Detektor.

Die LED befindet sich hinter einem Spiegel an einem Ende der Zelle, und der Detektor hinter dem anderen Spiegel am gegenüberliegenden Ende der Zelle. Die Leuchtdiode sendet nun Lichtimpulse im ultravioletten Spektrum in die Messzelle. Das Licht wird von den Spiegeln immer wieder reflektiert und erzeugt damit eine sehr lange Pfadlänge. Diese lange Laufstrecke des Lichts verlängert die „Lebenszeit“ des Photons unter Verwendung eines zeitlich auf die Messung abgestimmten Datenerfassungssystems. Zusammen mit einem Algorithmus wird die gemessene Absorption in einen Phasenversatz umgewandelt, aus dem die NO<sub>2</sub> Konzentration berechnet wird.



Abbildung 3: N500 Analysatoren

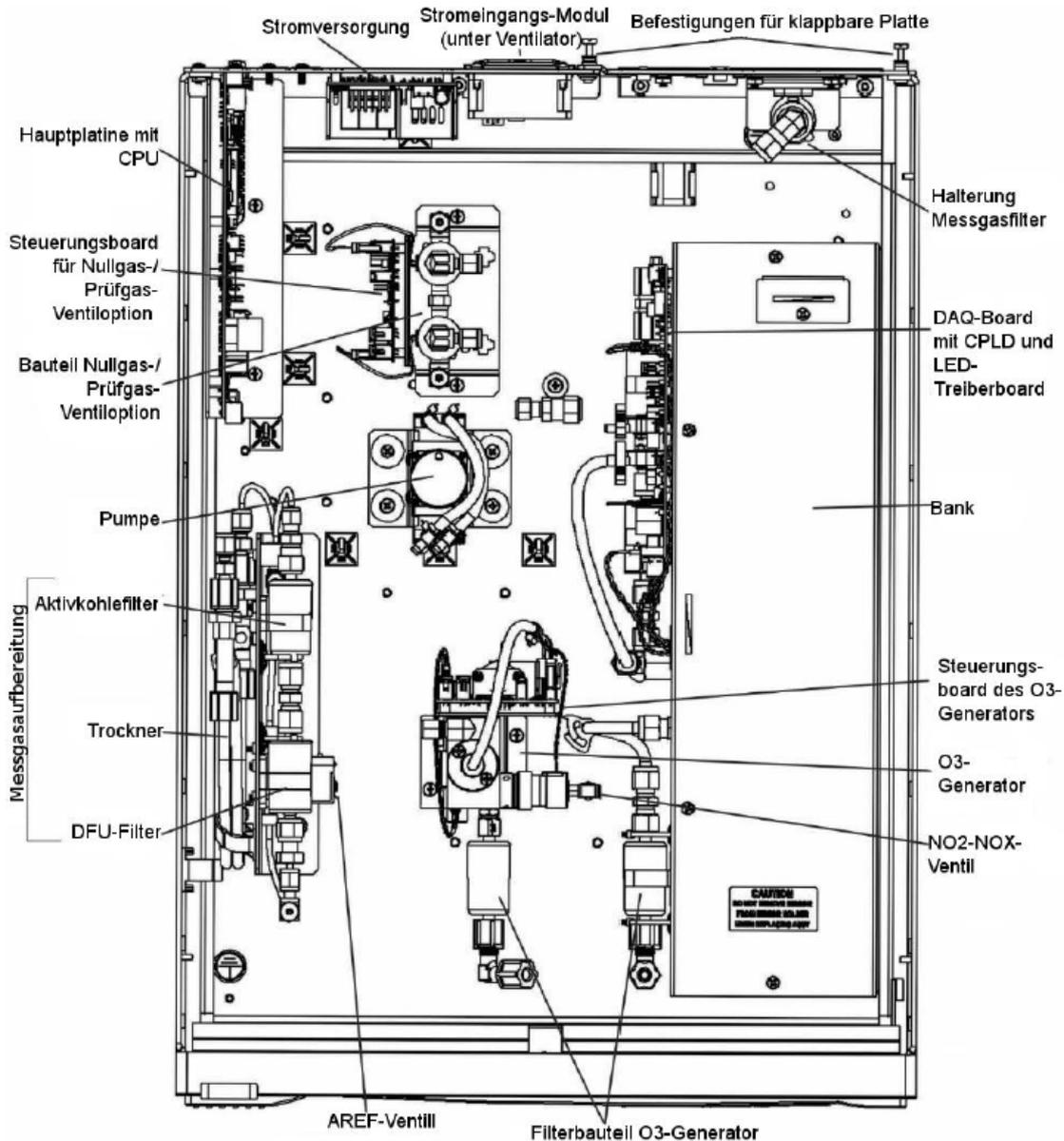


Abbildung 4: Interne Komponenten des Modell N500

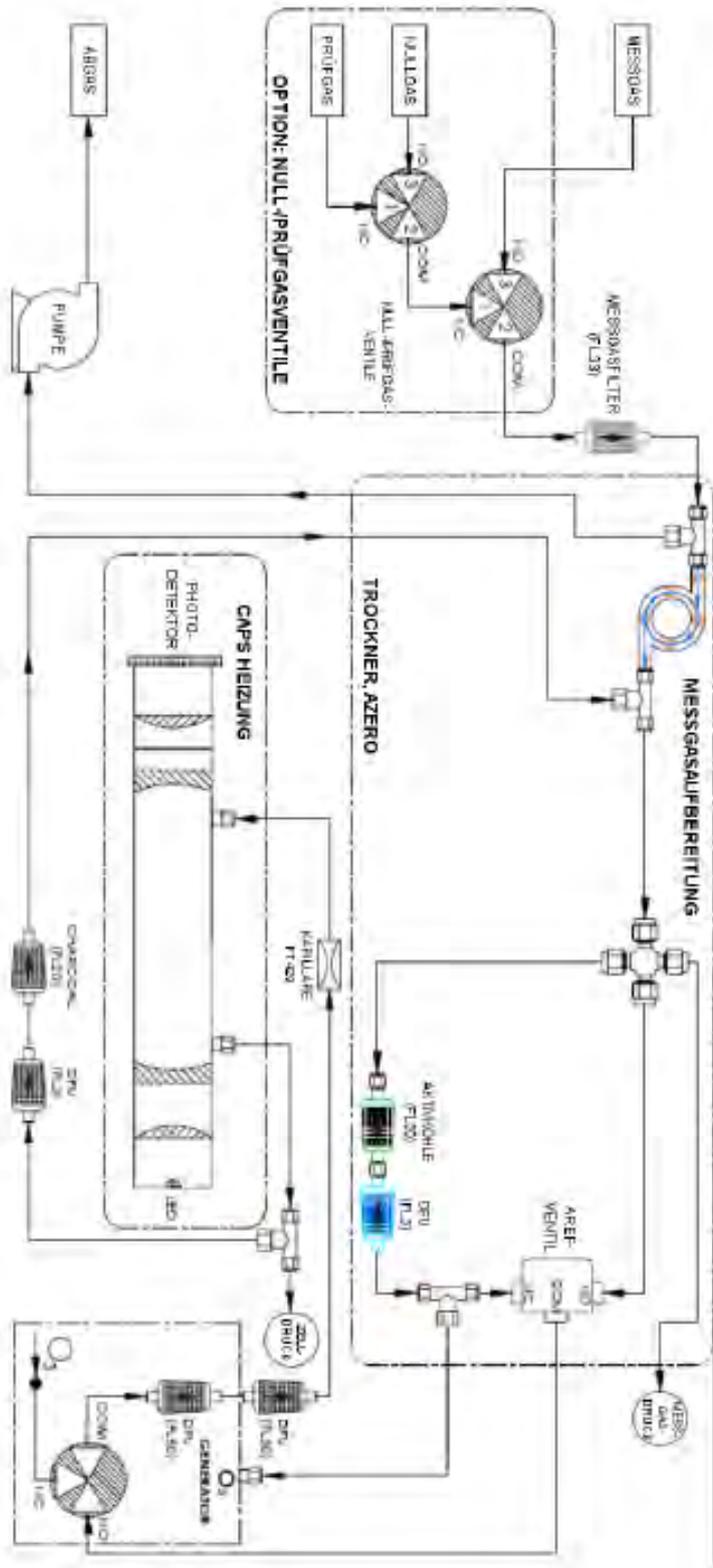


Abbildung 5: N500 pneumatisches Flussdiagramm

Die Tabelle 2 enthält eine Auflistung wichtiger gerätetechnischer Kenndaten des N500.

Tabelle 2: Gerätetechnische Daten N500 (Herstellerangaben)

Messbereich:	Maximal 0 – 1 ppm für NO <sub>2</sub> Maximal 0 – 1 ppm für NO
Einheiten:	ppb, ppm, mg/m <sup>3</sup> oder µg/m <sup>3</sup>
Gemessene Verbindungen:	NO, NO <sub>2</sub> und NO <sub>x</sub>
Probenfluss:	ca. 1,0 Liter/min (während der Prüfung)
Ausgänge:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ethernet TCP/IP</li><li>• Serielle Schnittstelle, RS232 oder RS 485</li><li>• 0 – 5/10 Volt analog</li><li>• 4 – 20 mA analog</li><li>• USB</li></ul>
Eingangsspannung:	230 V oder 115 V, 50 Hz oder 60 Hz
Leistung:	110 W; maximal 190 W
Abmessungen (L x B x H) / Gewicht:	597 x 732 x 178 mm / ca. 15 kg

### 3.3 Einstellungen des Messgerätes

Die Inbetriebnahme der Messeinrichtung erfolgte nach den Anweisungen des Herstellers. Während der Eignungsprüfung waren keine internen Nullpunkt -Abgleichzyklen aktiviert.

Die Firmware des N500 Analysators verarbeitet Probenkonzentrationsdaten über einen programmierten adaptiven Filter. Während des Betriebs kann die Firmware je nach den jeweiligen Bedingungen automatisch zwischen zwei verschiedenen zeitlichen Filterlängen wechseln. Bei der Messung stabiler Konzentrationen berechnet die Firmware standardmäßig einen Durchschnitt über die letzten Messungen. Dies sorgt für stabile Messergebnisse. Erkennt der Filter schnelle Konzentrationsänderungen, reduziert er die Mittelungszeit um dem Analysator eine schnellere Reaktion zu ermöglichen. Der adaptive Filter ist immer aktiv und kann vom Anwender weder angepasst, noch deaktiviert werden.

## 4. Prüfprogramm

### 4.1 Allgemeines

Die Eignungsprüfung erfolgte an zwei identischen Geräten N500 mit den Seriennummern

Gerät 1: SN 65 und

Gerät 2: SN 76.

Die Prüfung wurde mit der Softwareversion „Rev. 1.6.0“ durchgeführt.

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

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

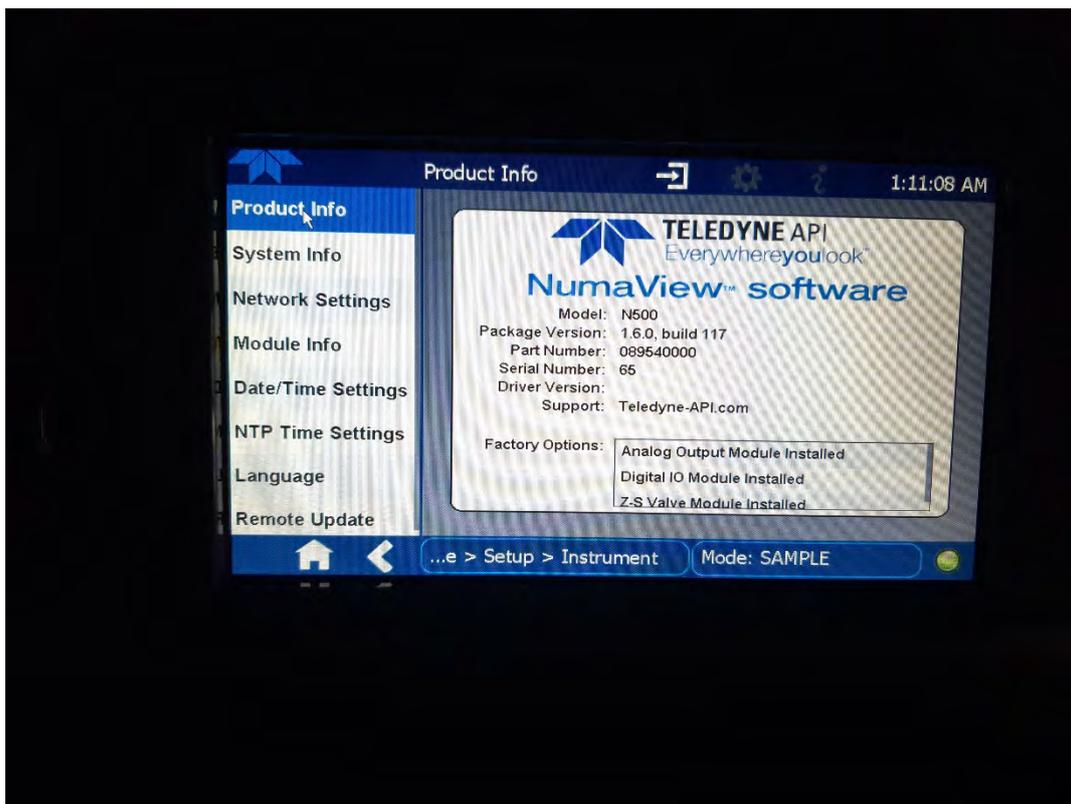


Abbildung 6: Softwareversion der N500 Testgeräte

## 4.2 Laborprüfung

Die Laborprüfung wurde mit zwei identischen Geräten des Typs N500 mit den Seriennummern SN: 65 und SN: 76 durchgeführt. Nach den Normen / Richtlinien [1, 2] ergab sich folgendes Versuchsprogramm im Labor:

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

Die Messeinrichtung arbeitet nicht nach dem EU-Standardreferenzverfahren (Chemilumineszenz), sondern analysiert aufgrund ihres Messprinzips (CAPS) abwechselnd direkt NO<sub>2</sub> und NO. Der ausgegebene NO<sub>x</sub> Wert wird immer errechnet. Daher wurde in jedem Prüfpunkt dieses Berichts jeweils NO und NO<sub>2</sub> getrennt bewertet. Die Komponente NO wurde nach den Vorgaben der DIN EN 14211 geprüft. Zur Prüfung der Komponente NO<sub>2</sub> (geprüfte Messbereich 0 – 500 µg/m<sup>3</sup> (0 – 261 nmol/mol)) wurden die Prüfgassollwerte auf den Messbereich der Komponente NO<sub>2</sub> angepasst. Prüfgrundlage war auch hier die DIN EN 14211. Zusätzlich wurde eine erweiterte Querempfindlichkeitsuntersuchung für die Komponente NO<sub>2</sub> durchgeführt.

Die Aufzeichnung der Messwerte erfolgte mit einem externen Datenlogger.

Die Ergebnisse der Laborprüfungen sind unter Punkt 6 und Punkt 7 zusammengestellt.

## 4.3 Feldprüfung

Der Feldtest nach DIN EN 14211 und VDI 4202-1 wurde mit zwei baugleichen Messeinrichtungen des Typs N500 vom 09.11.2020 bis zum 15.02.2021 durchgeführt. Im Anschluss wurden die Feldmessungen bis zum 01. Juli 2021 fortgesetzt, um weitere Messdaten zur Auswertung nach dem Leitfaden "Demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods" zu sammeln. Die eingesetzten Messgeräte waren identisch mit den während des Labortests geprüften Geräten. Die Seriennummern waren wie folgt:

Gerät 1: SN 65

Gerät 2: SN 76

Es ergab sich folgendes Prüfprogramm im Feldtest:

- Langzeitdrift
- Wartungsintervall
- Verfügbarkeit
- Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen
- Konverterwirkungsgrad (VDI 4202-1:2018)

Identisch zum Vorgehen während der Laborprüfung wurde die Auswertung des Feldtests in diesem Bericht ebenfalls für NO und NO<sub>2</sub> getrennt aufgeführt.

Die Aufzeichnung der Messwerte erfolgte mit einem externen Datenlogger.

Die Ergebnisse der Feldprüfungen sind unter Punkt 6 und Punkt 7 zusammengestellt.

Zur Durchführung des Feldtests wurden die Messgeräte in eine Messstation in der Nähe von Köln eingebaut. Die Messstation befindet sich im unmittelbaren Einflussbereich einer stark befahrenen, sechsspurigen Bundesautobahn. Der Abstand von der Messstation zur nächstliegenden Fahrbahn beträgt ca. 5,0 m.



Abbildung 7: Messstation zur Durchführung des Feldtests

Die Messgeräte wurden in der auf 20 °C klimatisierten Station in einem 19“-Rack installiert und an ein Probennahmesystem angeschlossen. Beide Systeme wurden mit einer Proben- gasleitung von 2,5 m durch ein T-Stück am gleichen Anschluss des Probennahmesystems installiert. Dadurch war gewährleistet, dass beide Geräte eine repräsentative Messung des gleichen Probenluftvolumens durchführten. Der Probenentnahmekopf befinden sich an der Stirnseite der Messstation in einer Gesamthöhe von ca. 3,00 m.



Abbildung 8: N500 in der Messstation während des Feldtests

## 5. Referenzmessverfahren

### 5.1 Messverfahren

#### Während der Prüfung zur Justierung der Geräte benutzte Prüfgase

Zur Prüfung der Leistungsparameter wurden zertifizierte Stickstoffmonoxid- und Stickstoffdioxid-Prüfgase eingesetzt. Die bezeichneten Prüfgase wurden während der gesamten Prüfung eingesetzt und gegebenenfalls mittels einer Massenstromregler-Station (Typ- HovaGas) verdünnt.

Die Prüfgasflasche SN: 64616 wurde durch das Nationale EU-Referenzlabor für Luftqualität (Umwelbundesamt in Langen) rückgeführt. Die Qualitätssicherung der weiter verwendeten Prüfgase erfolgte auf Basis des rückgeführten Prüfgases im Labor der TRE überprüft.

#### **Nullgas:**

#### **Synthetische Luft**

#### **Prüfgas NO:**

**224,1 ppb in N<sub>2</sub>**

Flaschennummer:

16782 (Flaschen-SN: 64616)

Hersteller / Herstelldatum:

Linde / 07.04.2020

Stabilitätsgarantie / zertifiziert:

12 Monate

Überprüfung des Zertifikates am / durch:

17.06.2020 / UBA Langen  
Kalibrierschein Nr. 021-2020

Messunsicherheit gemäß Kalibrierschein:

+/- 4,5 nmol/mol

#### **Prüfgas NO:**

**2080 ppb in N<sub>2</sub>**

Flaschennummer:

16811

Hersteller / Herstelldatum:

Nippon Gases / 11.03.2020

Stabilitätsgarantie / zertifiziert:

24 Monate

Überprüfung des Zertifikates durch:

Eigenlabor

Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:

5 %

#### **\*Prüfgas NO<sub>2</sub>:**

**4,6 ppm in synth. Luft**

Flaschennummer:

16806

Hersteller / Herstelldatum:

Nippon Gases / 07.02.2020

Stabilitätsgarantie / zertifiziert:

12 Monate

Überprüfung des Zertifikates durch:

Eigenlabor

Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:

5 %

<b>Prüfgas NO<sub>2</sub>:</b>	<b>4,45 ppm in synth. Luft</b>
Flaschennummer:	16901
Hersteller / Herstelldatum:	Nippon Gases / 11.01.2021
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	12 Monate
Überprüfung des Zertifikates durch:	Eigenlabor
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	5 %

Mit mit „\*“ markierte Prüfgase wurden ausschließlich vor Ablauf der Stabilitätsgarantie für einzelne Prüfpunkte verwendet.

## Prüfergebnisse nach VDI 4202 Blatt 1 (2018)

### 6.1 7.3 Allgemeine Anforderungen

#### 6.1 7.3.1 Messwertanzeige

*Die Messeinrichtung muss eine funktionsfähige Messwertanzeige am Gerät 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 verfügt über eine funktionsfähige Messwertanzeige an der Frontseite des Gerätes.

#### 6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung verfügt über eine funktionsfähige Messwertanzeige an der Frontseite des Gerätes.

Mindestanforderung erfüllt? ja

#### 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Abbildung 9 zeigt die Messeinrichtung mit integrierter Messwertanzeige.

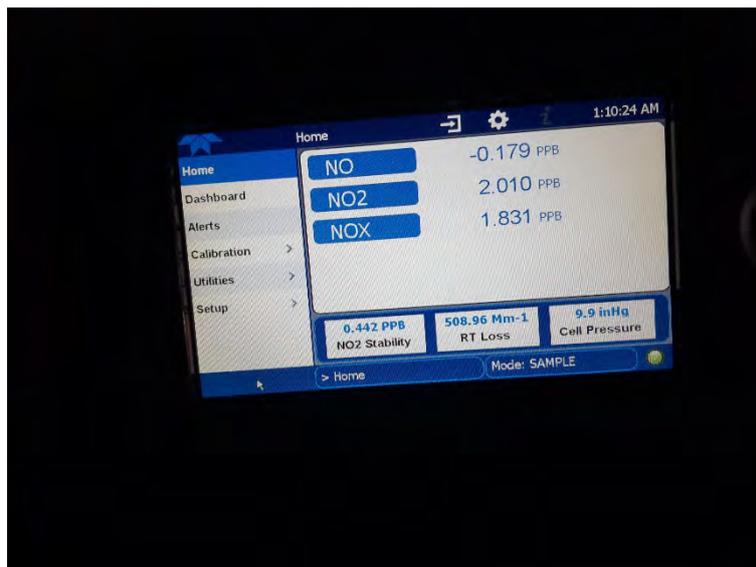


Abbildung 9: N500 Testgerät mit Messwertanzeige

## **6.1 7.3.2 Kalibriereingang**

*Das Messgerät darf über einen vom Probengaseingang getrennten Prüfgaseingang verfügen.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Zusätzliche Geräte werden nicht benötigt.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Es wurde überprüft, ob die Messeinrichtung über einen vom Probengaseingang getrennten Prüfgaseingang verfügt.

## **6.4 Auswertung**

Die Messeinrichtung verfügt über einen vom Probengaseingang getrennten Prüfgaseingang an der Rückseite des Gerätes.

## **6.5 Bewertung**

Die Messeinrichtung verfügt über einen vom Probengaseingang getrennten Prüfgaseingang an der Rückseite des Gerätes.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht notwendig.

## **6.1 7.3.3 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 bzw. über einen verbundenen externen PC überwacht und kontrolliert werden.
2. Kontrolle des Partikelfilters am Probengaseingang. Das Austauschintervall 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 im Handbuch in Kapitel 5 beschriebenen Arbeiten und Arbeitsabläufe durchgeführt. Bei Einhaltung der dort beschriebenen Vorgehensweise konnten keine Schwierigkeiten beobachtet werden. Alle Wartungsarbeiten ließen sich problemlos mit herkömmlichen Werkzeugen durchführen.

## 6.1 7.3.4 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.*

*Zur Messeinrichtung gehörende Prüfgaserzeugungssysteme sind hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit durch Vergleich mit den Anforderungen an die Prüfgase für die laufende Qualitätskontrolle abzusichern. Sie müssen dem ihre Betriebsbereitschaft über ein Statussignal anzeigen und über das Messgerät 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 Warn- und Statusmeldungen 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 7.3.5 Rüst- und Einlaufzeiten**

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

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bedienungshandbuch sowie zusätzlich eine Uhr.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Messinstrumente wurden nach den Anweisungen 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**

Die Rüstzeit ist selbstverständlich abhängig von den Gegebenheiten am Einbauort sowie der Verfügbarkeit der Spannungsversorgung am Einbauort. Da es sich beim N500 um einen kompakten Analysator handelt besteht die Rüstzeit hauptsächlich aus:

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

Bei der Erstinstallation sowie verschiedenen Positionsveränderungen im Labor (Ein/Ausbau in der Klimakammer) sowie Einbau am Feldteststandort wurde eine Rüstzeit von ca. 0,5 h ermittelt. Angaben zur Rüstzeit sind im Handbuch in Kapitel 3.2. auf Seite 18 zu finden.

Beim Einschalten aus völlig kaltem Zustand benötigte das Gerät ca. 60 Minuten, bis das System die Aufwärmphase beendet hat und in den Messbetrieb übergeht. Die ermittelte Aufwärmzeit stimmt mit dem Angaben im Handbuch überein. Im Handbuch ist die Aufwärmphase mit ca. 60 Minuten angegeben (Kapitel 2.3.4.1, Seite 28).

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

## **6.5 Bewertung**

Die Rüst- und Einlaufzeiten sind in der Betriebsanleitung angegeben. Die Herstellerangaben sind korrekt.

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

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## 6.1 7.3.6 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*

*Vermeidung von Kondensation im Analysator.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bedienungsanleitung sowie ein Messgerät zur Erfassung des Energieverbrauchs (Gossen Metrawatt) und eine Waage.

## 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 110 W angegeben. Im Anfahrbetrieb (Aufheizen) wurden kurzzeitig Verbrauchswerte von 220 Watt gemessen. Im Normalbetrieb liegt der Verbrauch wie angegeben bei ca. 110 Watt.

## 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 7.3.7 Unbefugtes Verstellen**

*Die Justierung der Messeinrichtung muss gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen gesichert werden können. Alternativ muss die Bedienungsanleitung einen deutlichen Hinweis erhalten, dass das Messgerät nur in einem gesicherten Bereich aufgestellt werden darf.*

## **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 einem direkt oder via Netzwerk angeschlossenen externen Rechner aus.

Das Gerät besitzt eine interne Funktion (Passwortschutz) gegen unbeabsichtigtes oder unbefugtes Verstellen. Eine Veränderung von Parametern oder die Justierung der Messeinrichtung 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 7.3.8 Messsignalausgang

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

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Analogdatenlogger Yokogawa, PC

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung verfügt über folgende Übertragungswege: RS232, RS485, 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 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.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6.1 7.3.9 Digitale Schnittstelle**

*Die digitale Schnittstelle muss die Übertragung der Messsignale, Statussignale und Informationen wie Gerätetyp, Messbereich, Messkomponente und Einheit erlauben und vollständig im einschlägigen Normen- und Richtlinienwerk beschrieben sein. Der Zugriff auf das Messgerät über digitale Schnittstellen beispielsweise zur Steuerung und Datenübertragung muss gegen unbefugten Zugriff gesichert sein.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

PC

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Messeinrichtung verfügt über folgende Übertragungswege: Modbus, RS232/RS485. Die Messeinrichtung verfügt darüber hinaus auch über die Möglichkeit der Ausgabe von Analogsignalen (in V).

## **6.4 Auswertung**

Die Messsignale werden in digitaler Form folgendermaßen angeboten:

Modbus, RS232

Die digitalen Ausgangssignale wurden überprüft. Alle relevanten Daten wie Messsignale, Statussignale, Messkomponente, Messbereich, Einheit, Geräteinformationen können digital übertragen werden. Der Zugriff auf Geräteparameter ist passwortgeschützt.

## **6.5 Bewertung**

Die digitale Messwertübertragung funktioniert korrekt und ist durch einen Passwortschutz vor unbefugtem Zugriff geschützt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 6.1 7.3.10 Datenübertragungsprotokoll

*Zur digitalen Übertragung der Messsignale muss das Messgerät über mindestens ein Datenübertragungsprotokoll verfügen.*

*Jedes vom Hersteller für das Messgerät angebotene Datenübertragungsprotokoll muss die korrekte Datenübertragung erlauben und Übertragungsfehler erkennen lassen. Das Datenübertragungsprotokoll einschließlich der verwendeten Kommandos muss in der Bedienungsanleitung vollständig dokumentiert sein. Das Datenprotokoll muss mindestens die Übertragung der folgenden Daten erlauben:*

*Messgeräteerkennung*

*Komponentenkennung*

*Einheit*

*Messsignal mit Zeitstempel (Datum und Uhrzeit)*

*Betriebs und Fehlerstatus*

*Steuerungsbefehle zur Fernsteuerung des Messgerätes*

*Alle Daten müssen in Klartext (ASCII-Zeichen) übertragen werden.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

PC

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung verfügt standardmäßig über ein installiertes Modbus Bayern/Hessen Übertragungsprotokoll. Weitere Datenübertragungsprotokolle sind in Absprache mit dem Hersteller verfügbar.

## 6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung verfügt standardmäßig über ein installiertes Modbus Bayern/Hessen Übertragungsprotokoll. Weitere Datenübertragungsprotokolle sind in Absprache mit dem Hersteller verfügbar. Die Übertragung von Mess- und Statussignalen erfolgt korrekt.

## 6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung verfügt standardmäßig über ein installiertes Modbus Bayern/Hessen Übertragungsprotokoll. Die Übertragung von Mess- und Statussignalen erfolgt korrekt. Die Konfiguration ist im Handbuch in Anhang A.2 aufgeführt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.



## 6.1 7.3.11 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 – 20 ppm eingestellt werden.

Möglicher Messbereich für NO:	1 ppm
Möglicher Messbereich für NO <sub>2</sub> :	1 ppm
Obere Grenze des Zertifizierungsbereichs für NO:	1200 µg/m <sup>3</sup> (962 ppb oder nmol/mol)
Obere Grenze des Zertifizierungsbereichs für NO <sub>2</sub> :	500 µg/m <sup>3</sup> (261 ppb oder nmol/mol)

## 6.5 Bewertung

Es ist standardmäßig ein Messbereich von 0 – 500 µg/m<sup>3</sup> für NO<sub>2</sub> und 1200 µg/m<sup>3</sup> für NO eingestellt. Andere Messbereiche bis zu maximal 0 – 1 ppm sind möglich.

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

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Richtlinien VDI 4202, Blatt 1 sowie die Norm DIN EN 14211 enthalten folgende Mindestanforderungen für die Zertifizierungsbereiche von kontinuierlichen Immissionsmessgeräten für Stickstoffoxide:

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

Messkomponente	Untere Grenze ZB	Obere Grenze ZB	Grenzwert	Beurteilungszeitraum
	in µg/m <sup>3</sup>	in µg/m <sup>3</sup>	in µg/m <sup>3</sup>	
Stickstoffdioxid	0	500	200	1 h
Stickstoffmonoxid	0	1 200	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.

## **6.1 7.3.12 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 7.3.13 Stromausfall**

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

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

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

## **6.4 Auswertung**

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

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

## **6.5 Bewertung**

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

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## **6.1 7.3.14 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, RS485, LAN/WLAN oder USB und analoge Ein- und Ausgänge. Über die LAN/WLAN Schnittstelle 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 7.3.15 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 und gesteuert werden.

## **6.4 Auswertung**

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

## **6.5 Bewertung**

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

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## **6.1 7.3.16 Gerätesoftware**

*Die Version der Gerätesoftware muss vom Messgerät angezeigt werden können.*

### **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 „Konfiguration“ eingesehen werden.

Die Prüfung wurde mit der Softwareversion „Rev. 1.6.0“ durchgeführt.

### **6.5 Bewertung**

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

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Abbildung 6 zeigt die Gerätesoftwareversion im Display der Messeinrichtung

## **6.1 7.4 Anforderungen an Leistungskenngrößen für die Laborprüfung**

### **6.1 7.4.1 Allgemeines**

*Die bei den Prüfungen im Labor zu bestimmenden Leistungskenngrößen sowie die zugehörigen Leistungskriterien sind in Tabelle A1 der VDI 4202-1 für Messkomponenten nach 39. BImSchV angegeben.*

*Für andere Messkomponenten ist ein Zertifizierungsbereich festzulegen. Die Leistungskriterien sind in Anlehnung an die Tabelle A1 der VDI 4202-1 festzulegen und mit der zuständigen Stelle abzustimmen.*

*Die Leistungskenngrößen für die Laborprüfung sind nach den in Abschnitt 8.4 der VDI 4202-1 beschriebenen Verfahren zu bestimmen.*

### **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

### **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde anhand der Leistungskriterien und Anforderungen der VDI 4202 Blatt 1 (2018) sowie DIN EN 14211 (2012) durchgeführt.

### **6.4 Auswertung**

Hier nicht erforderlich.

### **6.5 Bewertung**

Die Prüfung wurde anhand der Leistungskriterien und Anforderungen der VDI 4202 Blatt 1 (2018) sowie der DIN EN 14211 (2012) durchgeführt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## 6.1 7.4.2 Prüfbedingungen

*Vor Inbetriebnahme des Messgerätes ist die Betriebsanleitung des Herstellers insbesondere hinsichtlich der Aufstellung des Gerätes und der Qualität und Menge des erforderlichen Verbrauchsmaterials zu befolgen.*

*Vor Durchführung der Prüfung ist die vom Hersteller festgelegte Einlaufzeit zu beachten. Falls die Einlaufzeit nicht festgelegt ist, ist eine Mindestzeit von 4 h einzuhalten.*

*Falls Autoskalierungs- oder Selbstkorrekturfunktionen am Gerät frei wählbar sind, dann sind diese Funktionen bei der Laborprüfung auszuschalten.*

*Falls Autoskalierungs- oder Selbstkorrekturfunktionen am Gerät nicht frei wählbar sind und als übliche Betriebsbedingungen angesehen werden, dann müssen Zeiten und Größen der Selbstkorrekturen für das Prüfinstitut verfügbar sein. Die Größen der Auto-Drift-Korrekturen unterliegen den gleichen Einschränkungen, wie sie in den Leistungskenngrößen festgelegt sind.*

*Vor der Aufgabe von Prüfgasen auf das Messgerät muss das Prüfgassystem ausreichend lange betrieben worden sein, um stabile Konzentrationen liefern zu können. Das Messgerät muss mit eingebautem Partikelfilter geprüft werden.*

*Die meisten Messgeräte können das Messsignal als fließenden Mittelwert einer einstellbaren Zeitspanne ausgeben. Einige Messgeräte passen diese Integrationszeit automatisch als Funktion der Frequenz der Konzentrationsschwankungen der Messkomponente an. Diese Optionen werden typischerweise zur Glättung der Ausgabedaten verwendet. Es muss nicht belegt werden, dass der eingestellte Wert für die Mittelungszeit oder die Verwendung eines aktiven Filters das Ergebnis der Prüfung der Mittelungszeit und der Einstellzeit beeinflussen.*

*Die Einstellungen des Messgerätes müssen den Herstellerangaben entsprechen. Alle Einstellungen sind im Prüfbericht festzuhalten.*

*Zur Bestimmung der verschiedenen Leistungskenngrößen sind geeignete Prüfgase zu verwenden.*

*Parameter: Bei der Prüfung für die einzelnen Leistungskenngrößen müssen die Werte der Parameter innerhalb des in Tabelle 3 der VDI 4202-1 angegebenen Bereichs stabil sein.*

*Prüfgase: Zur Bestimmung der verschiedenen Leistungskenngrößen sind auf nationale oder internationale Normale rückführbare Prüfgase zu verwenden*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde anhand der Leistungskriterien und Anforderungen der VDI 4202 Blatt 1 (2018) sowie DIN EN 14211 (2012) durchgeführt.

## 6.4 Auswertung

Die im Handbuch beschriebene Einlaufzeit wurde eingehalten.

Während der Laborprüfung waren keine Autoskalierungs oder Selbstkorrekturfunktionen an den Prüflingen aktiviert.

Die Prüfungen erfolgten mit den gerätezugehörigen Partikelfiltern.

Wie unter Punkt 3.3 beschrieben waren die genannten adaptiven Filter während der gesamten Prüfung standardmässig aktiv.

Die verwendeten Prüfgase entsprechen den Vorgaben der VDI 4202-1.

### **6.5 Bewertung**

Die Prüfung wurde anhand der Leistungskriterien und Anforderungen der VDI 4202 Blatt 1 (2018) sowie der DIN EN 14211 (2012) durchgeführt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## **6.1 7.4.3 Einstellzeit und Memory-Effekt**

*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 7.4.4 Kurzzeitdrift**

*Die Kurzzeitdrift bei Null darf maximal 2,0 nmol/mol betragen.*

*Die Kurzzeitdrift beim Spanwert darf maximal 6,0 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 7.4.5 Wiederholstandardabweichung**

*Die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt darf 1,0 nmol/mol nicht überschreiten.*

*Die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt darf 3,0 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 7.4.6 Linearität**

*Der Zusammenhang zwischen den Messwerten und den Sollwerten muss mithilfe einer linearen Analysenfunktion darstellbar sein.*

*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.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Hier nicht zutreffend.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung der Linearität 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 7.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks**

*Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes darf 8,0 (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 7.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur**

*Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur darf 3,0 (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 7.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur**

*Der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur darf 3,0 (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 7.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung**

*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 7.4.11 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 A der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (April 2018) nicht überschreiten.*

*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

Prüfgase, Mischstation

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung arbeitet nicht nach dem Referenzverfahren Chemilumineszenz sondern misst NO<sub>2</sub> direkt und NO indirekt. Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung der Querempfindlichkeiten nach DIN EN 14211 (2012) und VDI 4202-1 (2018) ist in der Auswahl der Querempfindlichkeitskomponenten an das Referenzverfahren angepasst. Daher wurden zusätzlich zu den drei in der DIN EN 14211 genannten Störkomponenten noch weitere, in der normalen Umgebungsluft mögliche, Störkomponenten auf ihren Einfluss überprüft. Die die Messeinrichtung die Probenluft im UV Bereich analysiert, wurden nur weitere Störkomponenten mit optischen Absorptionslinien im UV Bereich betrachtet. Die zusätzlich überprüften Störkomponenten waren SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, m-Xylol und Toluol.

Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung der Querempfindlichkeiten nach DIN EN 14211 (2012) ist Kapitel 7.1 8.4.11 Störkomponenten dargestellt. Der Beitrag zur Gesamtunsicherheit aus der Querempfindlichkeit wird ebenfalls aus der streng nach DIN EN 14211 durchgeführten Untersuchung ermittelt.

## 6.4 Auswertung

In der folgenden tabellarischen Übersicht sind die aufgefundenen Differenzen mit und ohne Störkomponente für den Null- und Referenzpunkt der beiden Analysatoren aufgetragen. Unten in der Tabelle sind die Summen der positiven und der negativen Abweichungen zusammengefasst. Die Störkomponenten welche nach DIN EN 14211 überprüft werden müssen (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> und NH<sub>3</sub>) sind in dieser Auswertung mit aufgeführt. Das Level der Prüfgaskonzentrationen wurde auf Basis der VDI 4201-1 (2018) ausgewählt. Das Konzentrationslevel der Störkomponenten wurde auf Basis der Richtlinie VDI 4202-1 (2018) ausgewählt. Für die Komponente SO<sub>2</sub> wurde der 1-Stunden Grenzwert gewählt.

Tabelle 4: Zusätzliche Querempfindlichkeiten für die Komponente NO, Gerät 1

**Messgerät:** N500  
**Komponente:** NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 962 nmol/mol)

Begleitstoff	Messgerät 1							
	Nullpunkt				Referenzpunkt			
	Sollwert nmol/mol	Istwert nmol/mol	%PG	Abweichung nmol/mol	Sollwert nmol/mol	Istwert nmol/mol	%PG	Abweichung nmol/mol
SO <sub>2</sub> 131 nmol/mol	0,4	0,8	≤ 0,50	0,40	500,4	500,0	≤ 0,50	-0,40
H <sub>2</sub> S 200 nmol/mol	0,4	0,4	≤ 0,50	0,00	503,7	504,5	≤ 0,50	0,80
CO <sub>2</sub> 500 µmol/mol	0,4	0,8	≤ 0,50	0,40	500,0	501,8	≤ 0,50	1,80
m-Xylol 1 µmol/mol	0,2	1,0	≤ 0,50	0,80	503,7	506,1	≤ 0,50	2,40
Toluol 0,5 µmol/mol	0,6	0,6	≤ 0,50	0,00	504,5	504,7	≤ 0,50	0,20
H <sub>2</sub> O 19 mmol/mol	0,0	0,0	≤ 0,50	0,00	506,5	506,9	≤ 0,50	0,40
NH <sub>3</sub> 200 nmol/mol	0,6	1,2	≤ 0,50	0,60	503,4	504,6	≤ 0,50	1,20
<b>Summe positive Abweichungen</b>				<b>2,20</b>				
<b>Summe negative Abweichungen</b>				<b>0,00</b>				
					<b>6,80</b>			
					<b>-0,40</b>			

Tabelle 5: Zusätzliche Querempfindlichkeiten für die Komponente NO, Gerät 2

**Messgerät:** N500  
**Komponente:** NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 962 nmol/mol)

Begleitstoff	Messgerät 2							
	Nullpunkt				Referenzpunkt			
	Sollwert nmol/mol	Istwert nmol/mol	%PG	Abweichung nmol/mol	Sollwert nmol/mol	Istwert nmol/mol	%PG	Abweichung nmol/mol
SO <sub>2</sub> 131 nmol/mol	0,6	0,4	≤ 0,50	-0,20	501,4	500,8	≤ 0,50	-0,60
H <sub>2</sub> S 200 nmol/mol	0,0	0,0	≤ 0,50	0,00	504,3	506,7	≤ 0,50	2,40
CO <sub>2</sub> 500 µmol/mol	0,0	0,4	≤ 0,50	0,40	501,4	502,2	≤ 0,50	0,80
m-Xylol 1 µmol/mol	0,0	1,0	≤ 0,50	1,00	504,5	506,7	≤ 0,50	2,20
Toluol 0,5 µmol/mol	0,0	0,0	≤ 0,50	0,00	506,3	506,5	≤ 0,50	0,20
H <sub>2</sub> O 19 mmol/mol	0,0	-0,6	≤ 0,50	-0,60	506,7	508,3	≤ 0,50	1,60
NH <sub>3</sub> 200 nmol/mol	0,0	1,2	≤ 0,50	1,20	506,1	507,5	≤ 0,50	1,40
<b>Summe positive Abweichungen</b>				<b>2,60</b>				
<b>Summe negative Abweichungen</b>				<b>-0,80</b>				
					<b>8,60</b>			
					<b>-0,60</b>			

Tabelle 6: Zusätzliche Querempfindlichkeiten für die Komponente NO<sub>2</sub>, Gerät 1

**Messgerät:** N500  
**Komponente:** NO<sub>2</sub> (Zertifizierungsbereich = 0 - 261 nmol/mol)

Begleitstoff	Messgerät 1							
	Nullpunkt				Referenzpunkt			
	Sollwert nmol/mol	Istwert nmol/mol	%PG	Abweichung nmol/mol	Sollwert nmol/mol	Istwert nmol/mol	%PG	Abweichung nmol/mol
SO <sub>2</sub> 131 nmol/mol	-0,2	-0,2	≤ 0,50	0,00	108,1	108,8	0,65	0,70
H <sub>2</sub> S 200 nmol/mol	-0,2	-0,2	≤ 0,50	0,00	106,8	108,2	1,31	1,40
CO <sub>2</sub> 500 µmol/mol	-0,2	-0,2	≤ 0,50	0,00	105,8	106,5	0,66	0,70
m-Xylol 1 µmol/mol	-0,2	-0,2	≤ 0,50	0,00	107,6	109,6	1,86	2,00
Toluol 0,5 µmol/mol	-0,2	-0,2	≤ 0,50	0,00	108,5	108,3	≤ 0,50	-0,20
H <sub>2</sub> O 19 mmol/mol	0,1	0,3	≤ 0,50	0,20	106,2	106,5	≤ 0,50	0,30
NH <sub>3</sub> 200 nmol/mol	-0,2	-0,2	≤ 0,50	0,00	107,0	108,1	1,03	1,10
<b>Summe positive Abweichungen</b>				<b>0,20</b>				<b>6,20</b>
<b>Summe negative Abweichungen</b>				<b>0,00</b>				<b>-0,20</b>

Tabelle 7: Zusätzliche Querempfindlichkeiten für die Komponente NO<sub>2</sub>, Gerät 2

**Messgerät:** N500  
**Komponente:** NO<sub>2</sub> (Zertifizierungsbereich = 0 - 261 nmol/mol)

Begleitstoff	Messgerät 2							
	Nullpunkt				Referenzpunkt			
	Sollwert nmol/mol	Istwert nmol/mol	%PG	Abweichung nmol/mol	Sollwert nmol/mol	Istwert nmol/mol	%PG	Abweichung nmol/mol
SO <sub>2</sub> 131 nmol/mol	-1,0	-1,0	≤ 0,50	0,00	107,9	108,7	0,74	0,80
H <sub>2</sub> S 200 nmol/mol	-0,9	-1,0	≤ 0,50	-0,10	108,3	109,5	1,11	1,20
CO <sub>2</sub> 500 µmol/mol	-0,4	-0,7	≤ 0,50	-0,30	105,6	106,4	0,76	0,80
m-Xylol 1 µmol/mol	-1,0	-1,0	≤ 0,50	0,00	107,6	109,5	1,77	1,90
Toluol 0,5 µmol/mol	-1,0	-1,0	≤ 0,50	0,00	108,4	108,2	≤ 0,50	-0,20
H <sub>2</sub> O 19 mmol/mol	0,3	0,3	≤ 0,50	0,00	106,6	106,8	≤ 0,50	0,20
NH <sub>3</sub> 200 nmol/mol	-0,8	-1,0	≤ 0,50	-0,20	106,9	107,9	0,94	1,00
<b>Summe positive Abweichungen</b>				<b>0,00</b>				<b>5,90</b>
<b>Summe negative Abweichungen</b>				<b>-0,60</b>				<b>-0,20</b>

## 6.5 Bewertung

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. Dies wären bezogen auf den Messbereich 0 – 962 nmol/mol = 28,86 nmol/mol erlaubte Abweichung für die Komponente NO. Für die Komponente NO<sub>2</sub> liegt die erlaubte Abweichung für den Messbereich 0 – 261 nmol/mol bei 7,83 nmol/mol. Diese Werte werden, wie in Tabelle 4 bis Tabelle 7 dargestellt, sicher eingehalten.

Der Einfluss der Querempfindlichkeit erfüllt auch die Anforderung der VDI 4202-1 (2018) für Messprinzipien die von den EN Normen abweichen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der durchgeführten Querempfindlichkeitsuntersuchung sind in den folgenden Tabellen dargestellt.

Tabelle 8: Zusätzliche Querempfindlichkeiten für die Komponente NO, Gerät 1

**Messgerät:** N500  
**Komponente:** NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 962 nmol/mol)  
**Messdatum:** 23.10.2020 bis 26.10.2020

Messgerät 1			Sollwert nmol/mol	Nullpunkt			Ø nmol/mol
				1. nmol/mol	2. nmol/mol	3. nmol/mol	
Begleitstoff							
SO <sub>2</sub>	131 nmol/mol	0,40	0,60	0,60	1,20	0,80	
H <sub>2</sub> S	200 nmol/mol	0,40	0,60	0,60	0,00	0,40	
CO <sub>2</sub>	500 µmol/mol	0,40	0,60	0,60	1,20	0,80	
m-Xylol	1 µmol/mol	0,20	0,60	1,20	1,20	1,00	
Toluol	0,5 µmol/mol	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
H <sub>2</sub> O	19 mmol/mol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
NH <sub>3</sub>	200 nmol/mol	0,60	1,20	1,20	1,20	1,20	

Messgerät 1			Sollwert nmol/mol	Referenzpunkt			Ø nmol/mol
				1. nmol/mol	2. nmol/mol	3. nmol/mol	
Begleitstoff							
SO <sub>2</sub>	131 nmol/mol	500,44	500,24	500,24	499,64	500,04	
H <sub>2</sub> S	200 nmol/mol	503,65	503,85	504,45	505,05	504,45	
CO <sub>2</sub>	500 µmol/mol	500,00	502,00	501,40	502,00	501,80	
m-Xylol	1 µmol/mol	503,65	506,25	505,65	506,25	506,05	
Toluol	0,5 µmol/mol	504,45	505,05	504,45	504,45	504,65	
H <sub>2</sub> O	19 mmol/mol	506,47	507,50	508,70	504,40	506,87	
NH <sub>3</sub>	200 nmol/mol	503,40	505,10	504,40	504,40	504,63	

**Tabelle 9: Zusätzliche Querempfindlichkeiten für die Komponente NO, Gerät 2**

**Messgerät:** N500  
**Komponente:** NO (Zertifizierungsbereich = 0 - 962 nmol/mol)  
**Messdatum:** 23.10.2020 bis 26.10.2020

Messgerät 2			Sollwert nmol/mol	Nullpunkt			Ø nmol/mol
				1. nmol/mol	2. nmol/mol	3. nmol/mol	
Begleitstoff							
SO <sub>2</sub>	131 nmol/mol	0,60	0,00	0,00	1,20	0,40	
H <sub>2</sub> S	200 nmol/mol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CO <sub>2</sub>	500 µmol/mol	0,00	0,00	0,00	1,20	0,40	
m-Xylol	1 µmol/mol	0,00	1,20	0,60	1,20	1,00	
Toluol	0,5 µmol/mol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
H <sub>2</sub> O	19 mmol/mol	0,00	-0,60	-0,60	-0,60	-0,60	
NH <sub>3</sub>	200 nmol/mol	0,00	1,20	1,20	1,20	1,20	

Messgerät 2			Sollwert nmol/mol	Referenzpunkt			Ø nmol/mol
				1. nmol/mol	2. nmol/mol	3. nmol/mol	
Begleitstoff							
SO <sub>2</sub>	131 nmol/mol	501,44	500,24	501,44	500,84	500,84	
H <sub>2</sub> S	200 nmol/mol	504,25	506,85	506,25	506,85	506,65	
CO <sub>2</sub>	500 µmol/mol	501,40	502,60	502,00	502,00	502,20	
m-Xylol	1 µmol/mol	504,45	506,25	506,25	507,46	506,65	
Toluol	0,5 µmol/mol	506,25	505,65	506,85	506,85	506,45	
H <sub>2</sub> O	19 mmol/mol	506,67	508,70	506,90	509,30	508,30	
NH <sub>3</sub>	200 nmol/mol	506,10	506,90	507,50	508,10	507,50	

Tabelle 10: Zusätzliche Querempfindlichkeiten für die Komponente NO<sub>2</sub>, Gerät 1

**Messgerät:** N500  
**Komponente:** NO<sub>2</sub> (Zertifizierungsbereich = 0 - 261 nmol/mol)  
**Messdatum:** 23.10.2020 bis 28.10.2020

Messgerät 1			Sollwert nmol/mol	Nullpunkt			Ø nmol/mol
				1. nmol/mol	2. nmol/mol	3. nmol/mol	
Begleitstoff							
SO <sub>2</sub>	131	nmol/mol	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16
H <sub>2</sub> S	200	nmol/mol	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16
CO <sub>2</sub>	500	µmol/mol	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20
m-Xylol	1	µmol/mol	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16
Toluol	0,5	µmol/mol	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16
H <sub>2</sub> O	19	mmol/mol	0,07	0,30	0,30	0,30	0,30
NH <sub>3</sub>	200	nmol/mol	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20

Messgerät 1			Sollwert nmol/mol	Referenzpunkt			Ø nmol/mol
				1. nmol/mol	2. nmol/mol	3. nmol/mol	
Begleitstoff							
SO <sub>2</sub>	131	nmol/mol	108,10	108,80	108,80	108,80	108,80
H <sub>2</sub> S	200	nmol/mol	106,82	108,23	108,23	108,23	108,23
CO <sub>2</sub>	500	µmol/mol	105,77	106,40	106,50	106,50	106,47
m-Xylol	1	µmol/mol	107,61	109,62	109,62	109,62	109,62
Toluol	0,5	µmol/mol	108,53	108,48	108,48	107,83	108,26
H <sub>2</sub> O	19	mmol/mol	106,20	106,40	106,50	106,70	106,53
NH <sub>3</sub>	200	nmol/mol	107,03	108,00	108,20	108,20	108,13

**Tabelle 11: Zusätzliche Querempfindlichkeiten für die Komponente NO<sub>2</sub>, Gerät 2**

**Messgerät:** N500  
**Komponente:** NO<sub>2</sub> (Zertifizierungsbereich = 0 - 261 nmol/mol)  
**Messdatum:** 23.10.2020 bis 28.10.2020

Messgerät 2			Nullpunkt				
			Sollwert	1.	2.	3.	Ø
Begleitstoff			nmol/mol	nmol/mol	nmol/mol	nmol/mol	nmol/mol
SO <sub>2</sub>	131	nmol/mol	-1,03	-1,14	-0,98	-0,98	-1,03
H <sub>2</sub> S	200	nmol/mol	-0,87	-0,98	-0,98	-0,98	-0,98
CO <sub>2</sub>	500	µmol/mol	-0,44	-0,70	-0,70	-0,70	-0,70
m-Xylol	1	µmol/mol	-0,98	-0,98	-0,98	-0,98	-0,98
Toluol	0,5	µmol/mol	-0,98	-0,98	-0,98	-0,98	-0,98
H <sub>2</sub> O	19	mmol/mol	0,33	0,30	0,30	0,30	0,30
NH <sub>3</sub>	200	nmol/mol	-0,82	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00

Messgerät 2			Referenzpunkt				
			Sollwert	1.	2.	3.	Ø
Begleitstoff			nmol/mol	nmol/mol	nmol/mol	nmol/mol	nmol/mol
SO <sub>2</sub>	131	nmol/mol	107,94	108,64	108,80	108,80	108,75
H <sub>2</sub> S	200	nmol/mol	108,26	110,11	110,11	108,32	109,51
CO <sub>2</sub>	500	µmol/mol	105,60	106,20	106,40	106,50	106,37
m-Xylol	1	µmol/mol	107,61	109,46	109,46	109,46	109,46
Toluol	0,5	µmol/mol	108,43	108,32	108,48	107,66	108,15
H <sub>2</sub> O	19	mmol/mol	106,57	106,70	106,70	107,00	106,80
NH <sub>3</sub>	200	nmol/mol	106,90	107,80	107,80	108,00	107,87



## 6.1 7.4.12 Mittelungseinfluss

*Das Messgerät muss die Bildung von Stundenmittelwerten ermöglichen.*

*Der Mittelungseinfluss darf maximal 7 % des Messwertes betragen.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Prüfgase, Mischstation

## 6.3 Durchführung der Prüfung

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 NO<sub>2</sub> 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 ( $t_{NO}$ ) sein. 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 für NO ( $X_{av}$ ) 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

### Abweichend gilt für NO<sub>x</sub> Messgeräte

Der Mittelungseinfluss ist für die Messkomponenten NO<sub>2</sub> und NO zu ermitteln. Dabei wird der Mittelungseinfluss für NO nach DIN EN 14211 berechnet. Die Bestimmung des Mittelungseinflusses für NO<sub>2</sub> wird nach folgender Formel berechnet:

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

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

Die Mittelungsprüfung wurde nach den Vorgaben der DIN EN 14211 sowie VDI 4202-1 durchgeführt. Es wurde eine sprunghafte Änderung der NO-Konzentration zwischen Null und 600 nmol/mol als auch gleichzeitig eine konstante NO<sub>2</sub> 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 Dreivegeventils im 45 s Takt zwischen Null und Prüfgas hin und her geschaltet. Über die Zeit der wechselnden Prüfgasaufgabe wurde ebenfalls der Mittelwert gebildet.

## 6.4 Auswertung

In der Prüfung wurden folgende Mittelwerte ermittelt:

Tabelle 12: Ergebnisse der Mittelungsprüfung für NO

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Mittelungseinfluss $E_{av}$ [%]	≤ 7%	3,1	✓	-2,9	✓

Daraus ergeben sich folgende Mittelungseinflüsse für NO:

Gerät 1: 3,1 %

Gerät 2: -2,9 %

Auswertung für die Komponente NO<sub>2</sub> während der Prüfung mit NO wie oben beschrieben.

Tabelle 13: Ergebnisse der Mittelungsprüfung für NO<sub>2</sub>

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Mittelungseinfluss $E_{av}$ [%]	≤ 7%	1,5	✓	1,7	✓

Daraus ergeben sich folgende Mittelungseinflüsse für NO<sub>2</sub>:

Gerät 1: 1,5 %

Gerät 2: 1,7 %

## 6.5 Bewertung

Das Leistungskriterium der VDI 4202-1 sowie der DIN EN 14211 wird in vollem Umfang eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 14 und Tabelle 15 sind die Einzelergebnisse der Untersuchung zum Mittelungseinfluss angegeben.

Tabelle 14: Einzelwerte der Untersuchung zum Mittelungseinfluss für NO

		Gerät 1	Gerät 2
	Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert Konstanter Wert $C_{av,c}$	11:34:00 bis 11:53:00	602,0	615,5
Mittelwert Variabler Wert $C_{av,v}$	11:54:00 bis 12:13:00	298,9	311,3

		Gerät 1	Gerät 2
	Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert Konstanter Wert $C_{av,c}$	12:24:00 bis 12:43:00	605,8	617,6
Mittelwert Variabler Wert $C_{av,v}$	12:44:00 bis 13:03:00	293,2	314,5

		Gerät 1	Gerät 2
	Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert Konstanter Wert $C_{av,c}$	13:15:00 bis 13:34:00	607,1	617,8
Mittelwert Variabler Wert $C_{av,v}$	13:35:00 bis 13:54:00	287,0	326,0

Tabelle 15: Einzelwerte der Untersuchung zum Mittelungseinfluss für NO<sub>2</sub>

		Gerät 1	Gerät 2
	Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert	11:34:00	218,5	218,5
Konstanter Wert	bis		
$C_{av,c}$	11:53:00		
Mittelwert	11:54:00	215,5	215,8
Variabler Wert	bis		
$C_{av,v}$	12:13:00		

		Gerät 1	Gerät 2
	Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert	12:24:00	218,8	220,5
Konstanter Wert	bis		
$C_{av,c}$	12:43:00		
Mittelwert	12:44:00	215,6	216,1
Variabler Wert	bis		
$C_{av,v}$	13:03:00		

		Gerät 1	Gerät 2
	Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert	13:15:00	219,1	221,8
Konstanter Wert	bis		
$C_{av,c}$	13:34:00		
Mittelwert	13:35:00	215,6	217,3
Variabler Wert	bis		
$C_{av,v}$	13:54:00		

## **6.1 7.4.13 Differenz zwischen Proben- und Kalibriereingang**

*Falls das Messgerät standardmäßig oder optional über einen vom Probengaseingang getrennten Prüfgaseingang verfügt, ist diese Konfiguration in der Eignungsprüfung zu prüfen.*

*Die Differenz zwischen Probengas und Prüfgaseingang 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 7.4.14 Konverterwirkungsgrad

*Bei Messeinrichtungen mit einem Konverter muss dessen Wirkungsgrad in der Laborprüfung mindestens 98 % betragen.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung des Konverterwirkungsgrades im Labor 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.

Die Messeinrichtung N500 arbeitet nicht nach dem EU Standardreferenzverfahren der Chemilumineszenz. Daher besitzt die Messeinrichtung auch keinen Standard NO-NO<sub>2</sub>-Konverter. Die Messeinrichtung N500 analysiert NO<sub>2</sub> direkt im UV Bereich. NO wird bestimmt indem die Probenluft in wechselnder Taktung mit Ozon aufoxidiert wird (Gasphasentitration). Der Unterschied zwischen beiden Messungen wird als NO-Wert ausgegeben. Auch wenn in der zu prüfenden Messeinrichtung kein Konverter vorhanden ist, wurde die Prüfung wie oben angegeben durchgeführt um zu zeigen das die NO und NO<sub>2</sub> Messergebnisse gleichwertig mit der Standardreferenzmethode sind.

## 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 7.4.15 Verweilzeit im Messgerät**

*Falls wie bei NO<sub>x</sub>- und Ozon Messeinrichtungen die Verweilzeit im Messgerät einen Einfluss auf das Messsignal haben kann, ist diese aus dem Volumenstrom und dem Volumen der Leitungen und der anderen relevanten Komponenten im Messgerät und im Partikelfiltergehäuse zu berechnen.*

*Im Fall von NO<sub>x</sub>- und Ozon Messungen darf die Verweilzeit nicht größer sein als 3 s.*

## **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 8.4.14 Verweilzeit im Messgerät verwiesen.

## **6.4 Auswertung**

Siehe Kapitel 7.1 8.4.14 Verweilzeit im Messgerät.

## **6.5 Bewertung**

Siehe Kapitel 7.1 8.4.14.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht notwendig.

## **6.1 7.5 Anforderungen an Leistungskenngrößen für die Feldprüfung**

### **6.1 7.5.1 Allgemeines**

*Die bei den Prüfungen im Feld zu bestimmenden Leistungskenngrößen sowie die zugehörigen Leistungskriterien sind in Tabelle A1 der VDI 4202-1 (2018) für Messkomponenten nach 39. BImSchV angegeben.*

*Für andere Messkomponenten ist ein Zertifizierungsbereich festzulegen. Die Leistungskriterien sind in Anlehnung an die Tabelle A1 der VDI 4202-1 (2018) festzulegen und mit der zuständigen Stelle abzustimmen.*

*Die Leistungskenngrößen für die Laborprüfung sind nach den in Abschnitt 8.5 der VDI 4202-1 (2018) beschriebenen Verfahren zu bestimmen.*

### **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

### **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde anhand der Leistungskriterien und Anforderungen der VDI 4202 Blatt 1 (2018) sowie DIN EN 14211 (2012) durchgeführt.

### **6.4 Auswertung**

Hier nicht erforderlich.

### **6.5 Bewertung**

Die Prüfung wurde anhand der Leistungskriterien und Anforderungen der VDI 4202 Blatt 1 (2018) sowie der DIN EN 14211 (2012) durchgeführt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## **6.1 7.5.2 Standort für die Feldprüfungen**

*Die Messstation für die Feldprüfung ist unter Berücksichtigung der Anforderungen der 39. BImSchV so auszuwählen, dass die zu erwartenden Konzentrationen der Messkomponente der vorgesehenen Aufgabenstellung entsprechen. Die Einrichtung der Messstation muss die Durchführung der Feldprüfung erlauben und im Rahmen der Messplanung als notwendig erachtete Kriterien erfüllen.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Bei der Wahl des Standortes für die Messstation zur Durchführung der Feldprüfung wurde die Anforderungen der 39. BImSchV berücksichtigt.

## **6.4 Auswertung**

Bei der Wahl des Standortes für die Messstation zur Durchführung der Feldprüfung wurden die Anforderungen der 39. BImSchV berücksichtigt. Details zum Standort der Messstation sind in Kapitel 4.3 aufgeführt.

## **6.5 Bewertung**

Bei der Wahl des Standortes für die Messstation zur Durchführung der Feldprüfung wurden die Anforderungen der 39. BImSchV berücksichtigt. Details zum Standort der Messstation sind in Kapitel 4.3 aufgeführt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## 6.1 7.5.3 Betriebsanforderungen

*Die Messgeräte sind in der Messstation einzubauen und nach Anschluss an die dort vorhandene oder eine separate Probenahmeeinrichtung ordnungsgemäß in Betrieb zu nehmen.*

*Die Einstellungen des Messgerätes müssen den Herstellerangaben entsprechen. Alle Einstellungen sind im Prüfbericht festzuhalten.*

*Die Messgeräte sind während der Feldprüfung nach den Vorgaben des Geräteherstellers zu warten und mit geeigneten Prüfgasen regelmäßig zu überprüfen.*

*Falls das Gerät über eine Autoskalierungs- oder Selbstkorrekturfunktion verfügt und dies als „übliche Betriebsbedingung“ angesehen wird, ist sie bei der Feldprüfung in Funktion zu setzen. Die Größe der Selbstkorrektur muss für das Prüflabor verfügbar sein. Die Größen der Autozero- und der Auto-Drift-Korrekturen über das Kontrollintervall (Langzeitdrift) unterliegen den gleichen Einschränkungen, wie sie in den Leistungskenngrößen festgelegt sind.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Für die Feldprüfung wurde die Messeinrichtung in einer Messstation eingebaut und an das vorhandene Probennahmesystem angeschlossen. Anschließend wurde die Messeinrichtung nach den Herstellerangaben im zugehörigen Handbuch in Betrieb genommen.

Während der Feldprüfung waren keine Selbstkorrektur oder AutoZero-Funktionen aktiviert.

## 6.4 Auswertung

Während des Feldtest wurde die Messeinrichtung nach den Angaben des Herstellers betrieben und gewartet. Es waren keine Selbstkorrektur oder AutoZero-Funktionen aktiviert.

## 6.5 Bewertung

Während des Feldtest wurde die Messeinrichtung nach den Angaben des Herstellers betrieben und gewartet.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

## **6.1 7.5.4 Langzeitdrift**

*Die Langzeitdrift bei Null darf maximal 5,0 nmol/mol betragen.*

*Die Langzeitdrift beim Spanwert darf maximal 5 % des Maximums des Zertifizierbereiches 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 7.5.5 Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen**

*Die Standardabweichung aus Doppelbestimmungen ist mit zwei baugleichen Mess-  
einrichtungen in der Feldprüfung zu ermitteln.*

*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 Doppelbe-  
stimmungen 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 NO<sub>2</sub> unter Feldbedingungen verwiesen.

## **6.4 Auswertung**

Siehe Kapitel 7.1 8.5.5 Vergleichsstandardabweichung für NO<sub>2</sub> unter Feldbedingungen.

## **6.5 Bewertung**

Siehe Kapitel 7.1 8.5.5 Vergleichsstandardabweichung für NO<sub>2</sub> unter Feldbedingungen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht notwendig.

## **6.1 7.5.6 Kontrollintervall**

*Das Kontrollintervall des Messgerätes 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**

Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung des Kontrollintervalls ist identisch mit dem Prüfpunkt zur Ermittlung des Kontrollintervalls nach DIN EN 14211 (2012). Daher wird hier auf das Kapitel 7.1 8.5.6 Kontrollintervall verwiesen.

## **6.4 Auswertung**

Siehe Kapitel 7.1 8.5.6 Kontrollintervall.

## **6.5 Bewertung**

Siehe Kapitel 7.1 8.5.6 Kontrollintervall.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht notwendig.

## **6.1 7.5.7 Verfügbarkeit**

*Die Verfügbarkeit des Messgerätes ist in der Feldprüfung zu ermitteln und muss mindestens 95 % betragen.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Hier nicht zutreffend.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Durchführung und Auswertung zur Ermittlung der Verfügbarkeit ist identisch mit dem Prüfpunkt zur Ermittlung der Verfügbarkeit nach DIN EN 14211 (2012). Daher wird hier auf das Kapitel 7.1 8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes verwiesen.

## **6.4 Auswertung**

Siehe Kapitel 7.1 8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes.

## **6.5 Bewertung**

Die Siehe Kapitel 7.1 8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes.  
Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht notwendig.

## 6.1 7.5.8 Konverterwirkungsgrad

*Am Ende der Feldprüfung muss der Konverterwirkungsgrad 95 % betragen.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Prüflinge, Ozongenerator, NO Prüfgas

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Nach VDI 4202-1 (2018) ist der Konverterwirkungsgrad zusätzlich am Ende der Feldprüfungen zu überprüfen. Die Vorgehensweise erfolgte analog zur Prüfung des Konvertwerwirkungsrades im Labor nach DIN EN 14211 (2012).

Der Konverterwirkungsgrad wird über Messungen mit bekannten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen bestimmt. Dies kann durch Gasphasentitration von NO zu NO<sub>2</sub> mit Ozon erfolgen.

Die Prüfung ist bei zwei Konzentrationsniveaus durchzuführen: bei 50 % und bei 95 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches von NO<sub>2</sub>.

Das NO<sub>x</sub> Messgerät ist über den NO- und NO<sub>x</sub> 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<sub>x</sub> Kanal durchgeführt. NO wird dann zur Erzeugung einer NO<sub>2</sub> Konzentration mit O<sub>3</sub> umgesetzt. Dieses Gemisch mit einer konstanten NO<sub>x</sub> 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<sub>x</sub> Kanal durchgeführt. Die O<sub>3</sub> 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<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-Kanal bei der anfänglichen NO<sub>x</sub>-Konzentration

$(NO_x)_f$  der Mittelwert der vier Einzelmessungen am NO<sub>x</sub> Kanal bei der sich einstellenden NO<sub>x</sub>-Konzentration nach Zugabe von O<sub>3</sub>

$(NO)_i$  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 O<sub>3</sub>

Der niedrigere der beiden Werte für den Konverterwirkungsgrad ist anzugeben.

Die Messeinrichtung N500 arbeitet nicht nach dem EU Standardreferenzverfahren der Chemilumineszenz. Daher besitzt die Messeinrichtung auch keinen Standard NO-NO<sub>2</sub>-Konverter. Die Messeinrichtung N500 analysiert NO<sub>2</sub> direkt im UV Bereich. NO wird bestimmt indem die Probenluft in wechselnder Taktung mit Ozon aufoxidiert wird. Der Unterschied zwischen beiden Messungen wird als NO-Wert ausgegeben. Auch wenn in der zu prüfenden Messeinrichtung kein Konverter vorhanden ist, wurde die Prüfung wie oben angegeben durchgeführt um zu zeigen das die NO und NO<sub>2</sub> Messergebnisse gleichwertig mit der Standardreferenzmethode sind.

Die Prüfung wurde nach den Vorgaben der DIN EN 14211 durchgeführt. Bei der Prüfgasaufgabe wurden mittels der Gasphasentitration zwei NO<sub>2</sub> Konzentrationen im Bereich von 50 % und 95 % des Zertifizierungsbereichs von NO<sub>2</sub> eingestellt.

Der Konverterwirkungsgrad wurde am Ende des Feldtests ermittelt.

#### 6.4 Auswertung

Bei der Prüfung wurden folgende Konverterwirkungsgrade für die beiden Messeinrichtungen N500 ermittelt. Es wurde jeweils der niedrigste Wert beider NO<sub>2</sub> Konzentrationsstufen angegeben:

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Konvertorwirkungsgrad E <sub>c</sub> [%]	≥ 95%	99,6	✓	99,5	✓

#### 6.5 Bewertung

Das Leistungskriterium der VDI 4202-1 (2018) wird in vollem Umfang eingehalten .

Mindestanforderung erfüllt? ja

#### 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind Tabelle 16 zu entnehmen.

Tabelle 16: Einzelwerte der Überprüfung des Konverterwirkungsgrades

	Uhrzeit	O <sub>3</sub> [nmol/mol]	NO <sub>2</sub> [nmol/mol]	Gerät 1		Gerät 2	
				NO [nmol/mol]	NO <sub>x</sub> [nmol/mol]	NO [nmol/mol]	NO <sub>x</sub> [nmol/mol]
	11:14:00			s t a r t			
O <sub>3</sub> =0, NO=50%	11:33:00	0,0	0,0	484,0	490,1	483,9	492,8
	11:34:00	0,0	0,0	491,3	491,5	489,9	491,6
	11:35:00	0,0	0,0	487,6	489,7	488,7	491,6
	11:36:00	0,0	0,0	486,4	489,7	486,3	491,6
Mittelwert		0,0	0,0	487,3	490,2	487,2	491,9
NO <sub>2</sub> = 50% 130,75	11:58:00	130,0	133,5	353,5	489,7	357,1	492,2
	11:59:00	130,0	133,2	352,9	489,7	356,5	491,0
	12:00:00	130,0	132,1	353,5	489,7	356,5	491,0
	12:01:00	130,0	134,5	352,9	489,7	356,5	491,0
Mittelwert		130,0	133,3	353,2	489,7	356,7	491,3
O <sub>3</sub> =0, NO=50%	13:01:00	0,0	0,0	484,7	491,7	489,8	492,5
	13:02:00	0,0	0,0	492,0	491,1	489,2	494,3
	13:03:00	0,0	0,0	488,4	491,1	488,0	493,7
	13:04:00	0,0	0,0	487,1	494,1	488,0	490,7
Mittelwert		0,0	0,0	488,1	492,0	488,7	492,8
NO <sub>2</sub> = 95% 248,43	13:25:00	248,0	252,6	239,2	491,7	237,7	494,9
	13:26:00	248,0	250,2	241,6	491,7	237,7	492,5
	13:27:00	248,0	251,4	239,8	491,1	235,9	494,3
	13:28:00	248,0	253,2	237,9	491,1	235,3	493,7
Mittelwert		248,0	251,8	239,6	491,4	236,7	493,8
O <sub>3</sub> =0, NO=50%	13:38:00	0,0	0,0	487,1	491,7	483,2	494,9

## 6.1 7.6 Eignungsanerkennung und Berechnung der Messunsicherheit

Die Eignungsanerkennung des Messgerätes setzt Folgendes voraus:

- 1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle A1 der VDI 4202-1 (2018) angegebene Kriterium erfüllen.
- 2) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Laborprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, muss das in Tabelle C1 der VDI 4202-1 (2018) angegebene Kriterium 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 F der VDI 4202-1 (2018) angegeben.
- 3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle A1 der VDI 4202-1 (2018) 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 Tabelle C1 der VDI 4202-1 (2018) angegebene Kriterium 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 F der VDI 4202-1 (2018) angegeben.

## 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.

## 6. 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 Durchführung der Prüfung

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

Der Wechsel von Null- auf Spangas muss unmittelbar unter Verwendung eines geeigneten Ventils durchgeführt werden. Der Ventilauslass muss direkt am Einlass des Messgerätes montiert sein und sowohl Null- als auch Spangas müssen mit dem gleichen Überschuss angeboten werden, der mit Hilfe eines T-Stücks abgeleitet wird. Die Gasdurchflüsse von Null- und Spangas müssen so gewählt werden, dass die Totzeit im Ventil und im T-Stück im Vergleich zur Totzeit des Messgerätes vernachlässigbar ist. Der sprunghafte Wechsel wird durch Umschalten des Ventils von Null- auf Spangas herbeigeführt. Dieser Vorgang muss zeitlich abgestimmt sein und ist der Startpunkt (t=0) für die Totzeit (Anstieg) nach Abbildung 10. 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 10 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.

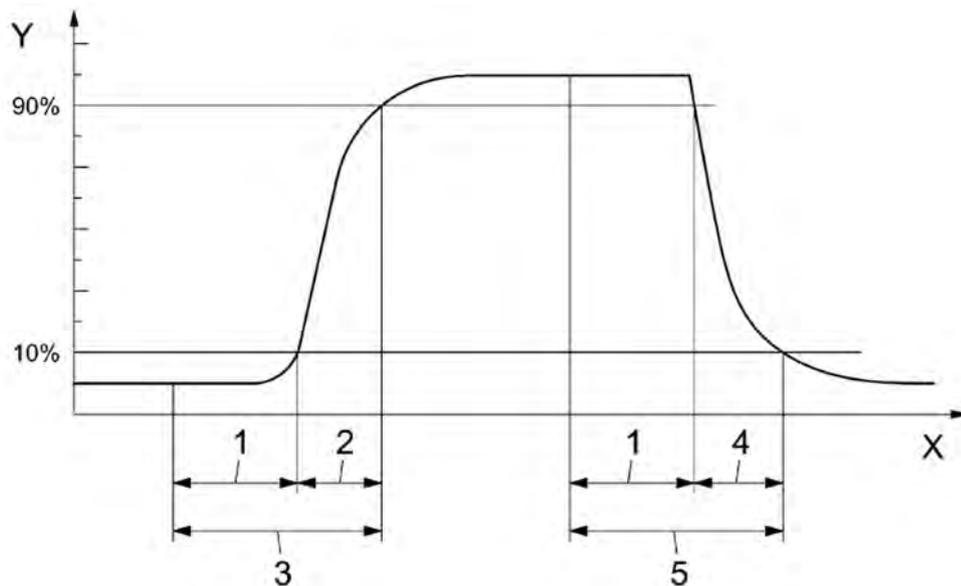
Die Prüfung ist dann für NO<sub>2</sub> zu wiederholen, und zwar mit Konzentrationen kleiner als 20 % und etwa 80 % des Maximums des Zertifizierungsbereichs von NO<sub>2</sub> und umgekehrt.

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

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

Abbildung 10: 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 externen Datenlogger.



## 7.4 Auswertung

Tabelle 17: Einstellzeiten der beiden Messeinrichtungen N500 für NO

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Mittelwert Anstieg $t_r$ [s]	$\leq 180$ s	24	✓	25	✓
Mittelwert Abfall $t_f$ [s]	$\leq 180$ s	22	✓	23	✓
Differenz $t_d$ [s]	$\leq 10$ s	2,0	✓	2,0	✓

Für Gerät 1 ergibt sich für NO ein mittleres  $t_r$  von 24 sek, ein mittleres  $t_f$  von 22 sek und ein  $t_d$  von 2 sek.

Für Gerät 2 ergibt sich für NO ein mittleres  $t_r$  von 25 sek, ein mittleres  $t_f$  von 23 sek und ein  $t_d$  von 2 sek.

Tabelle 18: Einstellzeiten der beiden Messeinrichtungen N500 für NO<sub>2</sub>

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Mittelwert Anstieg $t_r$ [s]	$\leq 180$ s	24	✓	25	✓
Mittelwert Abfall $t_f$ [s]	$\leq 180$ s	22	✓	22	✓
Differenz $t_d$ [s]	$\leq 10$ s	2,0	✓	3,0	✓

Für Gerät 1 ergibt sich für NO<sub>2</sub> ein mittleres  $t_r$  von 24 sek, ein mittleres  $t_f$  von 22 sek und ein  $t_d$  von 2 sek.

Für Gerät 2 ergibt sich für NO<sub>2</sub> ein mittleres  $t_r$  von 25 sek, ein mittleres  $t_f$  von 22 sek und ein  $t_d$  von 3 sek.

## 7.5 Bewertung

Die maximal zulässige Einstellzeit von 180 sek wird in allen Fällen deutlich unterschritten. Die maximal ermittelte Einstellzeit beträgt für Gerät 1 bei NO 24 sek und bei NO<sub>2</sub> 24 sek, für Gerät 2 bei NO 25 sek und bei NO<sub>2</sub> 25 sek.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 19: Einzelwerte der Einstellzeit für die Komponente NO

80%		Gerät 1					
Messbereich bis	768,00	Anstieg			Abfall		
		0,0 0,00	0,9 691,20	1,0 768,00	1,0 768,00	0,1 76,80	0,0 0,00
1. Durchgang	t = 0	15:14:00	15:14:24	15:15:00	15:20:00	15:20:21	15:22:00
	delta t		00:00:24			00:00:21	
	delta t [s]		24			21	
2. Durchgang	t = 0	15:27:00	15:27:24	15:28:00	15:33:00	15:33:23	15:34:00
	delta t		00:00:24			00:00:23	
	delta t [s]		24			23	
3. Durchgang	t = 0	15:39:00	15:39:26	15:40:00	15:45:00	15:45:22	15:46:00
	delta t		00:00:26			00:00:22	
	delta t [s]		26			22	
4. Durchgang	t = 0	15:51:00	15:51:22	15:52:00	15:57:00	15:57:22	15:58:00
	delta t		00:00:22			00:00:22	
	delta t [s]		22			22	

80%		Gerät 2					
Messbereich bis	768,00	Anstieg			Abfall		
		0,0 0,00	0,9 691,20	1,0 768,00	1,0 768,00	0,1 76,80	0,0 0,00
1. Durchgang	t = 0	15:14:00	15:14:25	15:15:00	15:20:00	15:20:22	15:22:00
	delta t		00:00:25			00:00:22	
	delta t [s]		25			22	
2. Durchgang	t = 0	15:27:00	15:27:27	15:28:00	15:33:00	15:33:26	15:34:00
	delta t		00:00:27			00:00:26	
	delta t [s]		27			26	
3. Durchgang	t = 0	15:39:00	15:39:24	15:40:00	15:45:00	15:45:21	15:46:00
	delta t		00:00:24			00:00:21	
	delta t [s]		24			21	
4. Durchgang	t = 0	15:51:00	15:51:24	15:52:00	15:57:00	15:57:23	15:58:00
	delta t		00:00:24			00:00:23	
	delta t [s]		24			23	

Tabelle 20: Einzelwerte der Einstellzeit für die Komponente NO<sub>2</sub>

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	07:46:00	07:46:24	07:47:00	07:52:00	07:52:22	07:53:00
	delta t		00:00:24			00:00:22	
	delta t [s]		24			22	
2. Durchgang	t = 0	08:00:00	08:00:24	08:01:00	08:06:00	08:06:23	08:07:00
	delta t		00:00:24			00:00:23	
	delta t [s]		24			23	
3. Durchgang	t = 0	08:11:00	08:11:24	08:12:00	08:17:00	08:17:23	08:18:00
	delta t		00:00:24			00:00:23	
	delta t [s]		24			23	
4. Durchgang	t = 0	08:23:00	08:23:24	08:24:00	08:29:00	08:29:20	08:30:00
	delta t		00:00:24			00:00:20	
	delta t [s]		24			20	

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	07:46:00	07:46:25	07:47:00	07:52:00	07:52:23	07:53:00
	delta t		00:00:25			00:00:23	
	delta t [s]		25			23	
2. Durchgang	t = 0	08:00:00	08:00:24	08:01:00	08:06:00	08:06:22	08:07:00
	delta t		00:00:24			00:00:22	
	delta t [s]		24			22	
3. Durchgang	t = 0	08:11:00	08:11:25	08:12:00	08:17:00	08:17:22	08:18:00
	delta t		00:00:25			00:00:22	
	delta t [s]		25			22	
4. Durchgang	t = 0	08:23:00	08:23:26	08:24:00	08:29:00	08:29:21	08:30:00
	delta t		00:00:26			00:00:21	
	delta t [s]		26			21	

## 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 Durchführung der Prüfung

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.

Zusätzlich wurde die Prüfung auch für die Komponente NO<sub>2</sub> bei einem Konzentrationslevel von 70 % bis 80 % des Zertifizierungsbereiches für NO<sub>2</sub> durchgeführt.

### 7.4 Auswertung

In Tabelle 21 und Tabelle 22 sind die ermittelten Messwerte der Kurzzeitdrift angegeben.

Tabelle 21: Ergebnisse der Kurzzeitdrift Komponente NO

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Mittelwert Nullpunkt Anfangswerte [nmol/mol]	-	-0,54		-0,30	
Mittelwert Nullpunkt Endwerte (12h) [nmol/mol]	-	-0,48		-0,57	
Mittelwert Span Anfangswerte [nmol/mol]	-	708,06		714,83	
Mittelwert Span Endwerte (12h) [nmol/mol]	-	710,48		715,66	
12-Stunden-Drift Nullniveau D <sub>s,z</sub> [nmol/mol]	≤ 2,0	0,06	✓	-0,27	✓
12-Stunden-Drift Spaniveau D <sub>s,s</sub> [nmol/mol]	≤ 6,0	2,36	✓	1,11	✓

Tabelle 22: Ergebnisse der Kurzzeitdrift Komponente NO<sub>2</sub>

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Mittelwert Nullpunkt Anfangswerte [nmol/mol]	-	-0,13		-0,27	
Mittelwert Nullpunkt Endwerte (12h) [nmol/mol]	-	-0,16		-0,53	
Mittelwert Span Anfangswerte [nmol/mol]	-	207,91		208,74	
Mittelwert Span Endwerte (12h) [nmol/mol]	-	210,64		211,20	
12-Stunden-Drift Nullniveau D <sub>s,z</sub> [nmol/mol]	≤ 2,0	-0,03	✓	-0,26	✓
12-Stunden-Drift Spaniveau D <sub>s,s</sub> [nmol/mol]	≤ 6,0	2,76	✓	2,72	✓

## 7.5 Bewertung

Für die Komponente NO ergibt sich ein Wert für die Kurzzeitdrift am Nullpunkt von 0,06 nmol/mol für Gerät 1 sowie -0,27 nmol/mol für Gerät 2.

Für die Komponente NO ergibt sich ein Wert für die Kurzzeitdrift am Referenzpunkt von 2,36 nmol/mol für Gerät 1 sowie 1,11 nmol/mol für Gerät 2.

Für die Komponente NO<sub>2</sub> ergibt sich ein Wert für die Kurzzeitdrift am Nullpunkt von -0,03 nmol/mol für Gerät 1 sowie -0,26 nmol/mol für Gerät 2.

Für die Komponente NO<sub>2</sub> ergibt sich ein Wert für die Kurzzeitdrift am Referenzpunkt von 2,76 nmol/mol für Gerät 1 sowie 2,72 nmol/mol für Gerät 2.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind in Tabelle 23 bis

Tabelle 26 dargestellt.

Tabelle 23: Einzelwerte der Prüfung zur Kurzzeitdrift 1. Prüfgasaufgabe für NO

Anfangswerte (19.10.2020)			Anfangswerte (19.10.2020)		
Nullpunkt			Span-Konzentration		
Gerät 1		Gerät 2	Gerät 1		Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]	Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
16:36:00	0,0	0,0	17:11:00	707,0	713,7
16:37:00	-0,6	0,0	17:12:00	706,4	713,7
16:38:00	-0,6	-0,6	17:13:00	705,7	713,1
16:39:00	-0,6	-0,6	17:14:00	710,3	719,1
16:40:00	-0,6	0,0	17:15:00	708,8	715,5
16:41:00	-0,6	-0,6	17:16:00	707,0	713,7
16:42:00	-0,6	-0,6	17:17:00	706,9	713,7
16:43:00	-0,6	-0,6	17:18:00	713,3	717,9
16:44:00	-0,6	-0,6	17:19:00	707,6	714,3
16:45:00	-0,6	0,0	17:20:00	707,0	713,7
16:46:00	-0,6	0,0	17:21:00	705,7	713,1
16:47:00	-0,6	0,0	17:22:00	710,3	716,7
16:48:00	-0,6	0,0	17:23:00	707,0	715,5
16:49:00	0,0	-0,6	17:24:00	708,2	713,7
16:50:00	-0,6	0,0	17:25:00	704,6	710,1
16:51:00	-0,6	0,0	17:26:00	715,0	719,1
16:52:00	-0,6	0,0	17:27:00	708,8	714,9
16:53:00	-0,6	-0,6	17:28:00	706,4	714,9
16:54:00	-0,6	-0,6	17:29:00	706,4	713,1
16:55:00	-0,6	-0,6	17:30:00	708,8	717,3
<b>Mittelwert</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,3</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>708,1</b>	<b>714,8</b>

Tabelle 24: Einzelwerte der Prüfung zur Kurzzeitdrift 2. Prüfgasaufgabe für NO

Nach 12h (20.10.2020)		
Nullpunkt		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
04:36:00	0,0	-0,6
04:37:00	0,0	-0,6
04:38:00	-0,6	-0,6
04:39:00	-0,6	-0,6
04:40:00	-0,6	0,0
04:41:00	-0,6	-0,6
04:42:00	-0,6	-0,6
04:43:00	-0,6	-0,6
04:44:00	-0,6	-0,6
04:45:00	-0,6	-0,6
04:46:00	0,0	-0,6
04:47:00	-0,6	-0,6
04:48:00	-0,6	-0,6
04:49:00	0,0	-0,6
04:50:00	-0,6	-0,6
04:51:00	-0,6	-0,6
04:52:00	-0,6	-0,6
04:53:00	-0,6	-0,6
04:54:00	-0,6	-0,6
04:55:00	-0,6	-0,6
<b>Mittelwert</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,6</b>

Nach 12h (20.10.2020)		
Span-Konzentration		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
05:11:00	711,1	715,3
05:12:00	710,8	717,9
05:13:00	711,8	716,5
05:14:00	711,2	715,3
05:15:00	712,3	711,7
05:16:00	712,5	716,1
05:17:00	709,3	716,5
05:18:00	711,2	715,3
05:19:00	707,6	714,1
05:20:00	708,9	717,8
05:21:00	711,3	716,6
05:22:00	710,6	715,9
05:23:00	710,6	716,5
05:24:00	709,3	715,3
05:25:00	710,4	714,9
05:26:00	710,6	716,5
05:27:00	711,2	715,9
05:28:00	707,5	713,5
05:29:00	710,2	719,1
05:30:00	711,2	712,3
<b>Mittelwert</b>	<b>710,5</b>	<b>715,7</b>

Tabelle 25: Einzelwerte der Prüfung zur Kurzzeitdrift 1. Prüfgasaufgabe für NO<sub>2</sub>

Anfangswerte (15.10.2020)		
Nullpunkt		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
15:41:00	0,0	-0,2
15:42:00	0,0	-0,2
15:43:00	0,0	-0,2
15:44:00	0,0	-0,2
15:45:00	-0,2	-0,2
15:46:00	-0,2	-0,3
15:47:00	-0,2	-0,2
15:48:00	-0,2	-0,2
15:49:00	-0,2	-0,3
15:50:00	-0,2	-0,3
15:51:00	-0,2	-0,3
15:52:00	-0,2	-0,3
15:53:00	-0,2	-0,3
15:54:00	-0,2	-0,3
15:55:00	-0,2	-0,3
15:56:00	-0,2	-0,3
15:57:00	-0,2	-0,3
15:58:00	-0,2	-0,3
15:59:00	-0,2	-0,3
16:00:00	-0,2	-0,3
<b>Mittelwert</b>	<b>-0,1</b>	<b>-0,3</b>

Anfangswerte (15.10.2020)		
Span-Konzentration		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
16:16:00	206,8	207,8
16:17:00	207,0	207,8
16:18:00	207,3	208,1
16:19:00	207,3	208,1
16:20:00	207,5	208,3
16:21:00	207,5	208,5
16:22:00	207,7	208,6
16:23:00	207,7	208,6
16:24:00	207,8	208,6
16:25:00	208,0	208,8
16:26:00	208,0	208,8
16:27:00	208,0	208,8
16:28:00	208,1	209,0
16:29:00	208,3	209,0
16:30:00	208,3	209,1
16:31:00	208,5	209,1
16:32:00	208,5	209,3
16:33:00	208,5	209,3
16:34:00	208,6	209,5
16:35:00	208,8	209,6
<b>Mittelwert</b>	<b>207,9</b>	<b>208,7</b>

Tabelle 26: Einzelwerte der Prüfung zur Kurzzeitdrift 2. Prüfgasaufgabe für NO<sub>2</sub>

Nach 12h (16.10.2020)		
Nullpunkt		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
03:41:00	-0,2	-0,5
03:42:00	-0,2	-0,5
03:43:00	-0,2	-0,5
03:44:00	-0,2	-0,5
03:45:00	-0,2	-0,5
03:46:00	-0,2	-0,5
03:47:00	-0,2	-0,5
03:48:00	-0,2	-0,5
03:49:00	-0,2	-0,5
03:50:00	-0,2	-0,5
03:51:00	-0,2	-0,5
03:52:00	-0,2	-0,7
03:53:00	-0,2	-0,5
03:54:00	-0,2	-0,5
03:55:00	-0,2	-0,7
03:56:00	-0,2	-0,7
03:57:00	-0,2	-0,7
03:58:00	-0,2	-0,5
03:59:00	-0,2	-0,5
04:00:00	-0,2	-0,7
<b>Mittelwert</b>	<b>-0,2</b>	<b>-0,5</b>

Nach 12h (16.10.2020)		
Span-Konzentration		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
04:16:00	210,1	210,6
04:17:00	210,3	210,8
04:18:00	210,3	210,8
04:19:00	210,4	210,9
04:20:00	210,4	210,9
04:21:00	210,4	211,1
04:22:00	210,4	211,1
04:23:00	210,6	211,1
04:24:00	210,6	211,1
04:25:00	210,6	211,1
04:26:00	210,6	211,2
04:27:00	210,8	211,2
04:28:00	210,8	211,4
04:29:00	210,8	211,4
04:30:00	210,9	211,6
04:31:00	210,9	211,6
04:32:00	210,9	211,6
04:33:00	210,9	211,4
04:34:00	211,1	211,6
04:35:00	211,1	211,6
<b>Mittelwert</b>	<b>210,6</b>	<b>211,2</b>

## 7.1 8.4.5 Wiederholstandardabweichung

Die Wiederholstandardabweichung muss sowohl das Leistungskriterium bei Null  $\leq 1,0$  nmol/mol als auch bei der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt  $\leq 3$  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  $(500 \pm 50)$  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  $(500 \pm 50)$  nmol/mol erfüllen.

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

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

Dabei ist

- $l_{\text{det}}$  die Nachweisgrenze des Messgeräts, in nmol/mol
- $s_{r,z}$  die Wiederholstandardabweichung bei null, in nmol/mol
- $B$  die nach Anhang A mit den Daten aus 8.4.6 ermittelte Steigung der Kalibrierfunktion.



### 7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 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 ca. 500 nmol/mol NO durchgeführt werden.

Zusätzlich wurde die Prüfung auch für die Komponente NO<sub>2</sub> am Nullpunkt sowie bei einer Span- Konzentration auf dem Level des 1-h Grenzwerts von NO<sub>2</sub> (104 nmol/mol) durchgeführt.

### 7.4 Auswertung

In Tabelle 27 und Tabelle 28 sind die Ergebnisse der Untersuchung zur Wiederholstandardabweichung angegeben.

Tabelle 27: Wiederholstandardabweichung für NO am Null- und Referenzpunkt

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Wiederholstandardabweichung $s_{r,z}$ bei Null [nmol/mol]	$\leq 1,0$	0,13	✓	0,13	✓
Wiederholstandardabweichung $s_{r,ct}$ bei $c_t$ [nmol/mol]	$\leq 3,0$	1,63	✓	1,34	✓
Nachweisgrenze [nmol/mol]		0,45		0,45	

Tabelle 28: Wiederholstandardabweichung für NO<sub>2</sub> am Null- und Referenzpunkt

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Wiederholstandardabweichung $s_{r,z}$ bei Null [nmol/mol]	$\leq 1,0$	0,00	✓	0,11	✓
Wiederholstandardabweichung $s_{r,ct}$ bei $c_t$ [nmol/mol]	$\leq 3,0$	0,08	✓	0,08	✓
Nachweisgrenze [nmol/mol]		0,00		0,36	

### 7.5 Bewertung

Für NO ergibt sich ein Wert für die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt von 0,13 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,13 nmol/mol für Gerät 2. Für die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt ergibt sich ein Wert von 1,63 nmol/mol für Gerät 1 sowie 1,34 nmol/mol für Gerät 2.

Für NO<sub>2</sub> ergibt sich ein Wert für die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt von 0,00 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,11 nmol/mol für Gerät 2. Für die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt ergibt sich ein Wert von 0,08 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,08 nmol/mol für Gerät 2.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 29 und Tabelle 30 sind die Ergebnisse der Einzelmessungen angegeben.

Tabelle 29: Einzelergebnisse zur Wiederholstandardabweichung für NO

Null Konzentration		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
17:17:00	0,0	0,0
17:18:00	-0,6	-0,6
17:19:00	-0,6	-0,6
17:20:00	-0,6	-0,6
17:21:00	-0,6	-0,6
17:22:00	-0,6	-0,6
17:23:00	-0,6	-0,6
17:24:00	-0,6	-0,6
17:25:00	-0,6	-0,6
17:26:00	-0,6	-0,6
17:27:00	-0,6	-0,6
17:28:00	-0,6	-0,6
17:29:00	-0,6	-0,6
17:30:00	-0,6	-0,6
17:31:00	-0,6	-0,6
17:32:00	-0,6	-0,6
17:33:00	-0,6	-0,6
17:34:00	-0,6	-0,6
17:35:00	-0,6	-0,6
17:36:00	-0,6	-0,6
Mittelwert	-0,6	-0,6

C <sub>t</sub> -Konzentration		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
17:42:00	515,9	521,3
17:43:00	513,5	523,7
17:44:00	513,5	523,1
17:45:00	512,9	524,3
17:46:00	512,9	523,1
17:47:00	512,9	523,7
17:48:00	514,1	522,5
17:49:00	512,3	525,5
17:50:00	517,7	523,7
17:51:00	513,5	523,1
17:52:00	511,7	522,5
17:53:00	514,1	519,5
17:54:00	515,3	522,5
17:55:00	513,5	524,3
17:56:00	513,5	523,7
17:57:00	515,3	524,3
17:58:00	514,7	523,7
17:59:00	512,9	521,3
18:00:00	517,7	522,5
18:01:00	515,3	524,3
Mittelwert	514,1	523,1

Tabelle 30: Einzelergebnisse zur Wiederholstandardabweichung für NO<sub>2</sub>

Null Konzentration		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
10:02:00	-0,2	-1,0
10:03:00	-0,2	-1,0
10:04:00	-0,2	-1,0
10:05:00	-0,2	-1,0
10:06:00	-0,2	-1,1
10:07:00	-0,2	-1,1
10:08:00	-0,2	-1,1
10:09:00	-0,2	-1,1
10:10:00	-0,2	-1,1
10:11:00	-0,2	-1,1
10:12:00	-0,2	-1,1
10:13:00	-0,2	-1,1
10:14:00	-0,2	-1,1
10:15:00	-0,2	-1,1
10:16:00	-0,2	-1,1
10:17:00	-0,2	-1,3
10:18:00	-0,2	-1,3
10:19:00	-0,2	-1,3
10:20:00	-0,2	-1,3
10:21:00	-0,2	-1,3
Mittelwert	-0,2	-1,2

C <sub>t</sub> -Konzentration		
	Gerät 1	Gerät 2
Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
10:27:00	104,1	104,1
10:28:00	104,1	104,1
10:29:00	104,1	104,1
10:30:00	104,1	104,1
10:31:00	104,1	104,1
10:32:00	104,1	104,1
10:33:00	104,1	104,1
10:34:00	103,9	103,9
10:35:00	103,9	103,9
10:36:00	103,9	103,9
10:37:00	103,9	103,9
10:38:00	103,9	103,9
10:39:00	103,9	103,9
10:40:00	103,9	103,9
10:41:00	103,9	103,9
10:42:00	103,9	103,9
10:43:00	103,9	103,9
10:44:00	103,9	103,9
10:45:00	103,9	103,9
10:46:00	103,9	103,9
Mittelwert	104,0	104,0

## 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  $\left( = \sum (X_i / n) \right)$
- $X_i$  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:

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

Jede Abweichung eines Wertes relativ zu seinem Konzentrationsniveau c ist:

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

### 7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde für die Komponente NO entsprechend den zuvor genannten Prüfverfahren der DIN EN 14211 durchgeführt.

Zusätzlich wurde die Prüfung für die Komponente NO<sub>2</sub> im Zertifizierungsbereich 0 - 261 nmol/mol durchgeführt.

### 7.4 Auswertung

Es ergeben sich folgende lineare Regressionen:

In Abbildung 11 bis Abbildung 14 sind die Ergebnisse der Gruppenmittelwertuntersuchungen zusammenfassend für NO und NO<sub>2</sub> graphisch dargestellt.

Tabelle 31: Abweichungen der Analysenfunktion für NO

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Größte relative Abweichung $r_{max}$ [%]	≤ 4,0	1,72	✓	2,24	✓
Abweichung bei Null $r_z$ [nmol/mol]	≤ 5,0	-0,60	✓	-0,60	✓

Tabelle 32: Abweichungen der Analysenfunktion für NO<sub>2</sub>

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Größte relative Abweichung $r_{max}$ [%]	≤ 4,0	0,85	✓	0,72	✓
Abweichung bei Null $r_z$ [nmol/mol]	≤ 5,0	-0,16	✓	-0,49	✓

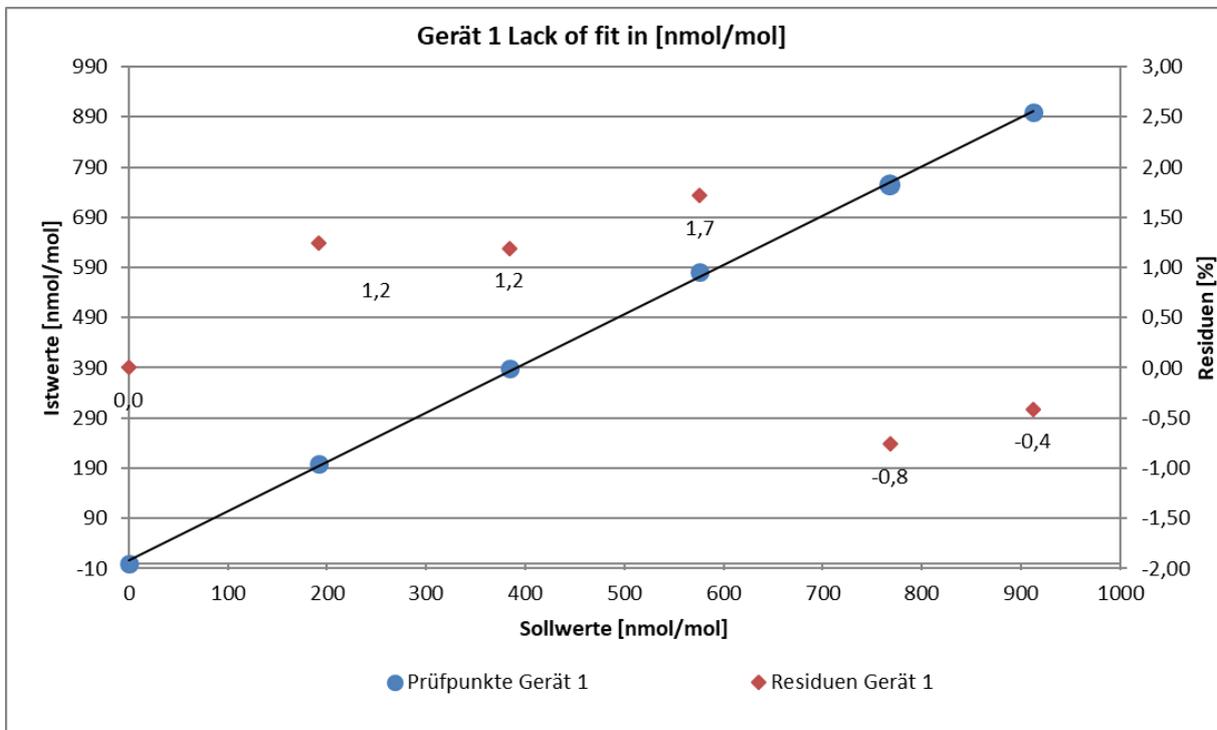


Abbildung 11: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 1 für NO

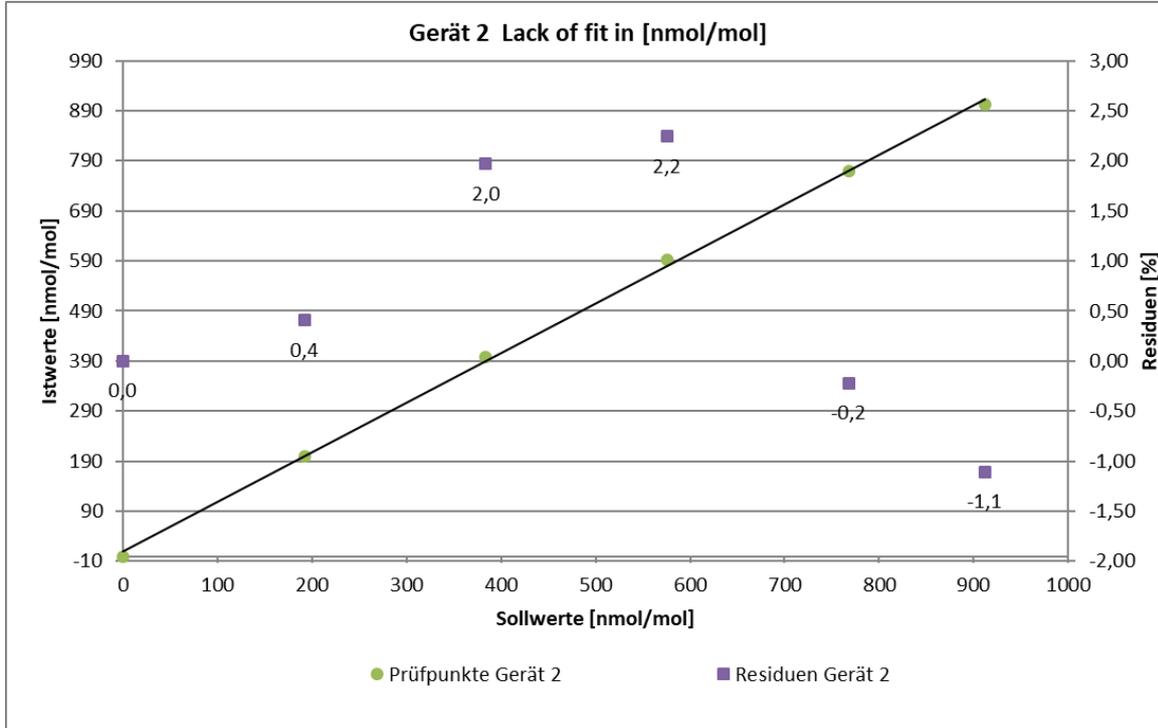


Abbildung 12: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 2 für NO

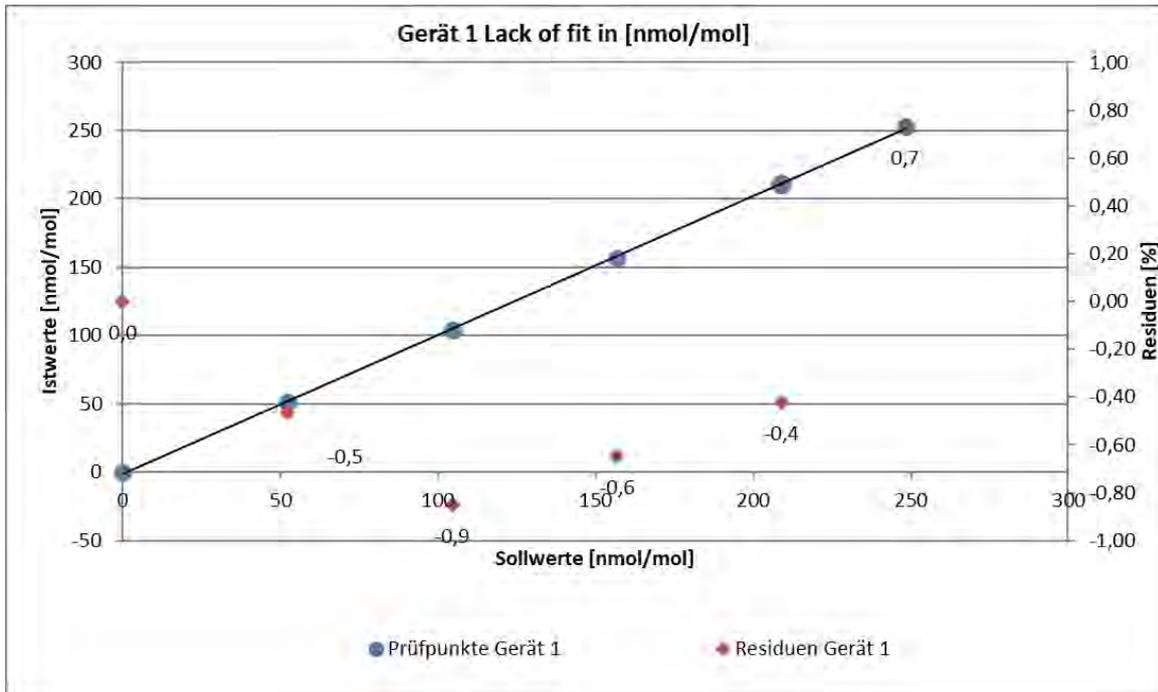


Abbildung 13: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 1 für NO<sub>2</sub>

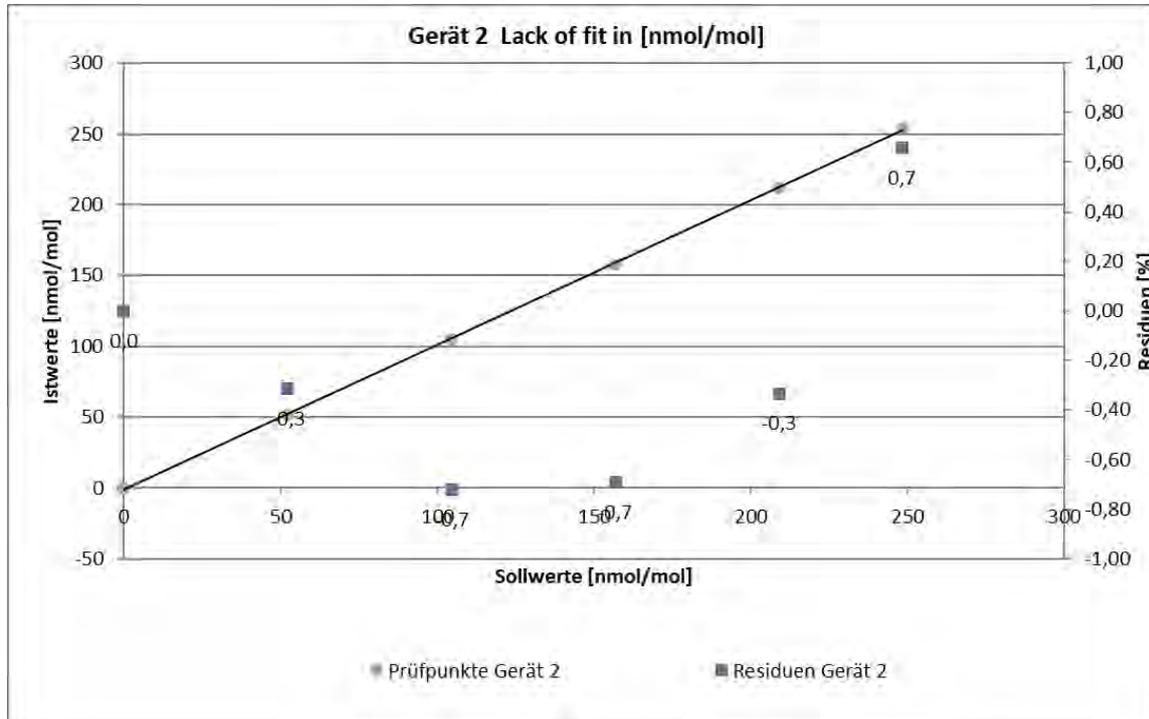


Abbildung 14: Analysenfunktion aus den Gruppenmittelwerten für Gerät 2 für NO<sub>2</sub>

## 7.5 Bewertung

### Komponente NO

Für Gerät 1 ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von -0,60 nmol/mol am Nullpunkt und maximal 1,72 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null. Für Gerät 2 ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von -0,60 nmol/mol am Nullpunkt und maximal 2,24 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null.

### Komponente NO<sub>2</sub>

Für Gerät 1 ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von -0,16 nmol/mol am Nullpunkt und maximal 0,85 % vom Sollwert bei Konzentrationen größer Null. Für Gerät 2 ergibt sich eine Abweichung von der linearen Regressionsgerade von -0,49 nmol/mol am Nullpunkt und maximal 0,72 % 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 33 und Tabelle 34 zu finden.

Tabelle 33: Einzelwerte „lack of fit“ Prüfung für NO

		Gerät 1 [nmol/mol]		Gerät 2 [nmol/mol]	
Zeit	Stufe [%]	Ist Wert $y_i$	Soll Wert $x_i$	Ist Wert $y_i$	Soll Wert $x_i$
08:00:00	80	756,37	768,00	772,01	768,00
08:01:00	80	755,17	768,00	768,40	768,00
08:02:00	80	753,37	768,00	766,59	768,00
08:03:00	80	756,37	768,00	772,01	768,00
08:04:00	80	753,37	768,00	765,39	768,00
Mittelwert		754,93		768,88	
$r_{c,rel}$		-0,76		-0,22	
08:08:00	40	386,00	384,00	397,43	384,00
08:09:00	40	387,21	384,00	397,43	384,00
08:10:00	40	389,01	384,00	396,83	384,00
08:11:00	40	389,61	384,00	397,43	384,00
08:12:00	40	389,61	384,00	397,43	384,00
Mittelwert		388,29		397,31	
$r_{c,rel}$		1,19		1,97	
08:16:00	0	-0,60	0,00	-0,60	0,00
08:17:00	0	-0,60	0,00	-0,60	0,00
08:18:00	0	-0,60	0,00	-0,60	0,00
08:19:00	0	-0,60	0,00	-0,60	0,00
08:20:00	0	-0,60	0,00	-0,60	0,00
Mittelwert		-0,60		-0,60	
$r_z$		-0,60		-0,60	
08:24:00	60	583,21	576,00	596,44	576,00
08:25:00	60	582,01	576,00	595,24	576,00
08:26:00	60	579,00	576,00	582,61	576,00
08:27:00	60	585,02	576,00	595,84	576,00
08:28:00	60	581,41	576,00	595,24	576,00
Mittelwert		582,13		593,07	
$r_{c,rel}$		1,72		2,24	
08:32:00	20	198,41	192,00	200,82	192,00
08:33:00	20	197,81	192,00	200,22	192,00
08:34:00	20	197,21	192,00	200,22	192,00
08:35:00	20	197,21	192,00	199,62	192,00
08:36:00	20	197,21	192,00	199,62	192,00
Mittelwert		197,57		200,10	
$r_{c,rel}$		1,24		0,41	
08:40:00	95	899,47	912,00	897,07	912,00
08:41:00	95	901,27	912,00	905,48	912,00
08:42:00	95	899,47	912,00	904,28	912,00
08:43:00	95	895,26	912,00	906,69	912,00
08:44:00	95	896,46	912,00	903,08	912,00
Mittelwert		898,39		903,32	
$r_{c,rel}$		-0,41		-1,11	

Tabelle 34: Einzelwerte „lack of fit“ Prüfung für NO<sub>2</sub>

		device 1 [nmol/mol]		device 2 [nmol/mol]	
time	level [%]	actual value y <sub>i</sub>	set value x <sub>i</sub>	actual value y <sub>i</sub>	set value x <sub>i</sub>
09:02:00	80	210,27	209,21	211,41	209,21
09:03:00	80	210,27	209,21	211,41	209,21
09:04:00	80	210,43	209,21	211,41	209,21
09:05:00	80	210,59	209,21	211,57	209,21
09:06:00	80	210,59	209,21	211,74	209,21
average		210,43		211,51	
r <sub>c,rel</sub>		-0,42		-0,33	
09:12:00	40	104,07	104,60	104,56	104,60
09:13:00	40	104,07	104,60	104,56	104,60
09:14:00	40	104,07	104,60	104,56	104,60
09:15:00	40	104,07	104,60	104,56	104,60
09:16:00	40	104,07	104,60	104,56	104,60
average		104,07		104,56	
r <sub>c,rel</sub>		-0,85		-0,72	
09:22:00	0	-0,16	0,00	-0,49	0,00
09:23:00	0	-0,16	0,00	-0,49	0,00
09:24:00	0	-0,16	0,00	-0,49	0,00
09:25:00	0	-0,16	0,00	-0,49	0,00
09:26:00	0	-0,16	0,00	-0,49	0,00
average		-0,16		-0,49	
r <sub>z</sub>					
09:32:00	60	156,93	156,90	157,58	156,90
09:33:00	60	157,09	156,90	157,58	156,90
09:34:00	60	157,09	156,90	157,74	156,90
09:35:00	60	157,25	156,90	157,74	156,90
09:36:00	60	157,25	156,90	157,74	156,90
average		157,12		157,68	
r <sub>c,rel</sub>		-0,65		-0,69	
09:42:00	20	51,55	52,30	51,71	52,30
09:43:00	20	51,55	52,30	51,71	52,30
09:44:00	20	51,55	52,30	51,71	52,30
09:45:00	20	51,55	52,30	51,71	52,30
09:46:00	20	51,55	52,30	51,71	52,30
average		51,55		51,71	
r <sub>c,rel</sub>		-0,46		-0,32	
09:52:00	95	253,01	248,43	253,82	248,43
09:53:00	95	253,01	248,43	253,82	248,43
09:54:00	95	253,01	248,43	253,99	248,43
09:55:00	95	253,01	248,43	253,99	248,43
09:56:00	95	253,01	248,43	253,99	248,43
average		253,01		253,92	
r <sub>c,rel</sub>		0,73		0,66	



## 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:

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

Dabei ist:

$b_{gp}$  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  $P_2$

$b_{gp}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

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.

Zusätzlich wurde die Prüfung auch für die Komponente NO<sub>2</sub> bei einem Konzentrationslevel von 70 % bis 80 % des Zertifizierungsbereiches für NO<sub>2</sub> durchgeführt.

## 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.

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

## 7.4 Auswertung

Es ergaben sich folgende Empfindlichkeitskoeffizienten für den Probengasdruck.

Tabelle 35: Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks für NO

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Empfindlichkeitskoeff. Probengasdruck $b_{gp}$ [nmol/mol/kPa]	$\leq 8,0$	0,23	✓	0,17	✓

Tabelle 36: Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks für NO<sub>2</sub>

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Empfindlichkeitskoeff. Probengasdruck $b_{gp}$ [nmol/mol/kPa]	$\leq 8,0$	0,10	✓	0,08	✓

## 7.5 Bewertung

Für NO ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks von 0,23 nmol/mol/kPa für Gerät 1 sowie 0,17 nmol/mol/kPa für Gerät 2.

Für NO<sub>2</sub> ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks von 0,10 nmol/mol/kPa für Gerät 1 sowie 0,08 nmol/mol/kPa für Gerät 2.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 37: Einzelwerte der Empfindlichkeit des Probengasdrucks für NO

Uhrzeit	Druck [kPa]	Konzentration	Gerät 1	Gerät 2
			[nmol/mol]	[nmol/mol]
09:54:00	80	710,00	708,87	712,48
09:55:00	80	710,00	705,87	713,08
09:56:00	80	710,00	706,47	711,28
Mittelwert $C_{P1}$			707,07	712,28
10:10:00	110	710,00	714,29	716,69
10:11:00	110	710,00	713,68	717,89
10:12:00	110	710,00	713,68	717,29
Mittelwert $C_{P2}$			713,88	717,29

Tabelle 38: Einzelwerte der Empfindlichkeit des Probengasdrucks für NO<sub>2</sub>

Uhrzeit	Druck [kPa]	Konzentration	Gerät 1	Gerät 2
			[nmol/mol]	[nmol/mol]
08:57:00	80	200,00	206,63	207,60
08:58:00	80	200,00	206,95	208,24
08:59:00	80	200,00	206,63	208,56
Mittelwert C <sub>P1</sub>			206,74	208,13
09:23:00	110	200,00	209,52	210,49
09:24:00	110	200,00	209,52	210,49
09:25:00	110	200,00	210,17	210,81
Mittelwert C <sub>P2</sub>			209,74	210,60

## 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  $T_{G,1}$

$C_{GT,2}$  der Mittelwert der Messung bei der Probengastemperatur  $T_{G,2}$

$T_{G,1}$  die Probengastemperatur  $T_{G,1}$

$T_{G,2}$  die Probengastemperatur  $T_{G,2}$

$b_{gt}$  muss das oben genannte Leistungskriterium erfüllen

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.

Zusätzlich wurde die Prüfung auch für die Komponente NO<sub>2</sub> bei einem Konzentrationslevel von 70 % bis 80 % des Zertifizierungsbereiches für NO<sub>2</sub> durchgeführt.

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

## 7.4 Auswertung

Tabelle 39: Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur für NO

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Empfindlichkeitskoeff. Probengastemp. $b_{gt}$ [nmol/mol/K]	$\leq 3,0$	0,09	✓	0,11	✓

Tabelle 40: Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur für NO<sub>2</sub>

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Empfindlichkeitskoeff. Probengastemp. $b_{gt}$ [nmol/mol/K]	$\leq 3,0$	0,01	✓	0,01	✓

## 7.5 Bewertung

Für Gerät 1 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur von 0,09 nmol/mol/K für NO sowie 0,11 nmol/mol/K für NO<sub>2</sub>.

Für Gerät 2 ergibt sich ein Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur von 0,01 nmol/mol/K für NO sowie 0,01 nmol/mol/K für NO<sub>2</sub>.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 41: Einzelwerte des Einflusses der Probengastemperatur für NO

Uhrzeit	Temp [°C]	Konzentration	Gerät 1	Gerät 2
			[nmol/mol]	[nmol/mol]
10:12:00	0	710,00	708,27	708,27
10:13:00	0	710,00	708,87	711,28
10:14:00	0	710,00	708,27	710,08
Mittelwert $C_{GT,1}$			708,47	709,88
13:12:00	30	710,00	711,88	713,68
13:13:00	30	710,00	710,68	711,88
13:14:00	30	710,00	711,28	714,29
Mittelwert $C_{GT,2}$			711,28	713,28

Tabelle 42: Einzelwerte des Einflusses des Probengastemperatur für NO<sub>2</sub>

Uhrzeit	Temp [°C]	Konzentration	Gerät 1	Gerät 2
			[nmol/mol]	[nmol/mol]
10:19:00	0	200,00	203,42	203,58
10:20:00	0	200,00	203,42	203,74
10:21:00	0	200,00	203,58	204,07
Mittelwert C <sub>GT,1</sub>			203,47	203,80
13:20:00	30	200,00	203,74	204,23
13:21:00	30	200,00	203,91	204,07
13:22:00	30	200,00	203,74	204,23
Mittelwert C <sub>GT,2</sub>			203,80	204,18



## 7.1 8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur muss  $\leq 3,0 \text{ nmol/mol/K}$  betragen.

### 7.2 Prüfvorschriften

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

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

Für diese Prüfungen ist eine Klimakammer erforderlich.

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.

Bei jeder Temperatur sind nach einer Zeitspanne, die einer unabhängigen Messung entspricht, drei Einzelmessungen bei Null und der Span-Konzentration durchzuführen.

Die Messungen werden bezüglich der Temperatur in folgender Reihenfolge durchgeführt:

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

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

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

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

Dabei ist:

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

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

$b_{st}$  muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

### 7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14211 durchgeführt.

Zusätzlich wurde die Prüfung auch für die Komponente NO<sub>2</sub> bei einem Konzentrationslevel von 70 % bis 80 % des Zertifizierungsbereiches für NO<sub>2</sub> durchgeführt.

### 7.4 Auswertung

Es ergaben sich folgende Empfindlichkeiten gegenüber der Umgebungstemperatur

Tabelle 43: Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur, für NO

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Empf. Koeffizient bei 0 °C für Nullniveau [nmol/mol/K]	≤ 3,0	0,000	✓	0,040	✓
Empf. Koeffizient bei 30 °C für Nullniveau [nmol/mol/K]	≤ 3,0	0,010	✓	0,010	✓
Empf. Koeffizient bei 0 °C für Span-Niveau [nmol/mol/K]	≤ 3,0	0,030	✓	0,075	✓
Empf. Koeffizient bei 30°C für Span-Niveau [nmol/mol/K]	≤ 3,0	0,952	✓	0,451	✓

Tabelle 44: Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur, für NO<sub>2</sub>

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Empf. Koeffizient bei 0 °C für Nullniveau [nmol/mol/K]	≤ 3,0	0,003	✓	0,029	✓
Empf. Koeffizient bei 30 °C für Nullniveau [nmol/mol/K]	≤ 3,0	0,011	✓	0,016	✓
Empf. Koeffizient bei 0 °C für Span-Niveau [nmol/mol/K]	≤ 3,0	0,231	✓	0,241	✓
Empf. Koeffizient bei 30°C für Span-Niveau [nmol/mol/K]	≤ 3,0	0,019	✓	0,024	✓

Wie in Tabelle 43 und Tabelle 44 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. Für die Komponente NO sind dies für Gerät 1 = 0,952 nmol/mol/K und für Gerät 2 = 0,451 nmol/mol/K.

Für die Komponente NO<sub>2</sub> sind dies für Gerät 1 = 0,231 nmol/mol/K und für Gerät 2 = 0,241 nmol/mol/K.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Prüfung sind in Tabelle 45 und Tabelle 46 aufgeführt.

Tabelle 45: Einzelwerte des Empfindlichkeitskoeffizienten der Umgebungstemperatur für NO

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]
03.11.2020	08:55:00	20	0,0	0,0	09:23:00	20	707,7	708,3
03.11.2020	08:56:00	20	0,0	0,0	09:24:00	20	708,9	706,5
03.11.2020	08:57:00	20	0,0	0,0	09:25:00	20	704,1	706,5
Mittelwert ( $X_{1(TS1)}$ )			0,0	0,0			706,9	707,1
03.11.2020	16:12:00	0	0,0	0,6	16:24:00	0	708,9	708,9
03.11.2020	16:13:00	0	0,0	1,2	16:25:00	0	707,7	708,3
03.11.2020	16:14:00	0	0,0	0,6	16:26:00	0	707,7	705,9
Mittelwert ( $X_{TS1}$ )			0,0	0,8			708,1	707,7
04.11.2020	08:27:00	20	0,0	0,0	08:40:00	20	708,9	711,9
04.11.2020	08:28:00	20	0,0	0,0	08:41:00	20	708,3	708,3
04.11.2020	08:29:00	20	0,0	0,0	08:42:00	20	707,1	713,7
Mittelwert ( $X_{2(TS1)} = X_{1(TS2)}$ )			0,0	0,0			708,1	711,3
04.11.2020	16:38:00	30	0,0	0,0	16:44:00	30	716,1	714,3
04.11.2020	16:39:00	30	0,0	0,0	16:45:00	30	717,9	714,3
04.11.2020	16:40:00	30	0,0	0,0	16:46:00	30	719,1	717,3
Mittelwert ( $X_{TS2}$ )			0,0	0,0			717,7	715,3
05.11.2020	07:56:00	20	0,6	0,6	08:09:00	20	708,3	714,3
05.11.2020	07:57:00	20	0,0	0,0	08:10:00	20	708,9	707,7
05.11.2020	07:58:00	20	0,0	0,0	08:11:00	20	707,7	708,9
Mittelwert ( $X_{2(TS2)}$ )			0,2	0,2			708,3	710,3

Tabelle 46: Einzelwerte des Empfindlichkeitskoeffizienten der Umgebungstemperatur für NO<sub>2</sub>

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]
03.11.2020	08:55:00	20	0,0	0,2	09:14:00	20	204,6	204,4
03.11.2020	08:56:00	20	0,0	0,0	09:15:00	20	205,5	205,2
03.11.2020	08:57:00	20	0,0	0,0	09:16:00	20	206,5	206,2
Mittelwert ( $X_{1(TS1)}$ )			0,0	0,1			205,5	205,3
03.11.2020	16:12:00	0	0,0	-0,5	16:18:00	0	200,3	200,0
03.11.2020	16:13:00	0	0,0	-0,7	16:19:00	0	199,2	199,2
03.11.2020	16:14:00	0	0,0	-0,7	16:20:00	0	199,3	200,0
Mittelwert ( $X_{TS1}$ )			0,0	-0,6			199,6	199,7
04.11.2020	08:27:00	20	0,2	0,0	08:34:00	20	202,3	203,1
04.11.2020	08:28:00	20	0,2	-0,2	08:35:00	20	202,9	203,6
04.11.2020	08:29:00	20	0,0	-0,2	08:36:00	20	203,6	204,7
Mittelwert ( $X_{2(TS1)} = X_{1(TS2)}$ )			0,1	-0,1			202,9	203,8
04.11.2020	16:38:00	30	0,0	0,0	16:45:00	30	201,8	202,8
04.11.2020	16:39:00	30	0,0	0,0	16:46:00	30	203,1	203,9
04.11.2020	16:40:00	30	0,0	0,0	16:47:00	30	205,2	205,9
Mittelwert ( $X_{TS2}$ )			0,0	0,0			203,4	204,2
05.11.2020	07:56:00	20	0,2	-0,2	08:03:00	20	202,8	203,3
05.11.2020	07:57:00	20	0,2	-0,2	08:04:00	20	203,1	203,9
05.11.2020	07:58:00	20	0,0	-0,3	08:05:00	20	204,4	205,0
Mittelwert ( $X_{2(TS2)}$ )			0,1	-0,2			203,4	204,1

## 7.1 8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung

*Der Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung muss  $\leq 0,3$  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 Norm 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.

Die Prüfung wurde entsprechend den zuvor genannten Prüfvorschriften der DIN EN 14211 durchgeführt.

Zusätzlich wurde die Prüfung auch für die Komponente NO<sub>2</sub> bei einem Konzentrationslevel von 70 % bis 80 % des Zertifizierungsbereiches für NO<sub>2</sub> durchgeführt.

### 7.4 Auswertung

Es ergaben sich folgende Empfindlichkeiten gegenüber der elektrischen Spannung:

**Tabelle 47: Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung für NO**

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

**Tabelle 48: Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung für NO<sub>2</sub>**

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

## 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. Bei der Komponente NO sind dies für Gerät 1 0,01 nmol/mol/V und für Gerät 2 0,00 nmol/mol/V.

Bei der Komponente NO<sub>2</sub> sind dies für Gerät 1 0,02 nmol/mol/V und für Gerät 2 0,01 nmol/mol/V.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 49: Einzelwerte des Empfindlichkeitskoeffizienten der elektrischen Spannung für NO

Uhrzeit	Spannung [V]	Konzentration	Gerät 1	Gerät 2
			[nmol/mol]	[nmol/mol]
11:37:00	207	0	-0,60	0,00
11:38:00	207	0	-0,60	0,00
11:39:00	207	0	0,00	0,00
Mittelwert C <sub>V1</sub> bei Null			-0,40	0,00
11:47:00	253	0	0,00	0,00
11:48:00	253	0	0,00	0,00
11:49:00	253	0	0,00	-0,60
Mittelwert C <sub>V2</sub> bei Null			0,00	-0,20
12:07:00	207	710,00	708,27	710,68
12:08:00	207	710,00	707,67	710,08
12:09:00	207	710,00	708,21	709,48
Mittelwert C <sub>V1</sub> bei Span			708,05	710,08
12:17:00	253	710,00	708,27	710,68
12:18:00	253	710,00	707,67	710,08
12:19:00	253	710,00	708,87	710,08
Mittelwert C <sub>V2</sub> bei Span			708,27	710,28

Tabelle 50: Einzelwerte des Empfindlichkeitskoeffizienten der elektrischen Spannung für NO<sub>2</sub>

Uhrzeit	Spannung [V]	Konzentration	Gerät 1	Gerät 2
			[nmol/mol]	[nmol/mol]
11:37:00	207	0	0,16	0,16
11:38:00	207	0	0,16	0,16
11:39:00	207	0	0,16	0,00
Mittelwert C <sub>V1</sub> bei Null			0,16	0,11
11:47:00	253	0	0,00	-0,16
11:48:00	253	0	-0,16	-0,16
11:49:00	253	0	-0,16	-0,16
Mittelwert C <sub>V2</sub> bei Null			-0,11	-0,16
11:50:00	207	205,00	205,37	206,52
11:51:00	207	205,00	205,37	206,84
11:52:00	207	205,00	205,21	206,03
Mittelwert C <sub>V1</sub> bei Span			205,32	206,46
11:53:00	253	205,00	206,19	207,01
11:54:00	253	205,00	206,03	207,17
11:55:00	253	205,00	206,03	207,17
Mittelwert C <sub>V2</sub> bei Span			206,08	207,11



## 7.1 8.4.11 Störkomponenten

*Störkomponenten bei null und bei der NO-Konzentration  $c_t$  ( $500 \pm 50$  nmol/mol). Die maximal erlaubten Abweichungen für die Störkomponenten H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> und NH<sub>3</sub>, betragen je  $\leq 5,0$  nmol/mol.*

## 7.2 Prüfvorschriften

Das Signal des Messgerätes gegenüber verschiedenen in der Luft erwarteten Störkomponenten ist zu prüfen. Diese Störkomponenten können ein positives oder negatives Signal hervorrufen. Die Prüfung wird bei der Konzentration Null und einer NO-Prüfgaskonzentration ( $c_t$ ) von ( $500 \pm 50$ ) 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 51 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 Spanniveaue wird ein Gemisch von Nullgas und der zu untersuchenden Störkomponente mit der in Tabelle 51 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

$X_{\text{int},c_t}$  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 51 aufgeführten Stoffe in den entsprechenden Konzentrationen geprüft. Wie in der DIN EN 14211 angegeben wurde bei der Prüfung der Störkomponente NH<sub>3</sub> anstelle der NO-Konzentration die gemessenen NO<sub>x</sub>-Konzentration abgelesen.

Zusätzlich wurde die Prüfung auch für die Komponente NO<sub>2</sub> am Nullpunkt sowie bei einer Span- Konzentration auf dem Level des 1-h Grenzwerts von NO<sub>2</sub> (104 nmol/mol) durchgeführt.

Da die Messeinrichtung nicht nach dem festgelegten EU Referenzverfahren arbeitet, wurden zusätzlich zu den 3 in der DIN EN 14211 genannten Störkomponenten noch weitere, in der normalen Umgebungsluft mögliche, Störkomponenten auf ihren Einfluss überprüft. Die Ergebnisse der zusätzlichen Untersuchung sind in Kapitel 6.1 7.4.11 Querempfindlichkeit dargestellt.

Tabelle 51: Störkomponenten nach DIN EN 14211

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

## 7.4 Auswertung

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

Tabelle 52: Einfluss der geprüften Störkomponenten für NO (c<sub>t</sub> = 500±50 nmol/mol)

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Einflussgröße Störkomponente H <sub>2</sub> O bei Null [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	0,00	✓	-0,60	✓
Einflussgröße Störkomponente H <sub>2</sub> O bei c <sub>t</sub> [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	0,40	✓	1,60	✓
Einflussgröße Störkomponente CO <sub>2</sub> bei Null [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	0,40	✓	0,40	✓
Einflussgröße Störkomponente CO <sub>2</sub> bei c <sub>t</sub> [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	1,80	✓	0,80	✓
Einflussgröße Störkomponente NH <sub>3</sub> bei Null [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	0,60	✓	1,00	✓
Einflussgröße Störkomponente NH <sub>3</sub> bei c <sub>t</sub> [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	1,20	✓	1,40	✓

Tabelle 53: Einfluss der geprüften Störkomponenten für NO<sub>2</sub> (c<sub>t</sub> = ca. 104 nmol/mol)

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Einflussgröße Störkomponente H <sub>2</sub> O bei Null [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	0,27	✓	0,00	✓
Einflussgröße Störkomponente H <sub>2</sub> O bei c <sub>t</sub> [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	0,33	✓	0,22	✓
Einflussgröße Störkomponente CO <sub>2</sub> bei Null [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	0,00	✓	-0,21	✓
Einflussgröße Störkomponente CO <sub>2</sub> bei c <sub>t</sub> [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	0,70	✓	0,76	✓
Einflussgröße Störkomponente NH <sub>3</sub> bei Null [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	0,00	✓	-0,16	✓
Einflussgröße Störkomponente NH <sub>3</sub> bei c <sub>t</sub> [nmol/mol/V]	≤ 5,0 nmol/mol	1,09	✓	0,98	✓



## 7.5 Bewertung

Es ergibt sich für NO ein Wert für die Querempfindlichkeit am Nullpunkt von 0,00 nmol/mol für Gerät 1 sowie -0,60 nmol/mol für Gerät 2 bei H<sub>2</sub>O, 0,40 nmol/mol für Gerät 1 und 0,40 nmol/mol für Gerät 2 bei CO<sub>2</sub> sowie 0,60 nmol/mol für Gerät 1 und 1,00 nmol/mol für Gerät 2 bei NH<sub>3</sub>. Für NO<sub>2</sub> ergibt sich ein Wert für die Querempfindlichkeit am Nullpunkt von 0,27 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,00 nmol/mol für Gerät 2 bei H<sub>2</sub>O, 0,00 nmol/mol für Gerät 1 und -0,21 nmol/mol für Gerät 2 bei CO<sub>2</sub> sowie 0,00 nmol/mol für Gerät 1 und -0,16 nmol/mol für Gerät 2 bei NH<sub>3</sub>.

Für die Querempfindlichkeit am Grenzwert c<sub>t</sub> ergibt sich für NO ein Wert von 0,40 nmol/mol für Gerät 1 sowie 1,60 nmol/mol für Gerät 2 bei H<sub>2</sub>O, 1,80 nmol/mol für Gerät 1 und 0,80 nmol/mol für Gerät 2 bei CO<sub>2</sub> sowie 1,20 nmol/mol für Gerät 1 und 1,40 nmol/mol bei NH<sub>3</sub>. Für die Querempfindlichkeit am Grenzwert c<sub>t</sub> ergibt sich für NO<sub>2</sub> ein Wert von 0,33 nmol/mol für Gerät 1 sowie 0,22 nmol/mol für Gerät 2 bei H<sub>2</sub>O, 0,70 nmol/mol für Gerät 1 und 0,76 nmol/mol für Gerät 2 bei CO<sub>2</sub> sowie 1,09 nmol/mol für Gerät 1 und 0,98 nmol/mol bei NH<sub>3</sub>.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 54 und Tabelle 55 sind die Einzelwerte der Untersuchung angegeben.

Tabelle 54: Einzelwerte der Untersuchung gegenüber Störkomponenten für NO

	ohne Störkomponente			mit Störkomponente		
	Uhrzeit	Gerät 1	Gerät 2	Uhrzeit	Gerät 1	Gerät 2
Nullgas + H <sub>2</sub> O (19 mmol/mol)	13:14:00	0,00	0,00	13:29:00	0,00	-0,60
	13:15:00	0,00	0,00	13:30:00	0,00	-0,60
	13:16:00	0,00	0,00	13:31:00	0,00	-0,60
	Mittelwert x <sub>z</sub>	0,00	0,00	Mittelwert x <sub>z</sub>	0,00	-0,60
Prüfgas c <sub>t</sub> + H <sub>2</sub> O (19 mmol/mol)	13:45:00	504,45	508,06	14:00:00	507,46	508,66
	13:46:00	506,85	507,46	14:01:00	508,66	506,85
	13:47:00	508,06	504,45	14:02:00	504,45	509,26
	Mittelwert x <sub>ct</sub>	506,45	506,65	Mittelwert x <sub>ct</sub>	506,85	508,26
Nullgas + CO <sub>2</sub> (500 µmol/mol)	08:14:00	0,60	0,00	08:24:00	0,60	0,00
	08:15:00	0,60	0,00	08:25:00	0,60	0,00
	08:16:00	0,00	0,00	08:26:00	1,20	1,20
	Mittelwert x <sub>z</sub>	0,40	0,00	Mittelwert x <sub>z</sub>	0,80	0,40
Prüfgas c <sub>t</sub> + CO <sub>2</sub> (500 µmol/mol)	08:34:00	500,24	501,44	08:44:00	502,04	502,65
	08:35:00	500,24	502,04	08:45:00	501,44	502,04
	08:36:00	499,64	500,84	08:46:00	502,04	502,04
	Mittelwert x <sub>ct</sub>	500,04	501,44	Mittelwert x <sub>ct</sub>	501,84	502,24
Nullgas + NH <sub>3</sub> (200 nmol/mol)	09:45:00	0,60	0,00	09:55:00	1,20	1,20
	09:46:00	0,60	0,00	09:56:00	1,20	1,20
	09:47:00	0,60	0,60	09:57:00	1,20	1,20
	Mittelwert x <sub>z</sub>	0,60	0,20	Mittelwert x <sub>z</sub>	1,20	1,20
Prüfgas c <sub>t</sub> + NH <sub>3</sub> (200 nmol/mol)	10:15:00	503,25	506,25	10:25:00	505,05	506,85
	10:16:00	503,25	505,65	10:26:00	504,45	507,46
	10:17:00	503,85	506,25	10:27:00	504,45	508,06
	Mittelwert x <sub>ct</sub>	504,65	506,05	Mittelwert x <sub>ct</sub>	504,65	507,46

NO<sub>x</sub> - Ablesung bei Störeinfluss gegenüber NH<sub>3</sub>

Tabelle 55: Einzelwerte der Untersuchung gegenüber Störkomponenten für NO<sub>2</sub>

	ohne Störkomponente			mit Störkomponente		
	Uhrzeit	Gerät 1	Gerät 2	Uhrzeit	Gerät 1	Gerät 2
Nullgas + H <sub>2</sub> O (19 mmol/mol)	13:14:00	0,16	0,33	13:29:00	0,33	0,33
	13:15:00	0,00	0,33	13:30:00	0,33	0,33
	13:16:00	0,00	0,33	13:31:00	0,33	0,33
	Mittelwert $x_z$	0,05	0,33	Mittelwert $x_z$	0,33	0,33
Prüfgas c <sub>t</sub> + H <sub>2</sub> O (19 mmol/mol)	14:35:00	106,03	106,52	14:51:00	106,36	106,68
	14:36:00	106,19	106,52	14:52:00	106,52	106,68
	14:37:00	106,36	106,68	14:53:00	106,68	107,01
	Mittelwert $x_{ct}$	106,19	106,58	Mittelwert $x_{ct}$	106,52	106,79
Nullgas + CO <sub>2</sub> (500 µmol/mol)	11:24:00	-0,16	-0,33	11:40:00	-0,16	-0,65
	11:25:00	-0,16	-0,49	11:41:00	-0,16	-0,65
	11:26:00	-0,16	-0,49	11:42:00	-0,16	-0,65
	Mittelwert $x_z$	-0,16	-0,44	Mittelwert $x_z$	-0,16	-0,65
Prüfgas c <sub>t</sub> + CO <sub>2</sub> (500 µmol/mol)	11:54:00	105,71	105,38	12:09:00	106,36	106,19
	11:55:00	105,71	105,71	12:10:00	106,52	106,36
	11:56:00	105,87	105,71	12:11:00	106,52	106,52
	Mittelwert $x_{ct}$	105,76	105,60	Mittelwert $x_{ct}$	106,47	106,36
Nullgas + NH <sub>3</sub> (200 nmol/mol)	12:25:00	-0,16	-0,82	12:40:00	-0,16	-0,98
	12:26:00	-0,16	-0,82	12:41:00	-0,16	-0,98
	12:27:00	-0,16	-0,82	12:42:00	-0,16	-0,98
	Mittelwert $x_z$	-0,16	-0,82	Mittelwert $x_z$	-0,16	-0,98
Prüfgas c <sub>t</sub> + NH <sub>3</sub> (200 nmol/mol)	12:55:00	106,85	106,68	13:10:00	107,99	107,83
	12:56:00	107,01	107,01	13:11:00	108,15	107,83
	12:57:00	107,17	107,01	13:12:00	108,15	107,99
	Mittelwert $x_{ct}$	108,10	106,90	Mittelwert $x_{ct}$	108,10	107,88

NO<sub>x</sub> - Ablesung bei Störeinfluss gegenüber NH<sub>3</sub>

## 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 NO<sub>2</sub> 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:

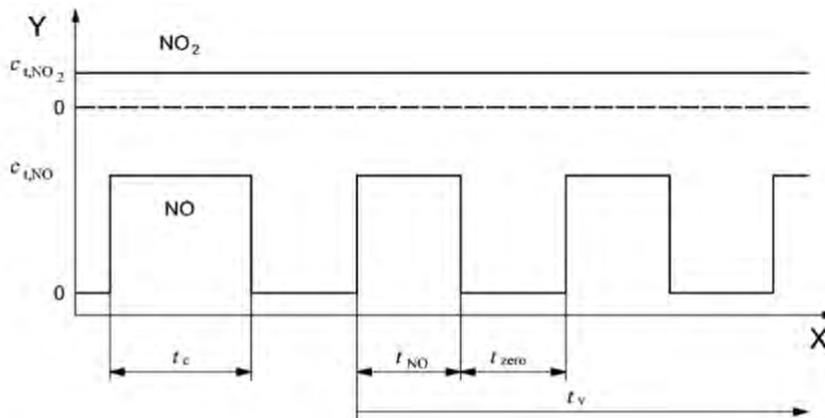
$$E_{av} = \frac{C_{const}^{av} - 2C_{var}^{av}}{C_{const}^{av}} * 100$$

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 15: 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 NO<sub>2</sub> 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.

Zusätzlich wurde die Prüfung auch für die Komponente NO<sub>2</sub> zwischen null sowie einer Spankonzentration auf dem Level des 1-h Grenzwerts von NO<sub>2</sub> (104 nmol/mol) durchgeführt.

### 7.4 Auswertung

In der Prüfung wurden folgende Mittelwerte ermittelt:

Tabelle 56: Ergebnisse der Mittelungsprüfung für NO

	Anforderung	Gerät 1	Gerät 2
Mittelungseinfluss $E_{av}$ [%]	$\leq 7\%$	3,1	-2,9

Daraus ergeben sich folgende Mittelungseinflüsse:

Gerät 1: 3,1 %

Gerät 2: -2,9 %

Tabelle 57: Ergebnisse der Mittelungsprüfung für NO<sub>2</sub>

	requirement	device 1	device 2
averaging effect $E_{av}$ [%]	$\leq 7\%$	0,7	3,2

Daraus ergeben sich folgende Mittelungseinflüsse:

Gerät 1: 0,7 %

Gerät 2: 3,2 %

## 7.5 Bewertung

Das Leistungskriterium der DIN EN 14211 an die Mittelungsprüfung wird mit maximal 3,1 % bzw. 3,2 % in vollem Umfang eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 58 und Tabelle 59 sind die Einzelergebnisse der Untersuchung zum Mittelungseinfluss angegeben.

Tabelle 58: Einzelwerte der Untersuchung zum Mittelungseinfluss für NO

		Gerät 1	Gerät 2
	Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert Konstanter Wert $C_{av,c}$	11:34:00	602,0	615,5
	bis		
	11:53:00		
Mittelwert Variabler Wert $C_{av,v}$	11:54:00	298,9	311,3
	bis		
	12:13:00		

		Gerät 1	Gerät 2
	Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert Konstanter Wert $C_{av,c}$	12:24:00	605,8	617,6
	bis		
	12:43:00		
Mittelwert Variabler Wert $C_{av,v}$	12:44:00	293,2	314,5
	bis		
	13:03:00		

		Gerät 1	Gerät 2
	Uhrzeit	[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert Konstanter Wert $C_{av,c}$	13:15:00	607,1	617,8
	bis		
	13:34:00		
Mittelwert Variabler Wert $C_{av,v}$	13:35:00	287,0	326,0
	bis		
	13:54:00		

Tabelle 59: Einzelwerte der Untersuchung zum Mittelungseinfluss für NO<sub>2</sub>

		Gerät 1	Gerät 2
		[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert Konstanter Wert $C_{av,c}$	Uhrzeit		
	07:48:00	101,9	102,0
	bis		
08:07			
Mittelwert Variabler Wert $C_{av,v}$	Uhrzeit		
	08:08:00	53,0	49,7
	bis		
08:27:00			

		Gerät 1	Gerät 2
		[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert Konstanter Wert $C_{av,c}$	Uhrzeit		
	08:39:00	102,8	102,9
	bis		
08:58:00			
Mittelwert Variabler Wert $C_{av,v}$	Uhrzeit		
	08:59:00	50,9	49,2
	bis		
09:18:00			

		Gerät 1	Gerät 2
		[nmol/mol]	[nmol/mol]
Mittelwert Konstanter Wert $C_{av,c}$	Uhrzeit		
	09:25:00	103,3	103,4
	bis		
09:44:00			
Mittelwert Variabler Wert $C_{av,v}$	Uhrzeit		
	09:45:00	49,1	50,3
	bis		
10:04:00			



### 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:

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

Dabei ist

$\Delta x_{SC}$  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

$\Delta_{SC}$  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 ermittelt:

Tabelle 60: Ergebnisse der Differenz zwischen Proben-/Kalibriereingang für NO

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Differenz Proben-/Kalibriereingang $\Delta x_{cs}$ [%]	$\leq 1\%$	0,14	✓	0,06	✓

Tabelle 61: Ergebnisse der Differenz zwischen Proben-/Kalibriereingang für NO<sub>2</sub>

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Differenz Proben-/Kalibriereingang $\Delta x_{cs}$ [%]	$\leq 1\%$	-0,14	✓	-0,33	✓

## 7.5 Bewertung

Das Leistungskriterium der DIN EN 14211 wird mit einer naxmalen Abweichung von 0,14 % bzw. -0,33 % in vollem Umfang eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht zutreffend.

*Tabelle 62: Einzelwerte der Prüfung der Differenz zwischen Proben und Kalibriergaseingang für NO*

	Uhrzeit	Gerät 1	Gerät 2
		[nmol/mol]	[nmol/mol]
Probeneingang	10:17:00	711,3	714,9
	10:18:00	710,7	714,3
	10:19:00	711,3	713,7
Kalibriereingang	10:31:00	710,1	714,3
	10:32:00	710,1	714,3
	10:33:00	710,1	713,1

*Tabelle 63: Einzelwerte der Prüfung der Differenz zwischen Proben und Kalibriergaseingang für NO<sub>2</sub>*

	Uhrzeit	Gerät 1	Gerät 2
		[nmol/mol]	[nmol/mol]
Probeneingang	10:47:00	207,0	208,5
	10:48:00	206,7	207,8
	10:49:00	206,2	207,7
Kalibriereingang	10:57:00	207,0	208,6
	10:58:00	206,7	208,6
	10:59:00	207,0	208,6

## 7.1 8.4.14 Konverterwirkungsgrad

*Der Konverterwirkungsgrad muss mindestens  $\geq 98$  % betragen.*

## 7.2 Prüfvorschriften

Der Konverterwirkungsgrad wird über Messungen mit bekannten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen bestimmt. Dies kann durch Gasphasentitration von NO zu NO<sub>2</sub> mit Ozon erfolgen.

Die Prüfung ist bei zwei Konzentrationsniveaus durchzuführen: bei 50 % und bei 95 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches von NO<sub>2</sub>.

Das NO<sub>x</sub> Messgerät ist über den NO- und NO<sub>x</sub> 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<sub>x</sub> Kanal durchgeführt. NO wird dann zur Erzeugung einer NO<sub>2</sub> Konzentration mit O<sub>3</sub> umgesetzt. Dieses Gemisch mit einer konstanten NO<sub>x</sub> 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<sub>x</sub> Kanal durchgeführt. Die O<sub>3</sub> 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<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-Kanal bei der anfänglichen NO<sub>x</sub>-Konzentration

$(NO_x)_f$  der Mittelwert der vier Einzelmessungen am NO<sub>x</sub> Kanal bei der sich einstellenden NO<sub>x</sub>-Konzentration nach Zugabe von O<sub>3</sub>

$(NO)_i$  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 O<sub>3</sub>

Der niedrigere der beiden Werte für den Konverterwirkungsgrad ist anzugeben.

### 7.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung N500 arbeitet nicht nach dem EU Standardreferenzverfahren der Chemilumineszenz. Daher besitzt die Messeinrichtung auch keinen Standard NO-NO<sub>2</sub>-Konverter. Die Messeinrichtung N500 analysiert NO<sub>2</sub> direkt im UV Bereich. NO wird bestimmt indem die Probenluft in wechselnder Taktung mit Ozon aufoxidiert wird. Der Unterschied zwischen beiden Messungen wird als NO Wert ausgegeben. Auch wenn in der zu prüfenden Messeinrichtung kein Konverter vorhanden ist wurde die Prüfung wie oben angegeben durchgeführt um zu zeigen das die NO und NO<sub>2</sub> Messungen gleichwertig mit der Standardreferenzmethode sind.

Die Prüfung wurde nach den Vorgaben der DIN EN 14211 durchgeführt. Bei der Prüfgasaufgabe wurden mittels der Gasphasentitration zwei NO<sub>2</sub> Konzentrationen im Bereich von 50 % und 95 % des Zertifizierungsbereichs von NO<sub>2</sub> eingestellt.

Der Konverterwirkungsgrad wurde im Labor ermittelt.

### 7.4 Auswertung

Bei der Prüfung wurden folgende Konverterwirkungsgrade für die beiden Messeinrichtungen N500 ermittelt. Es wurde jeweils der niedrigste Wert beider NO<sub>2</sub> Konzentrationsstufen angegeben:

	Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Konvertorwirkungsgrad E <sub>c</sub> [%]	≥ 98%	99,6	✓	99,8	✓

### 7.5 Bewertung

Das Leistungskriterium der DIN EN 14211 wird mit einem Konverterwirkungsgrad von mindestens 99,6 % in vollem Umfang eingehalten.

Mindestanforderung erfüllt? Ja

## 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte sind Tabelle 64 zu entnehmen.

Tabelle 64: Einzelwerte der Überprüfung des Konverterwirkungsgrades

	Uhrzeit	O <sub>3</sub> [nmol/mol]	NO <sub>2</sub> [nmol/mol]	Gerät 1		Gerät 2	
				NO [nmol/mol]	NO <sub>x</sub> [nmol/mol]	NO [nmol/mol]	NO <sub>x</sub> [nmol/mol]
	12:30:00	s t a r t					
O <sub>3</sub> =0, NO=50%	12:47:00	0,0	0,0	477,4	490,0	479,8	489,4
	12:48:00	0,0	0,0	475,6	488,2	479,8	489,4
	12:49:00	0,0	0,0	475,6	488,2	479,8	489,4
	12:50:00	0,0	0,0	475,6	488,2	479,8	489,4
Mittelwert		0,0	0,0	476,0	488,7	479,8	489,4
NO <sub>2</sub> = 50% 130,75	13:11:00	130,0	130,5	350,5	488,2	354,7	490,0
	13:12:00	130,0	130,0	349,9	488,2	354,1	488,8
	13:13:00	130,0	129,3	350,5	488,2	354,1	488,8
	13:14:00	130,0	129,3	349,9	488,2	354,1	488,8
Mittelwert		130,0	129,7	350,2	488,2	354,3	489,1
O <sub>3</sub> =0, NO=50%	14:15:00	0,0	0,0	477,4	488,2	479,8	490,6
	14:16:00	0,0	0,0	475,6	488,2	479,8	490,0
	14:17:00	0,0	0,0	475,6	491,2	479,8	487,0
	14:18:00	0,0	0,0	475,6	488,8	481,0	490,0
Mittelwert		0,0	0,0	476,0	489,1	480,1	489,4
NO <sub>2</sub> = 95% 248,43	14:39:00	248,0	248,5	238,7	488,8	236,3	488,8
	14:40:00	248,0	248,5	236,9	488,2	234,5	490,6
	14:41:00	248,0	248,6	235,1	488,2	233,9	490,0
	14:42:00	248,0	248,7	239,9	491,2	233,3	487,0
Mittelwert		248,0	248,6	237,6	489,1	234,5	489,1
O <sub>3</sub> =0, NO=50%	14:55:00	0,0	0,0	484,0	488,8	483,4	488,2

## **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 N500 Analysators beträgt vom Probengaseingang bis zur Messzelle ungefähr 30,0 ml. Der gemessene Probengasvolumenstrom beträgt 1,0 l/min. Daraus ergibt sich eine Verweilzeit im Messgerät von 1,9 Sekunden.

### **7.4 Auswertung**

Hier nicht erforderlich.

### **7.5 Bewertung**

Es ergibt sich eine Verweilzeit im Messgerät von ca. 1,9 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 Spanniveaue darf maximal  $\leq 5$  % des Zertifizierungsbereiches betragen.*

## 7.2 Prüfvorschriften

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

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

Die Langzeitdrift wird folgendermaßen berechnet:

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

Dabei ist:

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

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

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

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

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

Dabei ist:

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

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

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

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

### 7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde so durchgeführt, dass alle 2 Wochen Prüfgas aufgegeben wurde. In Tabelle 65 und Tabelle 66 sind die gefundenen Messwerte der zweiwöchentlichen Prüfgasaufgaben angegeben. 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.

Zusätzlich wurde die Prüfung auch für die Komponente NO<sub>2</sub> bei einem Konzentrationslevel von 70 % bis 80 % des Zertifizierungsbereiches für NO<sub>2</sub> durchgeführt.

### 7.4 Auswertung

Tabelle 65: Ergebnisse der Langzeitdrift am Nullpunkt für NO

		Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Mittel zu Beginn $C_{z,1}$ bei Null [nmol/mol]	09.11.2020	$\leq 5,0$	--	✓	--	✓
Langzeitdrift $D_{L,z}$ bei Null [nmol/mol]	23.11.2020	$\leq 5,0$	0,04	✓	-0,36	✓
Langzeitdrift $D_{L,z}$ bei Null [nmol/mol]	07.12.2020	$\leq 5,0$	-0,80	✓	-0,48	✓
Langzeitdrift $D_{L,z}$ bei Null [nmol/mol]	18.12.2020	$\leq 5,0$	-0,92	✓	-0,36	✓
Langzeitdrift $D_{L,z}$ bei Null [nmol/mol]	04.01.2021	$\leq 5,0$	0,88	✓	0,48	✓
Langzeitdrift $D_{L,z}$ bei Null [nmol/mol]	18.01.2021	$\leq 5,0$	0,76	✓	0,60	✓
Langzeitdrift $D_{L,z}$ bei Null [nmol/mol]	01.02.2021	$\leq 5,0$	0,64	✓	1,08	✓
Langzeitdrift $D_{L,z}$ bei Null [nmol/mol]	15.02.2021	$\leq 5,0$	0,76	✓	0,84	✓

Tabelle 66: Ergebnisse der Langzeitdrift am Referenzpunkt für NO

		Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Mittel zu Beginn $C_{s,1}$ bei Span [nmol/mol]	09.11.2020	$\leq 5 \%$	--	✓	--	✓
Langzeitdrift $D_{L,s}$ bei Span [nmol/mol]	23.11.2020	$\leq 5 \%$	0,13	✓	0,07	✓
Langzeitdrift $D_{L,s}$ bei Span [nmol/mol]	07.12.2020	$\leq 5 \%$	-0,24	✓	-0,17	✓
Langzeitdrift $D_{L,s}$ bei Span [nmol/mol]	18.12.2020	$\leq 5 \%$	-0,53	✓	-0,49	✓
Langzeitdrift $D_{L,s}$ bei Span [nmol/mol]	04.01.2021	$\leq 5 \%$	0,28	✓	0,33	✓
Langzeitdrift $D_{L,s}$ bei Span [nmol/mol]	18.01.2021	$\leq 5 \%$	0,43	✓	0,33	✓
Langzeitdrift $D_{L,s}$ bei Span [nmol/mol]	01.02.2021	$\leq 5 \%$	0,66	✓	0,74	✓
Langzeitdrift $D_{L,s}$ bei Span [nmol/mol]	15.02.2021	$\leq 5 \%$	0,93	✓	1,02	✓

Tabelle 67: Ergebnisse der Langzeitdrift am Nullpunkt für NO<sub>2</sub>

		Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Mittel zu Beginn Cz <sub>1</sub> bei Null [nmol/mol]	09.11.2020	≤ 5,0	--	✓	--	✓
Langzeitdrift D <sub>L,z</sub> bei Null [nmol/mol]	23.11.2020	≤ 5,0	0,19	✓	0,17	✓
Langzeitdrift D <sub>L,z</sub> bei Null [nmol/mol]	07.12.2020	≤ 5,0	0,43	✓	0,07	✓
Langzeitdrift D <sub>L,z</sub> bei Null [nmol/mol]	18.12.2020	≤ 5,0	-0,03	✓	-0,05	✓
Langzeitdrift D <sub>L,z</sub> bei Null [nmol/mol]	04.01.2021	≤ 5,0	0,75	✓	0,87	✓
Langzeitdrift D <sub>L,z</sub> bei Null [nmol/mol]	18.01.2021	≤ 5,0	0,31	✓	0,47	✓
Langzeitdrift D <sub>L,z</sub> bei Null [nmol/mol]	01.02.2021	≤ 5,0	0,09	✓	0,57	✓
Langzeitdrift D <sub>L,z</sub> bei Null [nmol/mol]	15.02.2021	≤ 5,0	0,73	✓	0,47	✓

 Tabelle 68: Ergebnisse der Langzeitdrift am Referenzpunkt für NO<sub>2</sub>

		Anforderung	Gerät 1		Gerät 2	
Mittel zu Beginn Cs <sub>1</sub> bei Span [nmol/mol]	09.11.2020	≤ 5 %	--	✓	--	✓
Langzeitdrift D <sub>L,s</sub> bei Span [nmol/mol]	23.11.2020	≤ 5 %	1,26	✓	1,22	✓
Langzeitdrift D <sub>L,s</sub> bei Span [nmol/mol]	07.12.2020	≤ 5 %	2,09	✓	1,81	✓
Langzeitdrift D <sub>L,s</sub> bei Span [nmol/mol]	18.12.2020	≤ 5 %	-0,04	✓	0,74	✓
Langzeitdrift D <sub>L,s</sub> bei Span [nmol/mol]	04.01.2021	≤ 5 %	2,29	✓	2,05	✓
Langzeitdrift D <sub>L,s</sub> bei Span [nmol/mol]	18.01.2021	≤ 5 %	1,96	✓	1,46	✓
Langzeitdrift D <sub>L,s</sub> bei Span [nmol/mol]	01.02.2021	≤ 5 %	1,26	✓	1,58	✓
Langzeitdrift D <sub>L,s</sub> bei Span [nmol/mol]	15.02.2021	≤ 5 %	1,22	✓	1,95	✓

## 7.5 Bewertung

Für NO liegt die maximale Langzeitdrift am Nullpunkt D<sub>L,z</sub> bei -0,92 nmol/mol für Gerät 1 und 1,08 nmol/mol für Gerät 2. Die maximale Langzeitdrift für NO am Referenzpunkt D<sub>L,s</sub> liegt bei 0,93 % für Gerät 1 und 1,02 % für Gerät 2.

Für NO<sub>2</sub> liegt die maximale Langzeitdrift am Nullpunkt D<sub>L,z</sub> bei 0,75 nmol/mol für Gerät 1 und 0,87 nmol/mol für Gerät 2. Die maximale Langzeitdrift für NO<sub>2</sub> am Referenzpunkt D<sub>L,s</sub> liegt bei 2,29 % für Gerät 1 und 2,05 % für Gerät 2.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelwerte der Ermittlung der Langzeitdrift sind in Tabelle 69 und Tabelle 70 dargestellt.

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung N500 der Firma Teledyne API für die Komponente NO, NO2 und NOx, Berichts-Nr.: 936/21251100/A

Seite 143 von 293

Tabelle 69: Einzelwerte der Driftuntersuchungen für NO

Null Konzentration				C <sub>r</sub> -Konzentration			
Datum	Uhrzeit	Gerät 1	Gerät 2	Datum	Uhrzeit	Gerät 1	Gerät 2
		[nmol/mol]	[nmol/mol]			[nmol/mol]	[nmol/mol]
09.11.2020	13:54:00	0,60	0,60	09.11.2020	14:50:00	720,30	720,90
	13:55:00	0,60	0,60		14:51:00	720,30	720,30
	13:56:00	0,60	0,60		14:52:00	719,70	719,70
	Mittel	0,60	0,60		Mittel	720,10	720,30
	13:58:00	0,60	0,60		14:54:00	720,90	720,90
	13:59:00	0,60	0,60		14:55:00	720,30	720,90
	14:00:00	0,60	0,60		14:56:00	720,30	720,30
	Mittel	0,60	0,60		Mittel	720,50	720,70
	14:02:00	1,20	0,60		14:58:00	720,30	720,30
	14:03:00	0,60	0,00		14:59:00	720,90	720,90
	14:04:00	0,00	0,60		15:00:00	720,30	720,90
	Mittel	0,60	0,40		Mittel	720,50	720,70
	14:06:00	0,00	0,00		15:02:00	719,70	719,70
	14:07:00	0,00	0,00		15:03:00	720,30	720,30
	14:08:00	-0,60	0,00		15:04:00	720,90	720,90
	Mittel	-0,20	0,00		Mittel	720,30	720,30
	14:10:00	0,00	0,00		15:06:00	720,30	720,30
14:11:00	0,00	0,60	15:07:00	719,70	719,70		
14:12:00	0,00	0,00	15:08:00	720,30	720,30		
Mittel	0,00	0,20	Mittel	720,10	720,10		
<b>Mittelwert Feldstart c<sub>z,0</sub></b>		<b>0,32</b>	<b>0,36</b>	<b>Mittelwert Feldstart c<sub>s,0</sub></b>		<b>720,30</b>	<b>720,42</b>
23.11.2020	10:10:00	0,60	0,00	23.11.2020	10:32:00	720,90	719,70
	10:11:00	0,60	0,00		10:33:00	720,30	719,10
	10:12:00	0,00	0,00		10:34:00	722,10	720,30
	10:13:00	0,00	0,00		10:35:00	722,10	722,10
	10:14:00	0,60	0,00		10:36:00	720,90	721,50
	Mittel C <sub>z,1</sub>	<b>0,36</b>	<b>0,00</b>		Mittel C <sub>s,1</sub>	<b>721,26</b>	<b>720,54</b>
07.12.2020	14:01:00	0,00	0,00	07.12.2020	14:11:00	717,30	718,50
	14:02:00	-0,60	-0,60		14:12:00	717,90	718,50
	14:03:00	-0,60	-0,60		14:13:00	717,30	719,10
	14:04:00	-1,20	0,00		14:14:00	718,50	719,10
	14:05:00	0,00	0,60		14:15:00	717,90	718,50
	Mittel C <sub>z,1</sub>	<b>-0,48</b>	<b>-0,12</b>		Mittel C <sub>s,1</sub>	<b>717,78</b>	<b>718,74</b>
18.12.2020	11:17:00	-0,60	0,00	18.12.2020	11:28:00	714,90	717,30
	11:18:00	-0,60	0,00		11:29:00	716,10	717,30
	11:19:00	-0,60	0,00		11:30:00	716,10	717,30
	11:20:00	-0,60	0,00		11:31:00	716,10	716,70
	11:21:00	-0,60	0,00		11:32:00	714,90	714,30
	Mittel C <sub>z,1</sub>	<b>-0,60</b>	<b>0,00</b>		Mittel C <sub>s,1</sub>	<b>715,62</b>	<b>716,58</b>
04.01.2021	14:19:00	1,20	0,60	04.01.2021	14:41:00	722,70	723,30
	14:20:00	0,00	0,00		14:42:00	723,90	723,90
	14:21:00	1,80	1,20		14:43:00	723,90	723,30
	14:22:00	1,20	1,20		14:44:00	723,30	723,90
	14:23:00	1,80	1,20		14:45:00	722,10	722,10
	Mittel C <sub>z,1</sub>	<b>1,20</b>	<b>0,84</b>		Mittel C <sub>s,1</sub>	<b>723,18</b>	<b>723,30</b>
18.01.2021	12:11:00	1,20	0,60	18.01.2021	12:33:00	723,30	722,70
	12:12:00	1,20	1,20		12:34:00	723,90	723,30
	12:13:00	0,60	1,20		12:35:00	723,90	722,70
	12:14:00	1,20	0,60		12:36:00	725,10	723,90
	12:15:00	1,20	1,20		12:37:00	724,50	724,50
	Mittel C <sub>z,1</sub>	<b>1,08</b>	<b>0,96</b>		Mittel C <sub>s,1</sub>	<b>724,14</b>	<b>723,42</b>
01.02.2021	10:00:00	0,60	1,20	01.02.2021	10:22:00	724,50	727,50
	10:01:00	0,60	1,80		10:23:00	726,30	726,90
	10:02:00	1,80	1,20		10:24:00	725,70	726,30
	10:03:00	1,20	1,20		10:25:00	726,30	727,50
	10:04:00	0,60	1,80		10:26:00	725,70	726,30
	Mittel C <sub>z,1</sub>	<b>0,96</b>	<b>1,44</b>		Mittel C <sub>s,1</sub>	<b>725,70</b>	<b>726,90</b>
15.02.2021	10:29:00	0,60	0,60	15.02.2021	10:41:00	728,10	726,30
	10:30:00	1,20	1,20		10:42:00	728,10	729,30
	10:31:00	0,60	1,20		10:43:00	727,50	728,70
	10:32:00	1,20	1,20		10:44:00	727,50	729,30
	10:33:00	1,80	1,80		10:45:00	728,10	729,90
	Mittel C <sub>z,1</sub>	<b>1,08</b>	<b>1,20</b>		Mittel C <sub>s,1</sub>	<b>727,86</b>	<b>728,70</b>

Tabelle 70: Einzelwerte der Driftuntersuchungen für NO<sub>2</sub>

Null Konzentration				C <sub>t</sub> -Konzentration			
Datum	Uhrzeit	Gerät 1	Gerät 2	Datum	Uhrzeit	Gerät 1	Gerät 2
		[nmol/mol]	[nmol/mol]			[nmol/mol]	[nmol/mol]
09.11.2020	13:54:00	0,20	0,20	09.11.2020	14:22:00	203,30	202,60
	13:55:00	0,20	0,20		14:23:00	202,80	202,60
	13:56:00	0,20	0,20		14:24:00	203,30	203,10
	Mittel	0,20	0,20		Mittel	203,13	202,77
	13:58:00	0,20	0,20		14:26:00	202,80	202,60
	13:59:00	0,20	0,20		14:27:00	203,60	203,40
	14:00:00	0,20	0,20		14:28:00	203,30	203,10
	Mittel	0,20	0,20		Mittel	203,23	203,03
	14:02:00	0,30	0,20		14:30:00	203,40	203,30
	14:03:00	0,20	0,00		14:31:00	203,60	203,30
	14:04:00	0,20	0,00		14:32:00	203,30	203,10
	Mittel	0,23	0,07		Mittel	203,43	203,23
	14:06:00	-0,20	0,00		14:34:00	203,30	203,40
	14:07:00	0,00	0,20		14:35:00	203,40	203,30
	14:08:00	0,00	0,00		14:36:00	203,60	203,40
	Mittel	-0,07	0,07		Mittel	203,43	203,37
	14:10:00	-0,20	0,20		14:38:00	203,30	203,60
14:11:00	-0,20	0,20	14:39:00	203,40	203,40		
14:12:00	-0,30	0,00	14:40:00	203,60	203,40		
Mittel	-0,23	0,13	Mittel	203,43	203,47		
<b>Mittelwert Feldstart c<sub>s,0</sub></b>		<b>0,07</b>	<b>0,13</b>	<b>Mittelwert Feldstart c<sub>s,0</sub></b>		<b>203,33</b>	<b>203,17</b>
23.11.2020	10:10:00	0,30	0,20	23.11.2020	10:23:00	206,40	206,20
	10:11:00	0,30	0,20		10:24:00	206,20	206,00
	10:12:00	0,30	0,20		10:25:00	205,90	205,70
	10:13:00	0,20	0,20		10:26:00	205,90	205,50
	10:14:00	0,20	0,70		10:27:00	206,20	205,90
	Mittel c <sub>s,1</sub>	<b>0,26</b>	<b>0,30</b>		Mittel c <sub>s,1</sub>	<b>206,12</b>	<b>205,86</b>
07.12.2020	14:01:00	0,30	0,20	07.12.2020	14:28:00	207,50	207,30
	14:02:00	0,50	0,20		14:29:00	208,00	207,30
	14:03:00	0,50	0,20		14:30:00	208,30	206,80
	14:04:00	0,50	0,20		14:31:00	208,30	206,70
	14:05:00	0,70	0,20		14:32:00	208,50	206,80
	Mittel c <sub>s,1</sub>	<b>0,50</b>	<b>0,20</b>		Mittel c <sub>s,1</sub>	<b>208,12</b>	<b>206,98</b>
18.12.2020	11:17:00	0,20	0,20	18.12.2020	11:41:00	203,40	205,20
	11:18:00	0,20	0,20		11:42:00	203,10	204,70
	11:19:00	0,00	0,00		11:43:00	203,60	204,70
	11:20:00	0,00	0,00		11:44:00	203,40	204,40
	11:21:00	-0,20	0,00		11:45:00	202,60	204,20
	Mittel c <sub>s,1</sub>	<b>0,04</b>	<b>0,08</b>		Mittel c <sub>s,1</sub>	<b>203,22</b>	<b>204,64</b>
04.01.2021	14:19:00	0,80	1,00	04.01.2021	14:30:00	208,60	208,50
	14:20:00	1,00	0,80		14:31:00	208,60	208,10
	14:21:00	0,80	1,30		14:32:00	208,60	208,60
	14:22:00	0,80	1,10		14:33:00	209,50	207,80
	14:23:00	0,70	0,80		14:34:00	209,00	208,50
	Mittel c <sub>s,1</sub>	<b>0,82</b>	<b>1,00</b>		Mittel c <sub>s,1</sub>	<b>208,86</b>	<b>208,30</b>
18.01.2021	12:11:00	0,50	0,50	18.01.2021	12:22:00	207,70	206,80
	12:12:00	0,30	0,80		12:23:00	207,50	207,30
	12:13:00	0,30	0,50		12:24:00	207,70	206,20
	12:14:00	0,50	0,50		12:25:00	208,00	206,80
	12:15:00	0,30	0,70		12:26:00	207,70	206,20
	Mittel c <sub>s,1</sub>	<b>0,38</b>	<b>0,60</b>		Mittel c <sub>s,1</sub>	<b>207,72</b>	<b>206,66</b>
01.02.2021	10:00:00	0,30	0,20	01.02.2021	10:12:00	205,70	207,00
	10:01:00	-0,20	0,80		10:13:00	206,40	206,80
	10:02:00	0,30	0,80		10:14:00	206,20	206,80
	10:03:00	0,20	0,70		10:15:00	205,90	207,30
	10:04:00	0,20	1,00		10:16:00	205,90	207,20
	Mittel c <sub>s,1</sub>	<b>0,16</b>	<b>0,70</b>		Mittel c <sub>s,1</sub>	<b>206,02</b>	<b>207,02</b>
15.02.2021	10:29:00	1,00	0,20	15.02.2021	10:54:00	206,20	208,00
	10:30:00	0,70	0,50		10:55:00	206,40	207,50
	10:31:00	0,80	1,00		10:56:00	206,80	208,00
	10:32:00	0,70	0,50		10:57:00	206,70	207,70
	10:33:00	0,80	0,80		10:58:00	206,80	207,30
	Mittel c <sub>s,1</sub>	<b>0,80</b>	<b>0,60</b>		Mittel c <sub>s,1</sub>	<b>206,58</b>	<b>207,70</b>

## 7.1 8.5.5 Vergleichsstandardabweichung für NO<sub>2</sub> unter Feldbedingungen

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

### 7.2 Prüfvorschriften

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

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

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

Dabei ist:

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

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

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

Die Vergleichsstandardabweichung (unter Feldbedingungen) ist:

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

Dabei ist:

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

$n$  die Anzahl der Parallelmessungen

$c_f$  die bei der Feldprüfung gemessene mittlere Stickstoffdioxid-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 NO<sub>2</sub> Werten, wurde die Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen mit Hilfe der oben genannten Formeln ermittelt.

#### 7.4 Auswertung

Tabelle 71: Bestimmung der Vergleichsstandardabweichung für NO<sub>2</sub> auf Basis aller Daten aus dem Feldtest

Vergleichsstandardabweichung im Feldtest		
Stichprobenumfang	[n]	2354
Mittelwert beider Geräte	[nmol/mol]	13,06
Stabw. Aus Doppelbestimmungen	[nmol/mol]	0,479
<b>Vergleichsstandardabweichung im Feld <math>S_{r,f}</math></b>	<b>[%]</b>	<b>3,67</b>
Anforderung	≤ 5,0 %	✓

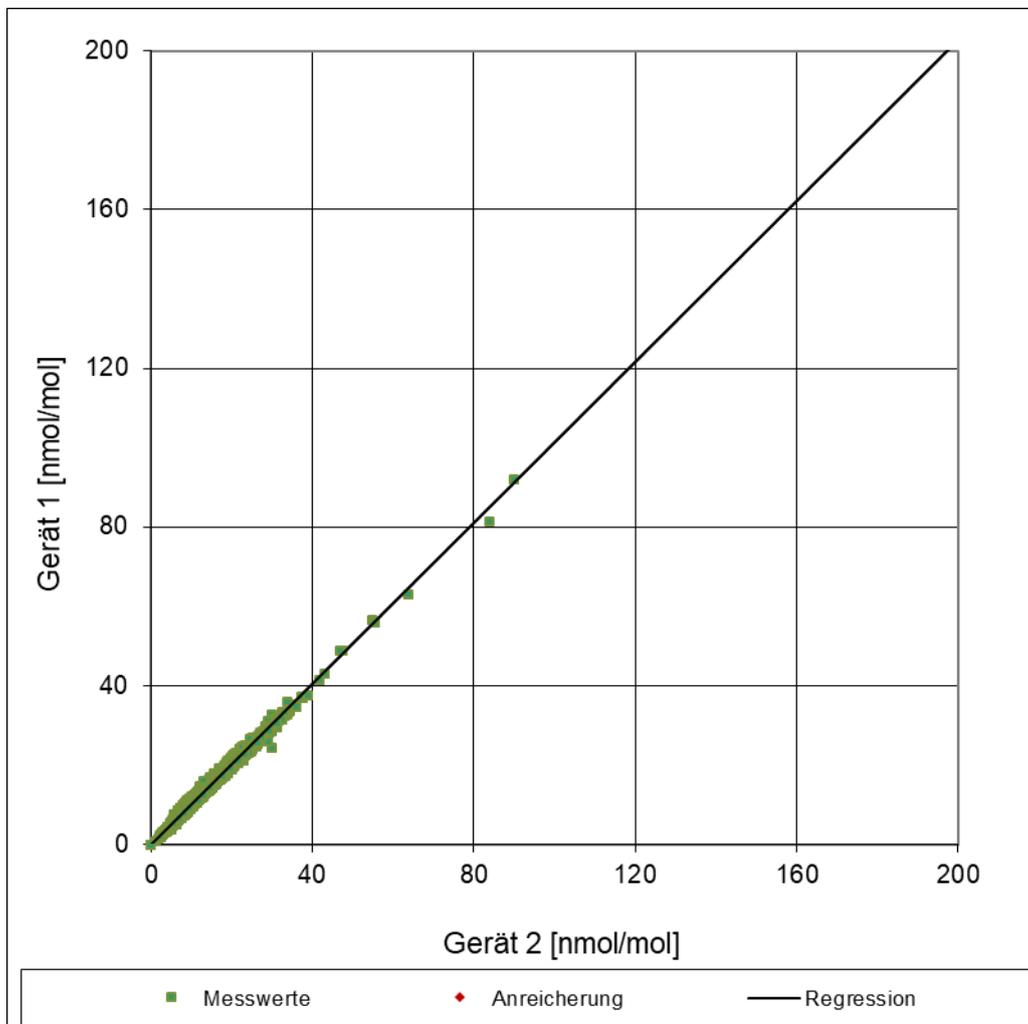


Abbildung 16: Grafische Darstellung der Vergleichsstandardabweichung für NO<sub>2</sub> im Feld

Es ergibt sich eine Vergleichsstandardabweichung unter Feldbedingungen von 3,67 % des Mittelwertes für NO<sub>2</sub>. Dieser Wert wird auch für die Berechnung der Gesamtunsicherheit nach DIN EN 14211 verwendet.

## 7.5 Bewertung

Die Vergleichsstandardabweichung für NO<sub>2</sub> unter Feldbedingungen betrug 3,67 % 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

Zur Übersicht sind hier auch die Ergebnisse der Vergleichsstandardabweichung für NO angegeben. Nach DIN EN 14211 wird die Auswertung der Vergleichsstandardabweichung im Feld mit NO<sub>2</sub> durchgeführt. Daher sind die folgenden Daten nur informativ aufgeführt.

Tabelle 72: Bestimmung der Vergleichsstandardabweichung für NO auf Basis aller Daten aus dem Feldtest

Vergleichsstandardabweichung im Feldtest		
Stichprobenumfang	[n]	2354
Mittelwert beider Geräte	[nmol/mol]	36,62
Stabw. Aus Doppelbestimmungen	[nmol/mol]	0,398
<b>Vergleichsstandardabweichung im Feld S<sub>r,f</sub></b>	<b>[%]</b>	<b>1,09</b>
Anforderung	≤ 5,0 %	✓

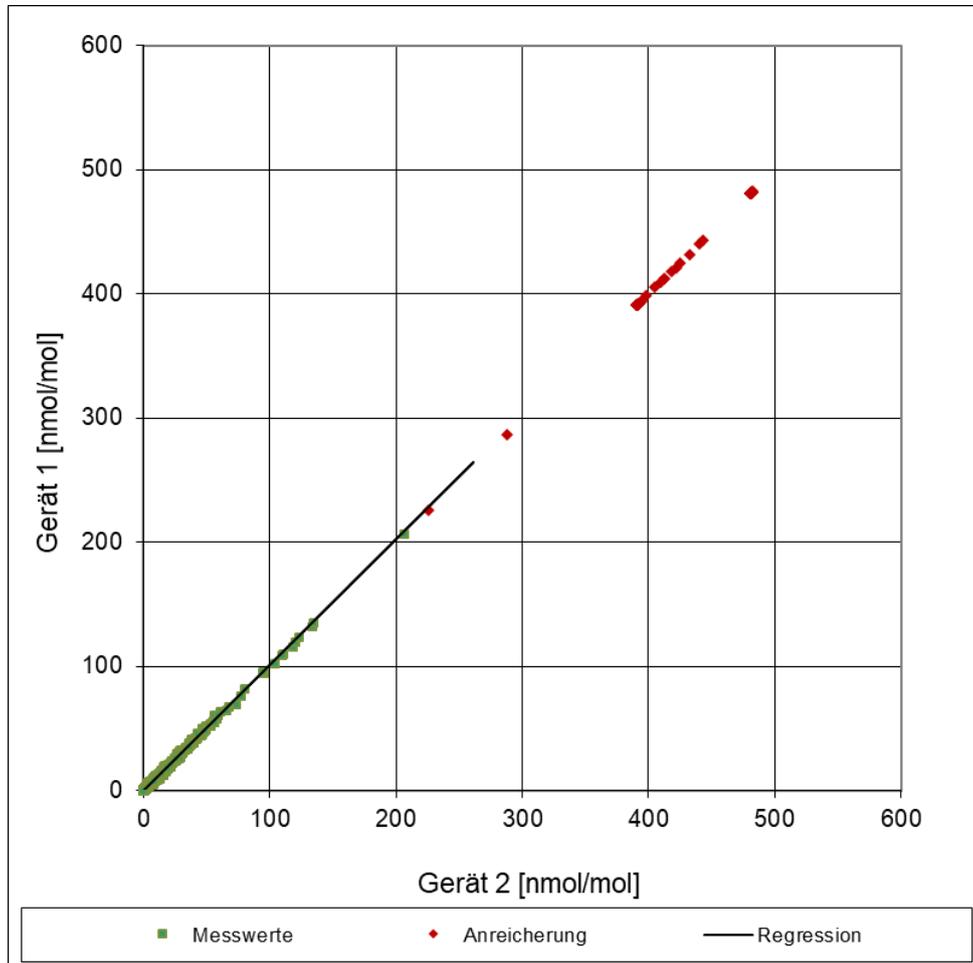


Abbildung 17: Grafische Darstellung der Vergleichsstandardabweichung für NO im Feld

## **7.1 8.5.6 Kontrollintervall**

*Das Wartungsintervall muss mindestens 2 Wochen betragen.*

## **7.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **7.3 Durchführung der Prüfung**

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

## **7.4 Auswertung**

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

Innerhalb des dreimonatigen Feldtests konnte die Wartung im Wesentlichen auf die Kontrolle von Verschmutzungen, Plausibilitätschecks und etwaigen Status-/Fehlermeldungen beschränkt werden. Die Austauschrate des externen Partikelfilters hängt natürlich vom Staubgehalt der Umgebung des Aufstellortes ab. Hinweise zu Arbeiten im Wartungsintervall sind in Kapitel 5 des Handbuchs sowie Kapitel 8 dieses Berichtes gegeben.

## **7.5 Bewertung**

Das Kontrollintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt. Diese beschränken sich im Wesentlichen auf die Kontrolle von Verschmutzungen, Plausibilitätschecks und etwaigen Status-/Fehlermeldungen. Der externe Partikelfilter muss je nach Staubbelastung am Messort gewechselt werden. Eine Überprüfung des Null- und Referenzpunktes muss nach DIN EN 14211 mindestens alle 14 Tage erfolgen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht notwendig.

## 7.1 8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes

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

### 7.2 Prüfvorschriften

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

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

Die Verfügbarkeit des Messgerätes ist:

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

Dabei ist:

$A_a$  die Verfügbarkeit des Messgerätes (%)

$t_u$  die gesamte Zeitspanne mit validen Messwerten

$t_t$  die gesamte Zeitspanne der Feldprüfung, abzüglich der Zeit für Kalibrierung und  
Wartung  $t_u$  und  $t_t$  müssen in den gleichen Einheiten angegeben werden.

Die Verfügbarkeit muss das oben angegebene Leistungskriterium erfüllen.

### 7.3 Durchführung der Prüfung

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

#### Auswertung

Die während des Feldtestes aufgetretenen Ausfallzeiten sind in Tabelle 73 aufgelistet.

Tabelle 73: Verfügbarkeit des Messgerätes N500

		Gerät 1	Gerät 2
Einsatzzeit	h	2354	2354
Ausfallzeit	h	0	0
Wartungszeit	h	12	12
Tatsächliche Betriebszeit	h	2342	2342
Tatsächliche Betriebszeit inklusive Wartungszeit	h	2354	2354
Verfügbarkeit	%	100	100

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

### 7.5 Bewertung

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

Mindestanforderung erfüllt? ja

### 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.



## **7.1      8.6      Gesamtmessunsicherheit nach Anhang E der DIN EN 14211 (2012)**

*Die Eignungsanerkennung des Messgerätes besteht aus folgenden Schritten:*

*1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle E.1 der DIN EN 14211 angegebene Kriterium erfüllen.*

*2) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Laborprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, muss das in Anhang I der Richtlinie 2008/50/EG angegebene Kriterium (15 % für ortsfeste Messungen und 25 % für orientierende Messungen) erfüllen. Dieses Kriterium ist die maximal zulässige Unsicherheit von Einzelmessungen für kontinuierliche Messungen beim 1-Stunden-Grenzwert. Die relevanten spezifischen Leistungskenngrößen und das Berechnungsverfahren sind im Anhang E der DIN EN 14211 angegeben.*

*3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Leistungskenngröße muss das in Tabelle E.1 der DIN EN 14211 angegebene Kriterium erfüllen.*

*4) Die erweiterte Messunsicherheit, die aus den Standardunsicherheiten der in der Labor- und Feldprüfung ermittelten spezifischen Leistungskenngrößen berechnet wurde, muss das in Anhang I der Richtlinie 2008/50/EG angegebene Kriterium (15 % für ortsfeste Messungen und 25 % für orientierende Messungen) erfüllen. Dieses Kriterium ist die maximal zulässige Unsicherheit von Einzelmessungen für kontinuierliche Messungen beim 1-Stunden-Grenzwert. Die relevanten spezifischen Leistungskenngrößen und das Berechnungsverfahren sind im Anhang E der DIN EN 14211 angegeben.*

## **7.2      Gerätetechnische Ausstattung**

Berechnung der Gesamtunsicherheit nach Anhang E der DIN EN 14211 (2012).

## **7.3      Durchführung der Prüfung**

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

## **7.4      Auswertung**

Zu 1) Der Wert jeder einzelnen, im Labor geprüften Leistungskenngrößen erfüllt das in Tabelle E.1 der DIN EN 14211 angegebene Kriterium.

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

Zu 3) Der Wert jeder einzelnen, in der Feldprüfung geprüften Kenngröße erfüllt das in Tabelle E.1 der DIN EN 14211 angegebene Kriterium.

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

## **7.5      Bewertung**

Die Anforderung an die erweiterte Messunsicherheit der Messeinrichtung wird erfüllt.

Mindestanforderung erfüllt?    ja

## 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Ergebnisse zu den Punkten 1 und 3 sind in Tabelle 74 zusammengefasst.

Die Ergebnisse zu Punkt 2 sind in Tabelle 75 und Tabelle 77 zu finden.

Die Ergebnisse zu Punkt 4 sind in Tabelle 76 und Tabelle 78 zu finden.

Tabelle 74: Leistungsanforderungen nach DIN EN 14211

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei Null	$\leq 1,0$ nmol/mol	S <sub>r</sub> Gerät 1: 0,13 nmol/mol (NO) S <sub>r</sub> Gerät 2: 0,13 nmol/mol (NO)  S <sub>r</sub> Gerät 1: 0,00 nmol/mol (NO <sub>2</sub> ) S <sub>r</sub> Gerät 2: 0,11 nmol/mol (NO <sub>2</sub> )	ja	101
8.4.5 Wiederholstandardabweichung bei der Konzentration ct	$\leq 3,0$ nmol/mol	S <sub>r</sub> Gerät 1: 1,63 nmol/mol (NO) S <sub>r</sub> Gerät 2: 1,34 nmol/mol (NO)  S <sub>r</sub> Gerät 1: 0,08 nmol/mol (NO <sub>2</sub> ) S <sub>r</sub> Gerät 2: 0,08 nmol/mol (NO <sub>2</sub> )	ja	101
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 $\leq 5$ nmol/mol	X <sub>l,z</sub> Gerät 1: NP -0,60 nmol/mol (NO) X <sub>l</sub> Gerät 1: RP 1,72 % (NO) X <sub>l,z</sub> Gerät 2: NP -0,60 nmol/mol (NO) X <sub>l</sub> Gerät 2: RP 2,24 % (NO)  X <sub>l,z</sub> Gerät 1: NP -0,16 nmol/mol (NO <sub>2</sub> ) X <sub>l</sub> Gerät 1: RP 0,85 % (NO <sub>2</sub> ) X <sub>l,z</sub> Gerät 2: NP -0,49 nmol/mol (NO <sub>2</sub> ) X <sub>l</sub> Gerät 2: RP 0,72 % (NO <sub>2</sub> )	ja	105
8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdruckes	$\leq 8,0$ nmol/mol/kPa	b <sub>gp</sub> Gerät 1: 0,23 nmol/mol/kPa (NO) b <sub>gp</sub> Gerät 2: 0,17 nmol/mol/kPa (NO)  b <sub>gp</sub> Gerät 1: 0,10 nmol/mol/kPa (NO <sub>2</sub> ) b <sub>gp</sub> Gerät 2: 0,08 nmol/mol/kPa (NO <sub>2</sub> )	ja	112
8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengas-temperatur	$\leq 3,0$ nmol/mol/K	b <sub>gt</sub> Gerät 1: 0,09 nmol/mol/K (NO) b <sub>gt</sub> Gerät 2: 0,11 nmol/mol/K (NO)  b <sub>gt</sub> Gerät 1: 0,01 nmol/mol/K (NO <sub>2</sub> ) b <sub>gt</sub> Gerät 2: 0,01 nmol/mol/K (NO <sub>2</sub> )	ja	115
8.4.9 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungs-temperatur	$\leq 3,0$ nmol/mol/K	b <sub>st</sub> Gerät 1: 0,952 nmol/mol/K (NO) b <sub>st</sub> Gerät 2: 0,451 nmol/mol/K (NO)  b <sub>st</sub> Gerät 1: 0,231 nmol/mol/K (NO <sub>2</sub> ) b <sub>st</sub> Gerät 2: 0,241 nmol/mol/K (NO <sub>2</sub> )	ja	118

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
8.4.10 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	$\leq 0,3 \text{ nmol/mol/V}$	b <sub>v</sub> Gerät 1: RP 0,01 nmol/mol/V (NO) b <sub>v</sub> Gerät 2: RP 0,00 nmol/mol/V (NO)  b <sub>v</sub> Gerät 1: RP 0,02 nmol/mol/V (NO <sub>2</sub> ) b <sub>v</sub> Gerät 2: RP 0,01 nmol/mol/V (NO <sub>2</sub> )	ja	122
8.4.11 Störkomponenten bei Null und der Konzentration	H <sub>2</sub> O $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$ CO <sub>2</sub> $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$ NH <sub>3</sub> $\leq 5,0 \text{ nmol/mol}$	NO Kanal - H <sub>2</sub> O Gerät 1: NP 0,00 nmol/mol / RP 0,40 nmol/mol Gerät 2: NP -0,60 nmol/mol / RP 1,60 nmol/mol NO Kanal - CO <sub>2</sub> Gerät 1: NP 0,40 nmol/mol / RP 1,80 nmol/mol Gerät 2: NP 0,40 nmol/mol / RP 0,80 nmol/mol NO Kanal - NH <sub>3</sub> Gerät 1: NP 0,60 nmol/mol / RP 1,20 nmol/mol Gerät 2: NP 1,00 nmol/mol / RP 1,40 nmol/mol  NO <sub>2</sub> Kanal - H <sub>2</sub> O Gerät 1: NP 0,27 nmol/mol / RP 0,33 nmol/mol Gerät 2: NP 0,00 nmol/mol / RP 0,22 nmol/mol NO <sub>2</sub> Kanal - CO <sub>2</sub> Gerät 1: NP 0,00 nmol/mol / RP 0,70 nmol/mol Gerät 2: NP -0,21 nmol/mol / RP 0,76 nmol/mol NO <sub>2</sub> Kanal - NH <sub>3</sub> Gerät 1: NP 0,00 nmol/mol / RP 1,09 nmol/mol Gerät 2: NP -0,16 nmol/mol / RP 0,98 nmol/mol	ja	126
8.4.12 Mittelungseinfluss	$\leq 7,0 \%$ des Messwertes	E <sub>av</sub> Gerät 1: 3,1 % NO E <sub>av</sub> Gerät 2: -2,9 % NO  E <sub>av</sub> Gerät 1: 0,7 % NO <sub>2</sub> E <sub>av</sub> Gerät 2: 3,2 % NO <sub>2</sub>	ja	130
8.4.13 Differenz Proben-/Kalibrieringang	$\leq 1,0 \%$	Δ <sub>SC</sub> Gerät 1: 0,14 % NO Δ <sub>SC</sub> Gerät 2: 0,06 % NO  Δ <sub>SC</sub> Gerät 1: -0,14 % NO <sub>2</sub> Δ <sub>SC</sub> Gerät 2: -0,33 % NO <sub>2</sub>	ja	134
8.4.3 Einstellzeit (Anstieg)	$\leq 180 \text{ s}$	tr Gerät 1: 24 s (NO) tr Gerät 2: 25 s (NO)  tr Gerät 1: 24 s (NO <sub>2</sub> ) tr Gerät 2: 25 s (NO <sub>2</sub> )	ja	90
8.4.3 Einstellzeit (Abfall)	$\leq 180 \text{ s}$	t <sub>f</sub> Gerät 1: 22 s (NO) t <sub>f</sub> Gerät 2: 23 s (NO)  t <sub>f</sub> Gerät 1: 22 s (NO <sub>2</sub> )	ja	90

Leistungskenngröße	Leistungskriterium	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
		t <sub>f</sub> Gerät 2: 22 s (NO <sub>2</sub> )		
8.4.3 Differenz zwischen Anstiegs und Abfallzeit	≤ 10 s	t <sub>d</sub> Gerät 1: 2 s (NO) t <sub>d</sub> Gerät 2: 2 s (NO)  t <sub>d</sub> Gerät 1: 2 s (NO <sub>2</sub> ) t <sub>d</sub> Gerät 2: 3 s (NO <sub>2</sub> )	ja	90
8.4.14 Konverterwirkungsgrad	≥ 98%	E <sub>conv</sub> Gerät 1: 99,6 % E <sub>conv</sub> Gerät 2: 99,8 %	ja	136
8.4.15 Verweilzeit	≤ 3,0 s	Gerät 1: 1,9 s Gerät 2: 1,9 s	ja	139
8.5.7 Verfügbarkeit des Messgerätes	> 90 %	A <sub>a</sub> Gerät 1: 100 % A <sub>a</sub> Gerät 2: 100 %	ja	150
8.5.5 Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen	≤ 5,0 % des Mittels über einen Zeitraum von drei Monaten	S <sub>r,f</sub> Gerät 1: 3,67 % NO <sub>2</sub> S <sub>r,f</sub> Gerät 2: 3,67 % NO <sub>2</sub>	ja	145
8.5.4 Langzeitdrift bei Null	≤ 5,0 nmol/mol	C <sub>z</sub> Gerät 1: -0,92 nmol/mol NO C <sub>z</sub> Gerät 2: 1,08 nmol/mol NO  C <sub>z</sub> Gerät 1: 0,75 nmol/mol NO <sub>2</sub> C <sub>z</sub> Gerät 2: 0,87 nmol/mol NO <sub>2</sub>	ja	140
8.5.4 Langzeitdrift beim Spanniveaue	≤ 5,0 % des Maximums des Zertifizierungsbereiches	C <sub>s</sub> Gerät 1: max. 0,93 % NO C <sub>s</sub> Gerät 2: max. 1,02 % NO  C <sub>s</sub> Gerät 1: max. 2,29 % NO <sub>2</sub> C <sub>s</sub> Gerät 2: max. 2,05 % NO <sub>2</sub>	ja	140
8.4.4 Kurzzeitdrift bei Null	≤ 2,0 nmol/mol über 12 h	D <sub>s,z</sub> Gerät 1: 0,06 nmol/mol (NO) D <sub>s,z</sub> Gerät 2: -0,27 nmol/mol (NO)  D <sub>s,z</sub> Gerät 1: -0,03 nmol/mol (NO <sub>2</sub> ) D <sub>s,z</sub> Gerät 2: -0,26 nmol/mol (NO <sub>2</sub> )	ja	95
8.4.4 Kurzzeitdrift beim Spanniveaue	≤ 6,0 nmol/mol über 12 h	D <sub>s,s</sub> Gerät 1: 2,36 nmol/mol (NO) D <sub>s,s</sub> Gerät 2: 1,11 nmol/mol (NO)  D <sub>s,s</sub> Gerät 1: 2,76 nmol/mol (NO <sub>2</sub> ) D <sub>s,s</sub> Gerät 2: 2,72 nmol/mol (NO <sub>2</sub> )	ja	95



**Tabelle 75: Erweiterte Unsicherheit aus der Laborprüfung für NO, Gerät 1**

Messgerät:	N500	Seriennummer:	65				
Messkomponente:	NO	1h-Grenzwert:	104,6	nmol/mol			
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,130	U <sub>r,z</sub>	0,02	0,0004	
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	1,630	U <sub>r,1h</sub>	0,05	0,0029	
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	1,720	U <sub>l,1h</sub>	1,04	1,0789	
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,230	U <sub>gp</sub>	0,58	0,3396	
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,090	U <sub>gt</sub>	0,23	0,0527	
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,952	U <sub>st</sub>	2,43	5,9012	
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,010	U <sub>v</sub>	0,04	0,0015	
8a	Störkomponente H <sub>2</sub> O mit 19 nmol/mol	≤ 10 nmol/mol (Null)	0,000	U <sub>H2O</sub>	0,06	0,0038	
		≤ 10 nmol/mol (Span)	0,400				
8b	Störkomponente CO <sub>2</sub> mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,400	U <sub>int,pos</sub>	0,82	0,6667	
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	1,800				
8c	Störkomponente NH <sub>3</sub> mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,600	oder			
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	1,200				
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	3,100	U <sub>av</sub>	1,87	3,5048	
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,140	U <sub>Δsc</sub>	0,15	0,0214	
21	Konverterwirkungsgrad	≥ 98	99,60	U <sub>EC</sub>	0,42	0,1751	
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	U <sub>cg</sub>	1,05	1,0941	
Kombinierte Standardunsicherheit				U <sub>c</sub>		3,5842	nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U		7,1685	nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				W		6,85	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				W <sub>req</sub>		15	%

**Tabelle 76: Erweiterte Unsicherheit aus der Labor- und Feldprüfung für NO, Gerät 1**

Messgerät:	N500	Seriennummer:	65				
Messkomponente:	NO	1h-Grenzwert:	104,6	nmol/mol			
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,130	U <sub>r,z</sub>	0,02	0,0004	
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	1,630	U <sub>r,1h</sub>	nicht berücksichtigt, da $\sqrt{2} \cdot u_{r,1h} = 0,07 < u_{r,f}$	-	
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	1,720	U <sub>l,1h</sub>	1,04	1,0789	
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,230	U <sub>gp</sub>	0,58	0,3396	
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,090	U <sub>gt</sub>	0,23	0,0527	
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,952	U <sub>st</sub>	2,43	5,9012	
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,010	U <sub>v</sub>	0,04	0,0015	
8a	Störkomponente H <sub>2</sub> O mit 19 nmol/mol	≤ 10 nmol/mol (Null)	0,000	U <sub>H2O</sub>	0,06	0,0038	
		≤ 10 nmol/mol (Span)	0,400				
8b	Störkomponente CO <sub>2</sub> mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,400	U <sub>int,pos</sub>	0,82	0,6667	
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	1,800				
8c	Störkomponente NH <sub>3</sub> mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,600	oder			
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	1,200				
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	3,100	U <sub>av</sub>	1,87	3,5048	
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	3,670	U <sub>r,f</sub>	3,84	14,7365	
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 5,0 nmol/mol	-0,920	U <sub>d,l,z</sub>	-0,53	0,2821	
12	Langzeitdrift bei Span	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	0,930	U <sub>d,l,h</sub>	0,56	0,3154	
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,140	U <sub>Δsc</sub>	0,15	0,0214	
21	Konverterwirkungsgrad	≥ 98	99,600	U <sub>EC</sub>	0,42	0,1751	
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	U <sub>cg</sub>	1,05	1,0941	
Kombinierte Standardunsicherheit				U <sub>c</sub>		5,3080	nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U		10,6160	nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				W		10,15	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				W <sub>req</sub>		15	%

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung N500 der Firma Teledyne API für die Komponente NO, NO2 und NOx, Berichts-Nr.: 936/21251100/A

Seite 157 von 293

Tabelle 77: Erweiterte Unsicherheit aus der Laborprüfung für NO, Gerät 2

Messgerät: N500		Seriennummer: 76				
Messkomponente: NO		1h-Grenzwert: 104,6 nmol/mol				
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit	Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,130	U <sub>r,z</sub>	0,02	0,0005
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	1,340	U <sub>r,1h</sub>	0,05	0,0021
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	2,240	U <sub>l,1h</sub>	1,35	1,8299
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,170	U <sub>gp</sub>	0,43	0,1856
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,110	U <sub>gt</sub>	0,28	0,0788
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,451	U <sub>st</sub>	1,15	1,3244
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,000	U <sub>v</sub>	0,00	0,0000
8a	Störkomponente H <sub>2</sub> O mit 19 nmol/mol	≤ 10 nmol/mol (Null)	-0,600	U <sub>H2O</sub>	-0,11	0,0116
		≤ 10 nmol/mol (Span)	1,600			
8b	Störkomponente CO <sub>2</sub> mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,400	U <sub>int,pos</sub>	0,90	0,8171
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,800			
8c	Störkomponente NH <sub>3</sub> mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	1,000	U <sub>int,neg</sub>		
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	1,400			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	-2,900	U <sub>av</sub>	-1,75	3,0672
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,060	U <sub>asc</sub>	0,06	0,0039
21	Konverterwirkungsgrad	≥ 98	99,80	U <sub>ec</sub>	0,21	0,0438
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	U <sub>cg</sub>	1,05	1,0941
Kombinierte Standardunsicherheit				U <sub>c</sub>	2,9089	nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U	5,8177	nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				W	5,56	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				W <sub>req</sub>	15	%

Tabelle 78: Erweiterte Unsicherheit aus der Labor- und Feldprüfung für NO Gerät 2

Messgerät: N500		Seriennummer: 76				
Messkomponente: NO		1h-Grenzwert: 104,6 nmol/mol				
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit	Quadrat der Teilunsicherheit	
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,130	U <sub>r,z</sub>	0,02	0,0005
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	1,340	U <sub>r,1h</sub>	nicht berücksichtigt, da $\sqrt{2} \cdot u_{r,1h} = 0,06 < u_{r,f}$	-
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	2,240	U <sub>l,1h</sub>	1,35	1,8299
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,170	U <sub>gp</sub>	0,43	0,1856
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,110	U <sub>gt</sub>	0,28	0,0788
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,451	U <sub>st</sub>	1,15	1,3244
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,000	U <sub>v</sub>	0,00	0,0000
8a	Störkomponente H <sub>2</sub> O mit 19 nmol/mol	≤ 10 nmol/mol (Null)	-0,600	U <sub>H2O</sub>	-0,11	0,0116
		≤ 10 nmol/mol (Span)	1,600			
8b	Störkomponente CO <sub>2</sub> mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,400	U <sub>int,pos</sub>	0,90	0,8171
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,800			
8c	Störkomponente NH <sub>3</sub> mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	1,000	U <sub>int,neg</sub>		
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	1,400			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	-2,900	U <sub>av</sub>	-1,75	3,0672
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	3,670	U <sub>r,f</sub>	3,84	14,7365
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 5,0 nmol/mol	1,080	U <sub>gl,z</sub>	0,62	0,3888
12	Langzeitdrift bei Span	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	1,020	U <sub>gl,1h</sub>	0,62	0,3794
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	0,060	U <sub>asc</sub>	0,06	0,0039
21	Konverterwirkungsgrad	≥ 98	99,800	U <sub>ec</sub>	0,21	0,0438
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	U <sub>cg</sub>	1,05	1,0941
Kombinierte Standardunsicherheit				U <sub>c</sub>	4,8951	nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U	9,7902	nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				W	9,36	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				W <sub>req</sub>	15	%

**Tabelle 79: Erweiterte Unsicherheit aus der Laborprüfung für NO<sub>2</sub>, Gerät 1**

Messgerät:	N500	Seriennummer:	65				
Messkomponente:	NO <sub>2</sub>	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 <sub>r,z</sub>	0,00	0,0000	
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	0,080	U <sub>r,1h</sub>	0,01	0,0002	
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,850	U <sub>l,1h</sub>	0,51	0,2635	
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,100	U <sub>gp</sub>	0,91	0,8206	
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,010	U <sub>gt</sub>	0,09	0,0082	
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,231	U <sub>st</sub>	2,09	4,3787	
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,020	U <sub>v</sub>	0,27	0,0727	
8a	Störkomponente H <sub>2</sub> O mit 19 nmol/mol	≤ 10 nmol/mol (Null)	0,270	U <sub>H2O</sub>	0,25	0,0606	
		≤ 10 nmol/mol (Span)	0,330				
8b	Störkomponente CO <sub>2</sub> mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,000	U <sub>int,pos</sub>	1,03	1,0599	
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,700				
8c	Störkomponente NH <sub>3</sub> mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,000	oder			
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	1,090				
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	0,700	U <sub>av</sub>	0,42	0,1787	
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	-0,140	U <sub>Δsc</sub>	-0,15	0,0214	
21	Konverterwirkungsgrad	≥ 98	99,60	U <sub>EC</sub>	0,42	0,1751	
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	U <sub>cg</sub>	1,05	1,0941	
Kombinierte Standardunsicherheit				U <sub>c</sub>		2,8520	nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U		5,7040	nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				W		5,45	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				W <sub>req</sub>		15	%

**Tabelle 80: Erweiterte Unsicherheit aus der Labor- und Feldprüfung für NO<sub>2</sub>, Gerät 1**

Messgerät:	N500	Seriennummer:	65				
Messkomponente:	NO <sub>2</sub>	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 <sub>r,z</sub>	0,00	0,0000	
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	0,080	U <sub>r,1h</sub>	nicht berücksichtigt, da √2·u <sub>r,1h</sub> = 0,01 < u <sub>r,f</sub>	-	
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,850	U <sub>l,1h</sub>	0,51	0,2635	
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,100	U <sub>gp</sub>	0,91	0,8206	
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,010	U <sub>gt</sub>	0,09	0,0082	
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,231	U <sub>st</sub>	2,09	4,3787	
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,020	U <sub>v</sub>	0,27	0,0727	
8a	Störkomponente H <sub>2</sub> O mit 19 nmol/mol	≤ 10 nmol/mol (Null)	0,270	U <sub>H2O</sub>	0,25	0,0606	
		≤ 10 nmol/mol (Span)	0,330				
8b	Störkomponente CO <sub>2</sub> mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,000	U <sub>int,pos</sub>	1,03	1,0599	
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,700				
8c	Störkomponente NH <sub>3</sub> mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	0,000	oder			
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	1,090				
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	0,700	U <sub>av</sub>	0,42	0,1787	
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	3,670	U <sub>r,f</sub>	3,84	14,7365	
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 5,0 nmol/mol	0,750	U <sub>ΔL,z</sub>	0,43	0,1875	
12	Langzeitdrift bei Span	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	2,290	U <sub>ΔL,1h</sub>	1,38	1,9126	
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	-0,140	U <sub>Δsc</sub>	-0,15	0,0214	
21	Konverterwirkungsgrad	≥ 98	99,600	U <sub>EC</sub>	0,42	0,1751	
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	U <sub>cg</sub>	1,05	1,0941	
Kombinierte Standardunsicherheit				U <sub>c</sub>		4,9970	nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U		9,9940	nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				W		9,55	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				W <sub>req</sub>		15	%

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung N500 der Firma Teledyne API für die Komponente NO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21251100/A

Seite 159 von 293

Tabelle 81: Erweiterte Unsicherheit aus der Laborprüfung für NO<sub>2</sub>, Gerät 2

Messgerät: N500		Seriennummer: 76				
Messkomponente: NO <sub>2</sub>		1h-Grenzwert: 104,6		nmol/mol		
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,110	u <sub>r,z</sub>	0,02	0,0003
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	0,080	u <sub>r,1h</sub>	0,01	0,0002
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,720	u <sub>l,1h</sub>	0,43	0,1891
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,080	u <sub>gp</sub>	0,72	0,5252
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,010	u <sub>gt</sub>	0,09	0,0082
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,241	u <sub>st</sub>	2,18	4,7661
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,010	u <sub>v</sub>	0,13	0,0182
8a	Störkomponente H <sub>2</sub> O mit 19 mmol/mol	≤ 10 nmol/mol (Null)	0,000	u <sub>H2O</sub>	0,16	0,0267
		≤ 10 nmol/mol (Span)	0,220			
8b	Störkomponente CO <sub>2</sub> mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	-0,210	u <sub>int,pos</sub>	1,00	0,9999
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,760			
8c	Störkomponente NH <sub>3</sub> mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	-0,160	u <sub>int,neg</sub>	1,00	0,9999
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,980			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	3,200	u <sub>av</sub>	1,93	3,7346
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	-0,330	u <sub>asc</sub>	-0,35	0,1191
21	Konverterwirkungsgrad	≥ 98	99,80	u <sub>ec</sub>	0,21	0,0438
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	u <sub>cg</sub>	1,05	1,0941
Kombinierte Standardunsicherheit				u <sub>c</sub>	3,3950	nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U	6,7900	nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				W	6,49	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				W <sub>req</sub>	15	%

Tabelle 82: Erweiterte Unsicherheit aus der Labor- und Feldprüfung für NO<sub>2</sub>, Gerät 2

Messgerät: N500		Seriennummer: 76				
Messkomponente: NO <sub>2</sub>		1h-Grenzwert: 104,6		nmol/mol		
Nr.	Leistungskenngröße	Anforderung	Ergebnis	Teilunsicherheit		Quadrat der Teilunsicherheit
1	Wiederholstandardabweichung bei Null	≤ 1,0 nmol/mol	0,110	u <sub>r,z</sub>	0,02	0,0003
2	Wiederholstandardabweichung beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol	0,080	u <sub>r,1h</sub>	nicht berücksichtigt, da $\sqrt{2} \cdot u_{r,1h} = 0,01 < u_{r,f}$	-
3	"lack of fit" beim 1h-Grenzwert	≤ 4,0% des Messwertes	0,720	u <sub>l,1h</sub>	0,43	0,1891
4	Änderung des Probengasdrucks beim 1h-Grenzwert	≤ 8,0 nmol/mol/kPa	0,080	u <sub>gp</sub>	0,72	0,5252
5	Änderung der Probengastemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,010	u <sub>gt</sub>	0,09	0,0082
6	Änderung der Umgebungstemperatur beim 1h-Grenzwert	≤ 3,0 nmol/mol/K	0,241	u <sub>st</sub>	2,18	4,7661
7	Änderung der el. Spannung beim 1h-Grenzwert	≤ 0,30 nmol/mol/V	0,010	u <sub>v</sub>	0,13	0,0182
8a	Störkomponente H <sub>2</sub> O mit 19 mmol/mol	≤ 10 nmol/mol (Null)	0,000	u <sub>H2O</sub>	0,16	0,0267
		≤ 10 nmol/mol (Span)	0,220			
8b	Störkomponente CO <sub>2</sub> mit 500 µmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	-0,210	u <sub>int,pos</sub>	1,00	0,9999
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,760			
8c	Störkomponente NH <sub>3</sub> mit 200 nmol/mol	≤ 5,0 nmol/mol (Null)	-0,160	u <sub>int,neg</sub>	1,00	0,9999
		≤ 5,0 nmol/mol (Span)	0,980			
9	Mittelungsfehler	≤ 7,0% des Messwertes	3,200	u <sub>av</sub>	1,93	3,7346
10	Vergleichspräzision unter Feldbedingungen	≤ 5,0% des Mittels über 3 Mon.	3,670	u <sub>r,f</sub>	3,84	14,7365
11	Langzeitdrift bei Null	≤ 5,0 nmol/mol	0,870	u <sub>gl,z</sub>	0,50	0,2523
12	Langzeitdrift bei Span	≤ 5,0% des Max. des Zert.bereichs	2,050	u <sub>gl,1h</sub>	1,24	1,5327
18	Differenz Proben-/Kalibriergaseingang	≤ 1,0%	-0,330	u <sub>asc</sub>	-0,35	0,1191
21	Konverterwirkungsgrad	≥ 98	99,800	u <sub>ec</sub>	0,21	0,0438
23	Unsicherheit Prüfgas	≤ 3,0%	2,000	u <sub>cg</sub>	1,05	1,0941
Kombinierte Standardunsicherheit				u <sub>c</sub>	5,2959	nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit				U	10,5919	nmol/mol
Relative erweiterte Unsicherheit				W	10,13	%
Maximal erlaubte erweiterte Unsicherheit				W <sub>req</sub>	15	%

## 7. Empfehlungen zum Praxiseinsatz

### Arbeiten im Wartungsintervall

Folgende regelmäßige Arbeiten sind an der geprüften Messeinrichtung erforderlich:

- Regelmäßige Sichtkontrolle / Telemetrische Überwachung
- Gerätestatus prüfen
- Keine Fehlermeldungen
- Nach DIN EN 14211 alle 14 Tage Durchführung einer Null und Referenzpunkt Überprüfung mit geeigneten Prüfgasen

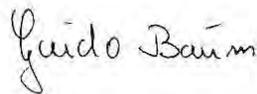
Im Übrigen sind die Wartungsanweisungen des Herstellers im Kapitel 5 des Handbuches zu beachten.

Immissionsschutz/Luftreinhaltung



---

Dipl.-Ing. Martin Schneider



---

Dipl.-Ing. Guido Baum

Köln, 30. Juli 2021  
936/21251100/A

## **8. Literaturverzeichnis**

- [1] VDI 4202 Blatt 1: Eignungsprüfung, Eignungsbekanntgabe und Zertifizierung von Mess-einrichtungen zur punktförmigen Messung von gasförmigen Immissionen vom April 2018
- [2] Europäische Norm DIN EN 14211 Außenluft – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemolumineszenz, November 2012
- [3] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Rates vom 21. Mai 2008 über die Luftqualität und saubere Luft für Europa
- [4] Leitfaden "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods", Englische Fassung von Januar 2010

## 9. Anlagen

# Anhang 1

## Weitere Prüfkriterien nach Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“

Der nach VDI 4202-1 und DIN EN 14211 ausgewertete Feldtest wurde vom 09.11.2020 bis zum 15.02.2021 durchgeführt.

Der gesamte Feldaufbau war allerdings von November 2020 bis Ende Juni 2021 installiert. Während des gesamten Zeitraums liefen parallel zu den N500 Systemen noch ein eignungsgeprüfter CLD-Referenzanalysator vom Typ Horiba APNA 370 (SN 43286610022). Dieser Referenzanalysator wurde an den gleichen Probennahmemast angeschlossen wie die beiden Prüflinge. Die Länge der Prüfgasleitung bis zum Analysator betrug ca. 2 m.

Mit diesem System wurden zusätzliche Untersuchungen nach dem Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ durchgeführt.

Dazu wurden verteilt über ein halbes Jahr 4 Messkampagnen mit der Dauer von jeweils einem Monat zum Vergleich der N500 Systeme mit einem bereits eignungsgeprüften SRM System ausgewählt. Die Messzeiträume wurden dabei so ausgewählt, dass verschiedene Umgebungsbedingungen (Temperatur, Feuchte, Umgebungsdruck, NO<sub>2</sub>-Konzentration) in die Bewertung der Messeinrichtung mit einbezogen werden konnten. Daher wurden für die Auswertung nach dem Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ die Monate Dezember 2020, Januar 2021, Mai 2021 und Juni 2021 bewertet.

Vor Beginn jedes bewerteten Zeitraumes wurde die Justierung der Prüflinge und des Referenzgerätes überprüft. Beim Horiba APNA 370 Referenzanalysator wurde zusätzlich regelmäßig der Konverterwirkungsgrad überprüft, welcher während der kompletten Prüfung bei > 98 % lag.

Die Bewertung erfolgte für NO und NO<sub>2</sub> getrennt.

## 7.1 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs}$ [8.5.3.2]

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $w_{bs}$  muss gemäß dem Punkt 8.5.3.2 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ ermittelt werden.

## 7.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest in vier verschiedenen Monaten (**Dezember, Januar, Mai und Juni**) am Feldteststandort in Köln durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten sowie unterschiedliche Messgas-Konzentrationen berücksichtigt.

## 7.4 Auswertung

Gemäß **Punkt 8.5.3.2** des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ gilt:

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $w_{bs}$  muss  $\leq 5\%$  betragen. Da kein weiterer Bezugswert angegeben ist, wurden als Bezugswert der 1-Stunden Grenzwert für NO<sub>2</sub> ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 104,6 \text{ ppb}$ ) (2008/50/EG) verwendet. Damit darf die maximale Unsicherheit zwischen den Prüflingen bei maximal 5,2 ppb für NO<sub>2</sub> liegen.

Für die Komponente NO wurde als Kriterium der Wert  $c_t$  für NO ( $631,3 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 505 \text{ ppb}$ ) verwendet. Damit darf die maximale Unsicherheit zwischen den Prüflingen bei NO bei maximal 25 ppb liegen.

Eine Unsicherheit über 5,2 ppb bzw. 25 ppb zwischen den beiden Prüflingen ist ein Hinweis, dass die Leistung eines oder beider Systeme unzureichend ist und die Gleichwertigkeit nicht erklärt werden kann.

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen wird dabei für jeden Prüfmonat einzeln ermittelt.

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$  wird aus den Differenzen aller 1-h Mittelwerte der Prüflinge, die parallel betrieben werden, nach folgender Gleichung berechnet:

$$w_{bs}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{i,1} - y_{i,2})^2}{2n\bar{y}^2}$$

mit  $y_{i,1}$  und  $y_{i,2}$  = Ergebnisse der parallelen Messungen einzelner 1h-Werte  $i$   
 $y$  = Mittelwert der Messwerte der Prüflinge  
 $n$  = Anzahl der 1h-Werte

## 7.5 Bewertung

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $w_{bs}$  liegt mit maximal 1,440 ppb für NO und 1,846 ppb für NO<sub>2</sub> unterhalb der geforderten Werte.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 83 und Tabelle 84 führt die berechneten Werte für die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $w_{bs}$  auf. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 18 bis Abbildung 25.

Tabelle 83: Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $w_{bs}$  Komponente NO

Testgeräte	Messmonat	Anzahl Werte	Unsicherheit $w_{bs}$
Komponente NO			
SN 65 / SN 76	Dezember	744	0,063
SN 65 / SN 76	Januar	744	0,003
SN 65 / SN 76	Mai	744	0,063
SN 65 / SN 76	Juni	720	0,063

Tabelle 84: Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $w_{bs}$  Komponente NO<sub>2</sub>

Testgeräte	Messmonat	Anzahl Werte	Unsicherheit $w_{bs}$
Komponente NO <sub>2</sub>			
SN 65 / SN 76	Dezember	744	0,022
SN 65 / SN 76	Januar	744	0,018
SN 65 / SN 76	Mai	744	0,021
SN 65 / SN 76	Juni	720	0,020

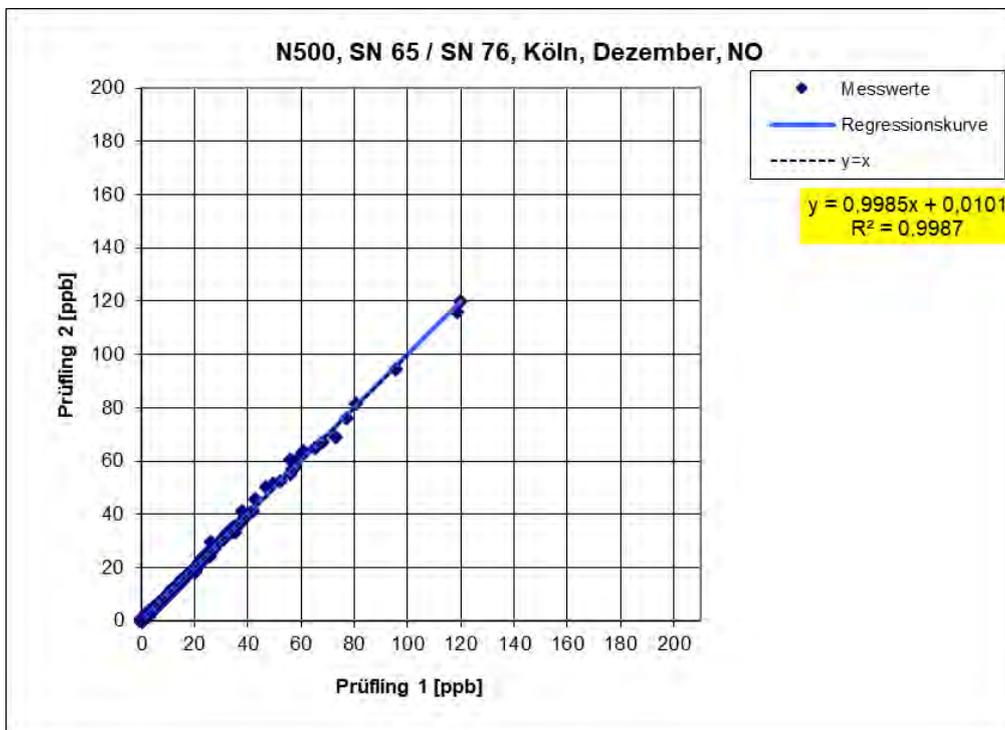


Abbildung 18: Parallelmessungen mit den Testgeräten, Monat Dezember, Komponente NO

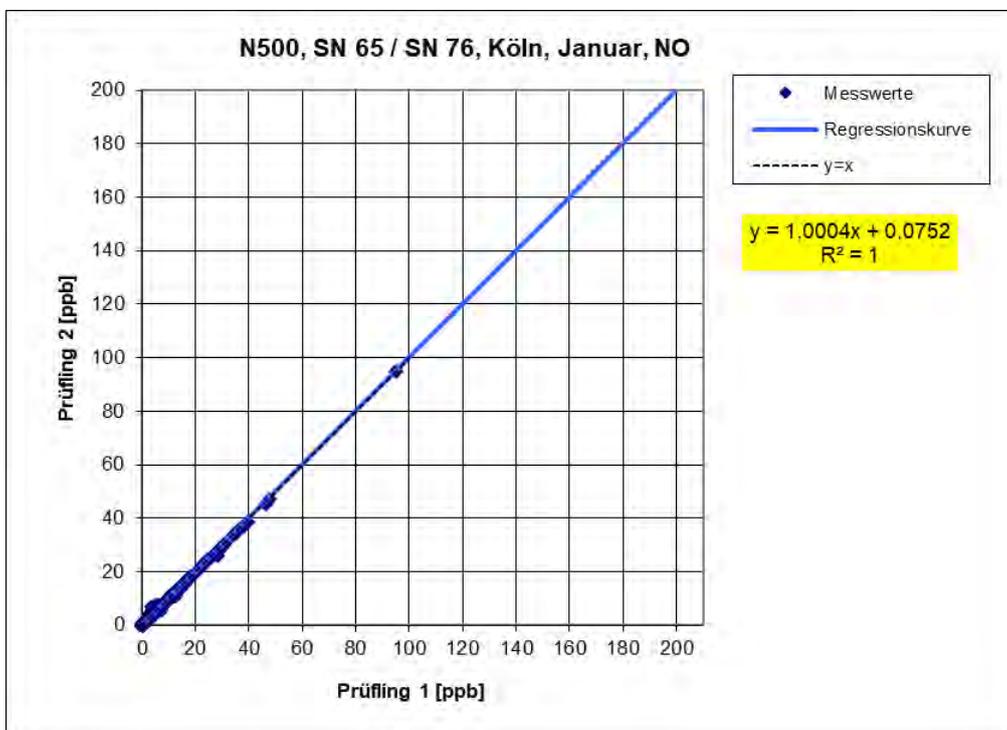


Abbildung 19: Parallelmessungen mit den Testgeräten, Monat Januar, Komponente NO

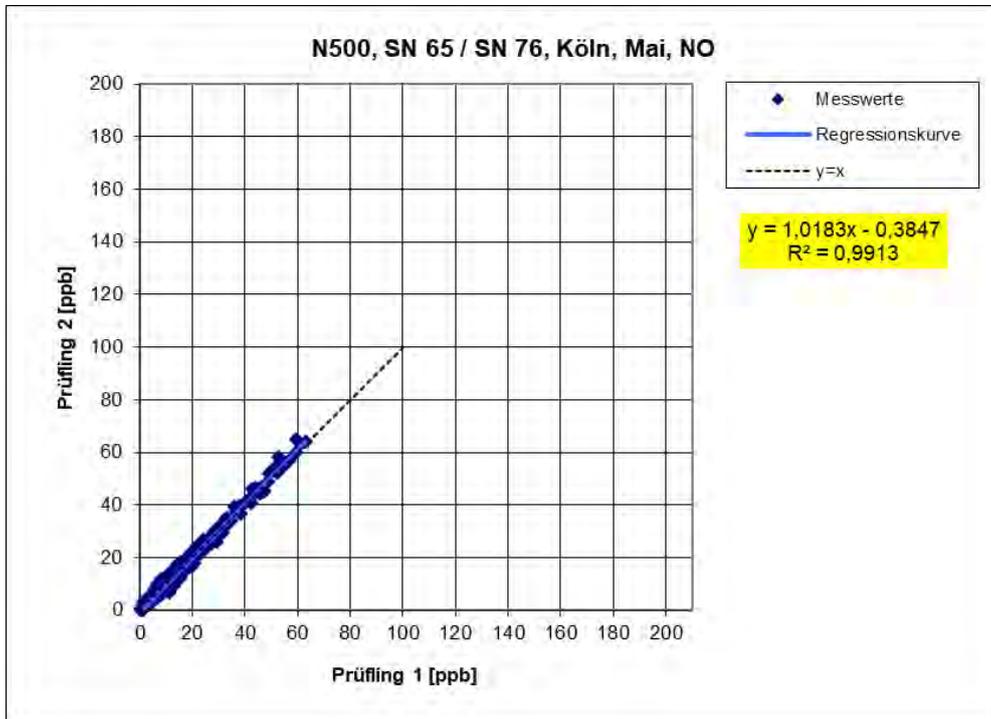


Abbildung 20: Parallelmessungen mit den Testgeräten, Monat Mai, Komponente NO

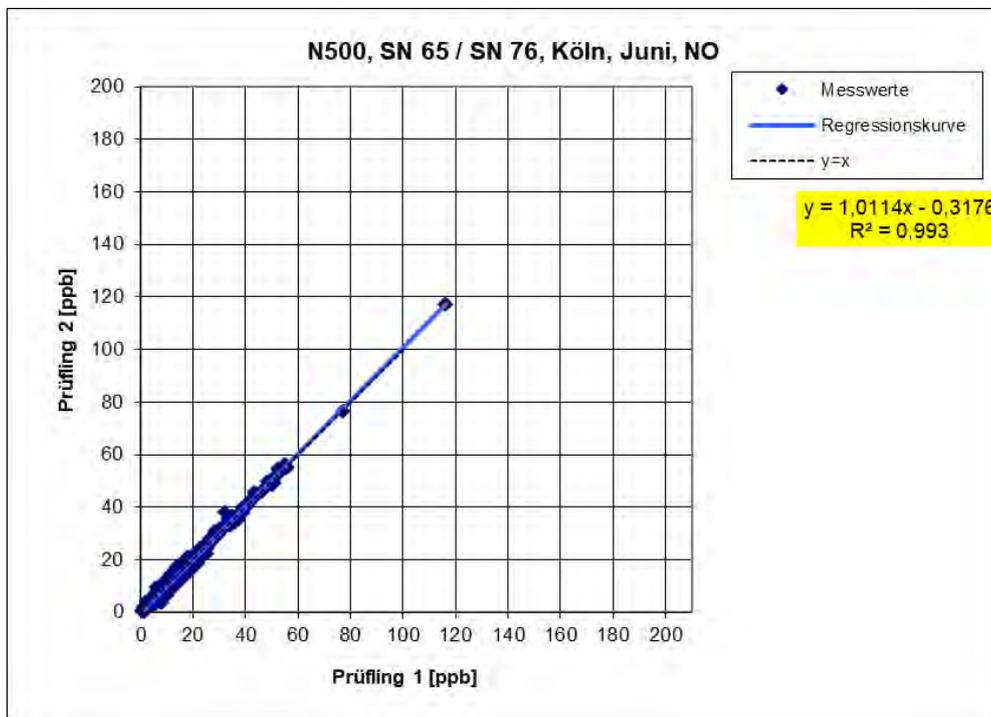


Abbildung 21: Parallelmessungen mit den Testgeräten, Monat Juni, Komponente NO

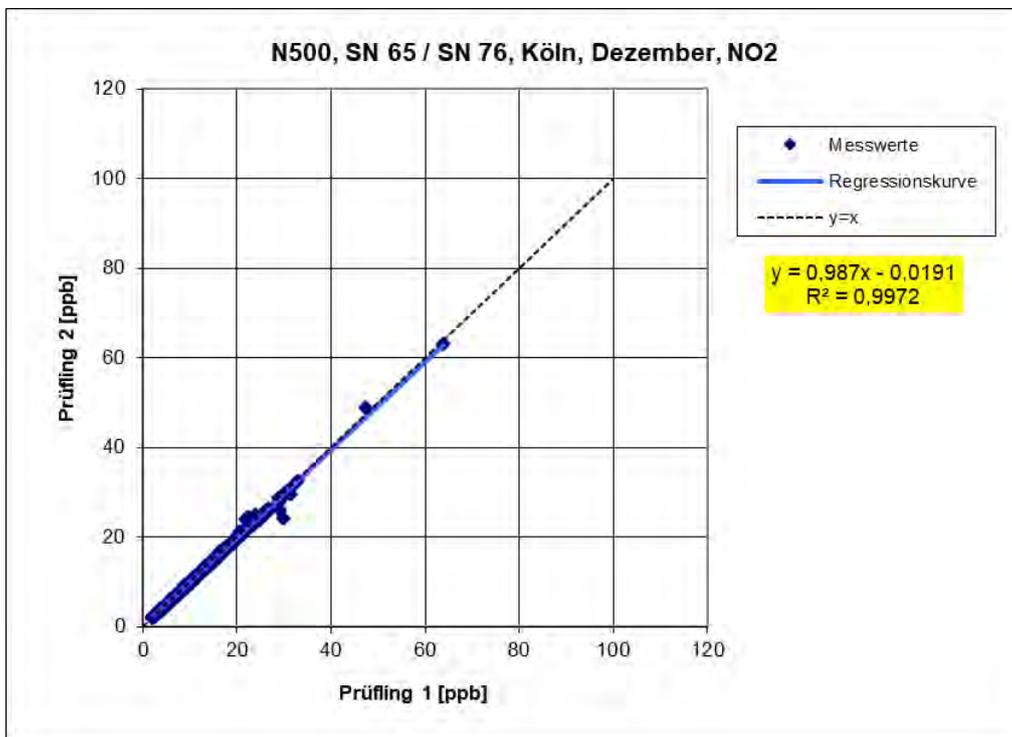


Abbildung 22: Parallelmessungen mit den Testgeräten, Monat Dezember, Komponente NO<sub>2</sub>

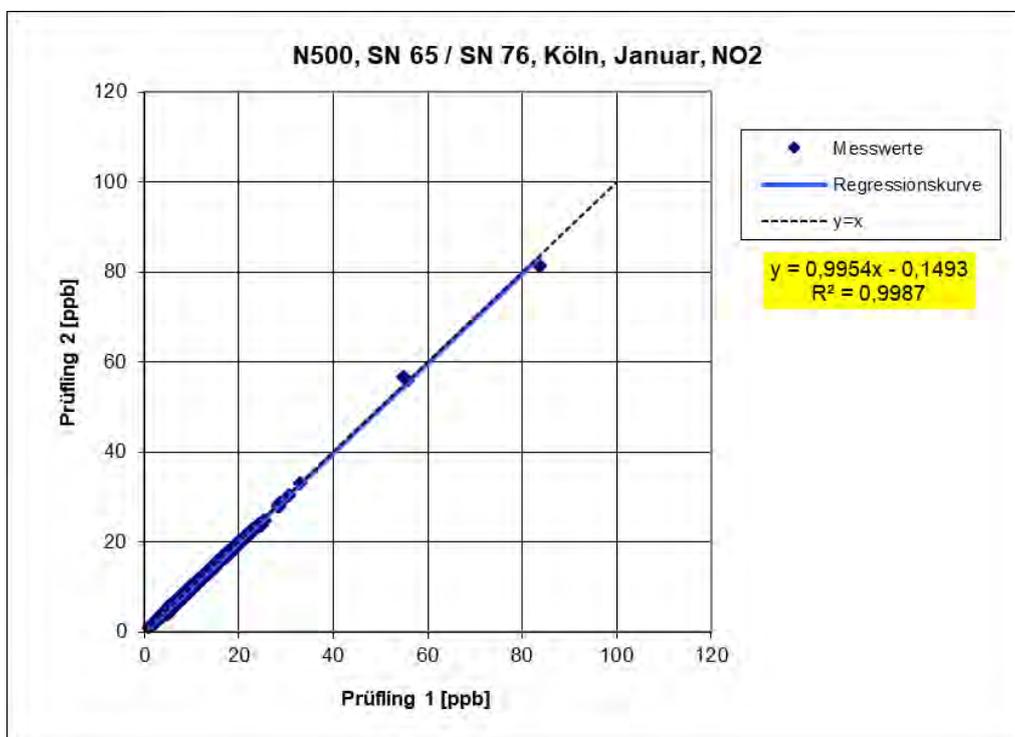


Abbildung 23: Parallelmessungen mit den Testgeräten, Monat Januar, Komponente NO<sub>2</sub>

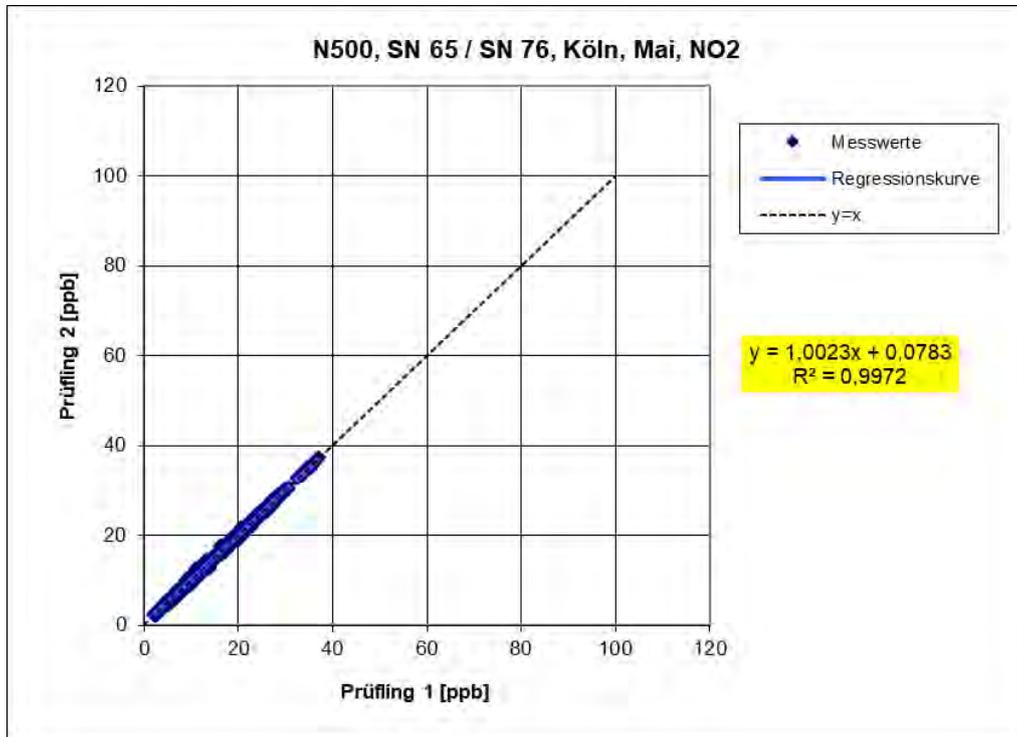


Abbildung 24: Parallelmessungen mit den Testgeräten, Monat Mai, Komponente NO<sub>2</sub>

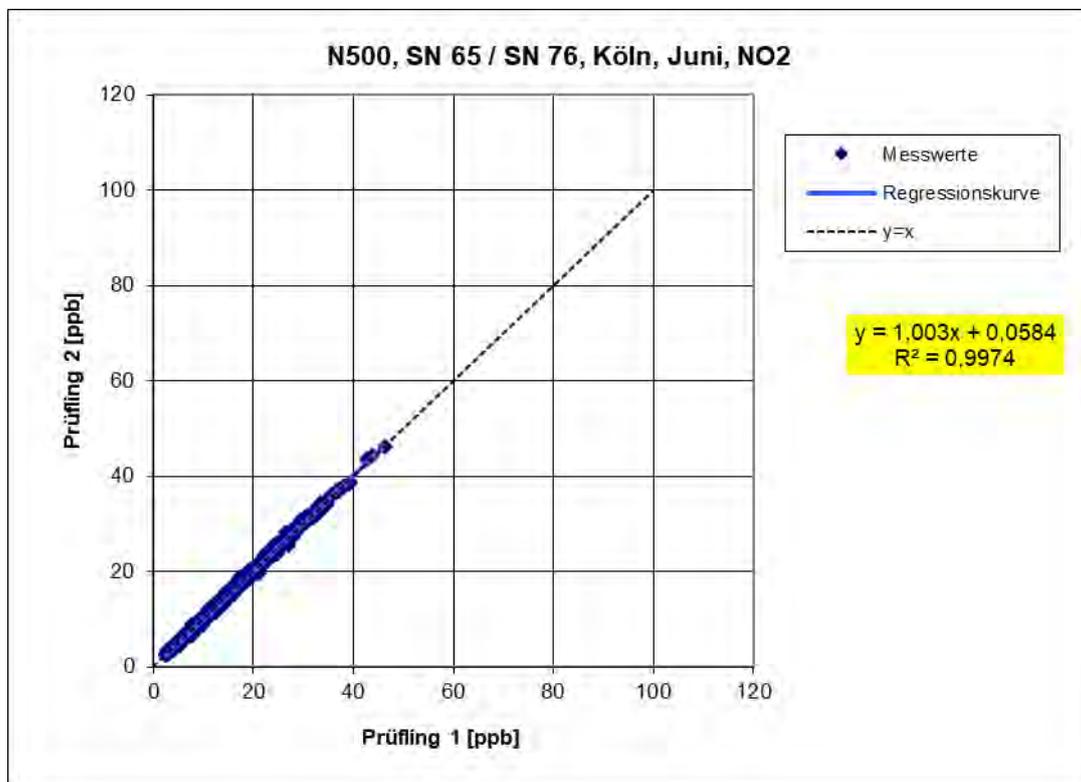


Abbildung 25: Parallelmessungen mit den Testgeräten, Monat Juni, Komponente NO<sub>2</sub>

## 7.1 Vergleich mit der Standard Referenz Methode [8.5.3.3]

*Für die Prüflinge ist die Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren gemäß dem Punkt 8.5.3.3 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ nachzuweisen. Die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge ist mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Norm [3] zu vergleichen.*

## 7.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für diesen Prüfpunkt kamen zusätzlich die Geräte entsprechend Punkt 4 des vorliegenden Berichts zum Einsatz.

## 7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest in vier verschiedenen Monaten (Dezember, Januar, Mai und Juni) am Feldteststandort in Köln durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten sowie unterschiedliche Messgas-Konzentrationen berücksichtigt.

Es wurden vier Messungen mit der Dauer von jeweils einem Monat durchgeführt. Die Messungen wurden über ein halbes Jahr verteilt. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

## 7.4 Auswertung

Um die Vergleichbarkeit der Prüflinge  $y$  mit dem Referenzverfahren  $x$  zu beurteilen, wird ein linearer Zusammenhang  $y_i = a + bx_i$  zwischen den Messergebnissen beider Methoden angenommen. Der Zusammenhang zwischen den Mittelwerten der Referenzgeräte und der Prüflinge wird mittels orthogonaler Regression hergestellt.

Zur Auswertung wird die Ergebnisunsicherheit  $w_{c_s}$  der Prüflinge aus dem Vergleich mit dem Referenzverfahren gemäß der folgenden Gleichung beschrieben, welche  $w_{c_s}$  als eine Funktion der Messgaskonzentration  $x_i$  beschreibt.

$$w_{c_s}^2(y_i) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + [a + (b-1)x_i]^2$$

Mit  $RSS$  = Summe der (relativen) Residuen aus der orthogonalen Regression

$u(x_i)$  = zufällige Unsicherheit des Referenzverfahrens

Algorithmen zur Berechnung des Achsabschnitts  $a$  sowie der Steigung  $b$  und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [4] ausführlich beschrieben.

Die Summe der (relativen) Residuen  $RSS$  wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$RSS = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2$$

[Punkt 8.5.3] Für alle Datensätze wird die kombinierte Unsicherheit der Prüflinge  $w_{c,CM}$  durch Kombination der Beiträge aus 8.5.3.1 und 8.5.3.2 gemäß der folgenden Gleichung berechnet:

$$w_{c,CM}^2(y_i) = \frac{u_{c-s}^2(y_i)}{y_i^2}$$

Für jeden Datensatz wird die Unsicherheit  $w_{c,CM}$  am 1 h-Grenzwert für NO<sub>2</sub> (hier 200 µg/m<sup>3</sup> = 104,6 ppb) berechnet, wobei  $y_i$  als Konzentration am Grenzwert eingesetzt wird. Für NO wird die Unsicherheit auf den 1 h-Grenzwert (631,3 µg/m<sup>3</sup> = 505 ppb) bezogen.

[Punkt 8.5.3.4] Für jeden Datensatz wird die erweiterte relative Unsicherheit der Ergebnisse der Prüflinge durch Multiplizieren von  $w_{c,CM}$  mit einem Erweiterungsfaktor  $k$  nach folgender Gleichung berechnet:

$$W_{CM} = k \cdot w_{CM}$$

In der Praxis wird bei großen  $n$  für  $k=2$  eingesetzt.

Die größte resultierende Unsicherheit  $W_{CM}$  wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Norm verglichen und bewertet. Die festgelegte erweiterte relative Unsicherheit  $W_{cm}$  beträgt für NO<sub>2</sub> und NO = 15 %.

## 7.5 Bewertung

Die ermittelten Unsicherheiten  $W_{CM}$  liegen ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit  $W_{cm}$  von 15 %.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 85 und Tabelle 86 erfolgt eine zusammenfassende Darstellung und Bewertung der erweiterten Messunsicherheiten  $W_{CM}$  aus den Feldtestuntersuchungen.

Tabelle 87 bis Tabelle 94 zeigen die Ergebnisse der Auswertungen der einzelnen Datensätze.

Tabelle 85: Zusammenstellung und Bewertung der erweiterten Messunsicherheiten  $W_{CM}$  aus den Felduntersuchungen für NO

Monat	Komponente	Grenzwert ppb	Steigung b (ppb)/(ppb)	Achs- abschnitt a ppb	$u_{c,s}$ am Grenzwert ppb	$w_{CM}$ %	$W_{CM}$ %	$W_{CM} \leq W_{dqo}$ ( $W_{dqo} = 15\%$ )
Dezember	NO	505	0,99	-0,43	6,59	1,30	2,61	ja
Januar	NO	505	1,00	-0,94	0,93	0,18	0,37	ja
Mai	NO	505	0,98	-0,71	9,33	1,85	3,69	ja
Juni	NO	505	0,97	-1,35	18,64	3,69	7,38	ja

Tabelle 86: Zusammenstellung und Bewertung der erweiterten Messunsicherheiten  $W_{CM}$  aus den Felduntersuchungen für NO<sub>2</sub>

Monat	Komponente	Grenzwert ppb	Steigung b (ppb)/(ppb)	Achs- abschnitt a ppb	$u_{c,s}$ am Grenzwert ppb	$w_{CM}$ %	$W_{CM}$ %	$W_{CM} \leq W_{dqo}$ ( $W_{dqo} = 15\%$ )
Dezember	NO <sub>2</sub>	104,6	1,00	0,00	0,25	0,29	0,57	ja
Januar	NO <sub>2</sub>	104,6	1,00	-0,04	0,48	0,46	0,91	ja
Mai	NO <sub>2</sub>	104,6	1,00	-1,63	1,47	1,41	2,81	ja
Juni	NO <sub>2</sub>	104,6	1,00	-1,67	1,82	1,74	3,48	ja

Tabelle 87: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Monat Dezember, Komponente NO

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfung	N500	SN	SN 65 / SN 76	
Standort	Köln, Dezember	Grenzwert	505	ppb
Status Messwerte	NO	erlaubte Unsicherheit	15	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	<b>0,99</b>	<b>signifikant</b>		
Unsicherheit von b	<b>0,00</b>			
Achsabschnitt a	<b>-0,43</b>	<b>signifikant</b>		
Unsicherheit von a	<b>0,03</b>			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	<b>-6,55</b>	<b>ppb</b>		
Unsicherheit $u_{c,s}$ am Grenzwert	<b>6,59</b>	<b>ppb</b>		
Kombinierte Messunsicherheit $w_{CM}$	<b>1,30</b>	<b>%</b>		
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	<b>2,61</b>	<b>%</b>		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	<b>bestanden</b>			

Tabelle 88: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Monat Januar, Komponente NO

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfung	N500	SN	SN 65 / SN 76	
Standort	Köln, Januar	Grenzwert	505	ppb
Status Messwerte	NO	erlaubte Unsicherheit	15	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	<b>1,00</b>	<b>signifikant</b>		
Unsicherheit von b	<b>0,00</b>			
Achsabschnitt a	<b>-0,94</b>	<b>signifikant</b>		
Unsicherheit von a	<b>0,03</b>			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	<b>0,54</b>	<b>ppb</b>		
Unsicherheit $u_{c,s}$ am Grenzwert	<b>0,93</b>	<b>ppb</b>		
Kombinierte Messunsicherheit $w_{CM}$	<b>0,18</b>	<b>%</b>		
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	<b>0,37</b>	<b>%</b>		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	<b>bestanden</b>			

Tabelle 89: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Monat Mai, Komponente NO

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfung	N500	SN	SN 65 / SN 76	
Standort	Köln, Mai	Grenzwert	505	ppb
Status Messwerte	NO	erlaubte Unsicherheit	15	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	<b>0,98</b>	<b>signifikant</b>		
Unsicherheit von b	<b>0,00</b>			
Achsabschnitt a	<b>-0,71</b>	<b>signifikant</b>		
Unsicherheit von a	<b>0,05</b>			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	<b>-9,28</b>	<b>ppb</b>		
Unsicherheit $u_{c,s}$ am Grenzwert	<b>9,33</b>	<b>ppb</b>		
Kombinierte Messunsicherheit $w_{CM}$	<b>1,85</b>	<b>%</b>		
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	<b>3,69</b>	<b>%</b>		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	<b>bestanden</b>			

Tabelle 90: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Monat Juni, Komponente NO

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfung	N500	SN	SN 65 / SN 76	
Standort	Köln, Juni	Grenzwert	505	ppb
Status Messwerte	NO	erlaubte Unsicherheit	15	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	<b>0,97</b>	<b>signifikant</b>		
Unsicherheit von b	<b>0,00</b>			
Achsabschnitt a	<b>-1,35</b>	<b>signifikant</b>		
Unsicherheit von a	<b>0,06</b>			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	<b>-18,61</b>	<b>ppb</b>		
Unsicherheit $u_{c,s}$ am Grenzwert	<b>18,64</b>	<b>ppb</b>		
Kombinierte Messunsicherheit $w_{CM}$	<b>3,69</b>	<b>%</b>		
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	<b>7,38</b>	<b>%</b>		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	<b>bestanden</b>			

Tabelle 91: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Monat Dezember, Komponente NO<sub>2</sub>

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfung	N500	SN	SN 65 / SN 76	
Standort	Köln, Dezember	Grenzwert	104,6	ppb
Status Messwerte	NO <sub>2</sub>	erlaubte Unsicherheit	15	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	<b>1,00</b>	<b>signifikant</b>		
Unsicherheit von b	<b>0,00</b>			
Achsabschnitt a	<b>0,00</b>	<b>nicht signifikant</b>		
Unsicherheit von a	<b>0,01</b>			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	<b>0,25</b>	<b>ppb</b>		
Unsicherheit $u_{c,s}$ am Grenzwert	<b>0,30</b>	<b>ppb</b>		
Kombinierte Messunsicherheit $w_{CM}$	<b>0,29</b>	<b>%</b>		
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	<b>0,57</b>	<b>%</b>		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	<b>bestanden</b>			

Tabelle 92: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Monat Januar, Komponente NO<sub>2</sub>

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfung	N500	SN	SN 65 / SN 76	
Standort	Köln, Januar	Grenzwert	104,6	ppb
Status Messwerte	NO <sub>2</sub>	erlaubte Unsicherheit	15	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	<b>1,00</b>	<b>signifikant</b>		
Unsicherheit von b	<b>0,00</b>			
Achsabschnitt a	<b>-0,04</b>	<b>signifikant</b>		
Unsicherheit von a	<b>0,01</b>			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	<b>0,46</b>	<b>ppb</b>		
Unsicherheit $u_{c,s}$ am Grenzwert	<b>0,48</b>	<b>ppb</b>		
Kombinierte Messunsicherheit $w_{CM}$	<b>0,46</b>	<b>%</b>		
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	<b>0,91</b>	<b>%</b>		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	<b>bestanden</b>			

Tabelle 93: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Monat Mai, Komponente NO<sub>2</sub>

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfung	N500	SN	SN 65 / SN 76	
Standort	Köln, Mai	Grenzwert	104,6	ppb
Status Messwerte	NO2	erlaubte Unsicherheit	15	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	<b>1,00</b>	<b>nicht signifikant</b>		
Unsicherheit von b	<b>0,00</b>			
Achsabschnitt a	<b>-1,63</b>	<b>signifikant</b>		
Unsicherheit von a	<b>0,05</b>			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	<b>-1,37</b>	<b>ppb</b>		
Unsicherheit $u_{c,s}$ am Grenzwert	<b>1,47</b>	<b>ppb</b>		
Kombinierte Messunsicherheit $w_{CM}$	<b>1,41</b>	<b>%</b>		
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	<b>2,81</b>	<b>%</b>		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	<b>bestanden</b>			

Tabelle 94: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Monat Juni, Komponente NO<sub>2</sub>

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfung	N500	SN	SN 65 / SN 76	
Standort	Köln, Juni	Grenzwert	104,6	ppb
Status Messwerte	NO2	erlaubte Unsicherheit	15	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	<b>1,00</b>	<b>nicht signifikant</b>		
Unsicherheit von b	<b>0,00</b>			
Achsabschnitt a	<b>-1,67</b>	<b>signifikant</b>		
Unsicherheit von a	<b>0,06</b>			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	<b>-1,70</b>	<b>ppb</b>		
Unsicherheit $u_{c,s}$ am Grenzwert	<b>1,82</b>	<b>ppb</b>		
Kombinierte Messunsicherheit $w_{CM}$	<b>1,74</b>	<b>%</b>		
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	<b>3,48</b>	<b>%</b>		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	<b>bestanden</b>			

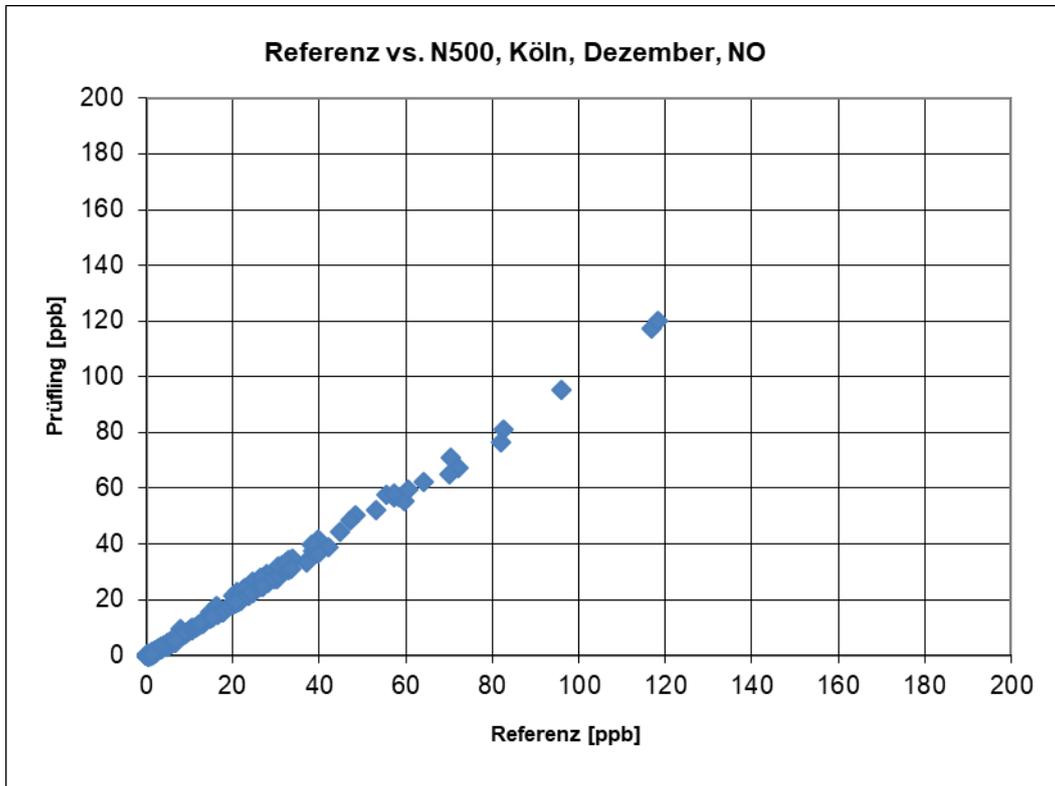


Abbildung 26: Referenz vs. Testgerät, Monat Dezember, Komponente NO

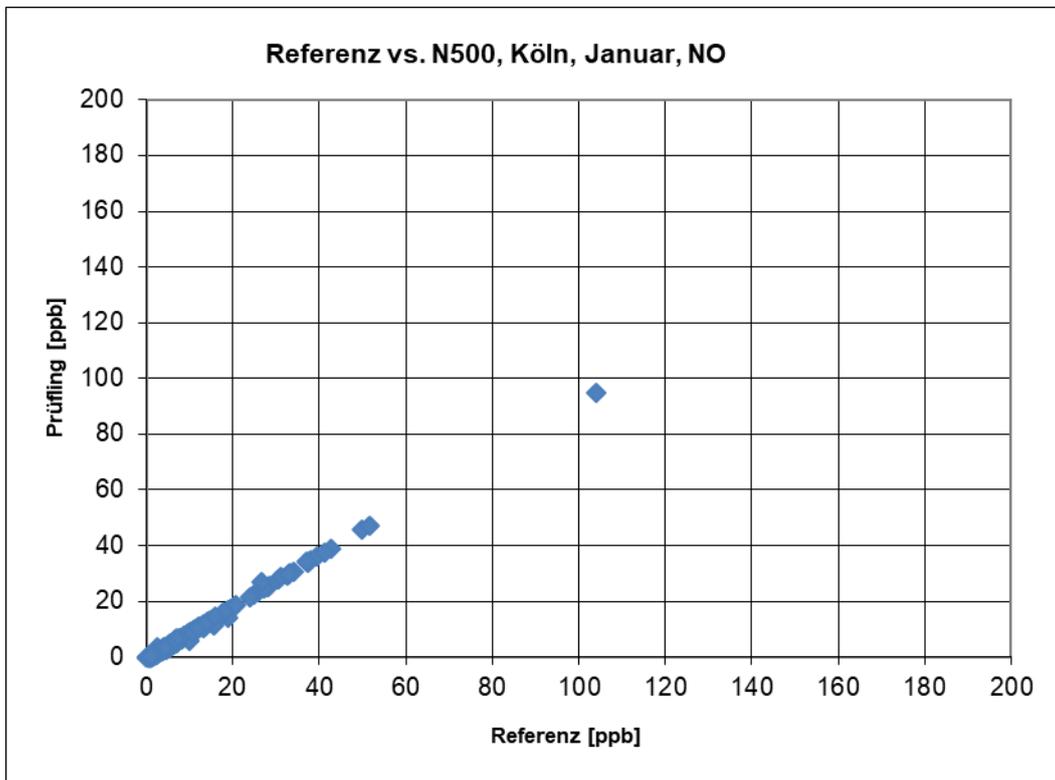


Abbildung 27: Referenz vs. Testgerät, Monat Januar, Komponente NO

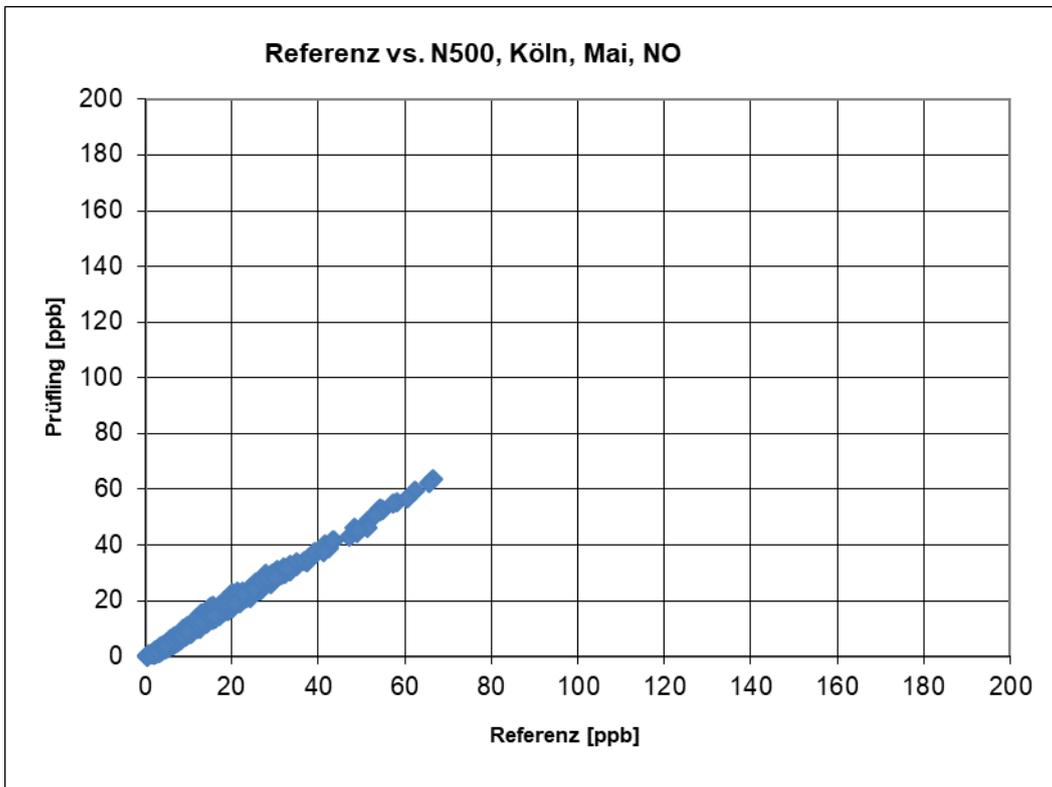


Abbildung 28: Referenz vs. Testgerät, Monat Mai, Komponente NO

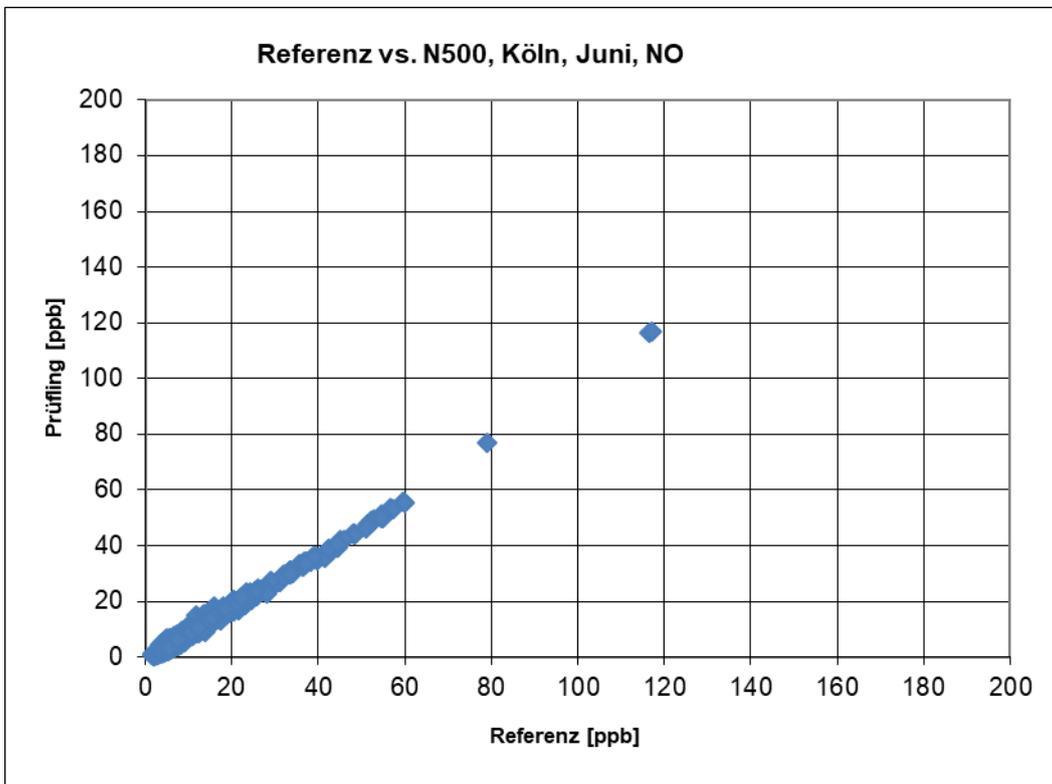


Abbildung 29: Referenz vs. Testgerät, Monat Juni, Komponente NO

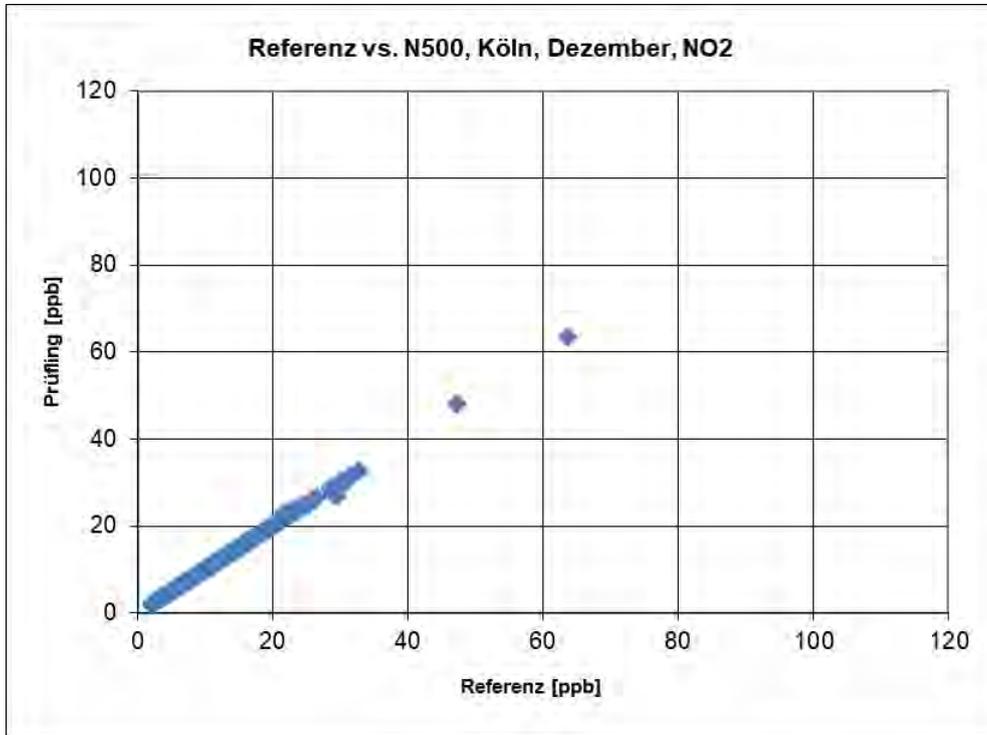


Abbildung 30: Referenz vs. Testgerät, Monat Dezember, Komponente NO<sub>2</sub>

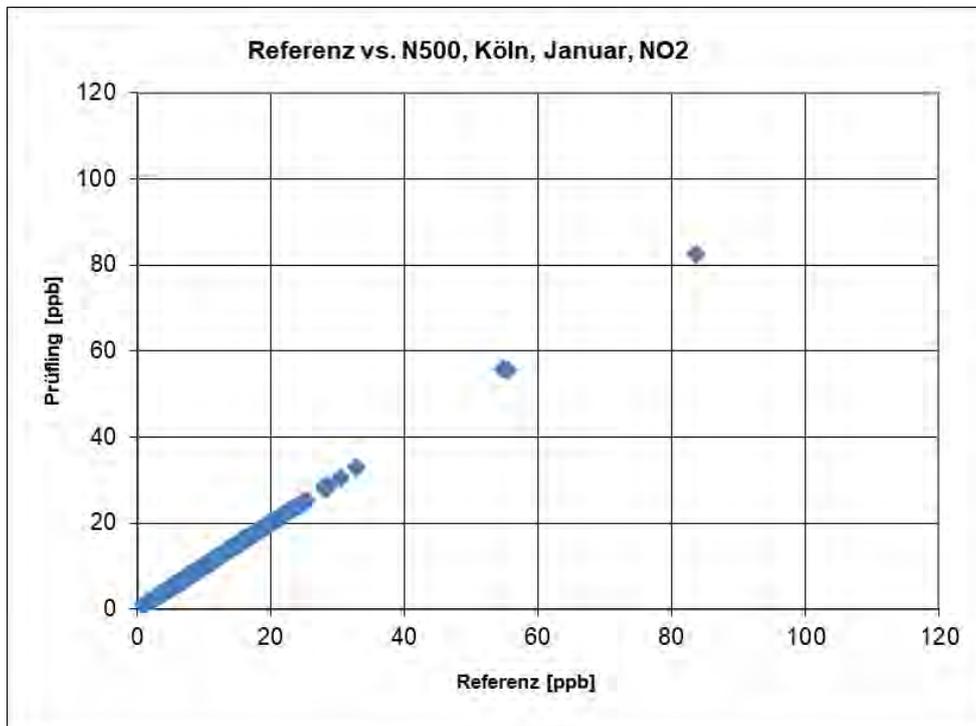


Abbildung 31: Referenz vs. Testgerät, Monat Januar, Komponente NO<sub>2</sub>

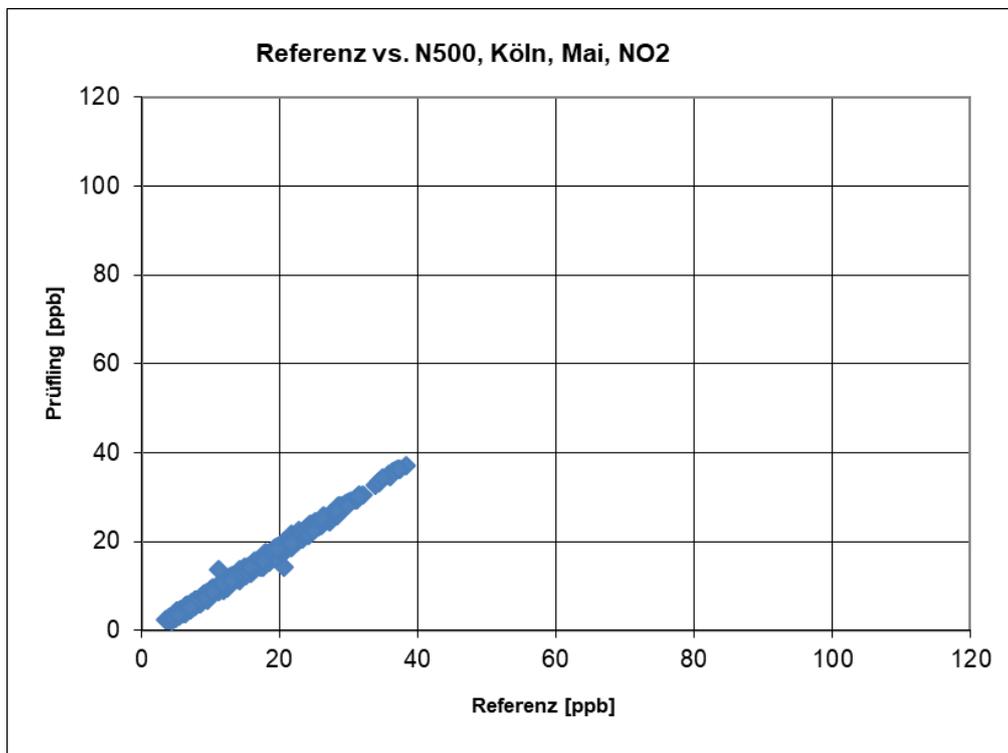


Abbildung 32: Referenz vs. Testgerät, Monat Mai, Komponente NO<sub>2</sub>

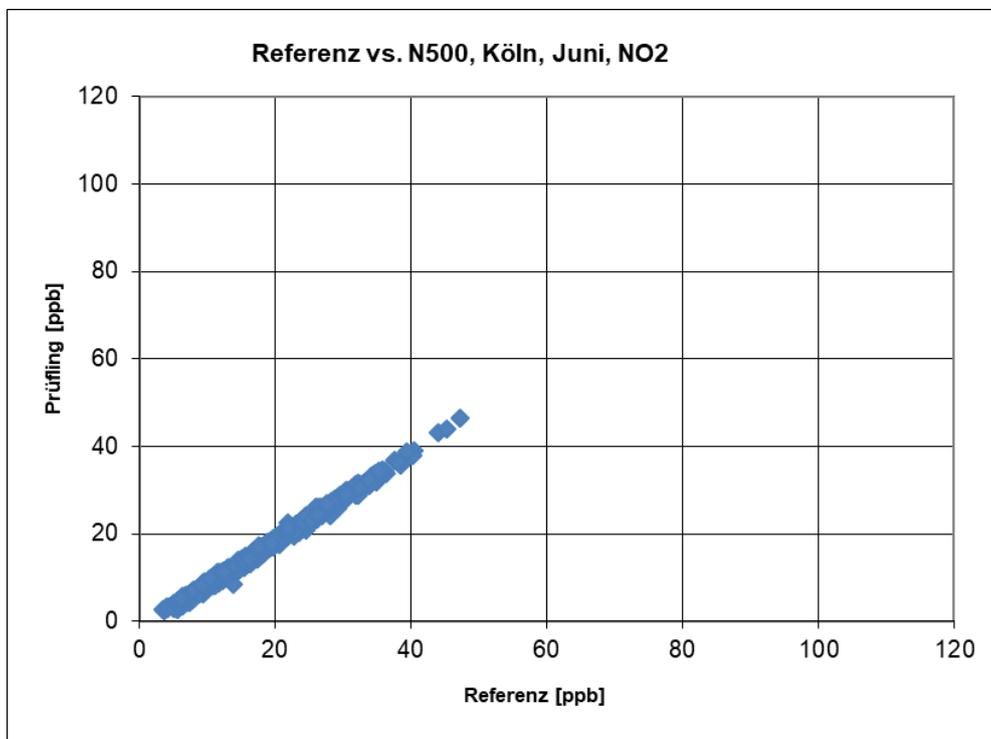


Abbildung 33: Referenz vs. Testgerät, Monat Juni, Komponente NO<sub>2</sub>

Tabelle 95: Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat November 2020

November 2020	Datum	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Luftdruck [hPa]
1	01.11.2020	15,5	63,5	1004,9
2	02.11.2020	18,6	67,7	1002,3
3	03.11.2020	11,7	65,2	1013,9
4	04.11.2020	7,7	58,5	1023,0
5	05.11.2020	5,0	54,3	1030,3
6	06.11.2020	7,0	52,6	1025,3
7	07.11.2020	10,3	49,4	1016,8
8	08.11.2020	11,1	51,7	1014,6
9	09.11.2020	13,2	57,5	1015,1
10	10.11.2020	11,8	58,4	1016,9
11	11.11.2020	10,4	58,1	1017,0
12	12.11.2020	11,2	58,0	1010,7
13	13.11.2020	10,0	55,8	1010,1
14	14.11.2020	14,1	58,8	1008,6
15	15.11.2020	14,5	59,7	1000,6
16	16.11.2020	11,1	59,1	1005,0
17	17.11.2020	11,8	59,0	1016,4
18	18.11.2020	13,0	58,4	1015,4
19	19.11.2020	10,6	57,0	1013,3
20	20.11.2020	6,1	53,6	1025,7
21	21.11.2020	5,6	49,0	1023,9
22	22.11.2020	9,7	51,5	1018,4
23	23.11.2020	8,7	54,1	1019,9
24	24.11.2020	6,4	51,2	1016,6
25	25.11.2020	7,0	49,1	1010,4
26	26.11.2020	6,0	48,3	1013,0
27	27.11.2020	3,9	46,8	1012,1
28	28.11.2020	4,9	46,0	1012,4
29	29.11.2020	1,9	42,7	1017,6
30	30.11.2020	-0,4	39,4	1016,8

Tabelle 96: Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Dezember 2020

Dezember 2020	Datum	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Luftdruck [hPa]
1	01.12.2020	5,0	46,0	1006,8
2	02.12.2020	4,6	47,6	1009,3
3	03.12.2020	4,2	46,4	994,2
4	04.12.2020	6,3	45,4	978,7
5	05.12.2020	5,4	46,5	988,4
6	06.12.2020	3,9	45,4	992,0
7	07.12.2020	4,5	47,7	990,8
8	08.12.2020	4,2	46,4	995,2
9	09.12.2020	3,5	45,5	1001,3
10	10.12.2020	0,8	42,1	999,6
11	11.12.2020	3,1	41,0	989,2
12	12.12.2020	6,2	45,8	988,5
13	13.12.2020	7,8	49,7	1001,1
14	14.12.2020	8,3	47,6	1000,9
15	15.12.2020	8,4	50,4	1002,2
16	16.12.2020	8,5	53,5	1007,9
17	17.12.2020	6,9	49,8	1002,3
18	18.12.2020	5,3	52,7	1001,8
19	19.12.2020	6,4	53,2	1005,8
20	20.12.2020	6,8	50,8	999,7
21	21.12.2020	7,9	54,2	998,6
22	22.12.2020	8,2	55,8	1002,7
23	23.12.2020	7,7	53,6	1006,9
24	24.12.2020	10,2	54,2	1010,4
25	25.12.2020	7,4	51,4	1013,9
26	26.12.2020	9,3	51,4	1007,7
27	27.12.2020	10,2	53,0	1009,8
28	28.12.2020	7,6	51,6	1009,8
29	29.12.2020	13,3	56,8	1004,5
30	30.12.2020	11,8	60,0	1003,1
31	31.12.2020	7,4	57,5	1001,7

Tabelle 97: Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Januar 2021

Januar 2021	Datum	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Luftdruck [hPa]
1	01.01.2021	3,8	51,5	1015,7
2	02.01.2021	4,7	48,0	1010,2
3	03.01.2021	5,3	44,4	977,3
4	04.01.2021	3,7	43,7	993,0
5	05.01.2021	2,9	41,9	1007,3
6	06.01.2021	3,1	43,5	1007,0
7	07.01.2021	2,3	44,0	1004,8
8	08.01.2021	1,9	45,9	1007,0
9	09.01.2021	1,9	46,2	1015,1
10	10.01.2021	1,8	46,0	1016,4
11	11.01.2021	1,7	43,9	1011,9
12	12.01.2021	5,0	48,2	1001,8
13	13.01.2021	3,5	47,3	1007,9
14	14.01.2021	2,4	43,5	1010,7
15	15.01.2021	1,6	40,0	1018,4
16	16.01.2021	0,8	38,8	1016,5
17	17.01.2021	1,1	40,3	1011,0
18	18.01.2021	5,3	44,3	1014,2
19	19.01.2021	6,4	46,9	1002,9
20	20.01.2021	8,3	43,8	993,0
21	21.01.2021	9,3	45,3	984,5
22	22.01.2021	5,8	41,1	985,1
23	23.01.2021	4,5	37,0	987,1
24	24.01.2021	1,5	36,1	989,6
25	25.01.2021	1,3	34,4	996,5
26	26.01.2021	3,3	35,2	1007,8
27	27.01.2021	3,2	35,8	1005,0
28	28.01.2021	5,6	43,0	995,3
29	29.01.2021	8,9	48,2	988,5
30	30.01.2021	3,2	38,8	992,8
31	31.01.2021	1,3	31,3	992,8

Tabelle 98: Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Februar 2021

Februar 2021	Datum	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Luftdruck [hPa]
1	01.02.2021	1,2	33,6	993,8
2	02.02.2021	4,1	36,6	986,8
3	03.02.2021	7,4	42,4	992,7
4	04.02.2021	10,3	48,5	990,1
5	05.02.2021	8,6	44,0	1004,4
6	06.02.2021	8,9	43,3	1003,6
7	07.02.2021	5,8	44,3	999,0
8	08.02.2021	0,9	36,6	989,5
9	09.02.2021	-3,3	28,2	991,6
10	10.02.2021	-5,9	22,8	998,4
11	11.02.2021	-5,3	22,2	1005,3
12	12.02.2021	-3,0	21,6	1020,3
13	13.02.2021	-4,1	19,4	1024,9
14	14.02.2021	-2,9	18,5	1030,5
15	15.02.2021	-0,1	18,4	1028,5
16	16.02.2021	0,9	22,9	1018,0
17	17.02.2021	9,8	36,2	1008,2
18	18.02.2021	7,8	41,3	1009,1
19	19.02.2021	6,0	41,8	1004,1

Tabelle 99: Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Mai 2021

Mai 2021	Datum	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Luftdruck [hPa]
1	01.05.2021	9.9	62.2	1007.3
2	02.05.2021	8.2	62.2	1011.4
3	03.05.2021	9.4	53.9	1012.7
4	04.05.2021	11.8	52.7	996.4
5	05.05.2021	7.9	69.2	1000.0
6	06.05.2021	8.2	69.7	1000.9
7	07.05.2021	7.8	71.8	1007.6
8	08.05.2021	11.3	60.6	1008.6
9	09.05.2021	20.2	51.7	998.6
10	10.05.2021	19.7	51.2	999.5
11	11.05.2021	14.6	86.0	1002.5
12	12.05.2021	13.8	76.9	1004.9
13	13.05.2021	12.8	74.7	1001.5
14	14.05.2021	12.6	75.5	1001.6
15	15.05.2021	11.5	80.8	998.8
16	16.05.2021	11.2	81.5	996.2
17	17.05.2021	12.0	79.7	998.3
18	18.05.2021	11.6	81.5	1006.5
19	19.05.2021	11.8	76.1	1010.6
20	20.05.2021	14.4	66.0	1012.7
21	21.05.2021	14.7	55.9	1000.3
22	22.05.2021	11.5	69.5	999.5
23	23.05.2021	12.7	59.5	1007.3
24	24.05.2021	13.3	61.5	1004.2
25	25.05.2021	9.8	79.3	1007.3
26	26.05.2021	10.7	85.3	1007.0
27	27.05.2021	11.4	83.4	1011.5
28	28.05.2021	13.7	69.2	1017.1
29	29.05.2021	14.3	65.2	1018.7
30	30.05.2021	15.7	61.6	1019.8
31	31.05.2021	18.0	54.4	1015.4

Tabelle 100: Wetterdaten (Tagesmittelwerte), Monat Juni 2021

Juni 2021	Datum	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Luftdruck [hPa]
1	01.06.2021	16,7	54,8	1012,3
2	02.06.2021	20,8	49,1	1008,8
3	03.06.2021	19,9	78,8	1013,0
4	04.06.2021	21,2	80,5	1013,8
5	05.06.2021	17,7	88,8	1014,4
6	06.06.2021	15,8	87,1	1017,1
7	07.06.2021	18,0	78,9	1016,7
8	08.06.2021	19,3	70,6	1016,3
9	09.06.2021	20,6	66,5	1015,2
10	10.06.2021	22,1	55,8	1014,6
11	11.06.2021	22,5	59,7	1013,1
12	12.06.2021	20,1	67,2	1014,3
13	13.06.2021	17,6	58,2	1020,4
14	14.06.2021	21,5	53,4	1015,4
15	15.06.2021	22,1	60,1	1012,8
16	16.06.2021	24,8	54,7	1008,4
17	17.06.2021	28,0	51,4	1004,9
18	18.06.2021	27,7	54,9	1006,2
19	19.06.2021	26,3	53,8	1006,9
20	20.06.2021	23,1	69,0	1002,3
21	21.06.2021	19,6	77,6	1001,0
22	22.06.2021	15,0	84,5	1008,8
23	23.06.2021	16,4	86,5	1013,2
24	24.06.2021	17,5	81,0	1012,9
25	25.06.2021	19,1	63,5	1012,4
26	26.06.2021	19,9	64,1	1012,1
27	27.06.2021	21,0	69,7	1009,5
28	28.06.2021	22,1	79,8	1007,5
29	29.06.2021	21,0	74,7	1005,8
30	30.06.2021	16,7	87,1	1005,6

## Anhang 2 Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025



### Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

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

## Akkreditierung



Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass das Prüflaboratorium

### TÜV Rheinland Energy GmbH

mit seinen in der Urkundenanlage aufgeführten Messstellen und Standorten

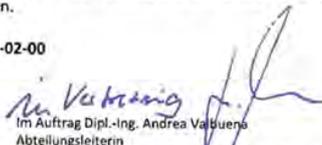
die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 besitzt, Prüfungen in folgenden Bereichen durchzuführen:

Bestimmung (Probenahme und Analytik) von anorganischen und organischen gas- oder partikel-förmigen Luftinhaltsstoffen im Rahmen von Emissions- und Immissionsmessungen; Probenahme von luftgetragenen polyhalogenierten Dibenzop-Dioxinen und Dibenzofuranen bei Emissionen und Immissionen; Probenahme von faserförmigen Partikeln bei Emissionen und Immissionen; Ermittlung von gas- oder partikelförmigen Luftinhaltsstoffen mit kontinuierlich arbeitenden Messgeräten; Bestimmung von Geruchsstoffen in Luft; Kalibrierungen und Funktionsprüfungen kontinuierlich arbeitender Messgeräte für Luftinhaltsstoffe einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung; Feuerraummessungen; Eignungsprüfungen von automatisch arbeitenden Emissions- und Immissionsmesseinrichtungen einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung; Ermittlung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen; Bestimmung von Geräuschen in der Nachbarschaft; Ermittlung von Geräuschen und Vibrationen am Arbeitsplatz; akustische und schwingungstechnische Messungen im Eisenbahnwesen; Bestimmung von Schalleistungspegeln von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen nach Richtlinie 2000/14/EG und Konformitätsbewertungsverfahren; Schornsteinhöhenberechnung und Immissionsprognose auf der Grundlage der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft und der Geruchs-Immissions-Richtlinie und der VDI 3783 Blatt 13; Windenergieanlagen; Bestimmung von Windpotential, Energieerträgen, Standorterträgen und Standortgüte nach EEG, standortbezogenen Turbulenzcharakteristika und Extremwinde; Schallimmissionsprognosen, Schattenwurfimmissionsberechnung und Sichtbarkeitsbestimmung; Probenahme und mikrobiologische Untersuchungen von Nutzwasser gemäß §3 Absatz 8 42. BImSchV; physikalische, physikalisch-chemische und mikrobiologische Untersuchungen von Wasser (Abwasser, Wasser aus Rückkühlwerken sowie raumlufttechnischen Anlagen); Probenahme von Abwasser; mikrobiologische und ausgewählte chemische Untersuchungen gemäß Trinkwasserverordnung; Probenahme von Roh- und Trinkwasser; ausgewählte mikrobiologische Untersuchungen von Bedarfsgegenständen und kosmetischen Mitteln; Probenahme anorganischer faserförmiger Partikel sowie von partikel- und gasförmigen luftverunreinigenden Stoffen in der Innenraumluft; ausgewählte mikrobiologische Untersuchungen in Innenräumen; Ermittlung von Aerosolen und Faserstäuben, anorganischen und organischen Gasen und Dämpfen sowie ausgewählten Parametern und/oder in ausgewählten Gebieten bei Arbeitsplatzmessungen gemäß Gefahrstoffverordnung §7, Abs. 10; Modul Immissionsschutz

Die Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 17.06.2020 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-11120-02. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 48 Seiten.

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

Berlin, 17.06.2020

  
Im Auftrag Dipl.-Ing. Andrea Valbuena  
Abteilungsleiterin

Die Urkunde samt Urkundenanlage gibt den Stand zum Zeitpunkt des Ausstellungsdatums wieder. Der jeweils aktuelle Stand des Geltungsbereiches der Akkreditierung ist der Datenbank akkreditierter Stellen der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAKKS) zu entnehmen. <https://www.dakks.de/content/datenbank-akkreditierter-stellen>

Siehe Hinweis auf der Rückseite

Abbildung 34: Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025

## Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Standort Berlin  
Spittelmarkt 10  
10117 Berlin

Standort Frankfurt am Main  
Europa-Allee 52  
60327 Frankfurt am Main

Standort Braunschweig  
Bundesallee 100  
38116 Braunschweig

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

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

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

Der aktuelle Stand der Mitgliedschaft kann folgenden Webseiten entnommen werden:

EA: [www.european-accreditation.org](http://www.european-accreditation.org)

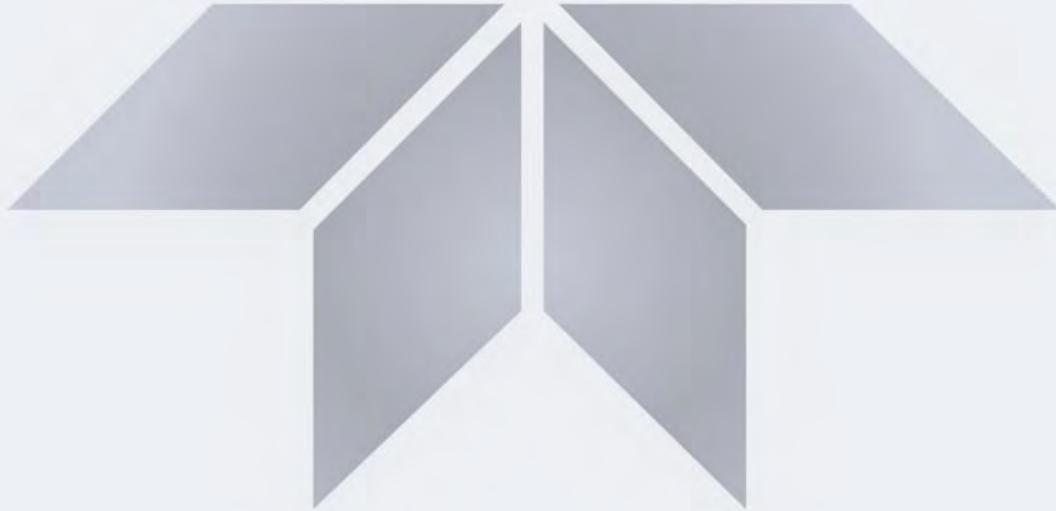
ILAC: [www.ilac.org](http://www.ilac.org)

IAF: [www.iaf.nu](http://www.iaf.nu)

## **Anhang 3**

# **Anhang 3**

## **Handbuch**



Übersetzung des Betriebshandbuches für  
***Modell N500***  
***CAPS NO<sub>x</sub> ANALYSATOR***

*mit NumaView™ Software*  
© TELEDYNE API (TAPI)

Übersetzung im Auftrag von

**EAS Envimet**  
**Industriestraße B16**  
**A-2345 Brunn am Gebirge**  
**Austria**

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



## URHEBERRECHTSVERMERK

© 2020 Teledyne API (TAPI). Alle Rechte vorbehalten.

## 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 brennbare/explosive Gase mit diesem Gerät!

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)!

For Technical Assistance regarding the use and maintenance of this instrument or any other Teledyne API product, contact EAS Envimet (see cover page) or the Teledyne API's Technical Support Department.

## GARANTIE

### GARANTIE-GRUNDSATZ (02024J)

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

Alle TAPI-Geräte vor dem Versand sorgfältig geprüft und getestet werden. Wenn Fehler auftreten sollten, versichert TAPI seinen Kunden eine prompte Bearbeitung Ihres Anliegens durch TAPI bzw. deren Vertreter (EAS Envimet). (Für die Gerätespezifische Garantiezeit beachten Sie den Abschnitt „Limited Warranty“ unter „Terms and Conditions of Sale“ auf der Teledyne Website (bzw. beachten Sie die Informationen Ihres Lieferanten).

### 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 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.

#### **ACHTUNG – Vermeiden Sie Garantieverlust**



Nichteinhaltung der korrekten Maßnahmen zur Vermeidung von elektrostatischer Entladung (ESD), der Verpackungsvorschriften und Abwicklung der Warenrücksendegenehmigung (RMA - Return Merchandise Authorization) bei der Rücksendung von Teilen zur Reparatur oder Kalibrierung kann zu Garantieverlust führen. Mehr Informationen über das Vermeiden von Schäden durch antistatische Entladungen beim Verpacken des Geräts finden Sie in dem Handbuch „Fundamentals of ESD“ (PN 04786), im Abschnitt „Packing Components for Return to Teledyne APIs Customer Service“. Dieses Handbuch kann von der TAPI-Website unter <http://www.teledyne-api.com> heruntergeladen werden. RMA-Vorschriften können ebenfalls dort gefunden werden.

## ÜBER DIESES BENUTZERHANDBUCH

### 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 dieses Handbuch spezielle Hinweise, die der achtsamen und effektiven Anwendung des Geräts dienen und andere wichtige Information 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.

## INHALT

Sicherheitshinweise .....	ii
Safety Messages .....	iii
Garantie .....	iv
Abbildungsverzeichnis .....	ix
Tabellenverzeichnis .....	x
<b>EINFÜHRUNG, SPEZIFIKATIONEN, ZULASSUNGEN UND ÜBEREINSTIMMUNGEN .....</b>	<b>11</b>
Spezifikationen .....	11
EPA Übereinstimmungserklärung .....	12
Sicherheit .....	12
EMV .....	12
<b>INBETRIEBNAHME .....</b>	<b>13</b>
Auspacken .....	13
Ventilationsabstand .....	14
Aufbau des Geräts .....	14
Frontansicht .....	14
Rückseite .....	15
Gehäuseinneres .....	17
Verbindungen und Inbetriebnahme .....	18
Elektrische Verbindungen .....	18
Netzversorgung anschliessen .....	18
Verbinden der Option Analogausgänge .....	19
Verbinden der Option Digitales I/O-Erweiterungsboard .....	20
Verbinden der Kommunikationsschnittstellen .....	21
Pneumatische Verbindungen .....	22
Essentielle Voraussetzungen für Leitungen, Druck, Überschussleitungen und Abgas .....	23
Grundlegende Verbindungen vom Kalibrator .....	24
Pneumatische Flussdiagramme .....	25
Inbetriebnahme, Funktionskontrollen und Kalibrierung .....	27
Inbetriebnahme .....	27
Warnmeldungen: Warnungen und andere Benachrichtigungen .....	28
Funktionskontrollen .....	30
Calibration (Kalibrierung) .....	30
Übersicht der Menüs .....	31
Home .....	32
Dashboard .....	35
Alerts (Warnmeldungen) .....	36
Calibration (Kalibrierung) .....	37
Utilities .....	38
Setup .....	38
Menüs Setup: Software-Konfiguration .....	39
Setup>Data Logging (Data Acquisition System, DAS) .....	39
Auslöser-Arten konfigurieren: Periodisch .....	41
Auslöser-Arten konfigurieren: Kriterien-gebundene Auslöser .....	42
Herunterladen von Daten des DAS (Datenerfassungssystems) .....	42
Setup>Events .....	43
Bearbeiten oder Löschen eines Ereignisses .....	45
Ereignisse als Auslöser für Datenaufzeichnung .....	46
Setup>Dashboard .....	46
Setup>AutoCal (mit Ventiloption) .....	46
Setup>Vars .....	47
Setup>Homescreen .....	48
Setup>Digital Outputs (Option) .....	49

Setup>Analog Outputs(Optional).....	50
Manuelle Kalibrierung des Spannungsbereichs der Analogausgänge (Option) .....	52
Manuelle Anpassung des Strombereichs der Option Analogausgänge .....	52
Setup>Instrument.....	54
Setup>Comm (Kommunikation).....	54
COM1 .....	54
TCP Port1 .....	55
TCP Port2 .....	55
Network Settings.....	55
Übertragen von Konfigurationen auf andere Geräte.....	57
<b>KOMMUNIKATIONEN UND FERNSTEUERUNG .....</b>	<b>58</b>
Serielle Kommunikation .....	58
Ethernet.....	58
NumaView™ Remote.....	58
<b>CALIBRATION (KALIBRIERUNG).....</b>	<b>59</b>
Wichtige Informationen vor der Kalibrierung .....	59
Voraussetzungen für die Kalibrierungen.....	59
Nullgas .....	60
Kalibriergas/Prüfgas.....	60
Prüfgas für Mehrpunkts-Kalibrierung .....	60
NO <sub>2</sub> -Permeationsröhrchen.....	61
Datenaufzeichnungsgeräte .....	62
Kalibrierungen .....	62
Kalibrierungen und Funktionskontrollen für die Standard-Konfiguration .....	63
Kalibrierungs-Überprüfung und tatsächliche Kalibrierung .....	63
Kalibrierungs-Überprüfung und tatsächliche Kalibrierung .....	64
Kalibrierung und Funktionskontrollen mit eingebauter Ventiloption.....	65
Verwendung der Nullgas/Prüfgas-Ventile mit der Option Digitales Erweiterungsboard ....	65
Automatische Überprüfung/Kalibrierung von Nullpunkt/Endbereich (Auto Cal) .....	66
Überprüfung/Kalibrierung der Titrationseffizienz (TE).....	69
EN – konformer Betrieb.....	70
<b>WARTUNG UND SERVICE .....</b>	<b>71</b>
Wartungsplan .....	71
Vorausschauende Diagnose .....	72
Überprüfung des Betriebs .....	73
Software/Firmware Updates.....	74
Ferngesteuerte Updates .....	74
Manuelle Neu-Installation/Updates .....	74
Veränderung der Zeitzone .....	76
Wartungsarbeiten der Hardware .....	77
Austausch des Messgasfilters .....	77
Austauschen des AREF-Reinigers und -Filters .....	77
Tauschen der internen Pumpe.....	78
Tauschen der Option IZS-Permeationsröhrchen .....	79
Überprüfung auf Undichtheiten .....	80
Detaillierte Suche von Undichtheiten mit Überdruck .....	80
Überprüfung des Messgasdurchflusses .....	81
Wartung und Fehlersuche.....	82
Fehlerdiagnose mit Warnmeldungen .....	83
Fehlerdiagnose mit Dashboard-Funktionen.....	84
Verwenden der Signal I/O-Diagnosefunktion.....	84
Fehlerdiagnose mit LEDs.....	85
Kalibrierprobleme .....	88
Negative Messwerte .....	88
Analysator reagiert nicht auf Messgas .....	88

Instabile Nullpunkts- und Empfindlichkeitswerte .....	88
Deaktivierte SPAN-Taste .....	88
Deaktivierte ZERO-Taste .....	89
Nicht-lineare Messgasanzeige .....	89
Andere Funktionsprobleme .....	90
Starkes Rauschen .....	90
Langsames Ansprechverhalten .....	90
AREF-Warnungen .....	91
Fehlersuche bei einzelnen Bauteilen .....	91
AC-Hauptstromversorgung .....	91
LCD/Display Modul .....	92
Modul O <sub>3</sub> -Generator .....	92
Manuelle Steuerung des O <sub>3</sub> -Generators .....	93
Interner Prüfgasgenerator und Ventiloptionen .....	93
RS-232-Verbindungen .....	93
Besondere Reparaturen .....	94
Tauschen der Sicherung .....	94
Austausch des O <sub>3</sub> -Generators .....	95
Tauschen des Gasaufbereitungssystems .....	96
Häufig gestellte Fragen .....	97
Technische Hilfestellung .....	98
FUNKTIONSPRINZIP .....	99
Pneumatischer Betrieb .....	100
Elektronischer Betrieb .....	102
Module .....	102
Netzschalter .....	102

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2-1: Frontplatte .....	15
Abbildung 2-2: Rückwand .....	15
Abbildung 2-3 Interne Anordnung der Bauteile .....	17
Abbildung 2-4: Option Anschlussboard für Analogausgänge .....	19
Abbildung 2-5: Option Digitales I/O-Erweiterungsboard .....	20
Abbildung 2-6: JP1 auf der Hauptplatine und Pin-Zuordnungen .....	21
Abbildung 2-7: Schlauchverbindungen vom Kalibrator– Grundlegende Konfiguration.....	24
Abbildung 2-8: Pneumatisches Flussdiagramm für Nullgas-/Prüfgas-Ventiloption .....	25
Abbildung 2-9: Pneumatisches Flussdiagramm mit IZS-Ventiloption .....	26
Abbildung 2-10: Status-Screens beim Hochfahren.....	27
Abbildung 2-11: Beispiel Homepage.....	28
Abbildung 2-12: Einsehen der Seite Active Alerts (Aktive Warnmeldungen) .....	29
Abbildung 2-13: Beispiel Seite Dashboard .....	30
Abbildung 2-14: Benutzeroberfläche.....	33
Abbildung 2-15: Konzentrationswert - und Stabilitäts-Graph (oben) und Anzeigefeld-Graph (unten).....	34
Abbildung 2-16: Seite Dashboard .....	35
Abbildung 2-17: Seite Active Alerts (Aktive Warnmeldungen).....	36
Abbildung 2-18: Aktive Warnmeldungen gelöscht .....	37
Abbildung 2-19: Utilities>Alerts Log - Aktive und vergangene Warnmeldungen und Ereignisse .....	37
Abbildung 2-20: Datalogger-Konfiguration, Seite Neuer Dateneintrag (New Log) .....	39
Abbildung 2-21: Datalogger Konfiguration, Bestehender Dateneintrag (Existing Log) .....	39
Abbildung 2-22: Erstellen eines neuen Dateneintrags.....	40
Abbildung 2-23: Einstellung der periodischen Auslöser im Datalogger .....	41
Abbildung 2-24: Einstellung der Kriterien-gebundenen Auslöser im Datalogger.....	42
Abbildung 2-25: Seite DAS Download .....	42
Abbildung 2-26: Ereignisliste.....	43
Abbildung 2-27: Konfiguration von Ereignissen .....	44
Abbildung 2-28: Beispiel konfiguriertes Ereignis .....	45
Abbildung 2-29: Bearbeiten oder Löschen eines Ereignisses .....	45
Abbildung 2-30: Dashboard-Anzeige und Konfiguration.....	46
Abbildung 2-31: Konfiguration des Homescreens.....	48
Abbildung 2-32: Einstellen der Digitalausgänge .....	49
Abbildung 2-33: Beispielkonfiguration der Analogausgänge .....	50
Abbildung 2-34: Gruppenkalibrierung der Analogausgänge .....	51
Abbildung 2-35: Manuelle Kalibrierung der Option Analogausgänge (Beispiel AOUT2).....	51
Abbildung 2-36: Einstellungen zum Überprüfen/Kalibrieren der DVC Analogausgangs-Signallevel .....	52
Abbildung 2-37: Einstellungen zum Überprüfen/Kalibrieren der Signallevel der Stromschleife .....	53
Abbildung 2-38: Alternative Anordnung unter Verwendung eines 250Ω Widerstands zum Überprüfen des Stromausgangs .....	53
Abbildung 2-39: Kommunikations-Konfiguration, Netzwerk-Einstellungen.....	56
Abbildung 2-40: Konfigurations-Übertragung.....	57
Abbildung 4-1: Seite Mehrpunkt-Kalibrierung .....	63
Abbildung 4-2: Nullpunkt und Empfindlichkeit kalibrieren .....	65
Abbildung 4-3: Seite Auto Cal .....	67
Abbildung 5-1: Seite Report Generation (Berichterstellung).....	73
Abbildung 5-2: Ferngesteuertes Update .....	74
Abbildung 5-3: Manuelle Updates (und andere Einstellungen) .....	74
Abbildung 5-4: Veränderung der Zeitzone .....	76
Abbildung 5-5: Austausch des Messgasfilters .....	77
Abbildung 5-6: Pneumatische Anordnung des AREF-Filters und Aktivkohlefilters.....	78
Abbildung 5-7: Interne Pumpe .....	79
Abbildung 5-8: N500 Hauptplatine .....	85
Abbildung 5-9: N500 CAPS DAQ Smartboard.....	86
Abbildung 5-10: N500 Smart-Board des Ozonturms .....	87

Abbildung 5-11: Zugang zur Sicherung .....	95
Abbildung 6-1: N500 optische Absorptionskammer .....	100
Abbildung 6-2: Darstellung des Phasenversatz von erhöhter NO <sub>2</sub> -Konzentration .....	100

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1-1: Spezifikationen .....	11
Tabelle 2-1: Ventilationsabstand .....	14
Tabelle 2-2: Beschreibung Rückplatte .....	16
Tabelle 2-3: Zuordnung der Analogausgangspins .....	19
Tabelle 2-4: Digitaleingang/-Ausgang Pinzuweisungen .....	20
Tabelle 2-5: JP1-Konfigurationen für serielle Kommunikation .....	22
Tabelle 2-6: Übersicht der Menüs .....	31
Tabelle 2-7: Beschreibung der Untermenüs in Utilities .....	38
Tabelle 2-8: Liste der Variablen mit Beschreibung .....	47
Tabelle 2-9: Spannungs-/Strombereich der Option Analogausgänge .....	51
Tabelle 2-10: Überprüfen der Stromschleifen-Ausgänge .....	53
Tabelle 2-11: Setup>Instrument Menü .....	54
Tabelle 2-12: COM1 Setup .....	54
Tabelle 2-13: LAN/Ethernet-Konfiguration .....	56
Tabelle 3-1: Ethernet Status-Indikatoren .....	58
Tabelle 4-1: AutoCal-Status .....	67
Tabelle 4-2: AutoCal Kombinationsmöglichkeiten .....	68
Tabelle 4-3: Auto Cal - Einstellung der Sequenzen .....	68
Tabelle 5-1: Wartungsplan .....	72
Tabelle 5-2: Vorbeugende Verwendung der Dashboard-Funktionen .....	73
Tabelle 5-3: Warnmeldungen, Fehler und mögliche Ursachen .....	83
Tabelle 6-1: Zustände der Sensor-Signalverarbeitung .....	101

### Anhang A – Kommunikationsprotokolle

### Anhang B – Verbindungsdiagramme

# EINFÜHRUNG, SPEZIFIKATIONEN, ZULASSUNGEN UND ÜBEREINSTIMMUNGEN

Der Teledyne API N500 CAPS NO<sub>x</sub>-NO<sub>2</sub>-NO-Analysator verwendet die “Cavity-Attenuated Phase-Shift (CAPS)” Spektroskopie für eine direkte, wirkliche Messung von Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>). Durch das Kombinieren der direkten NO<sub>2</sub>-Messungen mit hocheffizienter Gasphasentitration (GPT) wandelt und misst der N500 das NO-Messgas als NO<sub>2</sub>, womit eine Messung des gesamten NO<sub>x</sub> möglich wird. Ein Autoreferenz-Zyklus, der für eine mögliche Basisliniendrift durch Schwankungen in der Umgebung kompensiert, steigert die Genauigkeit und Verlässlichkeit des Geräts weiter.

Die CAPS-Technologie ist der traditionellen Chemilumineszenz-Methode sowohl in Geschwindigkeit als auch in Genauigkeit überlegen, da die NO<sub>2</sub>-Probe keine katalytische Konversion benötigt, um den Differenzwert zu berechnen.

In wirtschaftlicher Hinsicht verringert die CAPS-Methode im Vergleich zu herkömmlichen Analysatoren die Betriebskosten: es werden weniger Strom und weniger Teile benötigt.

Der Abschnitt über das Funktionsprinzip liefert weitere Informationen über das Verhalten und Funktionsweise der CAPS-Methode für die NO<sub>x</sub>-Messung.

## SPEZIFIKATIONEN

**Tabelle 0-1: Spezifikationen**

Parameter	Beschreibung	
Bereiche	Min: 0-5 ppb, Max: 0-1 ppm NO <sub>x</sub> (vom Anwender wählbar)	
Messeinheiten	ppb, ppm, µg/m <sup>3</sup> , mg/m <sup>3</sup> (vom Anwender wählbar)	
Nullpunktrauschen	< 0,05 ppb (RMS)	
Messwerttrauschen	<0,2% der Anzeige + 50 ppt (RMS)	
Nullpunktsdrift	<0,2 ppb / 24 Stunden	
Empfindlichkeitsdrift	<0.5% der Anzeige / 24 Stunden	
Untere Nachweisgrenze	< 0,1 ppb	
Reaktionszeit	<60 Sekunden auf 95%	
Linearität	< 1% vom Messbereich	
Genauigkeit	0,5% der Anzeige über 5 ppb	
Messgasdurchfluss	1000 cc/min ± 10%	
AC-Strom	Angaben	Typischer Stromverbrauch
	100-240 V~, 47-63 Hz, 3,0 A	110 W
Sicherung der Netzversorgung	5,0 A, 250 V AC, 5 mm x 20 mm, SLO-BLO	



## N500 CAPS NO<sub>x</sub>

Parameter	Beschreibung
<b>Schnittstellen</b>	
Standardmäßige Ein-/Ausgabeschnittstellen	1 Ethernet: TCP/IP 1 RS-232 oder RS-485 (benutzerkonfigurierbar) (300 – 115,200 Baud) 2 frontseitige USB-Schnittstellen
Optionale Ein-/Ausgabeschnittstellen	Universelles Analogausgangs-Board (alle benutzerkonfigurierbar) 4x potentialgetrennte Spannungsausgänge (5V, 10V) 3x potentialgetrennte Stromausgänge (4-20 mA) Das digitale Ein-/Ausgangs-Erweiterungsboard beinhaltet: 3x potentialgetrennte digitale Eingangssteuerungen (fixiert) 5x potentialgetrennte digitale Ausgangssteuerungen (benutzerdefinierbar) 3x Form C Relais-Alarmausgänge (benutzerdefinierbar)
Umgebungstemperatur 0 - 40 °C (mit US-EPA-Übereinstimmung)	Luftfeuchtigkeit
	0-95% r.F., nicht-kondensierend
Abmessungen HxBxT	178mm x 432 mm x 597 mm (7" x 17" x 23,5")
Gewicht	15 kg (33 lbs)
Umweltspezifikationen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Installationskategorie (Überspannungskategorie) II Verunreinigungsgrad 2</li> <li>• Nur in geschlossenen Räumen und in einer Höhe bis zu ≤ 2000m einsetzen</li> </ul>
Hinweis: Alle Spezifikationen basieren auf konstanten Bedingungen.	

## EPA ÜBEREINSTIMMUNGSERKLÄRUNG

Der NO<sub>x</sub> -Analysator N500 CAPS von Teledyne API ist offiziell als U.S. EPA automatisch äquivalente Methode mit der Nummer EQNA- 0320-256 zugelassen.

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

## SICHERHEIT

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

CE: 2014/95/EU, Niederspannungsrichtlinie

## EMV

IEC/EN 61326-1, Störaussendung Industriebereich – Klasse A

FCC 47 CFR Teil 15B, Klasse A Aussendungen

CE: 2014/108/EU, Elektromagnetische Verträglichkeit

## 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.

## 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 (gedruckte Schaltungen) sind gegenüber elektrostatischen Entladungen empfindlich. Auch für den Menschen nicht spürbare Entladungen können sie beschädigen. Verwenden Sie keinen ESD-Schutz beim Arbeiten mit elektronischen Bauteilen, verletzt dies die Garantieb Bestimmungen. Ein Handbuch zu ESD („Fundamentals of ESD“, PN 04786,) können Sie von Teledynes 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 beigelegt ist ein gedruckter Bericht, 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 Schrauben auf den Seiten des Geräts.
  - 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. Überprüfen Sie, ob alle bestellten optionale Teile eingebaut wurden. Diese sind auf den mitgeschickten Unterlagen aufgelistet.



**WARNUNG - STROMSCHLAGGEFAHR**

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

## VENTILATIONSABSTAND

Unabhängig davon, ob der Analysator auf einer Arbeitsbank oder in einem Geräteschrank betrieben wird, achten Sie auf ausreichenden Ventilationsraum.

**Tabelle 0-1: Ventilationsabstand**

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

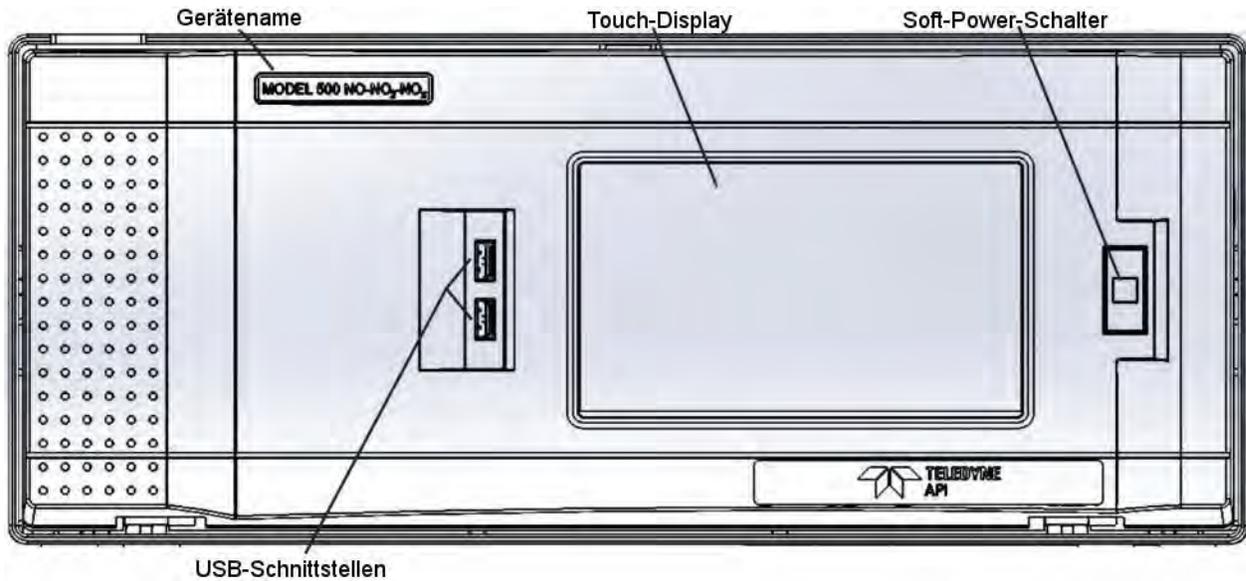
## AUFBAU DES GERÄTS

Dieser Abschnitt beschreibt die Frontplatte, die rückseitigen Anschlüsse, und die Anordnung des Geräts.

### FRONTANSICHT

Die Frontplatte (Abbildung 0-1) bietet zwei USB-Schnittstellen für den Anschluss von Peripheriegeräten, die mit Maus und Tastatur (als Alternativen zur Touchscreen-

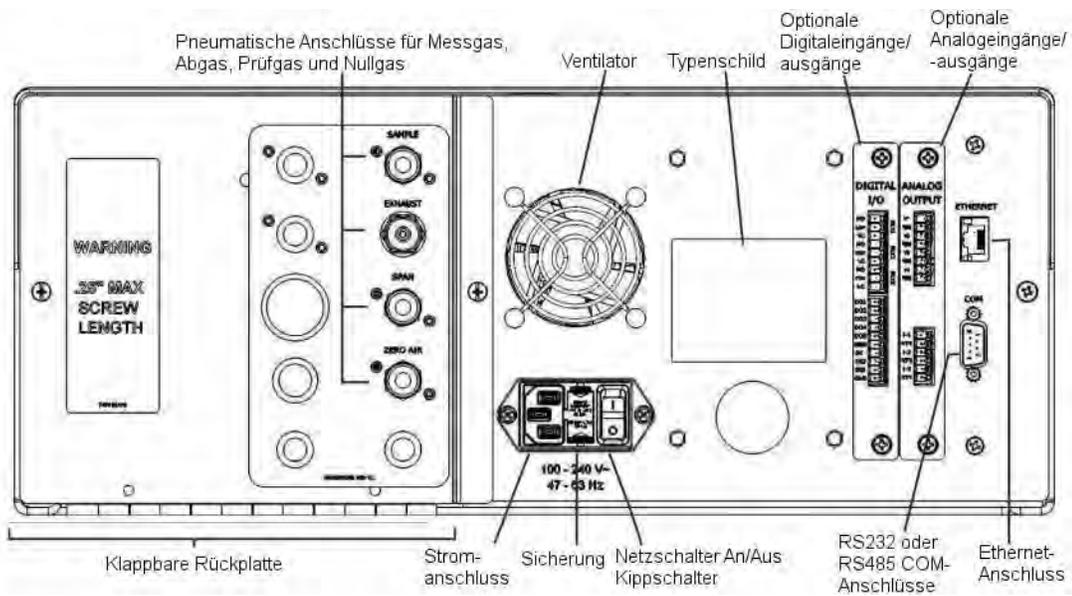
Oberfläche), oder mit einem Flash-Laufwerk für Uploads/Downloads verwendet werden können (Geräte nicht im Lieferumfang enthalten).



**Abbildung 0-1: Frontplatte**

## RÜCKSEITE

Abbildung 0-2 zeigt den Aufbau der Rückwand.



**Abbildung 0-2: Rückwand**

Tabelle 0-2: Beschreibung Rückplatte

KOMPONENTE	FUNKTION
<b>Typenschild</b>	Gibt die Modellnummer und die Spannungs- und Frequenzangabe des Analysators an.
<b>SAMPLE</b>	Schließen Sie hier die Probenahmeleitung von der Messgasquelle an. Kalibriergase können bei Geräten ohne eingebauten Nullgas-/Prüfgas-Absperrventilen hier zugeführt werden.
<b>EXHAUST</b>	Schließen Sie hier einen nicht mehr als 10 Meter langen Abgasschlauch an, der die Abgase nach draußen oder zumindest vom unmittelbaren Bereich um das Gerät wegleitet. Dieser Schlauch muss einen Durchmesser von mindestens 6 mm (¼") haben.
<b>SPAN</b>	Nur bei Geräten mit eingebauten Null- und Prüfgasventilen: Schließen Sie hier eine Gasleitung zur Prüfgasquelle an.
<b>Zero AIR</b>	Nur bei Geräten mit eingebauten Null- und Prüfgasventilen: Schließen Sie hier eine Gasleitung zur Nullgasquelle an. Gibt es einen Permeationsofen, auch genannt „Internal Zero/Span“ (IZS), schließen Sie hier den Nullgasreiniger an.
<b>Ventilator</b>	Saugt Umgebungsluft durch seitliche Öffnungen in das Gehäuse und entlüftet durch die Rückseite.
	<b>Anschluss Stromversorgung</b> Anschluss für das Netzkabel um dem Analysator Strom zuzuführen. <b>ACHTUNG! Die Leistungsspezifikation des Kabels MUSS mit der Spezifikation auf dem Typenschild auf der Rückwand des Analysators übereinstimmen.</b>
	<b>Schalter zum Ein-/Ausschalten</b> Kippschalter zum Ein- und Ausschalten der Stromversorgung. <b>ACHTUNG!</b> Verwenden Sie vor dem Ausschalten den frontseitigen Schalter für einen ersten „Soft-Power-Down“, um die Komponente vor Schäden zu schützen.
<b>Sicherungselement</b>	Schaltkreisschutz
<b>Option ANALOG OUT</b>	Für Spannungs- oder Stromschleifenausgängen zu einem Linienschreiben und/oder einem Datalogger.
<b>Option DIGITAL I/O</b>	Für den ferngesteuerten Start von Nullpunkt- oder Empfindlichkeit-Kalibriermodi.
<b>ETHERNET</b>	Anschluss für Netzwerk oder Internet; unter Verwendung eines Ethernet-Kabels auch zur Fernbedienung des Geräts.
<b>COM</b>	Serielle Kommunikationsschnittstelle für RS-232 oder RS-485.

## GEHÄUSEINNERES

Abbildung 0-3 zeigt die innere Anordnung des Geräts.

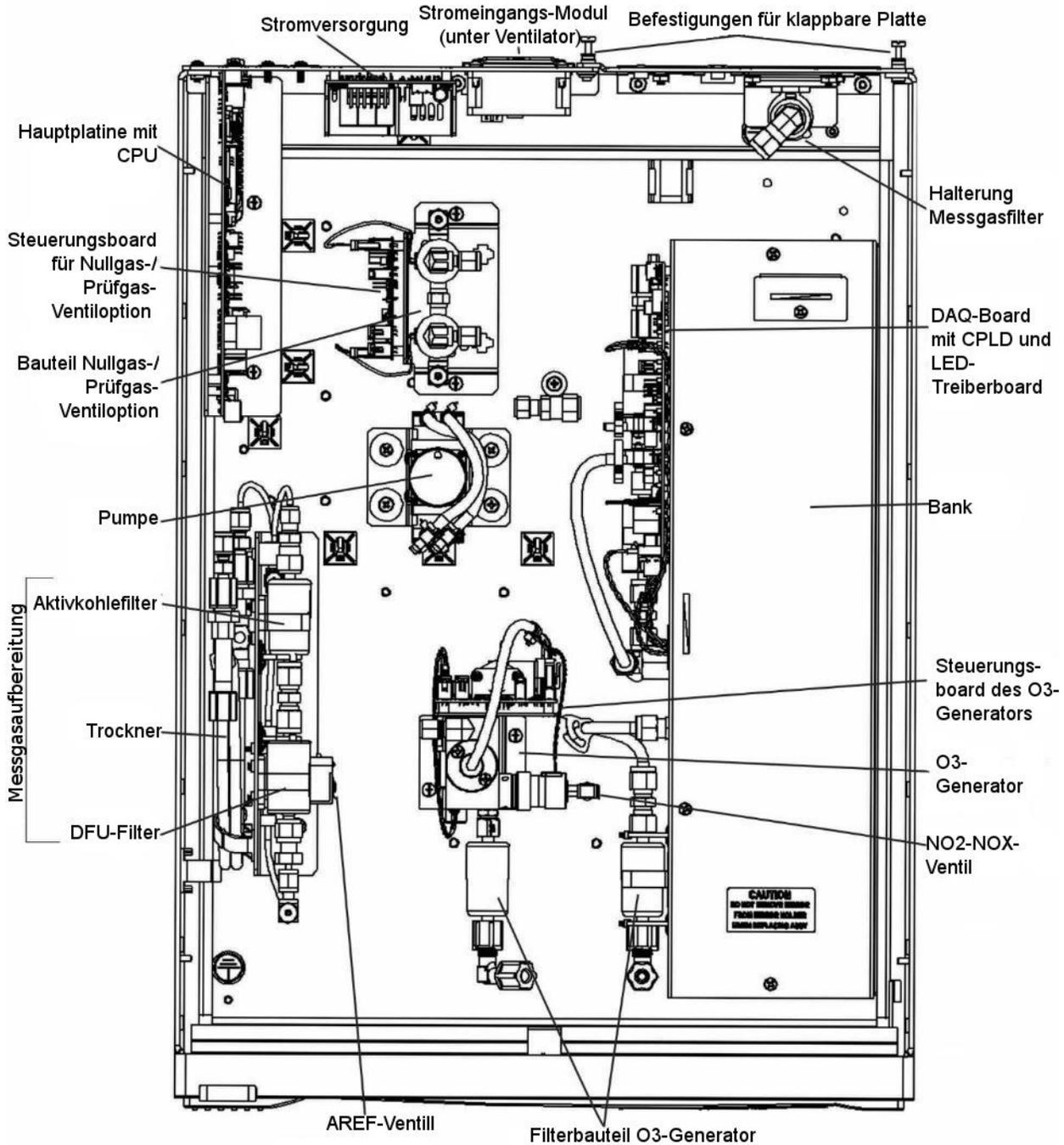


Abbildung 0-3 Interne Anordnung der Bauteile

## VERBINDUNGEN UND INBETRIEBNAHME

Dieser Abschnitt erläutert die elektrischen (Abschnitt 0) und pneumatischen (Abschnitt 0) Verbindungen für das Einrichten und Vorbereiten des Geräts für den Betrieb (Abschnitt 0). Die Rüstzeit ist abhängig von den Gegebenheiten am Einbauort und besteht hauptsächlich aus der Herstellung der Spannungsversorgung und der Verschlauchung, sowie der Einrichtung der Kommunikationsschnittstellen. Typischerweise beträgt die Rüstzeit ca. eine Stunde.

## ELEKTRISCHE VERBINDUNGEN

### Hinweis

Um EMC-Standards einzuhalten, muss die Kabellänge unter 3 Metern für alle Anschlüsse sein.



### Warnung – Stromschlaggefahr

- Hochspannung im Inneren des Analysators.
- Die Spannungszuleitung 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.

## NETZVERSORGUNG ANSCHLIESSEN

### ACHTUNG

### KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN

Schalten Sie das Gerät nie mit dem Kippschalter auf der Rückseite aus bevor Sie den Soft-Power Schalter auf der Frontseite betätigt haben, der die internen Systeme zuerst in einen Tiefschlaf-Modus versetzt. Drücken und halten Sie den frontseitigen Soft-Power-Schalter, wodurch der Überwachungschip die internen Komponente sicher herunterfährt. Die LED wechselt dann von durchgehend leuchtend zu blinken, wonach der rückseitige Schalter zum Herunterfahren des Geräts verwendet werden kann.

Verbinden Sie das Netzkabel des Analysators mit einer Steckdose, die mindestens die benötigte Stromstärke bei Ihrer Spannung liefern kann. Achten Sie darauf, dass eine funktionierende Erdung vorhanden ist. Befolgen Sie alle Sicherheits- und Warnhinweise.

## VERBINDEN DER OPTION ANALOGAUSGÄNGE

Das optionale rückseitige Analogausgänge-Board besitzt mehrere Kanäle, die verschiedenen Betriebswerten zugewiesen werden können (z.B. Messwerten, Temperaturen, Druck, usw.). Diese Zuweisungen sind nicht standardmäßig konfiguriert und müssen vom Anwender eingestellt werden.

Die vier **Spannungsausgänge** (0-5V oder 0-10V) sind vom Gerät potenzialgetrennt, teilen sich aber eine gemeinsame Masse. Die drei **Stromausgänge** sind voneinander und vom Gerät potenzialgetrennt.

Um Zugang zu diesen Signalen zu haben, schließen Sie einen Linienschreiber und/oder einen Datalogger an die passenden Analogausgänge an und konfigurieren Sie diese über das Menü Setup>Analog Outputs.

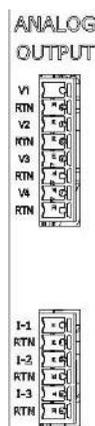


Abbildung 0-4: Option Anschlussboard für Analogausgänge

Tabelle 0-3: Zuordnung der Analogausgangspins

PIN	STATUS	BESCHREIBUNG
Potentialgetrennte Spannungsausgänge		
V1	V +	Benutzerkonfigurierbar über das Menü Setup>Analog Outputs.
RTN	Masse	
V2	V +	
RTN	Masse	
V3	V +	
RTN	Masse	
V4	V +	
RTN	Masse	
Potentialgetrennte Stromausgänge		
I-1	I Out +	Benutzerkonfigurierbar über das Menü Setup>Analog Outputs.
RTN	I Out -	
I-2	I Out +	
RTN	I Out -	
I-3	I Out +	
RTN	I Out -	

## VERBINDEN DER OPTION DIGITALES I/O-ERWEITERUNGSBOARD

Zu den Verbindungen dieses Boards zählen drei Relais-Alarme, fünf Digitalausgänge und drei potentialfreie digitale Eingangssteuerungen. Die **Relais** können so zugewiesen werden, dass sie verschiedene interne Gerätezustände und -Status angeben. Die **Ausgänge** sind vom Gerät potentialfrei und bestehen aus (Open Collector) Transistoren mit gemeinsamer Masse. Diese können verschiedenen internen Gerätezuständen zugewiesen werden, weiters können sie mit Geräten interagieren, die logische Digitaleingänge akzeptieren. Die **Eingänge** sind ebenfalls potentialfrei und besitzen die gleiche Masse wie die Ausgänge; sie können mit Relais, Open Collector Schaltungen oder 3,3V - 24V arbeiten. Drücken Sie für die Aktivierung auf Low. DI1 und DI2 sind unveränderlich (nicht zuweisbar) für ferngesteuerte Nullpunkts- und Empfindlichkeitskalibrierungen.

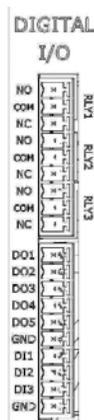


Abbildung 0-5: Option Digitales I/O-Erweiterungsboard

Tabelle 0-4: Digitaleingang/-Ausgang Pinzuweisungen

PIN	BESCHREIBUNG	
NO	RLY1	Relais-Alarme, konfigurierbar über das Menü Setup>Digital Outputs.
COM		
NC		
NO	RLY 2	
COM		
NC		
NO	RLY 3	
COM		
NC		
Digitale Ein- und Ausgänge		
DO1	Digitale Ausgänge können über das Menü Setup>Digital Outputs zugewiesen werden, und sind im Menü Utilities>Diagnostics>Digital Outputs einsehbar	
DO2		
DO3		
DO4		
DO5		
GND	Masse	
DI1		
DI2		

DI3	Digitaleingang 1 = Ferngesteuerte Nullpunkts-Kalibrierung Digitaleingang 2 = Ferngesteuerte Endbereichs-Kalibrierung (Digitaleingang 3 wird nicht verwendet) Der Status kann im Menü Utilities>Diagnostics>Digital Inputs eingesehen werden.
GND	Masse

## VERBINDEN DER KOMMUNIKATIONSSCHNITTSTELLEN

### ETHERNET-VERBINDUNG

Verbinden Sie für die Netzwerk- oder Internetverbindung mit dem Analysator durch 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 noch manuell eine statische IP-Adresse zugewiesen werden.

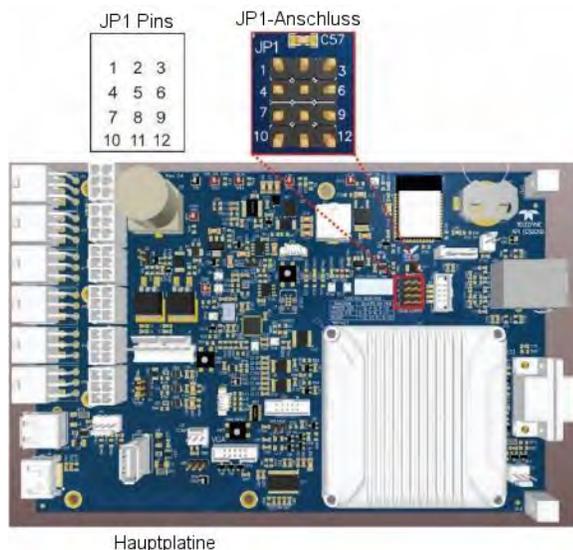
### SERIELLE VERBINDUNGEN

Die COM-Schnittstelle des Analysators ist werksmäßig auf RS-232-Verbindungen mit DCE (data communication equipment) eingestellt. Diese Schnittstelle kann auch für RS-232-Verbindungen mit DTE (data terminal equipment) oder für RS-485 eingestellt werden, indem entsprechend Tabelle 0-5 auf JP1 eine Kurzschlussbrücke angebracht wird (einsehen/ändern der Softwareeinstellungen Tabelle 0-12).



#### WARNUNG – STROMSCHLAGGEFAHR

**Ziehen Sie den Netzstecker, bevor Sie eine Arbeit durchführen, bei welcher der Zugang zum Inneren des Analysators erforderlich ist.**



**Abbildung 0-6: JP1 auf der Hauptplatine und Pin-Zuordnungen**

**Tabelle 0-5: JP1-Konfigurationen für serielle Kommunikation**

Funktion	Kurzschlussbrücken	Dsub Pins	
		2	3
DCE RS232 (Standard)	1-2, 4-5, 9-12	232Tx	232Rx
DTE RS232	2-3, 5-6, 9-12	232Rx	232Tx
RS485	7-8,10-11, 9-12	485 A(-)	485B(+)

Einsehen/Ändern der Kommunikationsparameter über das Menü Setup>Comm>COM1.

**RS-232**

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

**RS-485**

- **Baudrate:** 19200 Bits pro Sekunde (Baud)
- **Datenbits:** 8 Datenbits mit 1 Stoppbit
- **Parität:** Keine

## PNEUMATISCHE VERBINDUNGEN

Dieser Abschnitt enthält Anleitungen für das Anschließen der pneumatischen Verbindungen und das Einstellen der grundlegenden sowie optionalen Ventil-Konfigurationen. Pneumatische Flussdiagramme werden in Abschnitt 0 aufgeführt. Kalibrierungsanweisungen sind in Abschnitt 0 zu finden.

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



**ACHTUNG – Allgemeiner Sicherheitshinweis**

**Leiten Sie nicht Kalibriergase, Abgase oder Messgase in geschlossene Räume.**



**ACHTUNG – Allgemeiner Sicherheitshinweis**

**In allen Geräten mit eingebautem Permeationsröhrchen muss immer eine Vakuumpumpe angeschlossen und in Betrieb sein, um einen konstanten Gasdurchfluss aufrechtzuerhalten. Unzureichender Gasfluss kann zu Gaskonzentrationen führen, die das Gerät verunreinigen oder eine Gefahr für das Personal darstellen können.**

**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 Abschnitt 0 für Anleitungen zum Ausbau des Permeationsröhrchens wenn der Analysator außer Betrieb ist.)**

**ACHTUNG**

**KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN**

**Überschussleitung bei 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.

**Entfernen des Staubschutzes:**

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.
- Bringen Sie keine Schalldämpfer oder Filter nach der Pumpe an (auch nicht außerhalb des Geräts).
- 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).

**ESSENTIELLE VORAUSSETZUNGEN FÜR LEITUNGEN, DRUCK, ÜBERSCHUSSLEITUNGEN UND ABGAS**

Die in diesem Abschnitt angeführten Voraussetzungen sind für alle Anleitungen für pneumatische Verbindungen gültig.

**Leitungen:**

- PTFE-Material
- Minimaler Außendurchmesser 6 mm ( $\frac{1}{4}$ ").
- Minimale/Maximale Länge 2 Meter 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.

### Abgasleitung:

- Die Leitung muss nach außerhalb des Containers führen.

### Kalibriergasquellen

- Die Kalibriergasquelle ist ebenfalls an den Eingang SAMPLE angeschlossen, aber nur wenn tatsächlich eine Kalibrierung durchgeführt wird.

### GRUNDLEGENDE VERBINDUNGEN VOM KALIBRATOR

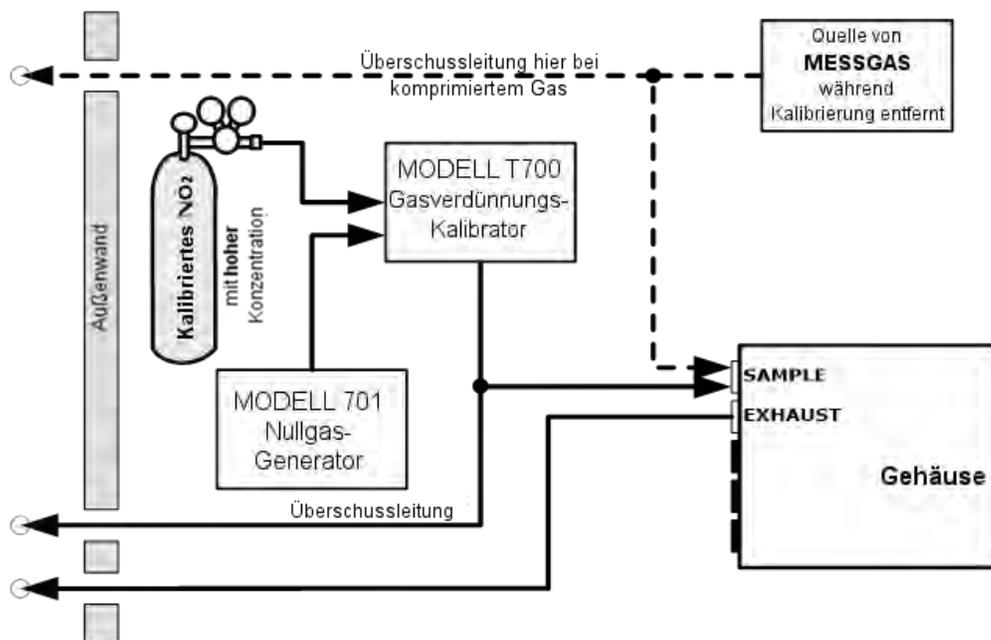


Abbildung 0-7: Schlauchverbindungen vom Kalibrator– Grundlegende Konfiguration

Für die grundlegenden Konfigurationen des Analysators, zusätzlich zu den Anweisungen für Leitungen, Druck, Überschussleitung und Abgas beschrieben in Abschnitt 0, nehmen Sie die folgenden pneumatischen Verbindungen vor:

### MESSGASQUELLE

Schließen Sie eine Messgasleitung an den Eingang SAMPLE an.

### KALIBRIERGASQUELLEN

NO<sub>2</sub>-KALIBRIERGASQUELLEN & NULLGASQUELLEN: Die Kalibriergasquelle ist ebenfalls an den Eingang SAMPLE angeschlossen, aber nur wenn tatsächlich eine Kalibrierung durchgeführt wird.

### ÜBERSCHUSS

Falls noch keine Überschussleitungen vorhanden sind, richten Sie diese ein.

### ABGASLEITUNG

Schließen Sie eine Abgasleitung an den Ausgang EXHAUST und richten Sie eine nach draußen führende Überschussleitung ein.

## PNEUMATISCHE FLUSSDIAGRAMME

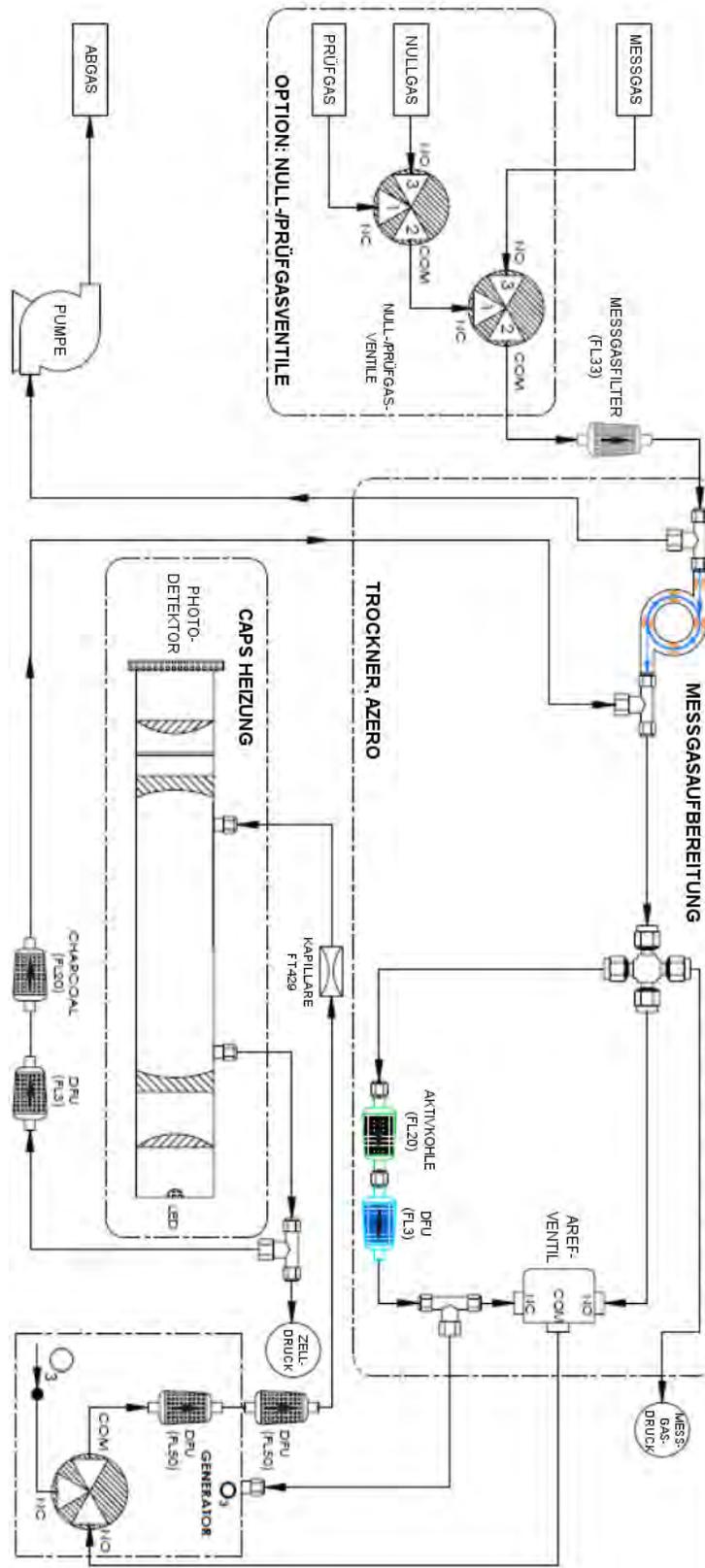
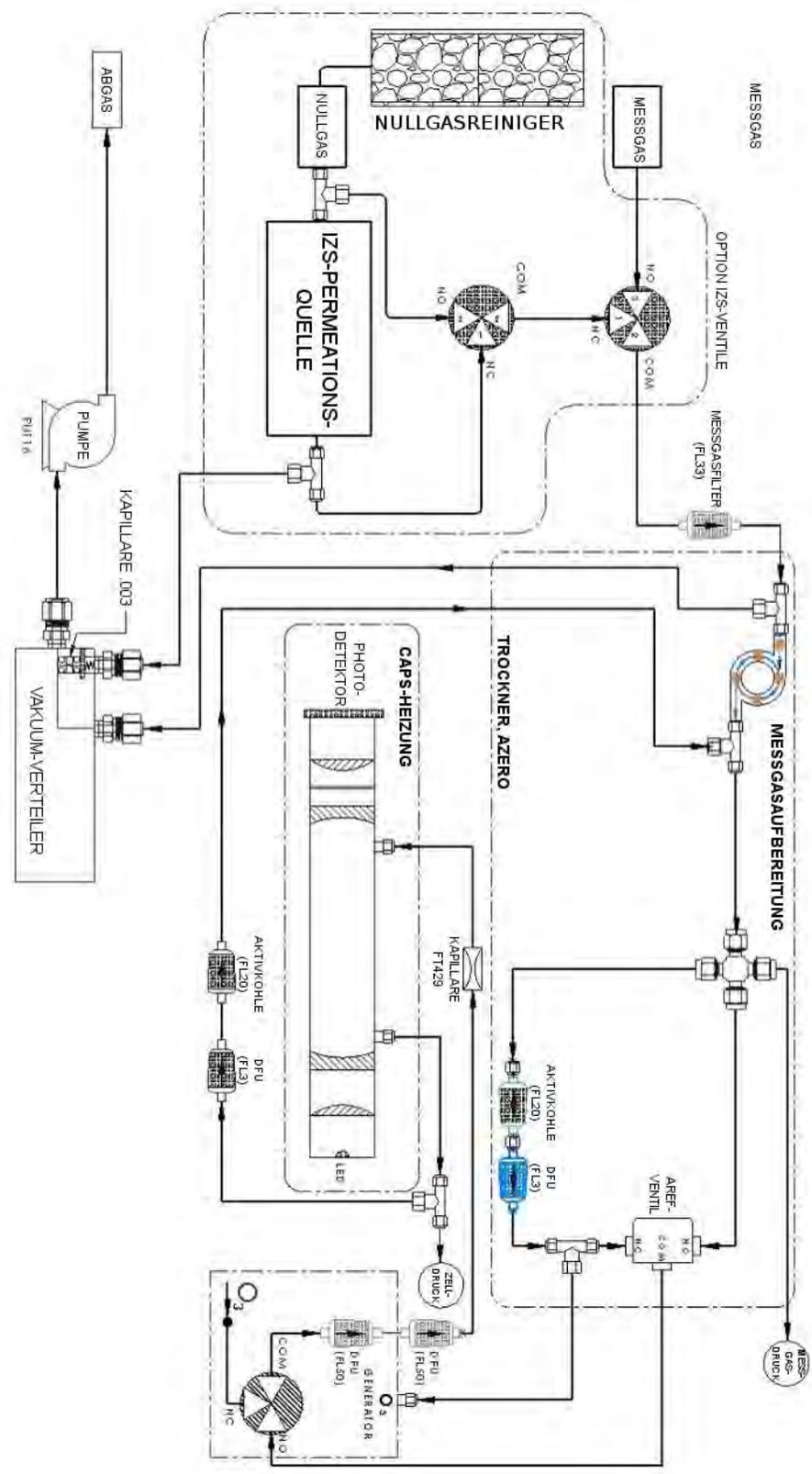


Abbildung 0-8: Pneumatisches Flussdiagramm für Nullgas-/Prüfgas-Ventiloption



**Abbildung 0-9: Pneumatisches Flussdiagramm mit IZS-Ventiloption**

## INBETRIEBNAHME, FUNKTIONSKONTROLLEN UND KALIBRIERUNG

Wir empfehlen das Lesen von Abschnitt 0 um mit den Funktionsprinzipien vertraut zu werden.

### Hinweis

**Es wird vorausgesetzt, dass alle Warnhinweise befolgt werden.**

Der frontseitige Soft-Power-Schalter besitzt eine Status-LED, die anzeigt ob:

- das Gerät abgeschaltet ist (LED aus)
- das Gerät angeschaltet ist und die internen Komponente in Tiefschlafmodus sind (LED blinkt, durch Drücken und kurzes Halten der Soft-Power-Taste)
- das Gerät angeschaltet ist und die internen Komponente arbeiten (LED leuchtet durchgehend, beim Hochfahren des Geräts; muss vorm Herunterfahren in den Tiefschlafmodus versetzt werden)

Beim ersten Start des Geräts (Abschnitt 0) überprüfen Sie die Funktionalität des Gerätes (Abschnitt 0) und führen Sie eine Erstkalibrierung (Abschnitt 0) durch. Abschnitt 0 behandelt das Menüsystem, Abschnitt 0 enthält Anleitungen zur Vornahme von Einstellungen.

### INBETRIEBNAHME

Bei der ersten Inbetriebnahme erscheinen einige Statusanzeigen (Abbildung 0-10) bevor der Startbildschirm erscheint (Abbildung 0-11).



**Abbildung 0-10: Status-Screens beim Hochfahren**

Bei jedem Start des Geräts sollte das Gerät etwa eine Stunde Aufwärmzeit haben, bevor genaue Messergebnisse erzielt werden können.

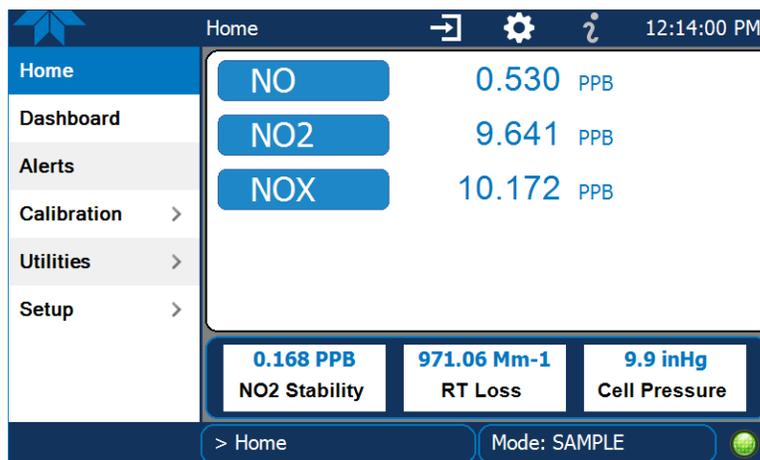


Abbildung 0-11: Beispiel Homepage

### WARNMELDUNGEN: WARNUNGEN UND ANDERE BENACHRICHTIGUNGEN

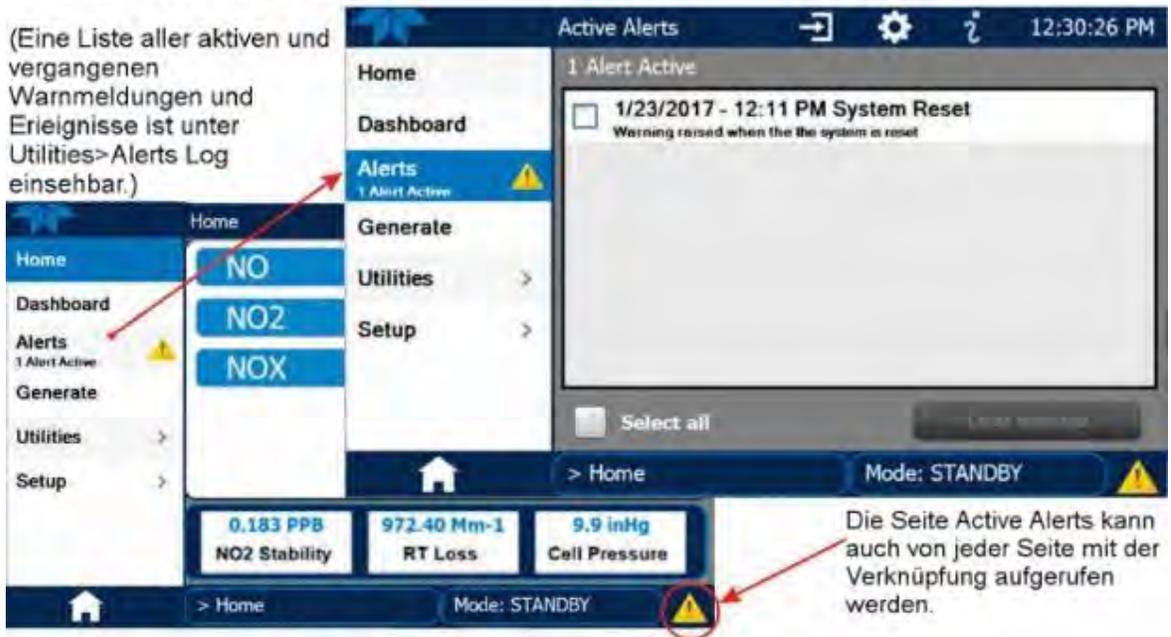
Da die inneren Temperaturen und andere Werte während der Aufwärmzeit außerhalb der spezifizierten Grenzen sein können, unterdrückt die Software die meisten Warnmeldungen für die ersten 45 Minuten nach dem Start. Die Seite Alerts (Abbildung 0-12) zeigt den Status aller aktiven Warnmeldungen oder benutzerdefinierten Ereignisse. (Abschnitt 0 enthält weitere Informationen über Warnmeldungen, Abschnitt 0 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.



Gehen Sie zur Seite Active Alerts über das Menü Alerts.

(Eine Liste aller aktiven und vergangenen Warnmeldungen und Ereignisse ist unter Utilities>Alerts Log einsehbar.)



**Abbildung 0-12: Einsehen der Seite Active Alerts (Aktive Warnmeldungen)**

Sollten die Warnmeldungen nach der Aufwärmzeit oder nach dem Löschen bestehen bleiben, suchen Sie nach der Ursache mithilfe des Abschnittes über Fehlersuche 0.

## 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 arbeitet. Verwenden Sie die Seite Dashboard um zu überprüfen, ob die Parameter erwartete/angemessene Werte zeigen. (Sollten einige Funktionsparameter nicht angezeigt werden, konfigurieren Sie das Dashboard über das Menü Setup>Dashboard um sie hinzuzufügen; siehe Abschnitt 0).

Diese Funktionen sind auch hilfreiche Diagnose-Tools (mehr Informationen in Abschnitt 0).

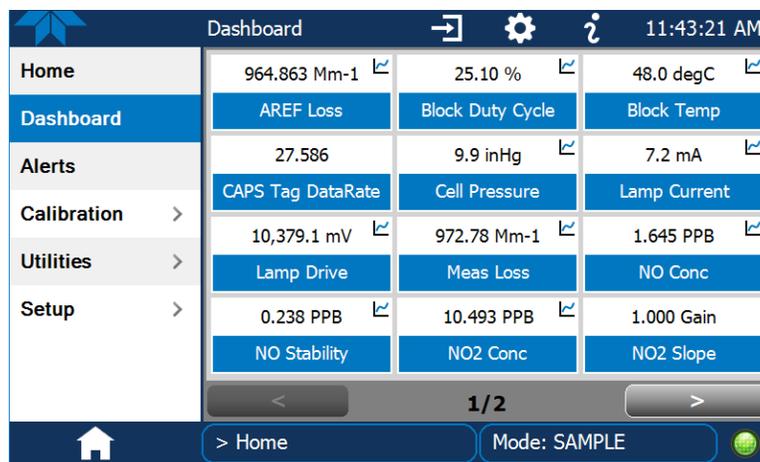


Abbildung 0-13: Beispiel Seite Dashboard

## CALIBRATION (KALIBRIERUNG)

Bevor der Messbetrieb beginnt, benötigt der Analysator eine Kalibrierung des Nullpunkts und des Endbereichs, sowie möglicherweise eine Überprüfung des TE (Titration Efficiency). Wird der Analysator bewegt oder seine Konfiguration verändert, muss ebenfalls kalibriert werden. Die Art eine Kalibrierung durchzuführen unterscheidet sich je nachdem ob und welche der verfügbaren Ventiloptionen eingebaut sind. Folgen Sie den entsprechenden Anleitungen zur Kalibrierung in Abschnitt 0.

## ÜBERSICHT DER MENÜS

Tabelle 0-6 beschreibt die Hauptmenüs und verweist auf die entsprechenden Abschnitte mit Details zur Konfiguration.

**Tabelle 0-6: Übersicht der Menüs**

MENÜ	BESCHREIBUNG	POSITION
<b>Home</b>	Einsehen und Darstellen der Messwerte und anderer Parameter-Werte (Abbildung 0-15).	Abschnitt 0
<b>Dashboard</b>	Anzeige von Parametern, ausgewählt vom Anwender; einige können auch als Live-Graph dargestellt werden (Abbildung 0-16).	Abschnitt 0
<b>Alerts (Warnmeldungen)</b>	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 0
<b>Calibration (Kalibrierung)</b>	Kalibrieren Sie die Kanäle für NO <sub>2</sub> and NO <sub>x</sub> .	Abschnitt 0 und Abschnitt 0
<b>Utilities</b>	Einsehen von Datenpunkten, Herunterladen von Daten und Firmware-Updates, Kopieren von Konfigurationen zwischen Geräten und Diagnosetools.	Abschnitt 0

MENÜ	BESCHREIBUNG	POSITION
<b>Setup</b>	Konfigurieren Sie eine Vielzahl von Funktionen über diese Untermenüs für einen benutzerdefinierten Betrieb.	Abschnitt 0
Datalogging	Zur Verfolgung und Aufzeichnung von Mess- und Kalibrierdaten sowie Diagnoseparameter; die entsprechenden Daten können im Menü Utilities>Dialog View (Abschnitt 0) eingesehen und über das Menü Utilities>USB Utilities (Abschnitt 0) auf ein Flash-Laufwerk heruntergeladen werden. Auch können bereits konfigurierte Ereignisse (Abschnitt 0) ausgewählt und eigene Auslöser für die Datenaufzeichnungsfunktionen erstellt werden.	Abschnitt 0
Events	Wählen Sie Parameter und definieren Sie die Zustände, die erkannt und in der Liste Alerts (Abschnitt 0) aufgezeichnet werden sollen. Ereignisse können dazu verwendet werden, Datenaufzeichnungen zu starten. (Abschnitt 0). Beachten Sie, dass einige Ereignisse voreingestellt und nicht änderbar sind.	Abschnitt 0
Dashboard	Zur Überwachung der Funktionalität des Geräts (Abbildung 0-13) über ausgewählte Parameter.	Abschnitt 0
Auto Cal (mit Ventiloptionen)	Sind Nullgas-/Prüfgas-Ventiloptionen eingebaut, konfigurieren Sie Sequenzen für die automatischen Kalibrier-Funktionen.	Abschnitt 0
Vars	Hier können mehrere Software-Variablen, die bestimmte Betriebsparameter definieren, manuell geändert werden.	Abschnitt 0
Homescreen	Stellen Sie ein, welche Parameter in den drei Anzeigefeldern angezeigt werden sollen (Abbildung 0-14).	Abschnitt 0
Digitale Ein- und Ausgänge (Option)	Weisen Sie den rückseitigen Digitalausgängen einer Vielzahl von Strom- oder Spannungssignalen zu, die den Status des Geräts und der Betriebsbedingungen überwachen, oder weisen Sie benutzerdefinierte Ereignisse zu.	Abschnitt 0
Analogausgänge (Option)	Senden Sie vom Benutzer gewählte Parameter-Werte in der Form von benutzerdefinierten Spannungs- oder Stromschleifensignalen zu einem Linienschreiber und/oder Datalogger.	Abschnitt 0
Instrument	Einsicht von Produkt- und Systeminformationen, eingebaute Optionen (falls vorhanden), Netzwerkeinstellungen; Kalibrierung des Touchscreens; Einsehen/Ändern der Einstellungen für Datum und Uhrzeit*; Suche nach Firmware-Updates bei Internetverbindung. *Ändern der Zeitzone erfordert besondere Vorgangsweisen (Abschnitt 0).	Abschnitt 0
Comm	Einsehen und Ändern von Netzwerk- und serieller Kommunikation.	Abschnitt 0

## HOME

Abbildung 0-14 gibt eine Übersicht über die Hauptanzeige. zeigt, dass durch das Drücken auf den Namen des Gases, dessen Messwert oder eines der Anzeigefelder ein Echtzeit-Graph der entsprechenden Messwerte gezeigt wird. Abschnitt 0 beinhaltet Anleitungen zur Konfiguration.



# N500 CAPS NO<sub>x</sub>

Log-in Taste      Kontextabhängige Konfigurations-Taste      Informations-Taste

Menü-Register

Messwert-Anzeige

Home-Seite Verknüpfung (erscheint im tiefsten Level eines

Zurück-Taste (Eine Seite zurück)

Menülevel-Anzeige      Statusanzeige

Ein Warnsymbol zeigt aktive Warnmeldungen an; gehen Sie zur Seite Active Alerts über das Menü Alerts oder drücken Sie auf das Warnsymbol, das eine Verknüpfung ist. Ein Verlauf vergangener und aktiver Warnmeldungen kann unter Utilities>Alerts Log eingesehen werden. Sind keine Warnmeldung aktiv erscheint eine grüne LED anstatt des Warnsymbols.

Anzeigefelder zum Überwachen von benutzergewählten Parametern. Konfiguration über Setup>Homescreen oder über das Drücken der Home-Konfigurationstaste.

**Abbildung 0-14: Benutzeroberfläche**



# N500 CAPS NO<sub>x</sub>



Abbildung 0-15: Konzentrationswert - und Stabilitäts-Graph (oben) und Anzeigefeld-Graph (unten)

## DASHBOARD

Beim Dashboard werden einige benutzerkonfigurierten Parameter und deren Werte angezeigt (Abschnitt 0 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 0-16.

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

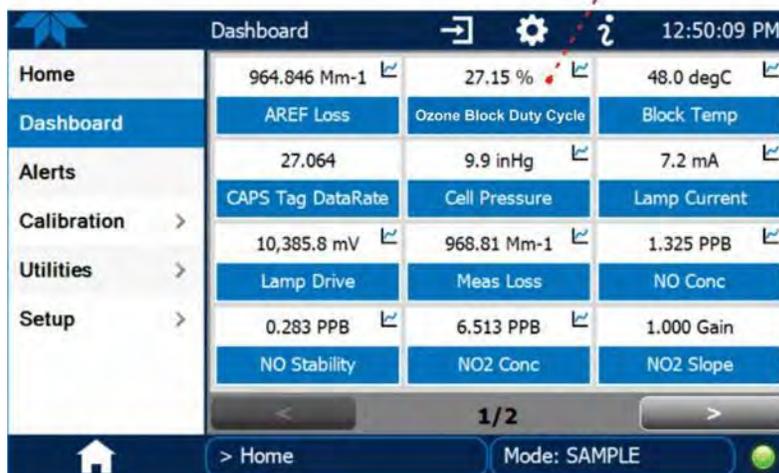
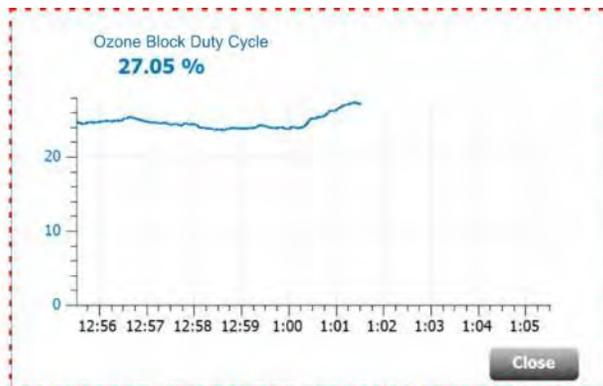


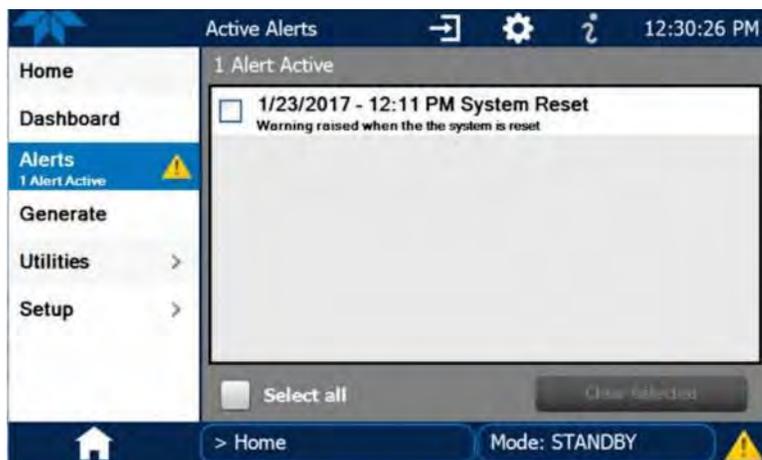
Abbildung 0-16: Seite Dashboard

## ALERTS (WARNMELDUNGEN)

Warnmeldungen sind Benachrichtigungen, die dadurch ausgelöst werden, dass bestimmte Kriterien erfüllt werden - entweder über voreingestellte Auslöser (standardmäßig und nicht änderbar) oder benutzerdefinierte Ereignisse (Abschnitt 0). Die Seite „Active Alerts“ zeigt den Status aller aktiven Warnmeldungen oder Events 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 in die Liste der aktiven Warnmeldungen Einsicht, indem Sie entweder das Menü Alerts auf dem Startbildschirm auswählen oder auf die Verknüpfung zu Alerts drücken (Abbildung 0-17).

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



**Abbildung 0-17: Seite Active Alerts (Aktive Warnmeldungen)**

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 laufend und löschen sich selbst. Siehe Abschnitt 0.

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 0-18). Warnmeldungen können allerdings wieder erscheinen, sollte der auslösende Zustand weiterhin bestehen. Für Hilfestellung bei der Fehlersuche, siehe Abschnitt 0.

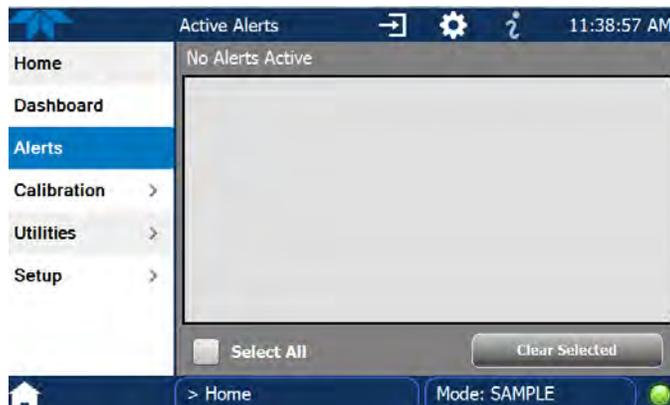


Abbildung 0-18: Aktive Warnmeldungen gelöscht

Warnmeldungen und Ereignisse bleiben in dem Verlauf unter Utilities>Alerts Log (Abbildung 0-19).

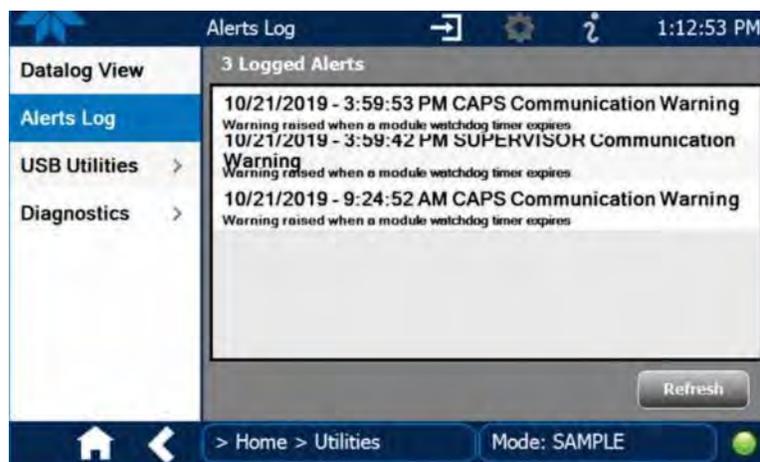


Abbildung 0-19: Utilities>Alerts Log - Aktive und vergangene Warnmeldungen und Ereignisse

## CALIBRATION (KALIBRIERUNG)

Das Kalibrier-Menü wird für Nullpunkt/Empfindlichkeit/Multipoint- und externe Kalibrierungen mit eingebauten Ventiloptionen verwendet. Die Kalibrier-Vorgänge werden in Abschnitt 0 beschrieben.

## UTILITIES

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

**Tabelle 0-7: Beschreibung der Untermenüs in Utilities**

UTILITIES MENÜ	BESCHREIBUNG
<b>Datalog View</b>	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 Konfigurieren und Betreiben des Dataloggers finden Sie in Abschnitt 0).
<b>Alerts Log</b>	Zeigt einen Verlauf der Warnmeldungen, die durch voreingestellte und benutzerkonfigurierte Ereignisse ausgelöst wurden (Konfiguration von Ereignissen in Abschnitt 0).
<b>USB Utilities</b>	Hat bei Anschluss eines Flash-Laufwerks an der USB-Schnittstelle auf der Frontplatte des Geräts mehrere Zwecke: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herunterladen von Daten vom Datenerfassungssystem (DAS) des Geräts, dem Datalogger, auf ein Flash-Laufwerk (Abschnitt 0)</li> <li>• Durchführen von Firmware-Updates (Abschnitt 0)</li> <li>• Kopieren von Gerätekonfigurationen von/auf andere Geräte (Abschnitt 0)</li> <li>• Herunterladen eines Funktionalitäts-Berichts (Abschnitt 0).</li> </ul>
<b>Diagnostics</b>	Ermöglicht den Zugang zu verschiedenen Seiten, die eine Fehlersuche ermöglichen.
Analog Outputs (Option)	Zeigt die Spannungs- oder Stromsignale für ausgewählte Funktionen an, konfiguriert im Menü Setup>Analog Outputs. (Abschnitt 0 enthält die Verbindungen der Rückwand).
Digital I/O (Option)	Zeigt an ob bestimmte Funktionen an- oder ausgeschaltet sind. Die Eingangssteuerungen sind unveränderlich; die Ausgangssteuerungen und Relais sind über das Menü Setup>Digital Outputs konfigurierbar. (Abschnitt 0 enthält die Verbindungen der Rückwand).
Manueller AREF	20 Minuten nach dem Hochfahren sowie regelmäßig auch danach im Modus Sample führt der Analysator eine Hintergrundmessung durch (Auto Reference bzw. AREF genannt), wobei das Messgas durch einen internen Aktivkohlereiniger vor dem AREF-Ventil geleitet wird. Diese Messung wird nun für die Korrektur des Basisliniendriffs verwendet. Vor der Erst-Kalibrierung wird ein manueller AREF empfohlen (Abschnitt 0) sowie nach allgemeinen Wartungsarbeiten. Beachten Sie, dass der AREF während einer Kalibrierung deaktiviert wird, wenn das Gerät länger als eine Kalibrierung normalerweise dauern würde im Kalibriermodus (CALZ oder CALS) bleibt. Um sicherzugehen, dass der AREF aktiviert ist, kehren Sie nach einer Kalibrierung in den SAMPLE-Modus zurück.
O3 Gen Override	Wird verwendet, um sich bei Bedarf über den Status des Ozongenerators hinwegzusetzen, wie beispielsweise für Wartungen (Abschnitt 0).

## SETUP

Im Menü Setup können verschiedene Eigenschaften, Funktionen und die Datenaufzeichnung des Geräts konfiguriert werden. Abschnitt 0 enthält weitere Informationen über die Untermenüs von Setup.

## MENÜS SETUP: SOFTWARE-KONFIGURATION

Das Menü Setup wird verwendet, um die Software-Funktionen des Geräts zu konfigurieren, Informationen über den Zustand des Geräts zu sammeln und Daten vom internen Datenerfassungssystem (DAS), dem Datalogger, einzusehen. Sind die Einstellungen vorgenommen, können die gespeicherten Konfigurationen über das Menü Utilities>USB Utilities auf ein USB-Laufwerk heruntergeladen werden und auf andere Geräte des gleichen Modells übertragen werden (Abschnitt 0).

### SETUP>DATA LOGGING (DATA ACQUISITION SYSTEM, 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 0-20 zeigt einen neuen Eintrag; Abbildung 0-21 zeigt einen vorhandenen Beispiel-Eintrag, der geändert und gelöscht werden kann. enthält anschauliche Anweisungen zum Erstellen eines neuen Dateneintrags, Abschnitt 0 und 0 enthalten weitere Informationen.

Um erfasste Gerätedaten auf ein Flash-Laufwerk zu speichern, siehe Abschnitt 0.

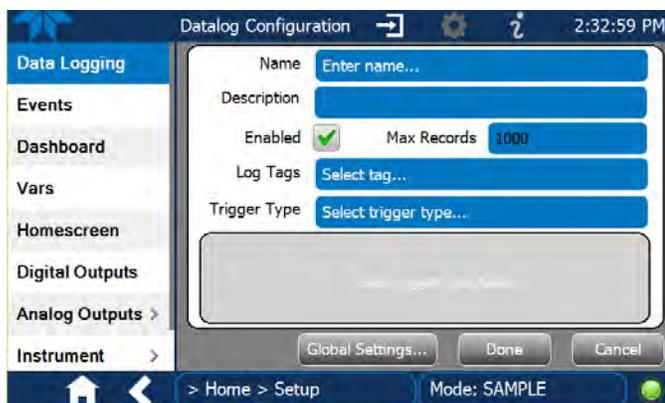


Abbildung 0-20: Datalogger-Konfiguration, Seite Neuer Dateneintrag (New Log)

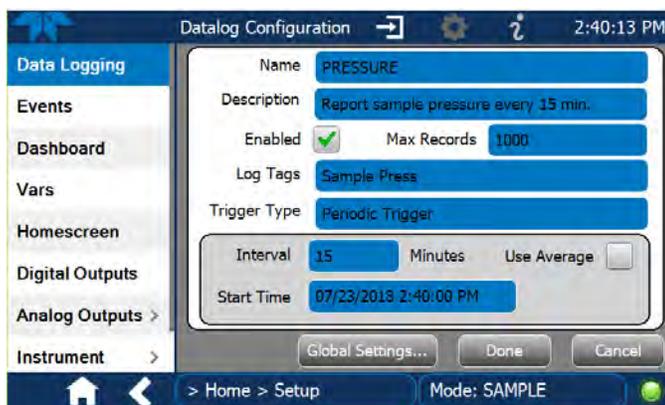
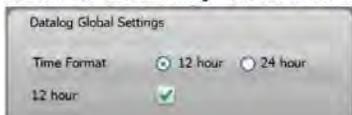


Abbildung 0-21: Datalogger Konfiguration, Bestehender Dateneintrag (Existing Log)



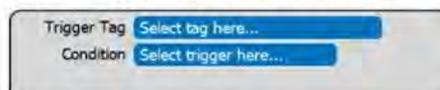
Drücken Sie "Global Settings" um das Zeitformat zu wählen.



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



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



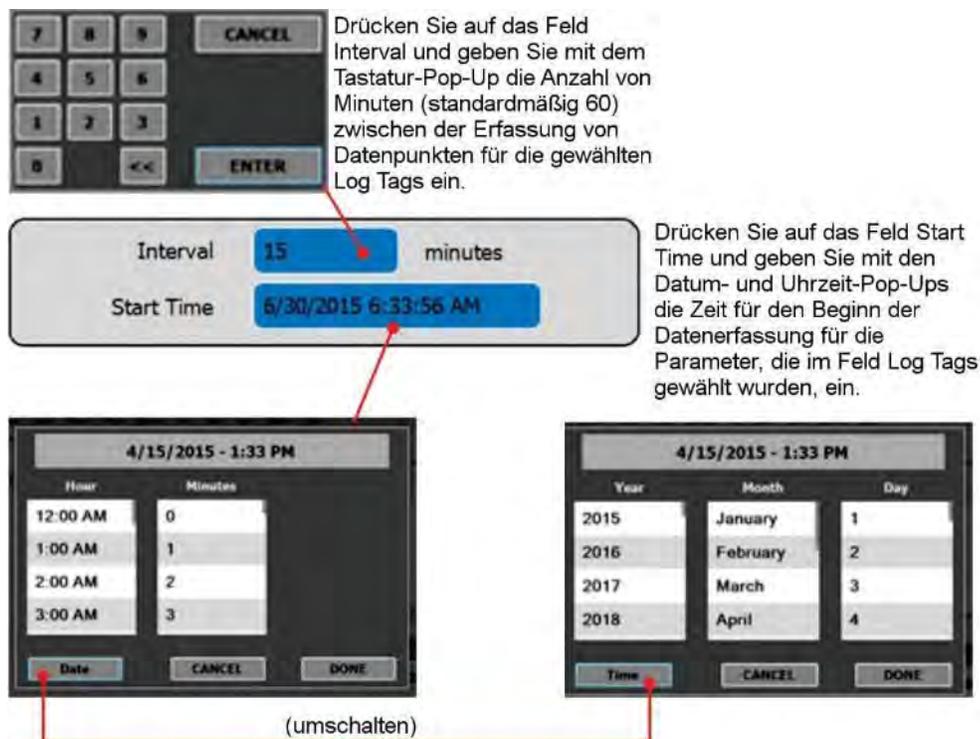
(Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt über das Konfigurieren der Auslöser-Arten.)

**Abbildung 0-22: Erstellen eines neuen Dateneintrags**

Die Parameter, die in der Liste Log Tags verfügbar sind, enthalten die Namen der Ereignisse, die auf der Seite Events (Abschnitt 0) eingestellt wurden.

## 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, das 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 0-23: Einstellung der periodischen Auslöser im Datalogger

## AUSLÖSER-ARTEN KONFIGURIEREN: KRITERIEN-GEBUNDENE AUSLÖSER

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

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

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



**Abbildung 0-24: Einstellung der Kriterien-gebundenen Auslöser im Datalogger**

## HERUNTERLADEN VON DATEN DES DAS (DATENERFASSUNGSSYSTEMS)

Unter Utilities>USB Utilities>DAS Download können Gerätedaten auf ein Flash-Laufwerk gespeichert werden, wie hier gezeigt.

1. 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.

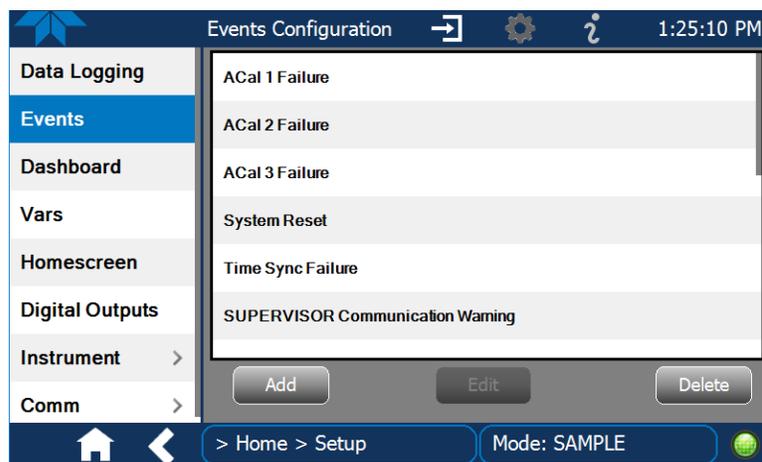


**Abbildung 0-25: Seite DAS Download**

2. Bestimmen Sie einen Zeitraum oder laden Sie alle gesammelten Daten herunter.
3. Drücken Sie auf die Taste Download. Wenn der Download abgeschlossen ist (sichtbar in Feld Status), drücken Sie die Taste “Done” (vorher als “Cancel” zum Abbruch angezeigt) und entfernen Sie das Speichermedium.

## SETUP>EVENTS

Ereignisse sind Vorkommnisse, die in Bezug zu einer Betriebsfunktion stehen, und lösen Warnmeldungen (Benachrichtigungen) aus (Abschnitt 0). Ereignisse können diagnostische Informationen über das Gerät liefern, üblicherweise „Warnings“ (Warnungen) genannt, oder zusätzliche Funktionen bieten, wie beispielsweise Messwertalarme. 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 0-26) im Menü Setup aufgelistet.



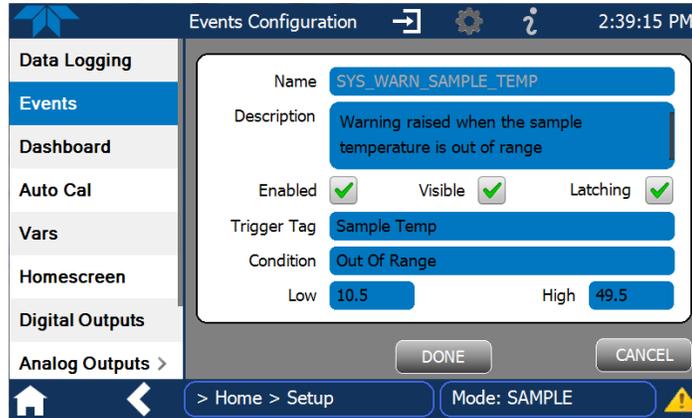
**Abbildung 0-26: Ereignisliste**

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 0-26) zugreifen. Drücken Sie ADD um ein neues Ereignis zu erstellen (siehe für Details) oder wählen Sie ein bestehendes Ereignis und bearbeiten (Edit) oder löschen (Delete) Sie es (Abbildung 0-29).



**Abbildung 0-27: Konfiguration von Ereignissen**

- Enabled  bestimmt, 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 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, selbst dann, 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 manuell 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 0-28: Beispiel konfiguriertes Ereignis**

### BEARBEITEN ODER LÖSCHEN EINES EREIGNISSES

Wählen Sie ein Ereignis aus der Liste (Abbildung 0-26) und drücken Sie auf die Taste Edit um die Details dieses Ereignisses einzusehen oder zu ändern (Abbildung 0-28), oder drücken Sie auf die Taste Delete um das Ereignis zu löschen.



**Abbildung 0-29: Bearbeiten oder Löschen eines Ereignisses**

## EREIGNISSE ALS AUSLÖSER FÜR DATENAUFZEICHNUNG

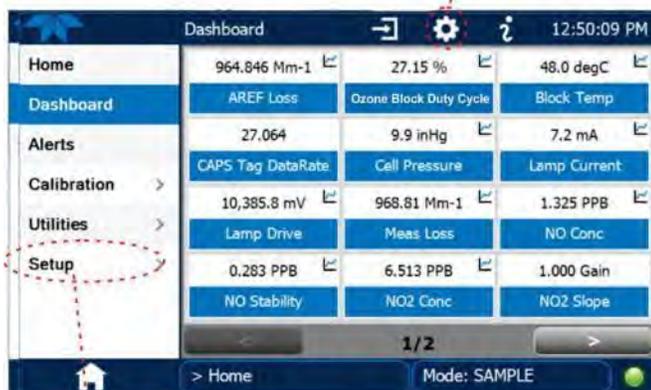
Ereignisse können verwendet werden, um als benutzerdefinierte Auslöser für Datenerfassungsfunktionen zu dienen. Der Name, der in das Feld „Name“ der Seite Events Configuration eingegeben wird, wird in der Liste Log Tags auf der Seite Datalog Configuration angezeigt. Der Datalogger wird in Abschnitt 0 behandelt.

## SETUP>DASHBOARD

Von der Seite Dashboard ausgehend drücken Sie entweder auf die Konfigurations-Verknüpfung oder gehen Sie zu Setup>Dashboard.



Bearbeiten der Konfiguration:



Um einen Parameter zum Dashboard hinzuzufügen, wählen Sie in der Liste "Available Tags" und drücken Sie den Pfeil nach rechts. (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.



Abbildung 0-30: Dashboard-Anzeige und Konfiguration

## SETUP>AUTOCAL (MIT VENTILOPTION)

AutoCal ist nur bei eingebauten Ventiloptionen verfügbar (siehe Abschnitt 0).

## SETUP>VARS

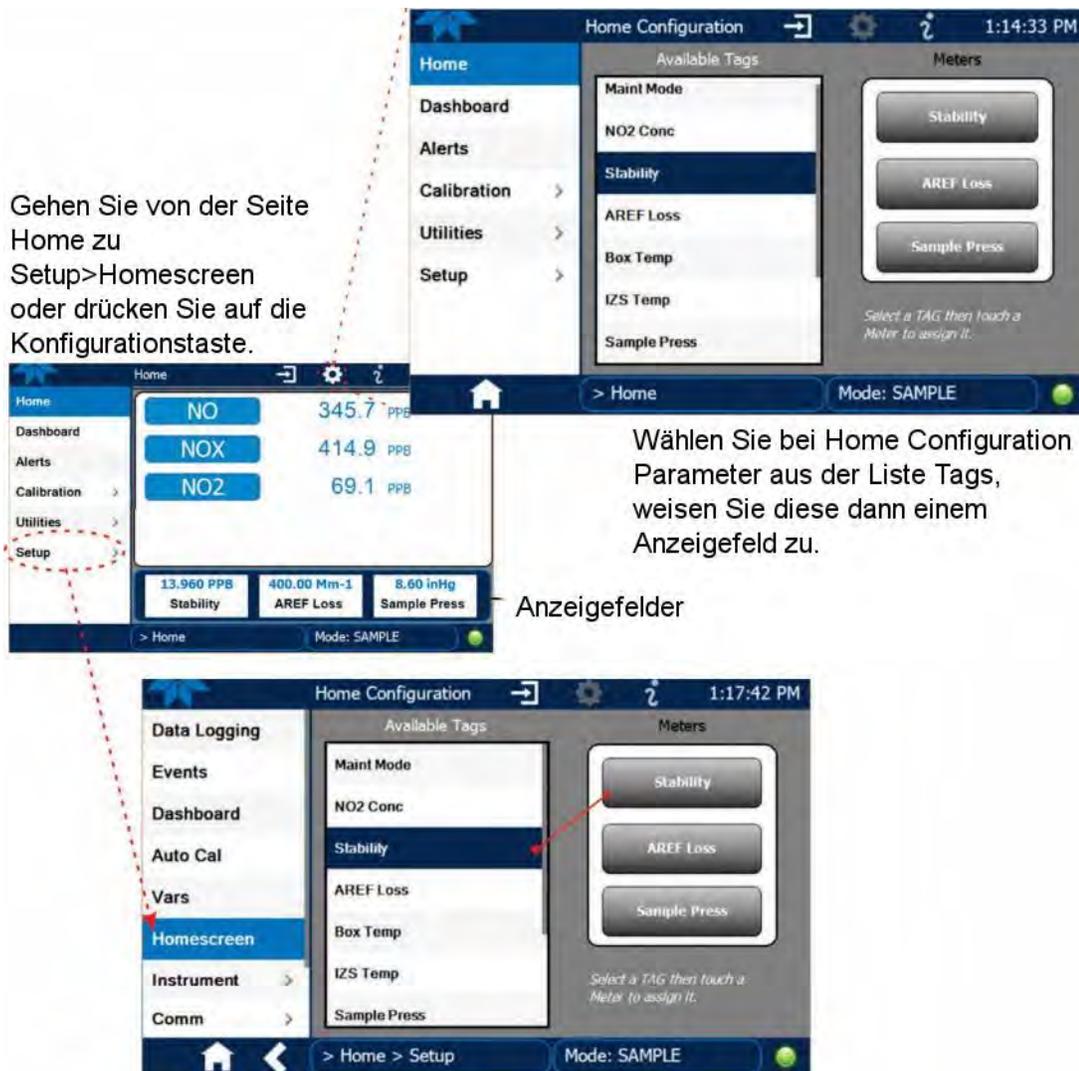
Vars sind Software-Variablen, die Betriebsparameter bestimmen, welche automatisch von der Firmware des Geräts festgelegt und vom Benutzer über dieses Menü einstellbar sind. Gehen Sie in das Menü um die Liste der Variablen zu sehen; wählen Sie eine Variable, um ihre Beschreibung zu sehen; drücken Sie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

**Tabelle 0-8: Liste der Variablen mit Beschreibung**

VARIABLE	BESCHREIBUNG
Diese Liste enthält einige der üblichsten Variablen; beim Auswählen einer Variable in der NumaView™-Software wird deren Beschreibung im Informationsfeld rechts davon angezeigt. Abhängig von der jeweiligen Konfiguration können einige, alle oder weitere Variablen in dem Menü Vars Ihres Geräts erscheinen.	
Background Periodic Report Upload	Aktiviert/Deaktiviert den Upload von Funktionalitätsberichten an eine „Cloud“ des TAPI technischen Supports. (Die Häufigkeit kann unter Setup>Vars>Report Upload Interval geändert werden.)
Conc Precision (oder PRIGAS/SECGAS Precision)	Stellt die Anzahl der Dezimalstellen bei der Anzeige von der Konzentration und Stabilität des primären Gases ein. („PRIGAS“ = primäres Gas mit zwei oder mehr anderen Gasen; „SECGAS“ = sekundäres Gas)
Daylight Savings Enable	Aktivieren oder deaktivieren der Sommer-/Winterzeit-Umstellung (siehe auch Setup>Instrument>Date/Time Settings).
Dilution Factor (Option)	Kompensationsfaktor bei Anwendungen, bei denen die Konzentrationen von Abgasen mittels Verdünnung ermittelt werden. Ist der Grad der Verdünnung bekannt, wird dieser bei der Berechnung der NO, NO <sub>2</sub> und NO <sub>x</sub> -Messwerte berücksichtigt. Die am Display angezeigten und über die verschiedenen Ausgänge ausgegebenen Werte entsprechen dann dem unverdünnten Gas.  Stellen Sie die entsprechende Messeinheit ein (Setup>Vars>User Units). 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. 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). 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.
Dynamic Span Enable	Dynamic Span passt automatisch Nullpunktversatz (Offset) und Verstärkungsfaktor (Slope) bei NO <sub>2</sub> und NO <sub>x</sub> an, wenn mit AutoCal eine automatische Endpunktskalibrierung durchgeführt wird (Abschnitt 0).
Dynamic Zero Enable	Dynamic Zero justiert automatisch den Nullpunktversatz (Offset) und Verstärkungsfaktor (Slope) bei NO <sub>2</sub> und NO <sub>x</sub> , wenn mit AutoCal eine automatische Nullpunktskalibrierung durchgeführt wird (Abschnitt 0).
Instrument ID	Hier kann man dem Gerät eine einzigartige Identifikationsnummer für Verbindungen mit anderen Geräten im gleichen Ethernet-LAN, oder für die Verwendung von MODBUS-Protokollen geben.
Measure Mode	Stellt den Gasmessungs-Modus ein.
Ozone Lamp Setpoint	(Die Adjustierung ist abhängig von einer niedrigen Titrationseffizienz, Abschnitt 0)
System Hours	System-Laufzeit - absolute Anzahl an Stunden
Titrationseffizienz	Wird verwendet, um die Effizienz der Ozon-Titration in NO zu überprüfen oder zu kalibrieren (Abschnitt 0).

## SETUP>HOMESCREEN

Um einen Parameter („tag“) zu wählen, der in einem der drei Anzeigefelder unten in angezeigt werden soll, gehen Sie zu der Konfigurationsseite des Home-Bildschirms entweder über das Menü Setup>Homescreen oder über die Seite Home mit dem Konfigurations-Icon (Abbildung 0-31).



**Abbildung 0-31: Konfiguration des Homescreens**

Eine Übersicht über den Startbildschirm finden Sie in Abschnitt 0, inklusive Abbildung 0-14 und Abbildung 0-15.

## SETUP>DIGITAL OUTPUTS(OPTION)

Legen Sie die Funktion jedes Digitalausgangs fest (über den rückseitigen Anschluss der digitalen Ein- und Ausgänge verbunden, Abbildung 0-5) indem Sie jedem Ausgang eine Auswahl der verfügbaren „Signalen“ zuweisen. Erstellen Sie benutzerdefinierte „Signale“ im Menü Setup>Events (Abschnitt 0). Die drei Relais können ebenfalls verbunden werden und Funktionen ihnen zugewiesen bekommen.

Um den Digitalausgängen Signalen zuzuweisen, wählen Sie einen Pin in der Liste Outputs (DO1 bis DO5), 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). Nehmen Sie die Zuweisungen für die digitalen Relais auf die gleiche Weise vor.

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

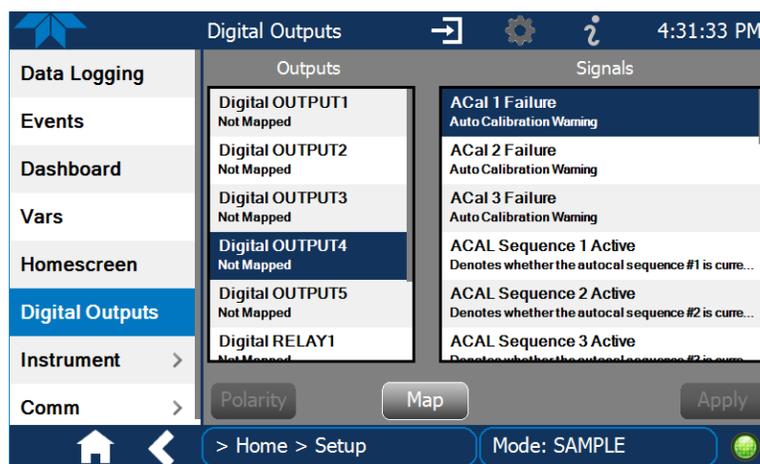


Abbildung 0-32: Einstellen der Digitalausgänge

## SETUP>ANALOG OUTPUTS(OPTION)

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

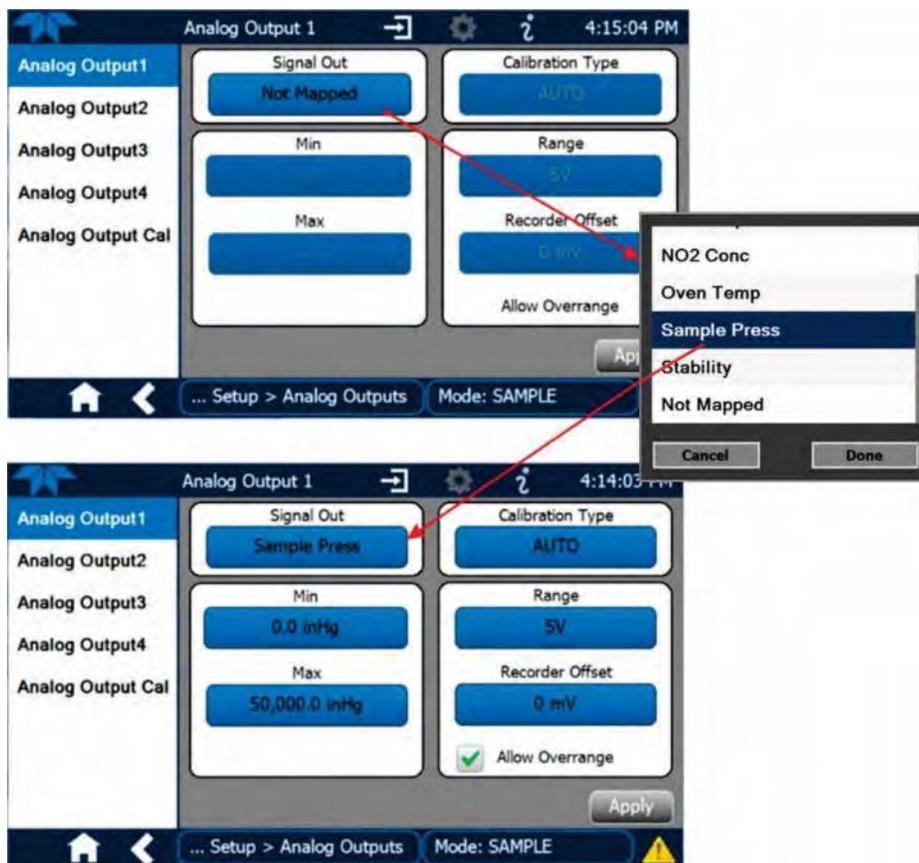


Abbildung 0-33: Beispielkonfiguration der Analogausgänge

Beachten Sie für die folgenden Einstellungen in jedem der Felder:

- 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 0-34) der Analogausgänge (kann nicht gewählt werden, wenn Current – Stromausgang als Bereich ausgewählt ist)
  - MANUAL für individuelle Kalibrierungen (Abbildung 0-35) der Analogausgänge, bei denen manuelle Anpassungen vorgenommen werden können (wenn Current - Stromausgang als Bereich ausgewählt ist, ist nur diese Kalibrierungsart möglich). Siehe Abschnitte 0 und 0.
- Range (Bereich): Weisen Sie eine Spannung zu oder wählen Sie Current (siehe Tabelle 0-9).
- Recorder Offset (Nullpunktversatz): fügen Sie einen Nullpunktversatz hinzu, um leicht negative Messwerte verursacht durch Drift oder Signalrauschen 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 0-34: Gruppenkalibrierung der Analogausgänge

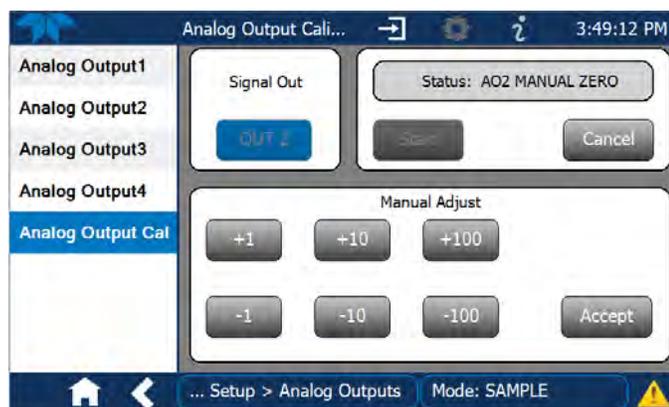


Abbildung 0-35: Manuelle Kalibrierung der Option Analogausgänge (Beispiel AO2)

Tabelle 0-9: Spannungs-/Strombereich der Option Analogausgänge

BEREICH <sup>1</sup>	BEREICHSSPANNE	KLEINSTER WERT	MAXIMALER WERT
5 V	0-5 VDC	- 1 VDC	6 VDC
10 V	0-10 VDC	- 2 VDC	12 VDC
Strom	4-20 mA	3 mA	21 mA

<sup>1</sup> Jeder Bereich ist von -5% bis +5% des Bereichs verwendbar.

Bei manuellen Kalibrierungs-Anpassungen siehe Abschnitt 0 für Spannung und Abschnitt 0 für Strom.

### MANUELLE KALIBRIERUNG DES SPANNUNGSBEREICHS DER ANALOGAUSGÄNGE (OPTION)

Es ist möglich, die Spannungen manuell mit einem auf den Ausgängen angeschlossenen Voltmeter (Abbildung 0-36) zu kalibrieren, und die Ausgangs-Signallevel zu ändern, wenn Manual im Feld Calibration Type der Seite Analog Outputs ausgewählt ist (Abbildung 0-35).

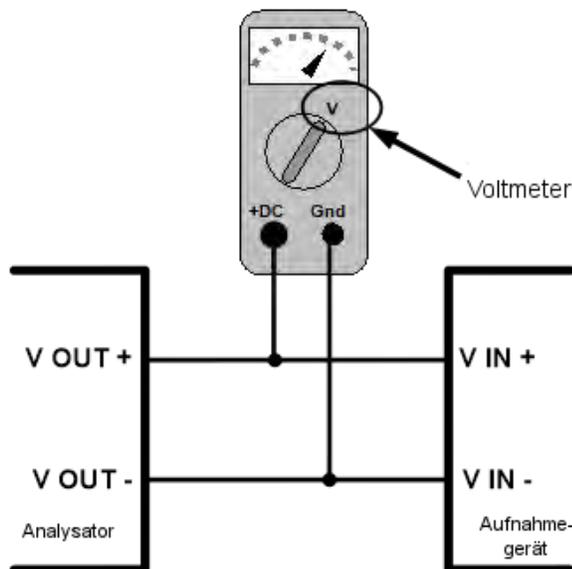


Abbildung 0-36: Einstellungen zum Überprüfen/Kalibrieren der DVC Analogausgangs-Signallevel

### MANUELLE ANPASSUNG DES STROMBEREICHS DER OPTION ANALOGAUSGÄNGE

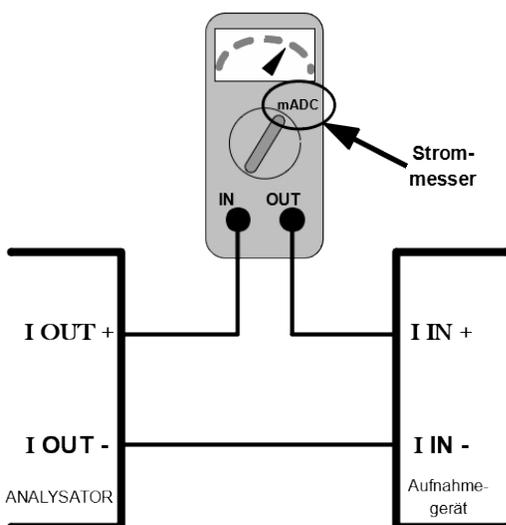
Diese Option ändert den normalen DC-Spannungsausgang zu einem 4-20 mA Signal. Das Anpassen der Nullpunkts- und Endpunkts-Signallevel der Stromschleife wird durch das Erhöhen oder Senken des D-zu-A-Umwandlers vorgenommen. Dies erhöht oder senkt das von der Stromschleife produzierte Ausgangssignal.

Die Software ermöglicht, dass diese Veränderung in Schritten von 100, 10 oder 1 vorgenommen werden. Da die exakte Einstellung von Ausgang zu Ausgang und Gerät zu Gerät variiert, müssen Sie die Veränderung des Signallevels mit einem separaten, mit dem Ausgang in Serie geschalteten Strommessgerät messen. Siehe für die Pinbelegung und ein Diagramm des Analogausgang-Anschlusses.



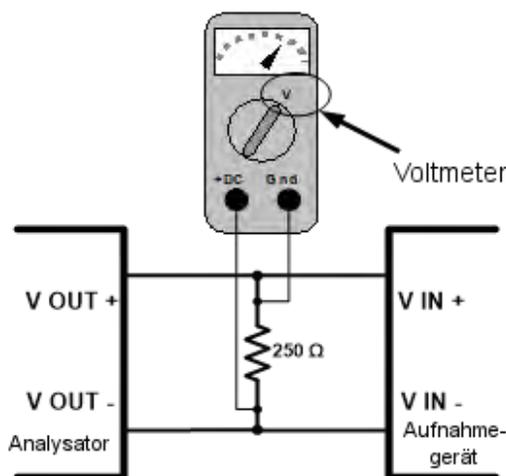
#### ACHTUNG!

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



**Abbildung 0-37: Einstellungen zum Überprüfen/Kalibrieren der Signallevel der Stromschleife**

Eine alternative Methode zum Messen der Leistung des Stromschleifenumwandlers ist, einen 250 Ohm  $\pm 1\%$ -Widerstand anstatt dem Amperemeter anzuschließen (siehe Abbildung 0-4 für Pinbelegung und Diagramm des Analogausgangs-Anschlusses). Dies ermöglicht die Verwendung eines Voltmeters beim Widerstand, um den Ausgangsstrom als Gleichspannung zu messen.



**Abbildung 0-38: Alternative Anordnung unter Verwendung eines 250Ω Widerstands zum Überprüfen des Stromausgangs**

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

**Tabelle 0-10: Überprüfen der Stromschleifen-Ausgänge**

% der Gesamtskala	Spannung beim Widerstand für 4-20 mA
0	1000 mVDC
100	5000 mVDC

## SETUP>INSTRUMENT

Wie in Tabelle 0-11 beschrieben; Einsicht von Produkt- und Systeminformationen sowie Netzwerkeinstellungen. Hier können Netzwerkeinstellungen geändert und bestimmte Wartungsarbeiten durchgeführt werden.

**Tabelle 0-11: Setup>Instrument Menü**

MENÜ	BESCHREIBUNG
Product Info	Einsicht von Modell-, Teile- und Seriennummer, Treiberversion sowie Informationen über Optionen.
System Info	Informationen über Windows und RAM.
Network Settings	Einsicht der Netzwerkeinstellungen (konfigurierbar über das Menü Setup>Comm>Network Settings).
Date/Time Settings	Stellen Sie Datum und Uhrzeit ein, wählen Sie eine Zeitzone und ob die Sommerzeit/Winterzeit - Umstellung automatisch berücksichtigt werden soll. (Hierzu auch Setup>Vars>Daylight Savings Enable). *Ändern der Zeitzone erfordert besondere Vorgangsweisen; siehe Abschnitt 0.
NTP Time Settings	Konfigurieren der NTP-Einstellungen (Network Time Protocol) für den automatischen Zeitabgleich mit einem Zeitserver.
Language	Wählen Sie eine der verfügbaren Sprachen aus.
Remote Update	Ist ein Instrument mit einem Netzwerk mit Internetzugang verbunden, folgen Sie den Anleitungen auf der Seite „Remote Updates“ um nach Software-/Firmware-Updates zu suchen und diese zu aktivieren. (Weitere Informationen in Abschnitt 0).

## SETUP>COMM (KOMMUNIKATION)

Dieses Menü ist zum Festlegen der verschiedenen Kommunikationseinstellungen.

### COM1

Konfigurieren Sie die Schnittstellen COM für den Betrieb in einer der in Tabelle 0-12 aufgelisteten Modi.

**Tabelle 0-12: COM1 Setup**

MODUS	BESCHREIBUNG
Baud Rate	Stellen Sie die Baudrate ein.
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 das Protokoll - Modus MODBUS RTU verwenden. In diesem Fall wählen Sie nur HARDWARE oder OFF) oder HARDWARE für CTS/RTS-Übertragungsüberwachung. (Diese Art von Datenübertragungsüberwachung wird üblicherweise bei Modems oder Terminal-Emulationsprotollen verwendet.) Oder schalten Sie „Handshaking“ auf OFF.

MODUS	BESCHREIBUNG
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-Befehl ein, um die Kommunikation mit dem Modem zu aktivieren.
Parity	Wählen Sie ungerade, gerade oder keine Parität (üblicherweise eingestellt in Kombination mit Datenbits und Stoppbits).
Protocol	Achten Sie beim MODBUS-Protokoll auf die Hinweise bezüglich dem Modus Handshaking dieser Tabelle; MODBUS-Register finden Sie in Anhang A dieses Manuals. Weitere Informationen finden Sie unter <a href="http://www.modbus.org">www.modbus.org</a> .
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 verlangt werden.
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).

## TCP PORT1

Der TCP Port 1 ermöglicht die Wahl, ob die Eingabeaufforderung angezeigt werden soll, die den Port 1-Nummer für die Festlegung als Terminal Steuer-Port ändert. Mit diesem Port kann die Terminal-Emulationssoftware das Gerät ansprechen und über Internet oder NumaView™ Fernsteuerungs-Software zugegriffen werden, und Sicherheit dieser Schnittstelle aktiviert/deaktiviert werden.

## TCP PORT2

Der TCP Port2 ist mit der Schnittstellenummer für MODBUS konfiguriert (Register finden Sie in Anhang A).

## 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 Protokolls (DHCP) eingestellt. Die meisten Anwender möchten eine statische IP-Adresse vergeben: Drücken Sie dazu auf die Taste Static um manuell eine statische IP-Adresse zuzuweisen (sprechen Sie mit Ihrem Netzwerkadministrator und finden Sie weitere Informationen in Tabelle 0-13).



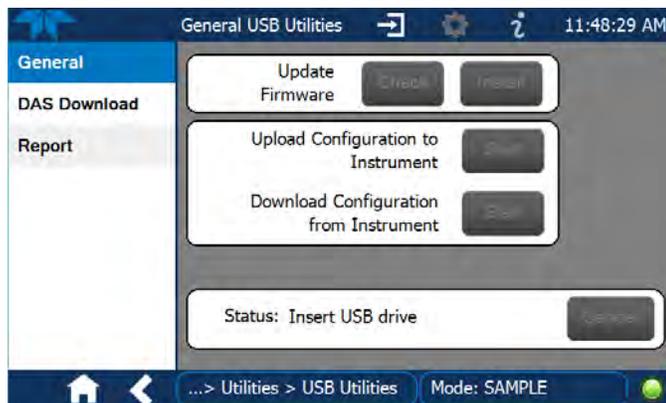
**Abbildung 0-39: Kommunikations-Konfiguration, Netzwerk-Einstellungen**

**Tabelle 0-13: LAN/Ethernet-Konfiguration**

EIGENSCHAFT	BESCHREIBUNG
<b>IP Address</b>	Eine Reihe von vier Paketen von jeweils 1 bis 3 Zahlen (z.B. 192.168.76.55) ist die Internet-Adresse des Geräts selbst.
<b>Subnet Mask</b>	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.
<b>Default Gateway</b>	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 Zugang zum Internet oder einem anderen Netzwerk verwendet wird.

## 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 0-40: Konfigurations-Übertragung**

1. Gehen Sie im Ursprungsgerät auf die Seite General unter Home>Utilities>USB Utilities>General.
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 die Seite General unter Utilities>USB Utilities>General.
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 to Instrument“.
8. Zeigt das Feld Status an, dass der Download abgeschlossen ist, entfernen Sie das Flash-Laufwerk.

## KOMMUNIKATIONEN UND FERNSTEUERUNG

Bei den rückseitigen Anschlüssen befindet sich ein Ethernet-Anschluss und eine Schnittstelle für serielle Kommunikation. Anleitungen zur Verbindung sind in Abschnitt 0 zu finden. Anleitungen zur Konfiguration sind in Abschnitt 0 zu finden.

Die Datenerfassung wird über den Datalogger eingestellt (Abschnitt 0).

## SERIELLE KOMMUNIKATION

Die rückseitige COM-Schnittstelle ist für das RS-232-Protokoll eingestellt (standardmäßige Konfiguration ist DCE RS-232), kann aber auch für DTE RS-232 oder halbduplex RS-485-Betrieb eingestellt werden (Abschnitt 0)

Verwenden Sie das Menü SETUP>COMM um die Kommunikationseinstellungen für die COM-Schnittstelle unter Berücksichtigung von einzusehen oder zu ändern.

## ETHERNET

Bei der Verwendung der Ethernet-Schnittstelle kann der Analysator mit jedem standardmäßigen Ethernet-Netzwerk über günstige Netzwerk-Hubs, Switches oder Router verbunden werden. 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 0-1: Ethernet Status-Indikatoren**

LED	FUNKTION
Grün (Verbindung)	Leuchtet, wenn die LAN-Verbindung funktionsfähig ist.
Gelb (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 0 für Anweisungen zur Konfiguration.

## NUMAVIEW™ REMOTE

Beachten Sie für die ferngesteuerte Ausführung und Datenerfassung über eine Ethernet-Verbindung den „NumaView™ Remote Software User Guide“, PN 08492, auf der Teledyne Website.

## CALIBRATION (KALIBRIERUNG)

Dieser Abschnitt teilt sich in folgende Unterabschnitte auf:

**ABSCHNITT 0 - Wichtige Informationen vor der Kalibrierung:** enthält wichtige Informationen, die Sie vor dem Kalibrieren des Geräts wissen sollten.

**ABSCHNITT 0 - Kalibrierungen:** beschreibt die manuelle Überprüfung der Kalibrierung und die Durchführung der tatsächlichen Kalibrierung des Geräts.

**ABSCHNITT 0 - Automatische Überprüfung/Kalibrierung von Nullpunkt/Endbereich (Auto Cal):** 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 0 – Überprüfung/Kalibrierung der Titrationseffizienz (TE):** beschreibt die Kompensation für Titrationseffekte.

**ABSCHNITT 0 – EN – konformer Betrieb:** enthält Verweise zur Website von der US EPA für Informationen über Kalibrierungen nach EPA-Protokollen.

## WICHTIGE INFORMATIONEN VOR DER KALIBRIERUNG

### Hinweis

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

## VORAUSSETZUNGEN FÜR DIE KALIBRIERUNGEN

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

- Nullgasgenerator (z.B. T701)
- Prüfgasquelle
- Gasleitungen - alle Gasleitungen sollten aus Edelstahl oder Teflon-artigem Material (PTFE oder FEP) bestehen.
- Um Oxidation von hochkonzentriertem NO<sub>2</sub>-Gas zu vermeiden, das über weite Distanzen geleitet wird, werden möglicherweise Edelstahlleitungen benötigt, da O<sub>2</sub> in die Leitungen diffundieren könnte.

Optionale Ausrüstung:

Kalibrator mit Photometer-Option (z.B. T700U) um eine Empfindlichkeitskalibrierung mit NO und GPT beim Analysator durchzuführen.

Ein Aufnahmegerät wie ein Linienschreiber und/oder ein Datalogger.

Für elektronische Dokumentation kann das interne Datenerfassungssystem (DAS) verwendet werden. Der Datalogger wird unter Setup>Data Logging konfiguriert; Abschnitt 0.

Die Durchführung der Erstkalibrierung eines Standard-Gerätes unterscheidet sich zu der eines Geräts mit eingebauten Optionen.

- Siehe Abschnitt 0 für Anweisungen für die Erstkalibrierung der Grundausrüstung ohne zusätzlich eingebaute Optionen.
- Siehe Abschnitt 0 für Informationen über das Verwenden und Kalibrieren des Analysators mit Nullgas-/Prüfgas-Ventiloptionen.

**Hinweis**

**Null- und Prüfgase müssen mit der zweifachen Durchflussrate (als für das Gerät angegeben) zugeführt werden.**

## NULLGAS

Nullgas oder Null-Kalibriergas ist definiert als Gas, dessen chemische Zusammensetzung der des zu messenden Mediums ähnelt, aber ohne die vom Analysator gemessenen Gase tatsächlich zu enthalten. Es kann ein Nullgasgenerator, wie z.B. Teledyne APIs Modell 701, verwendet werden.

## KALIBRIERGAS/PRÜFGAS

NO<sub>2</sub>-Kalibriergas aus der Flasche wird mithilfe eines T700-Kalibrators eigens dafür gemischt, um der chemischen Zusammensetzung des zu messenden Gastyps zu gleichen und sollte in eine Konzentration in der Nähe des verwendeten Messbereichs aufweisen. Somit wird empfohlen, Prüfgas mit einer Konzentration von etwa 80% des vollen Messbereichs Ihrer Anwendung zu verwenden.

Alternativ kann ein Kalibrator mit einer zuverlässigen Ozon-Quelle (z.B. ein Teledyne API T700U mit zertifiziertem Photometer) mithilfe von Gasphasentitration direkt für die Herstellung eines NO<sub>2</sub>-Kalibriergases verwendet werden.



**ACHTUNG!**

**Sollte jemals freies Ozon in der Raumluft erkannt werden, schalten Sie das Gerät aus und kontaktieren Sie so bald wie möglich Ihren Lieferanten.**

## PRÜFGAS FÜR MEHRPUNKTS-KALIBRIERUNG

Einige Anwendungen erfordern eine Mehrpunkts-Kalibrierung, wo dementsprechend verschiedene Prüfgaskonzentrationen erforderlich sind. Dazu empfehlen wir, NO<sub>2</sub>-Gas mit hoher Konzentration mit einem Verdünnungskalibrator zu verdünnen, z.B. Mit dem Teledyne API Model T700. Dieser Kalibrator mischt hochkonzentriertes Gas mit Nullgas, um ein möglichst genaues Prüfgas mit der gewünschten Konzentration zu produzieren. Linearitätsüberprüfungen können bei diesen Modellen automatisiert und auch unbeaufsichtigt über Nacht laufen.

Achten Sie bei der Verwendung von einem Verdünnungssystem um hochkonzentriertes Gas zu niedrigem, umgebungskonzentriertem Gas zu verdünnen, dass die NO<sub>2</sub>-Konzentration

des Referenzgases zu dem Verdünnungsbereich des Kalibrators passt. (Abschnitt 0 enthält Informationen über die Verdünnungs-Option.)

Wählen Sie die NO<sub>2</sub>-Konzentrierung so, dass das Verdünnungssystem in der Mitte seines möglichen Messbereichs arbeitet, und nicht im äußersten Grenzbereich.

BEISPIEL:

- Ein Verdünnungskalibrator mit einem 10-10000 Verdünnungsverhältnis wird kaum fähig sein, ein 5000 ppm NO<sub>2</sub>-Gas auf 500 ppb hochgenau zu verdünnen, da er im Grenzbereich der Durchflusseinstellungen arbeiten würde.
- Ein 100 ppm NO<sub>2</sub>-Gas ist viel besser geeignet, um den Analysator zu kalibrieren (Verdünnungsverhältnis von 200, im Mittelbereich der Möglichkeiten des Systems)

## NO<sub>2</sub>-PERMEATIONSRÖHRCHEN

Teledyne API bietet auch einen optionalen internen Prüfgasgenerator an, der ein NO<sub>2</sub>-Permeationsröhrchen als Prüfgasquelle verwendet. Die Genauigkeit dieser Geräte liegt bei ungefähr ±5%. Dies mag für schnelle, tägliche Funktionskontrollen ausreichend sein, wir empfehlen allerdings, für genaue Kalibrierungen zertifizierte NO<sub>2</sub>-Gase zu verwenden.

### ACHTUNG!

**Unzureichender Gasfluss kann zu Gaskonzentrationen führen, die das Gerät verunreinigen oder eine Gefahr für das Personal darstellen können.**



**Bei abgeschalteten Geräten mit eingebautem Permeationsröhrchen muss 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 betrieben werden, um einen konstanten Gasdurchfluss aufrechtzuerhalten.**

(Siehe Abschnitt 0 für Anleitungen zum Ausbau.)

## 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 auf NIST-Standards rückführbaren Spannungsquellen oder Voltmetern 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 Setup>Data Logger (Abschnitt 0) konfiguriert werden kann.

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

## KALIBRIERUNGEN

Überprüfen Sie die pneumatische Verbindungen für die jeweilige Gerätekonfiguration wie in Abschnitt 0 beschrieben. Zu den Kalibriervorgängen gehört auch das Einstellen der erwarteten Prüfgaskonzentration (siehe Hinweis unten).

Überprüfen Sie die User Units (Messeinheiten) und den Wert Titration Efficiency (TE):

- User Units (Messeinheiten): PPB
- TE ist 96% oder mehr (überprüfen Sie im Dashboard „Titrate Eff“; ist der Wert unter .96 passen Sie ihn im unter Setup>Vars an - siehe Abschnitt 0. Bei  $\geq .96$  ist keine Anpassung notwendig.)

Führen Sie dann die Kalibrierung durch:

- Führen Sie eine Nullpunktkalibrierung mit Nullgas auf den Kanälen für NO<sub>2</sub> & NO<sub>x</sub> durch.
- Führen Sie eine Endpunktkalibrierung auf den Kanälen für NO<sub>2</sub> & NO<sub>x</sub> mit einer bekannten Konzentration von NO<sub>2</sub>-Prüfgas durch.
- Führen Sie eine Überprüfung der Titrationseffizienz (TE) mit einer bekannten Konzentration von NO-Prüfgas durch. Ist die Effizienz gut, ist keine Anpassung des TE-Werts notwendig.

### Hinweis

**Die verwendete Prüfgaskonzentration sollte bei ca. 80% des zu erwarteten Messbereiches entsprechend Ihrer Anwendung liegen.**

Für eine Kalibrierung oder eine Kalibrierungs-Überprüfung der Grundkonfiguration des Geräts, siehe Abschnitt 0.

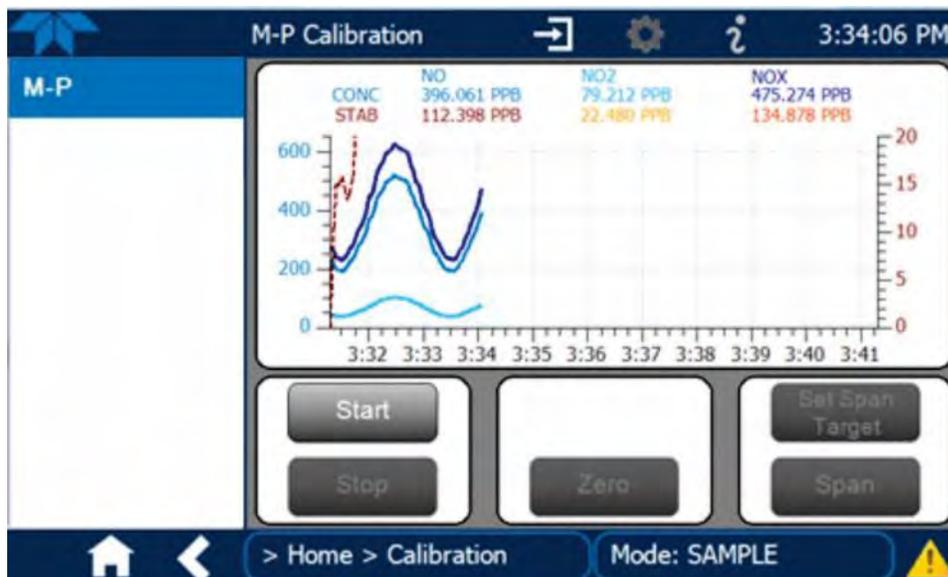
Für eine Kalibrierung oder eine Kalibrierungs-Überprüfung mit eingebauten Ventiloptionen, siehe Abschnitt 0.

Für eine Kalibrierungs-Überprüfung mit internem Prüfgasgenerator, siehe Abschnitt 0.

## KALIBRIERUNGEN UND FUNKTIONSKONTROLLEN FÜR DIE STANDARD-KONFIGURATION

Obwohl dieser Abschnitt das Menü Calibration verwendet, um sowohl Funktionskontrollen als auch die tatsächlichen Kalibrierungen durchzuführen, wird bei Funktionskontrollen das Menü Calibration nicht benötigt. Stattdessen können Sie im Home-Bildschirm einfach Nullgas oder NO<sub>2</sub>-Prüfgas über den Eingang Sample fließen lassen, und nachdem die „Stability“ unter 1,0 ppb gefallen ist (angezeigt im Graphen für das Gas oder im Dashboard) den Messwert überprüfen.

Ansonsten befolgen Sie die Schritte aus den Abschnitten 0 und 0.



**Abbildung 0-1: Seite Mehrpunkt-Kalibrierung**

### 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:
 

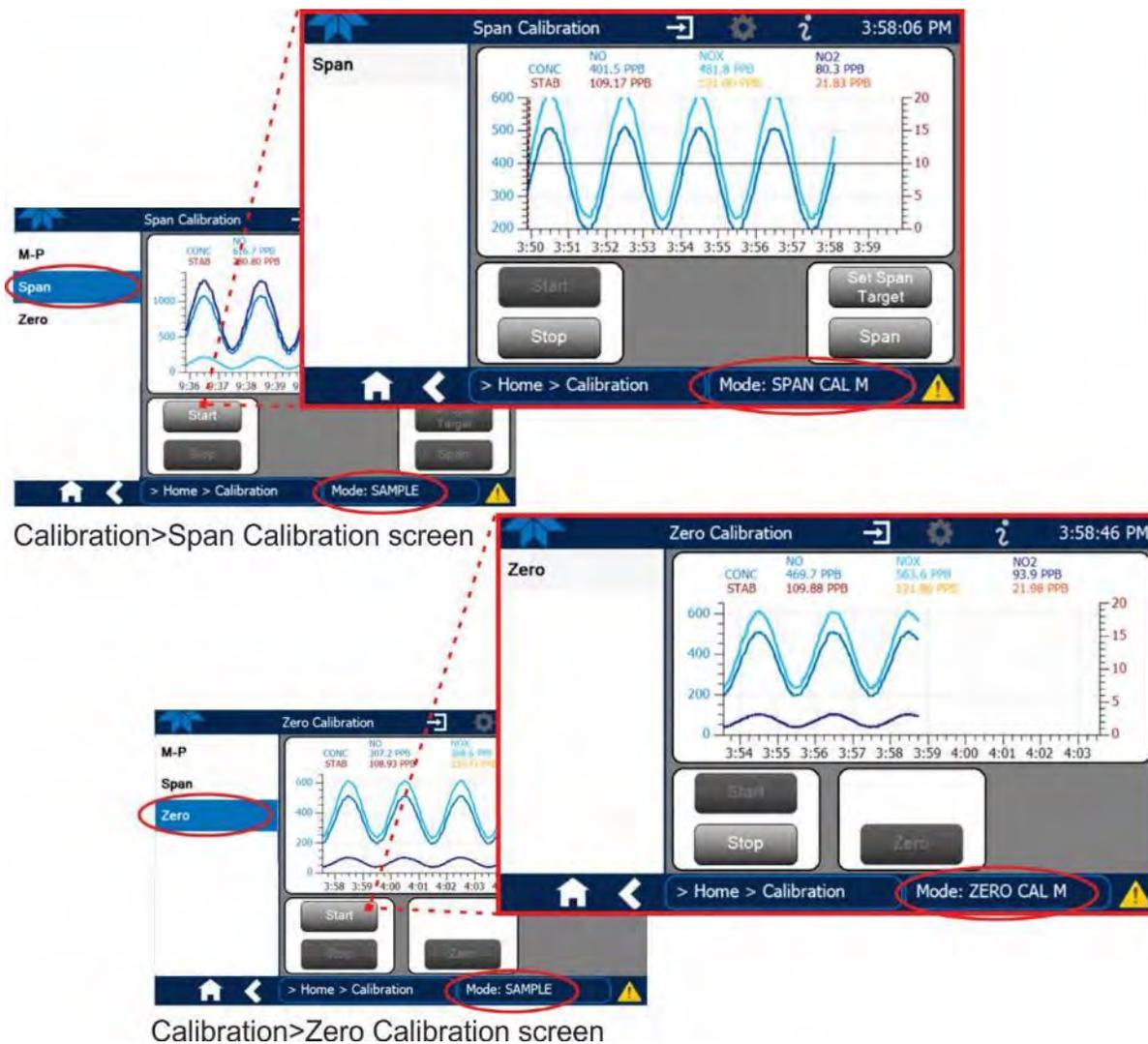
<p><b>NUR ÜBERPRÜFUNG:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Warten Sie, bis sich der Messwert stabilisiert.</li> <li>b. Drücken Sie auf Stop und überprüfen Sie den Messwert.</li> </ol>	<p><b>KALIBRIERUNG:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Drücken Sie auf die Taste Zero.</li>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



## 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<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> ein.
    - b. Überprüfen Sie, ob der Messwert der zugeführten Prüfgaskonzentration entspricht.
    - c. Sind die Werte richtig, warten Sie bis eine entsprechende Stabilität erreicht ist und drücken Sie dann Span.
    - 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.

## KALIBRIERUNG UND FUNKTIONSKONTROLLEN MIT EINGEBAUTER VENTILOPTION



**Abbildung 0-2: Nullpunkt und Empfindlichkeit kalibrieren**

Folgen Sie der Anleitung in Abschnitt 0, gehen Sie aber anstatt zu dem Menü M-P zu dem Menü Calibration>Zero für die Nullpunktkalibrierung und zu dem Menü Calibration>Span für NO<sub>2</sub>-Empfindlichkeitskalibrierung.

### VERWENDUNG DER NULLGAS/PRÜFGAS-VENTILE MIT DER OPTION DIGITALES ERWEITERUNGSBOARD

Mit eingebauter Option Digitales Ein-Ausgangs-Board sind digitale Eingänge für das Steuern von Kalibrierungen und Funktionskontrollen verfügbar. Anweisungen für das Aufsetzen und Verwenden dieser Option sind in Abschnitt 0 beschrieben.

Sind die digitalen Eingänge für mindestens 5 Sekunden aktiviert, wechselt das Gerät in den Modus Nullgas (Zero), niedriger Prüfgasbereich (Low) oder hoher Prüfgasbereich (high), die internen Null-/Prüfgasventile werden automatisch auf die entsprechende Konfiguration eingestellt.

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

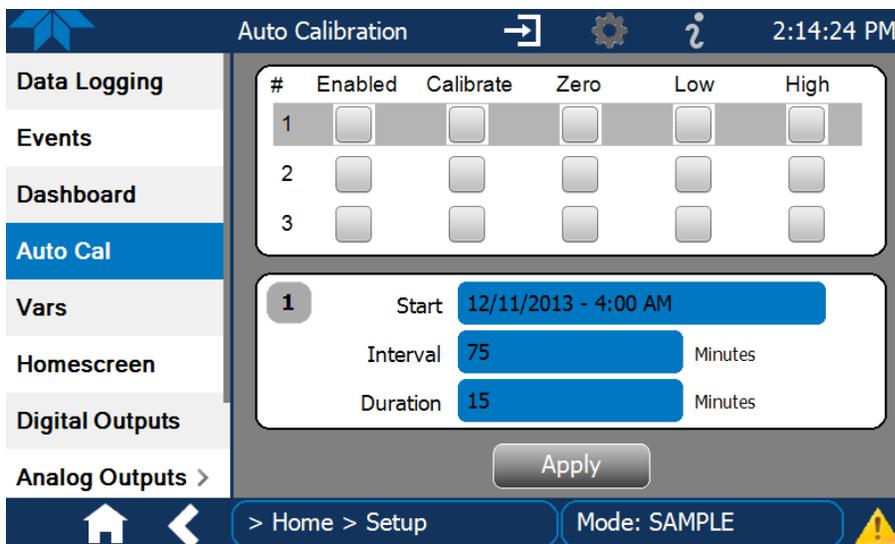
Werden die digitalen Eingänge in Verbindung mit der Funktion AutoCal (siehe Abschnitt 0) verwendet, und der AutoCal-Parameter „Calibrate“ ist aktiviert (das Kästchen ist ausgewählt), kalibriert sich der Analysator nicht neu, BIS der Eingang deaktiviert wird. In diesem Moment werden die neuen Kalibrierungswerte 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.

## AUTOMATISCHE ÜBERPRÜFUNG/KALIBRIERUNG VON NULLPUNKT/ENDBEREICH (AUTO CAL)

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 0-1 und Tabelle 0-2 zeigen, wie man die Betriebszustände jeder Kalibrierung oder Funktionskontrolle einstellt, und Tabelle 0-3 zeigt, wie man die Ausführung dieser einstellt.



**Abbildung 0-3: Seite Auto Cal**

**Tabelle 0-1: AutoCal-Status**

MODUS NAME	AKTION
<b>Aktiviert</b>	<input checked="" type="checkbox"/> aktiviert die Sequenz. <input type="checkbox"/> deaktiviert die Sequenz.
<b>Kalibrieren</b>	<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.
<b>Zero</b>	<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
<b>Low</b>	<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 nicht ausgewählt ist ( <input type="checkbox"/> ). <input type="checkbox"/> deaktiviert die Niedrigbereich-Endbereichskalibrierung und Funktionskontrolle
<b>High</b>	<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"/> ). <input type="checkbox"/> deaktiviert die Hochbereichs-Kalibrierung und Überprüfung.

Tabelle 0-2 wie die Kästchen für Kalibrierungen und Funktionskontrollen aktiviert/deaktiviert sind.

**Tabelle 0-2: AutoCal Kombinationsmöglichkeiten**

MODUS	AKTION	STATUS				
		Aktiviert	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"/>				

Für jede Sequenz gibt es vier Parameter, welche die Betriebsdetails steuern: Datum, Zeit (beide im Feld Start), Intervall und Dauer, aufgeführt in Tabelle 0-3.

**Tabelle 0-3: Auto Cal - Einstellung der Sequenzen**

ATTRIBUT	AKTION
<b>Start</b>	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).
<b>Interval</b>	Minuten zwischen jeder Ausführung einer Sequenz. (Drücken Sie auf das Feld um die Anzahl von Minuten im Pop-Up-Fenster einzugeben).
<b>Duration</b>	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 (Setup>Instrument, Abschnitt 0).
- 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.
- Kalibrierungen sollten unter Verwendung von externen Nullgas- und Prüfgasquellen, deren Genauigkeit auf zertifizierte Standards rückführbar sind, durchgeführt werden.

## ÜBERPRÜFUNG/KALIBRIERUNG DER TITRATIONSEFFIZIENZ (TE)

Die Effizienz mit der O<sub>3</sub> das Messgas NO zu NO<sub>2</sub> umwandelt (titriert) kann sich mit der Zeit verändern, was sich auf die Genauigkeit der NO<sub>x</sub>-Messung des Geräts auswirkt. Um dafür zu kompensieren und die Genauigkeit somit zu erhalten, gibt es in der Software einen Titrationseffizienz-Verstärkungsfaktor, der die berechnete NO-Gaskonzentration anpasst. Dieser Verstärkungsfaktor wird im Speicher des Analysators gesichert.

Die Methode ist folgende: Zuerst wird das Gerät mit NO<sub>2</sub> bei etwa 80%-90% des erwünschten Bereichs kalibriert, danach wird eine bekannte Konzentration von NO-Prüfgas zugeführt. Nachdem sich das Gerät stabilisiert, führen Sie bei Bedarf eine Anpassung des TE im Menü Vars durch (Setup>Vars>Titrant Eff). Dies passt die berechnete NO-Konzentration an, die wiederum zu der gemessenen NO<sub>2</sub>-Konzentration addiert wird, um den korrigierten NO<sub>x</sub>-Wert zu berechnen.



## EN – KONFORMER BETRIEB

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>; diese Liste gibt die Einstellungen und Konfigurationen für das EPA-Kalibrierprotokoll an). 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 erzeugen, 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 der Quality Assurance Guidance (verfügbar auf der EPA-Website: <http://www3.epa.gov/ttn/amtic/qalist.html>). Achten Sie besonders auf spezielle Regulationen für die Verwendung von NO<sub>x</sub>-Umgebungsluftanalysatoren, welche die „Cavity Attenuated Phase Shift Spectroscopy“ (CAPS) Methode verwenden.

## WARTUNG UND SERVICE

Obwohl der Analysator N500 nur wenig Wartung benötigt, sollten einige einfache Prozeduren regelmäßig durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass der N500 weiterhin genau und zuverlässig arbeitet. Das Äußere des Geräts kann grundsätzlich mit einem leicht feuchten Tuch abgewischt werden. Wartung und Fehlersuche werden in Abschnitt 0 behandelt.

### ACHTUNG

#### KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN

**Sprühen Sie nichts direkt auf Teile des Analysators.**

## WARTUNGSPLAN

Tabelle 0-1 zeigt einen typischen Wartungsplan. Die tatsächliche Häufigkeit dieser Prozeduren variiert je nach Betriebsumgebung. Weiters gibt es einige lokale Vorschriften oder Standards, die ebenfalls berücksichtigt werden müssen.

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



#### WARNUNG – STROMSCHLAGEFAHR

**Ziehen Sie den Netzstecker, bevor Sie eine Arbeit durchführen, bei welcher der Zugang zum Inneren des Analysators erforderlich ist.**



#### 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 0-1) muss nach einigen der hier aufgelisteten Wartungen, durchgeführt werden. Um eine Überprüfung der Nullpunkts- oder Endbereichskalibrierungen des Geräts durchzuführen, siehe jeweils die Abschnitte 0 und 0.

Drücken Sie bei einer Kalibrierungs-Überprüfung **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 0 mit dem Parameter **CALIBRATE** auf **OFF** (nicht aktiviert).

**Tabelle 0-1: Wartungsplan**

TEIL	AKTION	HÄUFIGKEIT	ÜBERPRÜFUNG KALIBRIERUNG	DURCHGEFÜHRT AM									
Dashboard-Funktionen	Aufzeichnen und bewerten	Wöchentlich	Nein										
Nullpunkt- und Empfindlichkeitsüberprüfung	Slope und Offset überprüfen	Wöchentlich	Nein										
Nullpunkt/ Empfindlichkeit-Kalibrierung	Nullpunkt und Empfindlichkeit kalibrieren	Alle 3 Monate	Ja										
Messgasfilter	Wechseln des Messgasfilters	Jährlich (möglicherweise öfter in besonders staubigen Umgebungen)	Nein										
AREF-Filterbauteil	Wechseln	Jährlich	Ja										
Spektrometer Spiegel	Kontaktieren Sie Ihren Lieferanten	Nur notwendig bei großen Signalverlusten	Ja										
Filterbauteil der Gas-aufbereitung	Wechseln	Nur bei Bedarf (Kontaktieren Sie Ihren Lieferanten)	Ja										
Pneumatisches Untersystem	Auf Undichtheiten überprüfen	Jährlich oder nach Reparaturen des pneumatischen Systems	Ja, wenn eine Undichtheit repariert wurde										
Interne Pumpe	Ersetzen	Gemessener Durchfluss kleiner als 800 cm <sup>3</sup> /min	Ja										

## VORAUSSCHAUENDE DIAGNOSE

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

Die Dashboard-Funktionen können auch für die Vorhersage von Ausfällen verwendet werden, 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 0). Verwenden Sie NumaView™ Remote um diese Daten aus der Ferne herunterzuladen und einzusehen.

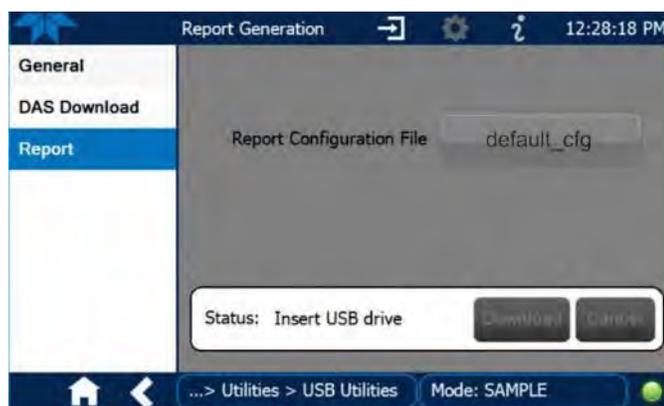
Die folgende Tabelle, wöchentlich überprüft, kann als Grundlage für weitere Aktionen bei Veränderungen der Werte verwendet werden.

**Tabelle 0-2: Vorbeugende Verwendung der Dashboard-Funktionen**

FUNKTION	ERWARTET	TATSÄCHLICH	INTERPRETATION & AKTION
<b>Cell Press</b> (Druck)	Konstant innerhalb der atmosphärischen Schwankungen	Schwankend	Deutet auf entstehende Undichtheit in der Pneumatik hin. Überprüfung der Dichtheit.
		Langsam ansteigend	Deutet auf entstehende Undichtheit in der Pneumatik hin. Überprüfung der Dichtheit. Pumpe alert.
		Langsam abfallend	Messgasfilter wird mit Staub verschmutzt. Messgasfilter erneuern.
<b>AREF</b>	Konstant innerhalb $\pm 100 \text{ Mm}^{-1}$ vom Auslieferungswert	Stark ansteigend	Deutet auf ein defektes AREF-Ventil hin. Ersetzen Sie das Ventil.
			Deutet auf entstehende Undichtheit in der Pneumatik hin. Überprüfung der Dichtheit.
			Partikel auf den Spiegeln. Nehmen Sie Kontakt mit der technischen Unterstützung Ihres Lieferanten auf.
<b>Gas Conc</b> (Konzentration)	Konstant für die bekannte Gas-konzentration	Mit der Zeit abfallend	Deutet auf entstehende Undichtheit in der Pneumatik hin. Überprüfung der Dichtheit.

## ÜBERPRÜFUNG DES BETRIEBS

Gehen Sie in das Menü Utilities>USB Utilities>Report (Abbildung 0-1) um einen Bericht des grundlegenden Betriebs des Geräts herunterzuladen. Sie können den Bericht herunterladen, um ihn selbst anzusehen, oder weiterzusenden indem Sie ein Flash-Laufwerk an einen der frontseitigen USB-Anschlüsse anschließen.



**Abbildung 0-1: Seite Report Generation (Berichterstellung)**

Der Bericht wird alle 24 Stunden generiert und auf einen Webservice “Cloud” geladen, wo es vom technischen Support von Teledyne API eingesehen werden kann. Stellen Sie diese Funktion mithilfe von zwei Variablen ein:

Setup>Vars>Upload Report to Cloud: auf True stellen.

Setup>Vars>Report Upload>Interval: die Anzahl an Stunden zwischen Bericht-Uploads einstellen.

## SOFTWARE/FIRMWARE UPDATES

Es gibt zwei Möglichkeiten, nach Updates zu suchen: ferngesteuert oder manuell.

### 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.

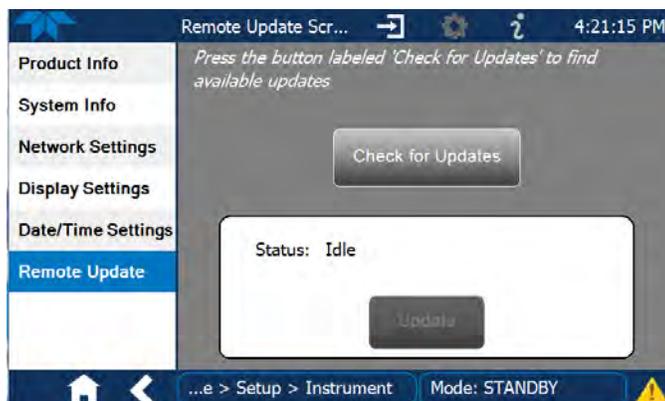


Abbildung 0-2: Ferngesteuertes Update

### 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.

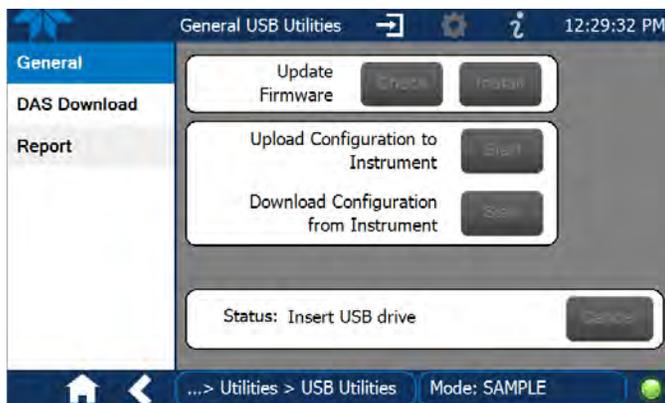


Abbildung 0-3: Manuelle Updates (und andere Einstellungen)

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 angezeigt wird.



## N500 CAPS NO<sub>x</sub>

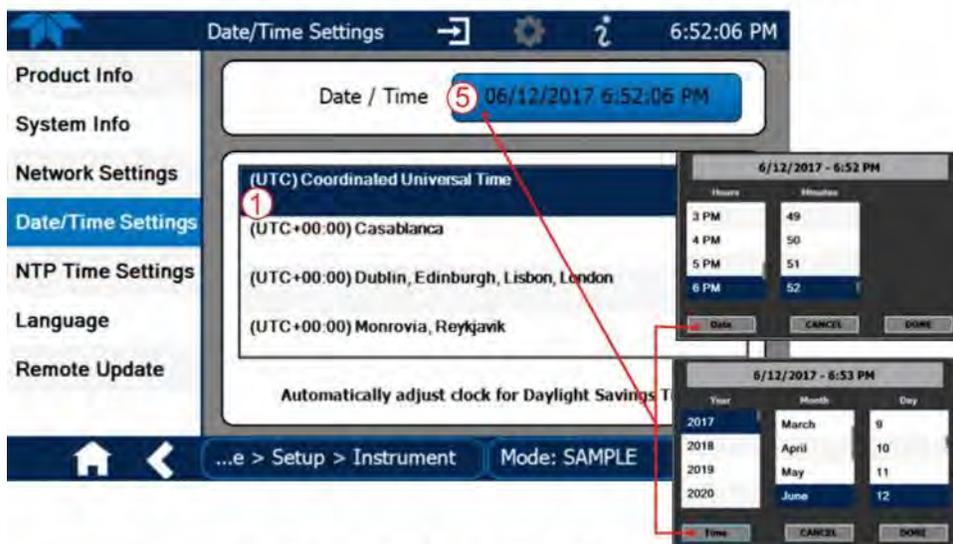
4. Drücken Sie im Feld Update Firmware auf die Taste Check, damit das Gerät überprüft, ob die Firmware auf dem Flash-Laufwerk neuer als die aktuell installierte Version, ist. Ist die Firmware neuer, wird die Taste Install aktiviert; ist die Version der Firmware gleich oder älter als die aktuell auf dem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

## VERÄNDERUNG DER ZEITZONE

Umstellen von 12-Stunden-Format auf 24-Stunden-Format wird im Menü Setup>Vars (System Time Format) durchgeführt. Das Ändern der Zeitzone benötigt den folgenden Vorgang:

1. Wählen Sie im Menü Setup>Instrument>Date/Time Settings die zutreffende Zeitzone.
2. Warten Sie kurz damit die Zeitzone richtig ausgewählt wurde. Überprüfen:
3. Gehen Sie zur Startseite und kehren Sie dann zur Seite Date/Time Settings zurück und überprüfen Sie, ob die richtige Zeitzone jetzt markiert ist.
4. Ohne weitere Änderungen durchzuführen, schalten Sie das Gerät aus und wieder an.
5. Gehen Sie nach dem Neustart wieder zur Seite Date/Time Settings wo die neue Zeitzone weiterhin markiert sein sollte. (Ist dies nicht der Fall bedeutet dies, dass nicht genug Zeit verstrichen ist um die neue Einstellung zu übernehmen bevor das Gerät ausgeschaltet wurde.)
6. Nachdem Sie zuerst die Zeitzone eingestellt haben (Schritte 1 bis 5) können nun andere Veränderung bei Datum und/oder Uhrzeit vorgenommen werden – weitere Neustarts sind hierfür nicht notwendig.

- ① Änderung der **Zeitzone** muss **zuerst** durchgeführt werden.
- ② **Warten**. Lassen Sie genug Zeit für die Umsetzung der neuen Zeitzone.
- ③ **Überprüfen**. Gehen Sie zur Seite Home, kehren Sie dann zur Seite Date/Time Settings zurück.
- ④ Wird die richtige Zeitzone angezeigt, machen Sie einen **Neustart** des Geräts.
- ⑤ Erst nach der Zeitonenänderung und dem Neustart können andere Veränderungen bei Datum und/oder Zeit vorgenommen werden.



Änderungen bei Zeit und/oder Datum benötigen **keinen** Neustart.

**Abbildung 0-4: Veränderung der Zeitzone**

## WARTUNGSARBEITEN DER HARDWARE

Führen Sie die folgenden Vorgänge entsprechend als standardmäßige Wartung entsprechend Tabelle 0-1 durch.

### ACHTUNG

### KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN

Stellen Sie sicher, dass das Gerät von der Stromversorgung getrennt ist, damit kein Vakuum beim Ändern von Teilen der Pneumatik vorhanden ist. Staub, der in die optische Messzelle gelangt, verunreinigt dort die Spiegel.

## AUSTAUSCH DES MESSGASFILTERS

Der Partikelfilter sollte öfters auf Verstopfungs- oder Verschmutzungsanzeichen untersucht werden.

Um den Filter zu wechseln:

1. Schalten Sie den Analysator aus, um Verschmutzung des Gerätes durch Partikel vorzubeugen.
2. Öffnen Sie die klappbare Rückplatte, öffnen Sie die pneumatischen Verschraubungen mit den entsprechenden Schraubenschlüsseln, und entfernen Sie den gebrauchten Filter.
3. Bauen Sie einen neuen Filter ein und verbinden Sie die pneumatischen Anschlüsse wieder.
4. Schließen Sie die Rückplatte wieder.

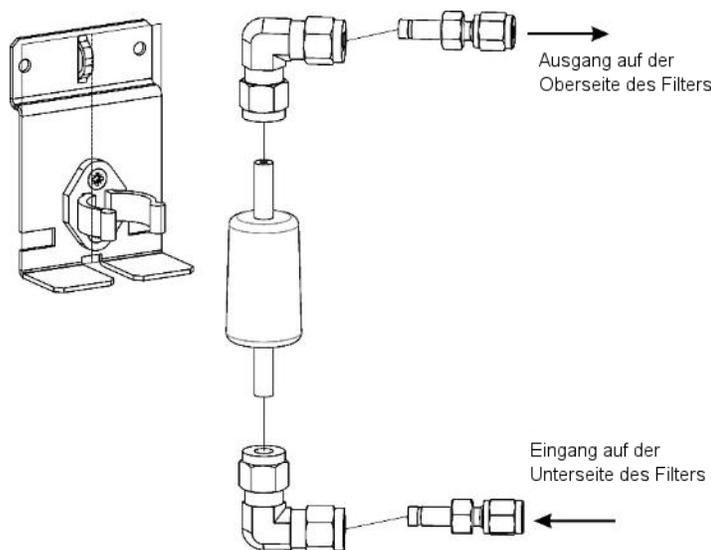
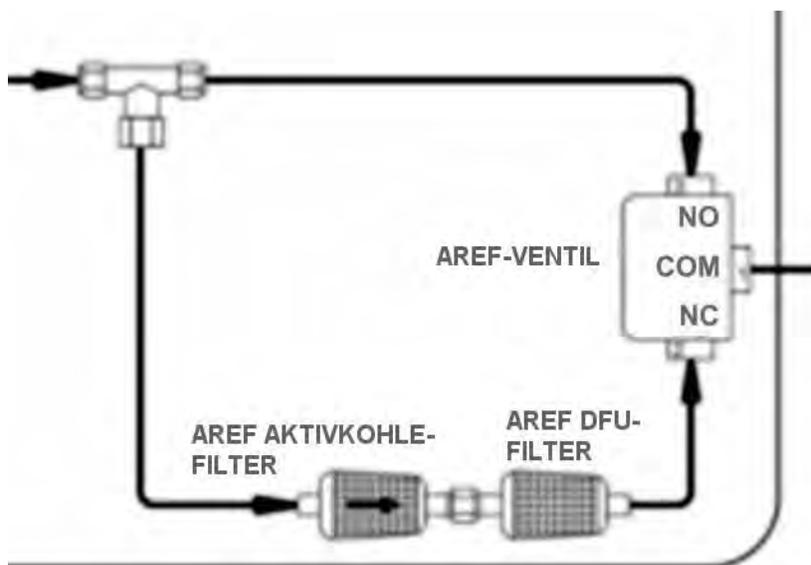


Abbildung 0-5: Austausch des Messgasfilters

## AUSTAUSCHEN DES AREF-REINIGERS UND -FILTERS

Das Bauteil des AREF-Filters besteht aus dem AREF DFU-Filter, welcher als Ersatz-Partikelfilter dient, und einem Aktivkohlefilter, der als NO<sub>x</sub>-Gasreiniger verwendet wird.

1. Schalten Sie den Analysator AUS (wichtig um Verunreinigung der Messzelle zu vermeiden), stecken Sie das Netzkabel aus und entfernen Sie die Abdeckung.
2. Mithilfe von einem Seitenschneider entfernen Sie den Kabelbinder, der die Anschlüsse mit der Halterung verbindet.
3. Schrauben Sie mit einem Schraubenschlüssel die Verbindung am AREF-Filter auf. Trennen Sie dann den Anschluss, der mit dem Aktivkohlefilter verbunden ist. Das AREF-Filterbauteil sollte nun frei sein.
4. Nehmen Sie das AREF-Filterbauteil aus der Halterung.
5. Entfernen Sie die Anschlüsse, welche die zwei Filter miteinander verbindet.
6. Bauen Sie in umgekehrter Reihenfolge die Ersatzfilter ein und verbinden Sie das AREF-Bauteil wieder.



**Abbildung 0-6: Pneumatische Anordnung des AREF-Filters und Aktivkohlefilters**

## TAUSCHEN DER INTERNEN PUMPE

Für den Tausch der internen Pumpe:

1. Schalten Sie den Analysator AUS (um Verunreinigung der Messzelle zu vermeiden).
2. Entfernen Sie die Abdeckung des Geräts.
3. Finden Sie die Vakuumpumpe und entfernen Sie mithilfe eines Seitenschneiders die vier Schläuche, die mit der Pumpe verbunden sind (zwei auf jeder Seite).

(Es kann hilfreich sein, die Schläuche farblich zu markieren, um sie danach wieder richtig verbinden zu können.)

4. Entfernen Sie die vier Schläuche von den Schlauchstutzen der Pumpe.
5. Entfernen Sie die vier Schrauben, die die Pumpe/Halterung mit dem Boden des Gehäuses verbinden.
6. Trennen Sie den Stromanschluss mit der Beschriftung „Pump“, dieser befindet sich etwa 10cm nach dem schwarzen/roten Kabel von der Oberseite der Pumpe.

7. Nehmen Sie das Pumpen-Bauteil heraus und legen Sie es zur Seite.
8. Bauen Sie die neue Pumpe/Halterung ein.
9. Achten Sie darauf, die Schläuche wieder richtig zu verbinden und Kabelbinder wieder anzubringen.
10. Verschrauben Sie die Pumpenhalterung wieder mit dem Boden des Gehäuses, achten Sie dabei darauf, keine Kabel oder pneumatische Schläuche unter der Halterung einzuklemmen.
11. Verbinden Sie die Pumpe wieder mit dem Stromanschluss.
12. Wenn Sie alle Schritte abgeschlossen haben, bringen Sie die Abdeckung des Geräts wieder an und führen Sie eine Dichtheitsprüfung durch.

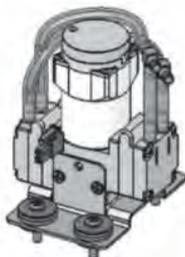


Abbildung 0-7: Interne Pumpe

## TAUSCHEN DER OPTION IZS-PERMEATIONSRÖHRCHEN

1. Schalten Sie den Analysator aus, ziehen Sie das Stromkabel und entfernen Sie die Abdeckung.
2. Suchen Sie nach der Heizung mit dem IZS-Permeationsröhrchen.
3. Entfernen Sie bei Bedarf die oberste Schicht Isolation.
4. Entfernen Sie die 3 Schrauben der schwarzen Aluminium-Abdeckung.
  - Es ist nicht notwendig, die Schläuche von den Verschraubungen der Abdeckung zu trennen.
  - **Verbinden Sie den Analysator niemals mit dem Stromkabel wenn interne Verschlauchungen getrennt sind.**
5. Entfernen Sie das alte Permeationsröhrchen und ersetzen Sie es mit einem neuen Röhrchen (oder bewahren Sie das Permeationsröhrchen in seinem ursprünglichen Behälter auf, wenn das Gerät für einige Stunden nicht in Betrieb sein wird.)
  - Stellen Sie sicher, dass das Röhrchen in das größere der zwei Löcher eingebaut wird, und dass das offene Permeationsende des Röhrchens (Plastik) nach oben zeigt.
6. Befestigen Sie die Abdeckung wieder mit drei Schrauben und bringen Sie die Isolation wieder an.
  - Überprüfen Sie, dass die drei Schrauben gleichmäßig festgezogen werden.
7. Befestigen Sie die Analysatorabdeckung, stecken Sie das Netzkabel wieder an und schalten Sie den Analysator ein.
8. Lösen Sie eine Funktionskontrolle aus, um die korrekte Funktion des neuen Permeationsröhrchens zu prüfen (Siehe Abschnitt 0).

9. Die Werte des Permeationssystems können mehrere Tage benötigen, um sich wieder zu stabilisieren.

**ACHTUNG**

**KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN**

Lassen Sie das Gerät nicht für länger als 8 Stunden ausgeschaltet, ohne das Permeationsröhrchen auszubauen. Versenden Sie das Gerät nicht mit eingebautem Permeationsröhrchen. Das Röhrchen gibt weiterhin NO<sub>2</sub> auch bei Raumtemperatur ab, und kann das ganze Gerät verschmutzen.

## ÜBERPRÜFUNG AUF UNDICHTHEITEN

Dieser Abschnitt enthält eine einfache Dichtheitsprüfung sowie eine detailliertere Dichtheitsprüfung.



**ACHTUNG – TECHNISCHE INFORMATION**

Der Überdruck bei einfachen oder detaillierten Überprüfungen darf 15 psi (ca. 690 mbar) nicht überschreiten.

### DETAILLIERTE SUCHE VON UNDICHTHEITEN MIT ÜBERDRUCK

Verwenden Sie einen Dichtheitsprüfer mit einer kleinen Pumpe, Absperrventil und Druckmesser. Alternativ kann auch eine Druckgasflasche mit einem Zweistufenregler auf  $\leq 10$  psi, einem Absperrventil und einem Druckmesser verwendet werden.

**ACHTUNG**

**KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN**

**Wurden die Verschraubungen mit Seifenlösung befeuchtet, während das System unter Überdruck stand, so darf anschließend kein Unterdruck angewendet werden, da sonst die Seifenlösung in das Innere des Gerätes gesaugt werden könnte und zu Verschmutzungen der Oberflächen führen könnte.**

1. Schalten Sie das Gerät aus und entfernen Sie die Abdeckung des Geräts.
2. Schließen Sie den Dichtheitsprüfer an den rückseitigen Messeingang an.
3. Alle pneumatischen Ein- und Ausgänge verschließen.
  - Sind Nullgas-/Prüfgas-Ventile eingebaut, trennen Sie die Verschlauchung der Null- und Prüfgaseingänge und verschließen Sie die Anschlüsse (Abbildung 0-2).
4. Aktivieren Sie den Überdruck mithilfe des Dichtheitsprüfers und warten Sie eine Weile, bis sich der Druck stabilisiert.
  - Geben Sie den Druck bei Dichtheitsprüfungen mit Überdruck immer über den Eingang **SAMPLE** ein (nicht EXHAUST).
  - Geben Sie nicht mehr als 10 psi Druck auf.
  - Lassen Sie den Druck ab, indem Sie die Kappe vom Anschluss EXHAUST abnehmen.
5. Wenn die Undichtheit gefunden und repariert wurde, sollte der Druckabfall weniger als 1 psi in 5 Minuten sein, nachdem der Druck abgeschaltet wurde.

Befestigen Sie die Abdeckung des Geräts wieder und schalten Sie den Analysator ein.

6. Kann die Undichtheit weiterhin nicht gefunden werden, überprüfen Sie jede der Schlauchverbindungen (Verschraubungen, Klemmen) mit Seifenlösung und suchen Sie nach Blasenbildung.
  - Aktivieren Sie zuerst den Überdruck mit einem Dichtheitsprüfer und warten Sie eine Weile, bis sich der Druck stabilisiert.
  - Geben Sie nicht mehr als 10 psi Druck auf.
  - Befeuchten Sie die Bank mit Seifenlösung zuletzt.
7. Säubern Sie die Oberflächen von der Seifenlösung, verbinden Sie die pneumatischen Anschlüsse wieder und befestigen Sie wieder die Abdeckung des Geräts.
8. Schalten Sie den Analysator ein.

## ÜBERPRÜFUNG DES MESSGASDURCHFLUSSES

### Wichtig

#### AUSWIRKUNGEN AUF MESSWERTE ODER DATEN

**Verwenden Sie ein externes kalibriertes Durchflussmessgerät mit einem Messbereich von 0 bis 1000 cm<sup>3</sup>/min um den Durchfluss durch den Analysator zu messen.**

Überprüfungen des Messgas-Durchflusses helfen bei der Überwachung des tatsächlichen Durchflusses im Gerät. Ein verringerter Messgas-Durchfluss weist meist auf eine Verstopfung im pneumatischen Pfad auf, wahrscheinlich beim Messgasfilter oder bei den Messgas-Kapillaren. Um den Messgas-Durchfluss zu überprüfen:

1. Entfernen Sie die Messgasleitung vom Eingang SAMPLE.
2. Schließen Sie nun den Ausgang des Durchflussmessers an den Eingang SAMPLE.
  - Achten Sie darauf, dass der Eingang des Durchflussmessers Umgebungsdruck hat.
3. Prüfen Sie nun, ob der mit dem externen Durchflussmesser gemessene Durchfluss innerhalb der Spezifikation liegt.
4. Ist der Messgasdurchfluss außerhalb der Spezifikation, suchen Sie zuerst nach Knicken in der Verschlauchung, und dann nach Undichtheiten.
5. Konnten Knicke und Undichtheiten ausgeschlossen werden, tauschen Sie zuerst die Kapillare. Ist der Messgasfluss weiterhin außerhalb der Spezifikationen, tauschen Sie auch den Messgasfilter.
6. Wenn dies nicht hilft, kontaktieren Sie Ihren Lieferanten für technische Unterstützung.

## WARTUNG UND FEHLERSUCHE

Dieser Abschnitt enthält Methoden für die Identifizierung von Funktionsproblemen des Analysators, sowie Wartungsvorgänge.



### ACHTUNG

**Die in diesem Abschnitt genannten Arbeiten dürfen nur von geschultem Personal durchgeführt werden.**



### WARNUNG - STROMSCHLAGGEFAHR

**Einige Arbeiten müssen mit geöffnetem und laufendem Analysator durchgeführt werden.**

**Arbeiten Sie mit Vorsicht, um Stromschläge und elektrostatische oder mechanische Schäden am Analysator zu vermeiden.**

**Lassen Sie kein Werkzeug in den Analysator fallen oder nach den durchgeführten Arbeiten dort liegen.**

**Achten Sie darauf, keine elektrischen Verbindungen mit metallischen Werkzeugen kurzzuschließen oder zu berühren, während Sie im Analysator arbeiten.**

**Verwenden Sie Ihren Hausverstand bei Arbeiten in einem Analysator, der in Betrieb ist.**

Der N500 wurde so geplant, dass Probleme schnell gefunden, ausgewertet und repariert werden können. Während des Betriebs, führt er immer wieder Diagnosetests durch und ermöglicht, wichtigste Betriebsparameter auszuwerten, ohne die Messung zu unterbrechen.

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

1. Beachten Sie die Warnmeldungen und ergreifen Sie entsprechende Maßnahmen (siehe Tabelle 0-3).
2. Überprüfen Sie die Werte aller Testfunktionen im Dashboard und vergleichen Sie diese mit den Fabrikswerten. Vermerken Sie alle erheblichen Abweichungen von den Fabrikswerten und versuchen Sie, diese zu korrigieren.
3. Verwenden Sie die internen Statusanzeigen (LED) um herauszufinden, ob die Kommunikationsverbindungen ordnungsgemäß funktionieren. Beachten Sie Abbildung 0-8, Abbildung 0-9, und Abbildung 0-10.
4. Gehen Sie zuerst von einer Undichtheit aus!
  - Unsere Techniker haben festgestellt, dass der Großteil aller Probleme schlussendlich auf undichte Stellen in der internen Verschlauchung des Analysators oder beim Verdünnungsgas bzw. bei den Gasquellen zurückgeführt werden können.
  - Überprüfen Sie, ob es Durchflussprobleme, wie verstopfte oder blockierte interne/externe Gasleitungen, beschädigte Dichtungen, durchlässige Gasleitungen, eine beschädigte/defekte Pumpe, etc., gibt.

5. Befolgen Sie die in Abschnitt 0 beschriebenen Vorgänge, um die Funktionstüchtigkeit der Kernfunktionen des Analysators zu überprüfen.

## FEHLERDIAGNOSE MIT WARNMELDUNGEN

Tabelle 0-3 enthält kurze Beschreibungen der Warnmeldungen, die während dem Hochfahren des Geräts erscheinen können, und beschreibt deren mögliche Ursachen zur Diagnose und Fehlerbehebung.

Beachten Sie, dass wenn mehr als zwei oder drei Warnmeldungen zur selben Zeit erscheinen, wahrscheinlich ein wesentliches Untersystem (Netzteil, Relais-Platine, Hauptplatine, etc.) ausgefallen sein kann, und die unterschiedlichen angezeigten Warnmeldungen nicht zutreffen.

**Tabelle 0-3: Warnmeldungen, Fehler und mögliche Ursachen**

WARNUNGEN/ALARME	FEHLER	MÖGLICHE URSACHEN
<b>AUTO REF WARNING</b>	Der AREF-Wert ist außerhalb des zulässigen Bereichs.	Drift in der Grundlinie aufgrund einer Undichtheit. Messgasfilter umgangen. Spiegel könnten verschmutzt sein - kontaktieren Sie Ihren Lieferanten.
<b>CANNOT DYN SPAN<sup>1</sup></b>	Automatische Empfindlichkeitskalibrierung fehlgeschlagen (Automatische Empfindlichkeitskalibrierung fehlgeschlagen während DYN_SPAN auf ON gestellt war.)	Gemessene Konzentration ist zu hoch oder zu niedrig Verstärkungsfaktor ist zu hoch oder zu niedrig
<b>CANNOT DYN ZERO<sup>2</sup></b>	Automatische Nullpunktkalibrierung fehlgeschlagen Automatische Nullpunktskalibrierung fehlgeschlagen während DYN_ZERO auf ON gestellt war.	Gemessene Konzentration ist zu hoch Messwertversatz (Offset) zu hoch
<b>CELL PRESS WARN</b>	Zelldruck ist zu hoch oder zu niedrig für genaue Messwerte von NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> . (<5 in-Hg oder >35 in-Hg). Normalerweise 29,92 in-Hg bei Meereshöhe mit 1 in-Hg abfallend pro 1000ft Höhenmeter (ohne Durchfluss - Pumpe nicht angeschlossen).	Ist der Probedruck <5 in-Hg: • Fehlerhafter Drucksensor/-platine  Ist der Probedruck >35 in-Hg: • Fehlerhafter Drucksensor/-platine • Druck am Messgaseingang ist zu hoch.
<b>CONFIG INITIALIZED</b>	Konfiguration und Kalibrierung wurden auf Fabrikeinstellungen zurückgesetzt oder gelöscht.	Fehlerhaftes Disk-on-Module Anwender hat Daten gelöscht
<b>DATA INITIALIZED</b>	Datenspeicher im DAS wurde vor dem letzten Hochfahren gelöscht.	Fehlerhaftes Disk-on-Module Anwender hat Daten gelöscht.
<b>SAMPLE PRESS WARN</b>	Messgasdruck ist zu hoch oder zu niedrig für genaue Messwerte von NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> . (<15 in-Hg oder >35 in-Hg). Normalerweise 29,92 in-Hg bei Meereshöhe mit 1 in-Hg abfallend pro 1000ft Höhenmeter	Ist der Probedruck <15 in-Hg: • Verstopfter Partikelfilter • Verstopfte Messgasleitung/-eingang • Fehlerhafter Drucksensor/-platine  Ist der Probedruck >35 in-Hg: • Fehlerhafter Drucksensor/-platine

WARNUNGEN/ALARME	FEHLER	MÖGLICHE URSACHEN
	(ohne Durchfluss - Pumpe nicht angeschlossen).	• Druck am Messgaseingang ist zu hoch.
<b>SYSTEM RESET</b>	Der Computer wurde neu gestartet.	Erscheint immer, wenn der Analysator eingeschalten wird. Wenn keine Spannungsunterbrechung war: Problem mit der +5V – Versorgung. Kritischer Fehler hat Software-Neustart ausgelöst Schlechter Kontakt bei Steckern oder Kabeln

<sup>1</sup> Löscht sich nach der nächsten erfolgreichen Nullpunktskalibrierung.

<sup>2</sup> Löscht sich nach der nächsten erfolgreichen Empfindlichkeitskalibrierung.

## FEHLERDIAGNOSE MIT DASHBOARD-FUNKTIONEN

Die im Dashboard einsehbaren Testfunktionen können nicht nur für vorausschauende Diagnosen verwendet werden, sondern helfen auch bei der Erkennung verschiedener Betriebsprobleme.

Die zulässigen Bereiche dieser Funktionen werden in der Spalte “Nominal Range” des mitgelieferten „*Final Test and Validation Data Sheet*“ aufgelistet. Werte außerhalb dieser zulässigen Bereiche weisen auf den Ausfall eines Untersystems des Analysators hin. Funktionen, deren Werte innerhalb der zulässigen Bereiche sind, die aber deutlich von den Werten des Herstellers abweichen, können ebenfalls auf einen Defekt hinweisen.

Notieren Sie die Werte, um sie bei der Fehlersuche zu verwenden.

## VERWENDEN DER SIGNAL I/O-DIAGNOSEFUNKTION

Die Signal I/O-Funktionen im Menü Utilities>Diagnostics ermöglichen Zugang zu den digitalen und analogen Funktionen des Analysators. Einige der digitalen Signale können über das Menü Setup gesteuert werden. Diese Signale sind bei der Fehlersuche auf drei Arten hilfreich:

- Das technische Personal kann das unverarbeitete Rohsignal der wichtigsten Eingänge und Ausgänge einsehen.
- Viele der Komponente und Funktionen, die normalerweise der algorithmischen Steuerung der CPU unterliegen, können manuell ausgeführt werden.
- Der Techniker kann die analogen und digitalen Ausgangssignale der Signalebene direkt überwachen.

Dies ermöglicht dem Techniker eine systematische Beobachtung der Auswirkungen einer direkten Überwachung dieser Signale auf den Analysatorbetrieb. Verwenden Sie das Menü Utilities>Diagnostics um den rohen Spannungswert eines Eingangssignals einzusehen oder das Setup -Menü zur Einsicht einer Ausgangsspannung oder eines Kontrollsignals.



## FEHLERDIAGNOSE MIT LEDS

Die folgenden Illustrationen zeigen die Anschlüsse und LEDS, die Fehler anzeigen könnten. zeigt die Anordnung der Hauptplatine; zeigt die Anordnung des CAPS DAQ Smartboards, und zeigt die Anordnung des Smart-Moduls Ozonturm (Ozongenerator).

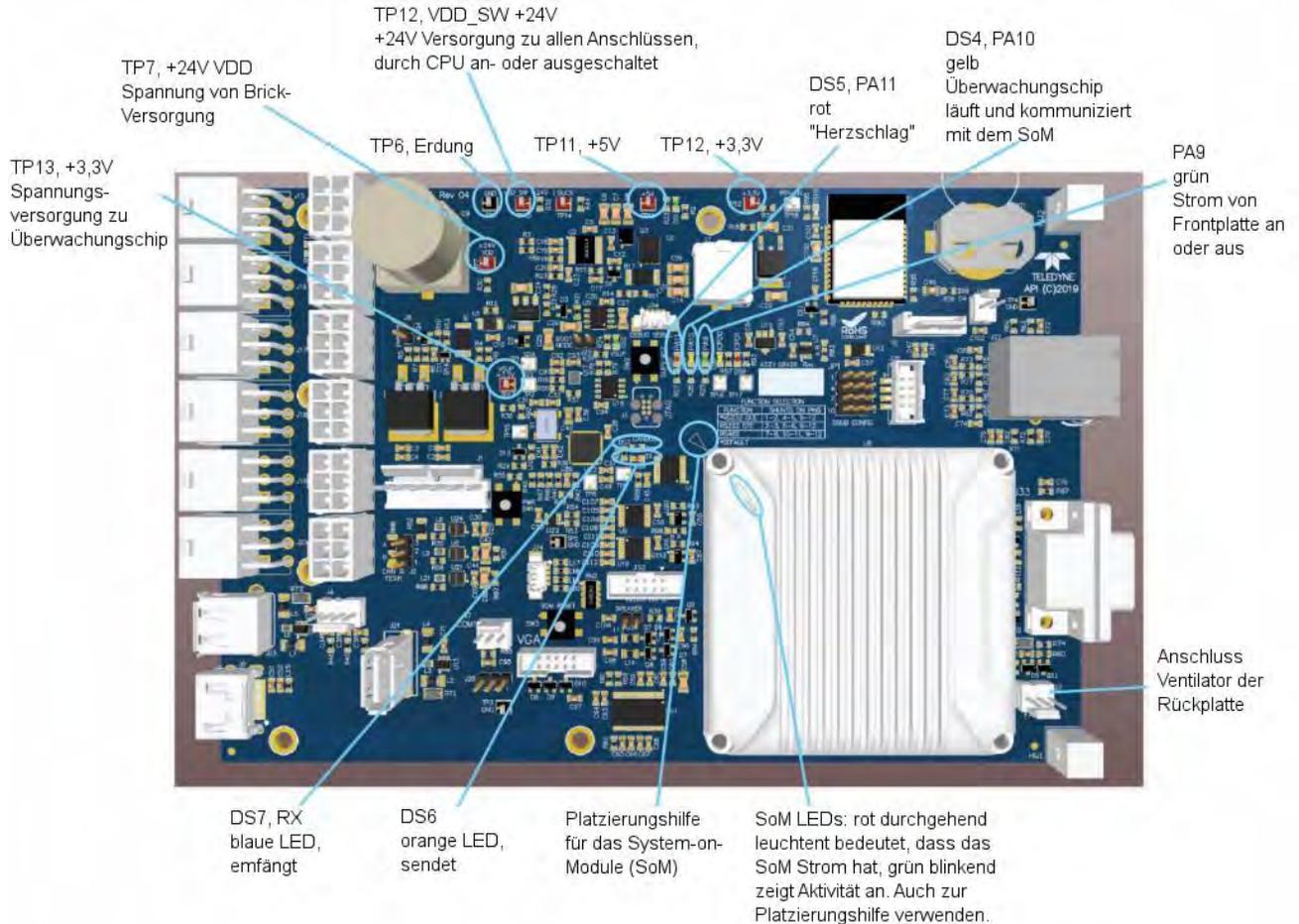
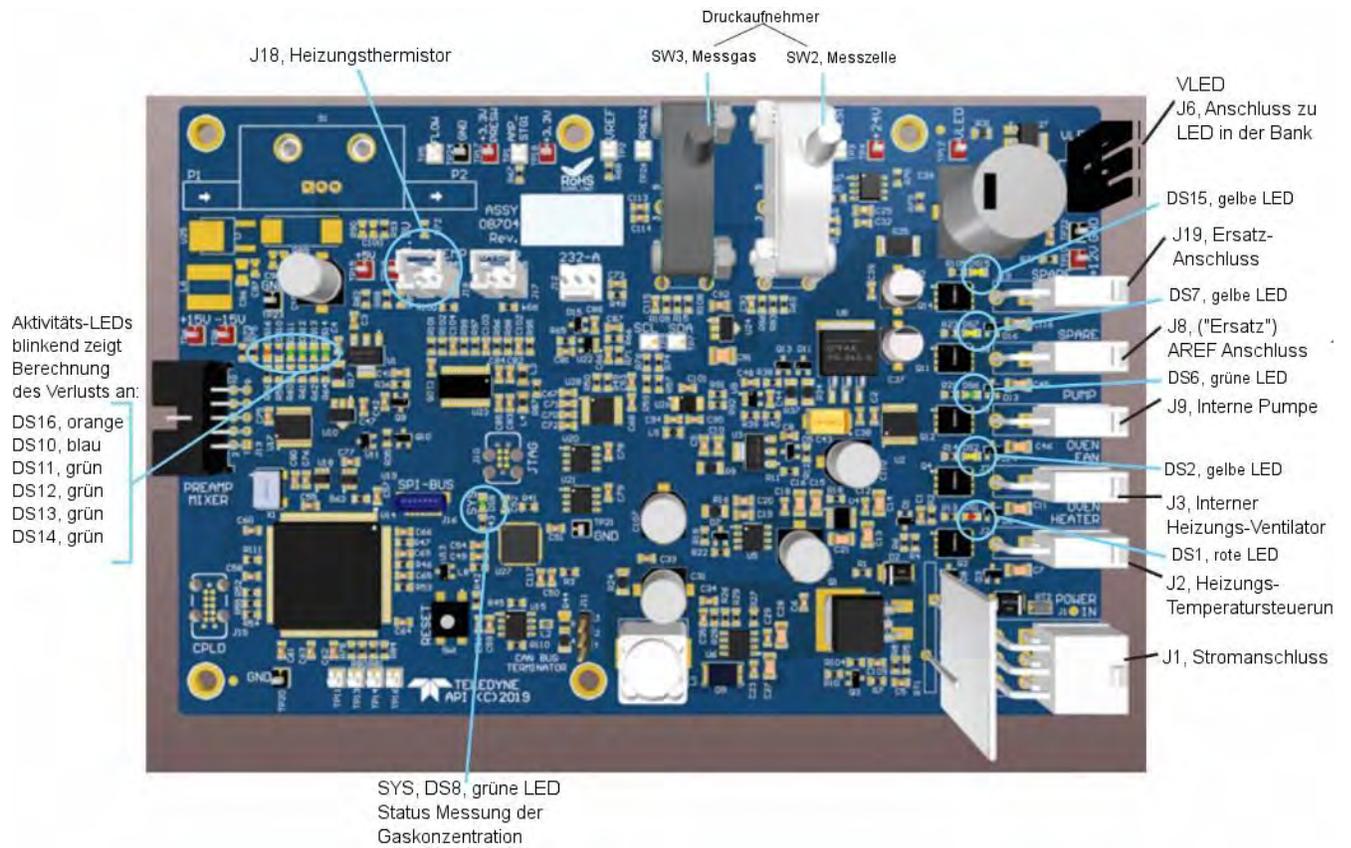


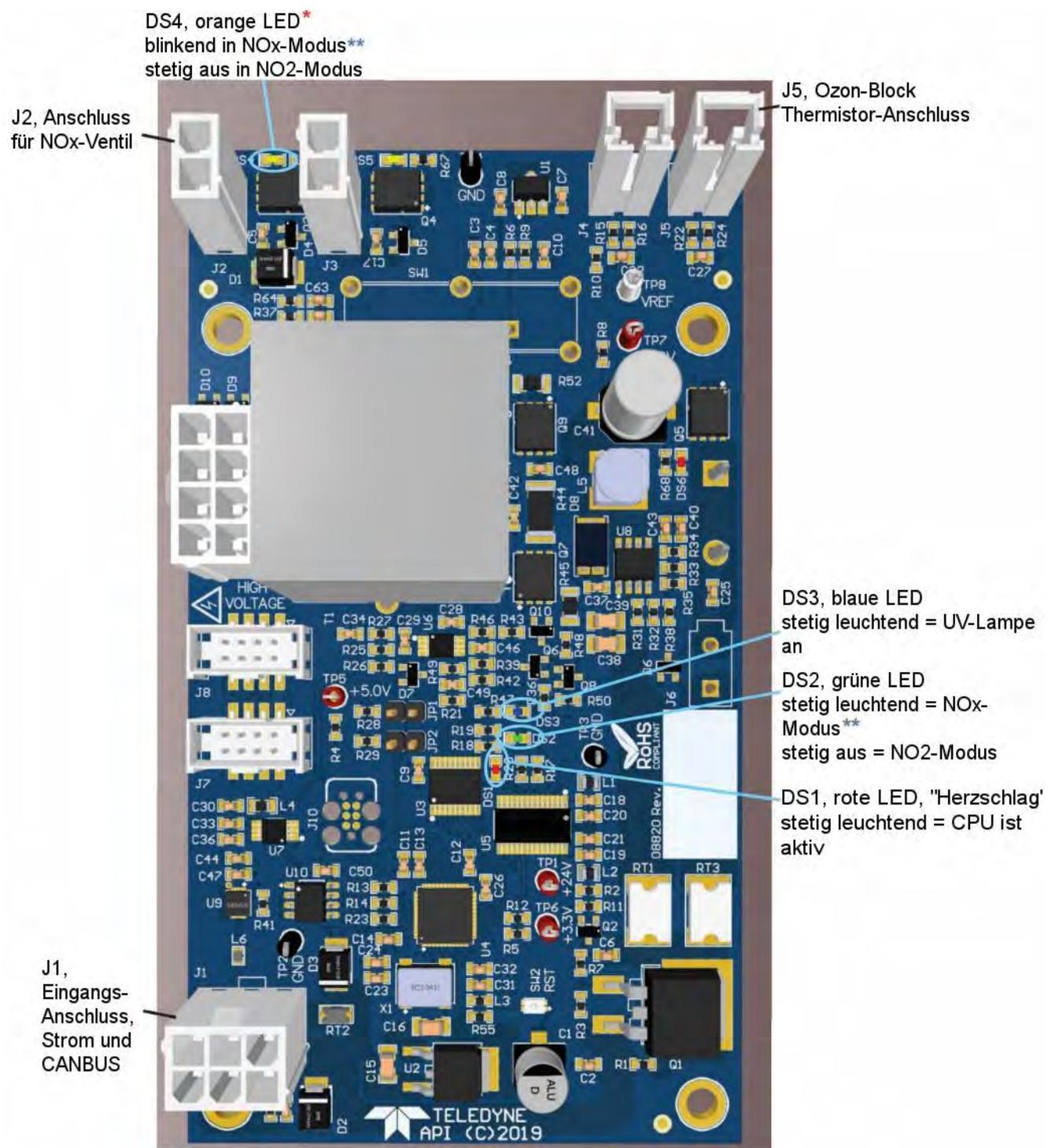
Abbildung 0-8: N500 Hauptplatine



# N500 CAPS NO<sub>x</sub>



**Abbildung 0-9: N500 CAPS DAQ Smartboard**



\* DS4 bleibt bis zum Ende der 20-minütigen Aufwärmzeit aus, außer sie wird durch das Menü "O" Gen Override manuell gesteuert.

\*\* DS2 und DS4; ein Klicken muss ebenfalls hörbar sein um zu zeigen, dass der NOx-Modus funktioniert.

**Abbildung 0-10: N500 Smart-Board des Ozonturms**

## KALIBRIERPROBLEME

Dieser Abschnitt beschreibt mögliche Gründe für Kalibrierprobleme.

### NEGATIVE MESSWERTE

Ein negativer Messwert kann durch einen Kalibrierfehler hervorgerufen werden: Wenn das Nullgas verunreinigt ist, und der Analysator trotzdem auf „Null“ kalibriert wurde, kann der Analysator negative Werte ausgeben, wenn in der Messluft keine oder nur sehr kleine NO<sub>x</sub>-Werte enthalten sind.

### ANALYSATOR REAGIERT NICHT AUF MESSGAS

Wenn das Gerät nicht reagiert (Anzeigewert ist nahe null), obwohl Messgas korrekt zugeführt wird und das Gerät problemlos zu funktionieren scheint:

1. Überprüfen Sie, dass der Analysator tatsächlich nicht reagiert, indem Sie ein Prüfgas mit einer NO<sub>2</sub>-Konzentration, die etwa 80% des Messbereichs des Analysators entspricht, zuführen.
2. Kontrollieren Sie den Messgasdruck und Zelldruck auf den richtigen Wert.
3. Überprüfen Sie, ob alle Kabel zum Sensormodul richtig verbunden sind.
4. Beachten Sie bei der Zuführung von NO-Gas, dass der Lampenstrom bei 7-10 mA liegt und das NO<sub>x</sub>-Ventil im NO<sub>x</sub>-Modus arbeitet. Bei Aktivierung des Ventils gibt es ein hörbares Klicken.

### INSTABILE NULLPUNKTS- UND EMPFINDLICHKEITSWERTE

Undichtheiten im Gerät oder in der externen Gaszuführung bzw. beim Unterdrucksystem sind die häufigsten Gründe für instabile und nicht reproduzierbare Werte.

1. Überprüfen Sie die pneumatischen Systeme auf Undichtheiten wie im Abschnitt 0 beschrieben.
2. Überprüfen Sie auch die Zuleitungen außerhalb des Analysators, wie beispielsweise die Quellen für Nullgas (Umgebungsluft könnte in die Nullgasleitung gelangen) und Prüfgas (Umgebungsluft oder Nullgas könnten in die Prüfgasleitung gelangen).
3. Besteht das Gerät die Dichtheitsprüfung, führen Sie eine Durchflussüberprüfung durch (dieses Kapitel), um sicherzustellen, dass dem Gerät ausreichend Messgas und Ozon zugeführt werden.
4. Stellen Sie sicher, dass die Werte von Messgasdruck, Messzellendruck und der Messgasdurchfluss korrekt und stabil sind.
5. Überprüfen Sie, ob der Partikelfilter durchgängig ist, und nicht ausgetauscht werden muss.

### DEAKTIVIERTE SPAN-TASTE

Wenn der tatsächliche Wert eines Parameters außerhalb des erwarteten Bereichs ist, deaktiviert der Analysator bestimmte Tasten. Wird die Taste SPAN im Kalibrier-Menü nur ausgegraut dargestellt, ist die tatsächliche Konzentration des Gases außerhalb des Bereichs der erwarteten Werte des Prüfgases, was verschiedene Gründe haben kann.

1. Überprüfen Sie, dass die erwartete Konzentration korrekt entsprechend der tatsächlichen Prüfgaskonzentration in dem „CONC“ Menü eingegeben wurde.

2. Überprüfen Sie die Korrektheit der NO<sub>2</sub>-Prüfgasquelle.
  - Vergleichen Sie dafür die Quelle mithilfe eines anderen kalibrierten Analysators.
3. Überprüfen Sie die pneumatischen Systeme auf Undichtheiten wie in Abschnitt 0 beschrieben.
  - Undichtheiten können Prüfgas verdünnen, daher kann die vom Analysator gemessene Konzentration kleiner als die im Menü CONC eingegebene Konzentration sein.

### DEAKTIVIERTE ZERO-TASTE

Wenn der tatsächliche Wert eines Parameters außerhalb des erwarteten Bereichs dieses Parameters ist, werden bestimmte Tasten deaktiviert. Wird die Taste ZERO im Kalibrier-Menü ausgegraut angezeigt, unterscheidet sich die tatsächliche Konzentration des Gases deutlich von dem tatsächlichen Nullpunkt (festgelegt durch die letzte Kalibrierung), was mehrere Gründe haben kann.

1. Überprüfen Sie, dass die Nullgasquelle in Ordnung ist.
2. Überprüfen Sie, dass keine Umgebungsluft in die Nullgasleitung gelangt.
3. Überprüfen Sie die pneumatischen Systeme auf Undichtheiten wie in Abschnitt 0 beschrieben.

### NICHT-LINEARE MESSGASANZEIGE

Der N500 wurde werksmäßig mit einer hohen Konzentration von NO<sub>2</sub> kalibriert und sollte eine Linearität innerhalb von 1% vom Messbereich haben. Mögliche Fehler für Nichtlinearität sind:

- Undichtheiten in der Pneumatik:
  - Undichtheiten können Umgebungsluft, Nullgas oder Prüfgas in den Messgasfluss einlassen, wodurch die Konzentrationen während dem Linearitätstest schwanken können.
  - Überprüfen Sie auf Undichtheiten, beschrieben in Abschnitt 0.
- Der Prüfgasgenerator ist defekt:
  - Überprüfen Sie Durchflussrate und Konzentrationen, vor allem, wenn Sie niedrige Konzentrationen verwenden.
  - Wird ein Massendurchflussregler verwendet, sollte der Durchfluss mehr als 10% des vollen Durchflussbereichs betragen.
- Die Gase könnten auch falsch beschriftet sein bezüglich ihrer Art oder Konzentration.
  - Beschriftete Konzentrationen können außerhalb der zertifizierten Toleranz liegen.
- Das Probenahmesystem könnte verschmutzt sein.
  - Überprüfen Sie eventuelle Verschmutzungen in der Messgasleitung oder Messkammer.
- Verdünnungsgas enthält Mess- oder Prüfgas.
- Die ankommende Konzentration ist nicht unbedingt linear.
  - Überprüfen Sie die Stabilität Ihrer Gasflaschen.
- Prüfgas-Überschuss wird nicht abgeführt und verursacht einen Überdruck am Messgas-Eingang. Überprüfen Sie, ob Überschussleitungen überhaupt eingerichtet

sind oder ob zu wenig Prüfgas zugeführt wird und sich so ein Unterdruck beim Messgaseingang bildet.

- Achten Sie darauf, einen funktionierenden Überschuss und eine korrekte Abgasabführung beim Prüfgas zu verwenden.

## ANDERE FUNKTIONSPROBLEME

Zeitweise auftretende Probleme (z.B. Probleme, die nur erscheinen, wenn der Analysator Messgas misst) können sehr schwierig zu finden und zu reparieren sein. Der folgende Abschnitt beinhaltet eine Liste mit häufigsten Problemen und den empfohlenen Überprüfungen und Korrekturmöglichkeiten.

### STARKES RAUSCHEN

Starkes Rauschen im normalen Messbetrieb deutet auf Undichtheiten in der Messgasleitung oder im Analysator selbst hin.

- Überprüfen Sie, dass keine Undichtheit bei den Messgas- oder Prüfgasleitungen vorliegt, und führen Sie eine detaillierte Dichtheitsüberprüfung durch, in diesem Kapitel weiter oben beschrieben.

Andere Ursachen können bei schlechten Kabelverbindungen oder stark schwankenden Umgebungstemperaturen liegen.

- Schalten Sie das Gerät ab und überprüfen Sie die Steckverbindungen.
- Platzieren Sie den Analysator nicht in der Nähe von Lüftungskanälen der Klimaanlage.

### LANGSAMES ANSPRECHVERHALTEN

Reagiert der Analysator zu langsam auf Änderungen beim Mess-, Prüf- oder Nullgas, überprüfen Sie folgende Punkte:

- Verschmutzter oder verstopfter Messgasfilter oder Messgasleitung.
- Zu lange Messgasleitung.
- Verschmutzte oder verstopfte Kapillare. Überprüfen Sie Durchflüsse, Druck und tauschen Sie wenn notwendig die Kapillare.
- Falsche Materialien in Kontakt mit Messgas - verwenden Sie nur Glas, Edelstahl oder Teflon-Materialien.
- Nicht genügend Zeit für das Spülen von Messgasleitungen. Bitte warten Sie, bis das Messsignal sich stabilisiert.
- Nicht genügend Zeit bis sich die Prüfgasquelle stabilisiert. Bitte warten Sie, bis das Prüfgas stabil ist.

## AREF-WARNUNGEN

Auto Referenz (AREF) Warnungen treten auf, wenn das Signal während des automatischen Referenz-Zyklus höher als 1100 Mm-1 ist.

### Hinweis

**Erscheint eine AREF-Warnung, wird diese mit dem Auto Referenzwert angezeigt.**

**(Beachten Sie, dass keine AREF Warnung während längeren Zeiträumen im CAL – Modus auftreten, da diese AREF-Funktion währenddessen deaktiviert ist. Schalten Sie das Gerät wieder in den Messgas-Modus, sobald die Kalibrierung abgeschlossen ist.)**

- Ist dieser Wert höher als 1100 Mm-1, überprüfen Sie die korrekte Funktion des AREF-Ventils.
  - Dafür gehen Sie in das Menü Utilities>Diagnostics>Digital Outputs um das Ventil an- und auszuschalten.
  - Hören Sie, ob das Ventil entsprechend schaltet, und ob die zugehörige LED (D7 LED, zugehörig zur J8-Verbindung) auf dem CAPS DAQ-Board aufleuchtet.
  - Überprüfen Sie die Spannungsversorgung zum Ventil (24 V zum Ventil sollten sich bei der Messung mit einem Voltmeter an- und ausschalten).

### Hinweis

**Bei hohen Konzentrationen reicht eine kleine Undichtheit zwischen den Anschlüssen des Ventils um einen hohen Auto Referenz Wert anzuzeigen.**

Funktioniert das Auto Referenz-Ventil korrekt, könnte die Ursache des Problems bei verunreinigten Spiegeln liegen. Nehmen Sie Kontakt mit der technischen Unterstützung ihres Lieferanten auf, um die Problemdiagnose zu bestätigen und andere Möglichkeiten ausschließen zu können.

## FEHLERSUCHE BEI EINZELNEN BAUTEILEN

Die vorhergehenden Abschnitte dieses Handbuchs behandelten verschiedene Wege für das Identifizieren möglicher Fehlerquellen oder Funktionsproblemen des Analysators. Dieser Abschnitt beschreibt, wie man herausfinden kann, ob eine bestimmte Komponente oder ein bestimmtes Bauteil tatsächlich Ursache des aktuellen Problems ist.

## AC-HAUPTSTROMVERSORGUNG



### WARNUNG – STROMSCHLAGGEFAHR

**Sollte der Leitungsschutzschalter ausgelöst haben, versuchen Sie die Ursache zu finden, bevor Sie den Analysator wieder einschalten.**

Die elektronischen Systeme des Geräts können mit jeder der angegebenen Stromspezifikationen betrieben werden: 100 VAC bis 240 VAC, bei 47 Hz bis 63 Hz. Mit dem entsprechenden Stromkabel schaltet sich das Gerät bei Umschalten des Hard-Power-Schalters auf ON an. (Wird die Netzversorgung unterbrochen, schaltet sich das Gerät nach Wiederherstellung der Versorgung wieder ein.) Schaltet sich das Gerät nicht wieder ein, überprüfen Sie die folgenden möglichen Ursachen und Lösungen:

- Kontrollieren Sie das Netzkabel auf Beschädigungen wie Schnitte oder Verschmorungen.
- Überprüfen Sie, ob das Stromkabel passend für die angegebenen Stromspezifikationen ist.
- Überprüfen Sie, ob die Stromquelle die richtige Spannung für die Spezifikationen des Geräts besitzt.
- Sollten keine der vorherigen Schritte zutreffen, prüfen Sie ob kürzlich eine Wartung durchgeführt wurde. Ist dies der Fall, schalten Sie den Hard-Power-Schalter auf OFF, trennen Sie das Stromkabel und öffnen Sie das Gerät wieder. Überprüfen Sie nun, dass sich keine Kabel gelöst haben und kein Werkzeug im Inneren des Geräts vergessen wurde.
- Können keine anderen Gründe für das Nichteinschalten des Geräts gefunden werden, überprüfen Sie die Sicherung mit einem Ohmmeter: folgen Sie dazu die Anleitungen in Abschnitt 0 für die Überprüfung der Sicherungen.
  - Ist die Sicherung durchgebrannt, tauschen Sie diese mit einer Sicherung der korrekten Spezifikation aus, wie in Abschnitt 0 beschrieben.
- Ist die Sicherung nicht durchgebrannt, oder die neue Sicherung brennt ebenfalls durch, kontaktieren Sie die technische Unterstützung Ihres Lieferanten.

## LCD/DISPLAY MODUL

Wenn kein Kabelproblem vorliegt und die Gleichspannungsversorgung in Ordnung ist, sollte die Anzeige grün leuchten und den Initialisierungs-Prozess der CPU anzeigen.

## MODUL O<sub>3</sub>-GENERATOR

Der Ozongenerator kann auf drei Weisen ausfallen; elektronisch (Platine) und funktionell - Probleme mit der UV-Lampe oder mit dem NO<sub>x</sub>-Ventil. Der Generator sollte sich, bei korrekter Luftzufuhr, 30 Minuten nach Hochfahren des Geräts automatisch selbst einschalten. Scheint der Generator richtig zu funktionieren, die Empfindlichkeit oder Kalibrierung des Geräts aber reduziert sein, vermuten Sie eine Undichtheit in der Verschlauchung des Ozongenerators oder ein NO<sub>x</sub>-Ventil, das im NO<sub>x</sub>-Modus nicht zwischen On/Off wechselt.

Eine Undichtheit im Trockner oder zwischen Trockner und Generator kann die Empfindlichkeit verringern und Änderungen in der Leistung verursachen. Führen Sie eine Überprüfung auf Undichtheit durch (Abschnitt 0).

## MANUELLE STEUERUNG DES O<sub>3</sub>-GENERATORS

Diese Funktion im Menü Utilities>Diagnostics wird verwendet, um den Ozongenerator manuell an- und auszuschalten. Dies sollte verwendet werden, um eine Entweichung von Ozon beim Abtrennen des Generators zu verhindern, oder um die 30-minütige Wartezeit nach einem Systemneustart zu umgehen.

## INTERNER PRÜFGASGENERATOR UND VENTILOPTIONEN

Die Ventiloptionen und der interne Prüfgasgenerator müssen in der Software aktiviert sein (kontaktieren Sie Ihren Hersteller, um diese Einstellung vorzunehmen).

Die halbdurchlässige PTFE-Membrane des Permeationsröhrchens wird stark von der Luftfeuchtigkeit beeinflusst. Unterschiede in der Luftfeuchtigkeit zwischen Tag und Nacht können zu verschiedenen Ergebnissen führen. Befindet sich das Gerät in einem klimatisierten Raum, ist die Luft meist trocken genug, um gute Ergebnisse zu liefern. Befindet sich das Gerät in einer Umgebung mit wechselnder oder hoher Luftfeuchtigkeit können größere Änderungen entstehen. In diesem Fall wird ein Trockner für die zugeleitete Luft empfohlen (Der Taupunkt sollte -20° C oder weniger betragen).

Das Permeationsröhrchen des internen Prüfgasgenerators wird mit einem PID-Regler auf 50°C ±1°C beheizt. Überprüfen Sie die „IZS Temp“ im Dashboard, oder das IZS Temp Rohsignal im Menü Utilities>Diagnostics>Analog Outputs (konfigurierbar im Menü Setup>Analog Outputs). Bei 50° C sollte das Temperatursignal des IZS-Sensors bei ungefähr 2500 mV liegen.

## RS-232-VERBINDUNGEN

Teledyne API Analysatoren verwenden die RS-232 Schnittstellen zur Kommunikation mit verschiedenen PC – basierenden Geräten. Probleme mit RS-232-Verbindungen hängen meistens mit falscher Anschlusskonfiguration, falschen Softwareeinstellungen oder schlechtem Sitz des internen Kabels zusammen. Verändern Sie nichts im Gerät, ohne zuerst Kontakt mit der technischen Unterstützung ihres Lieferanten aufzunehmen. Mehr Informationen finden Sie in Abschnitt 0 unter „Serielle Verbindungen“.

## BESONDERE REPARATUREN

Dieser Abschnitt enthält einige Arbeiten, die möglicherweise durchgeführt werden müssen, wenn eine Hauptkomponente des Analysators repariert oder ersetzt werden muss.

### Hinweis

Reguläre Wartungsarbeiten werden in Abschnitt 0 und nicht hier behandelt. Für einige der unten genannten Vorgänge sind auch gesonderte detaillierte Anleitungen erhältlich. Contact Teledyne APIs Technical Support Department.

### WARNUNG – STROMSCHLAGGEFAHR



Wenn das Gerät für die Reparatur nicht unbedingt in Betrieb sein muss, schalten Sie es aus und ziehen Sie das Netzkabel, bevor Sie den Analysator öffnen und Komponenten entfernen, justieren oder reparieren.



### ACHTUNG – NUR GESCHULTE TECHNIKER

Die in diesem Abschnitt genannten Arbeiten dürfen nur von geschultem Personal durchgeführt werden

## TAUSCHEN DER SICHERUNG

### ACHTUNG

### KANN GERÄT BESCHÄDIGEN UND ZU GARANTIEVERLUST FÜHREN

Sicherungen brennen üblicherweise nicht ohne Grund durch. Ersetzen Sie die Sicherung nicht, bevor Sie nicht alle anderen Gründe entsprechend Abschnitt 0 bei fehlender Netzversorgung untersucht haben, wie auch beispielsweise ein nicht leuchtender Soft-Power-Schalter (weder leuchtend noch blinkend), obwohl der Hard-Power-Schalter auf ON steht und das Netzkabel an beiden Seiten richtig angeschlossen ist. Sollte das Ohmmeter die korrekte Funktion der Sicherung anzeigen, oder die neue Sicherung durchbrennen, kontaktieren Sie Ihren Lieferanten (Abschnitt 0).



### WARNUNG - STROMSCHLAGGEFAHR

Ziehen Sie niemals das Sicherungselement heraus, ohne vorher den Hard-Power-Schalter auf OFF gestellt und das Stromkabel getrennt zu haben, damit das Gerät keinesfalls bei der Überprüfung der Sicherung noch mit Strom verbunden ist.

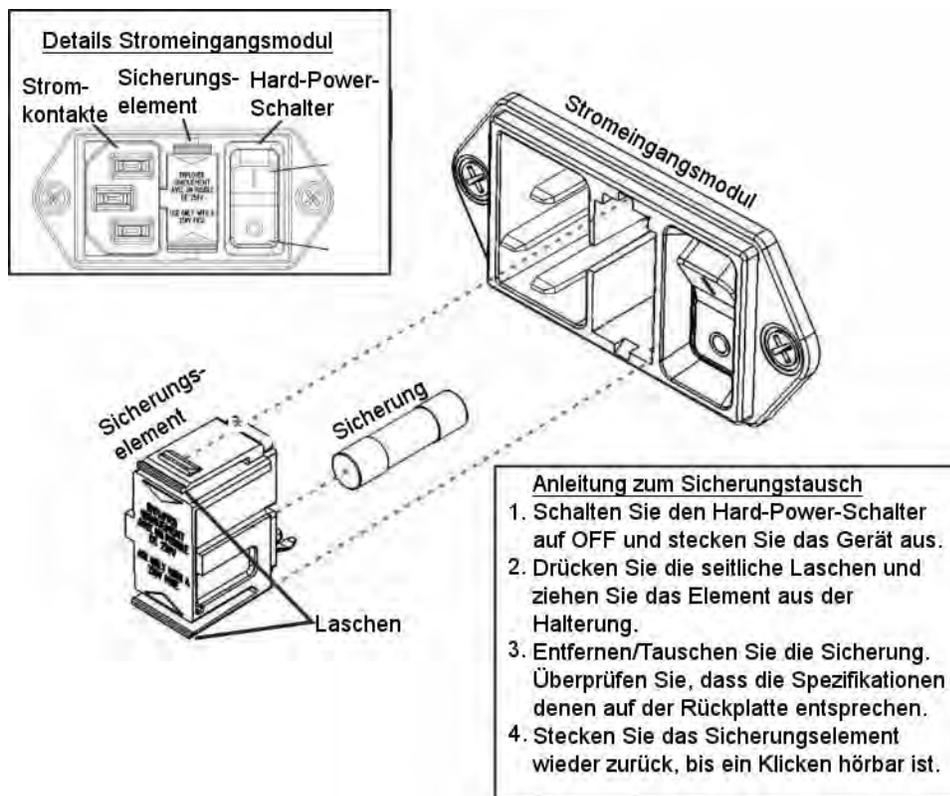


Abbildung 0-11: Zugang zur Sicherung

## AUSTAUSCH DES O<sub>3</sub>-GENERATORS

Der Ozonturm besitzt eine Platine (siehe Abbildung 0-3). Die blaue LED auf der Platine zeigt durch Leuchten an, wenn Ozon erzeugt wird. Um den Ozongenerator auszutauschen:

1. Schalten Sie den Analysator aus, ziehen Sie das Netzkabel und entfernen Sie die Abdeckung.
2. Trennen Sie alle Schläuche vom Ozongenerator. **Nehmen Sie den Analysator nie in Betrieb, wenn die internen Verschlauchungen getrennt sind.**
3. Trennen Sie das CANBUS-Kabel, das an die Platine angeschlossen ist.
4. Entfernen Sie die zwei Befestigungsschrauben, die den Ozongenerator mit dem Gehäuse verbinden, und entfernen Sie das gesamte Bauteil.
5. Führen Sie mit einem kompletten Ersatzgenerator mit Platine und Halterung einfach die obigen Schritte in umgekehrter Reihenfolge aus, um den aktuellen Generator zu ersetzen.

### Hinweis

Führen Sie eine Dichtigkeitsprüfung (Abschnitt 0) durch und kalibrieren Sie den Analysator nach einer Aufwärmzeit von 60 Minuten neu.

## TAUSCHEN DES GASAUFBEREITUNGSSYSTEMS

Das Bauteil der Gasaufbereitung enthält einen Permeationstrockner, einen Aktivkohltreiniger (AREF) und einen DFU-Filter.

Tauschen Sie den Trockner folgendermaßen:

1. Schalten Sie den Analysator aus, trenne Sie das Stromkabel und entfernen Sie die Abdeckung.
2. Trennen Sie alle Verschlauchungen von und zu dem Bauteil. Nehmen Sie den Analysator nie in Betrieb, wenn die internen Verschlauchungen getrennt sind.
3. Merken Sie sich die Ausrichtung, entfernen Sie dann die Befestigungsschrauben und anschließend das Bauteil selbst.
4. Bauen Sie das neue Teil mit der gleichen Ausrichtung wieder ein, und schrauben Sie es mit den Befestigungsschrauben wieder fest.
5. Schließen Sie die Verschlauchungen vom und zum Bauteil wieder an.
6. Führen Sie eine detaillierte Dichtheitsprüfung durch (siehe Abschnitt 0).
7. Schließen Sie den Analysator und stecken Sie das Netzkabel wieder an.
8. Starten Sie Pumpe und Analysator wieder und kalibrieren Sie das Gerät wieder neu, sobald es sich stabilisiert hat.

## HÄUFIG GESTELLTE FRAGEN

Die folgende Liste wurde von Teledyne APIs Technikern zusammengestellt und beinhaltet häufig gestellte Fragen zum Analysator:

FRAGE	ANTWORT
Warum verschwindet die Taste Enter in manchen der Menüs?	Manchmal wird die Taste ENTR ausgeblendet, wenn Sie eine Einstellung eingeben, die ungültig oder außerhalb des erlaubten Bereichs für einen Parameter ist, wie z.B. der Versuch, die 24-Stunden Uhr auf 25:00:00 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?	Das kann passieren, wenn die gemessene Gaskonzentration deutlich von den vom Anwender eingegebenen Konzentrationen für Prüf- oder Nullgas abweicht. Dies passiert, um unabsichtliche Falsch-Kalibrierungen des Analysators zu verhindern. 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 0.
Kann ich die Kalibrierung meines Analysators automatisieren?	Jeder Analysator mit Nullgas-/Prüfgasventil oder IZS-Option kann mithilfe der Funktion AutoCal automatisch kalibriert werden (Abschnitt 0).
Kann ich die IZS-Option für die Kalibrierung des Analysators verwenden?	Ja. Die Genauigkeit des IZS-Permeationsröhrchens liegt allerdings nur bei etwa $\pm 5\%$ . Um die höchste Genauigkeit zu erreichen sollten Flaschen mit kalibriertem Prüfgas in Verbindung mit einer Nullgasquelle verwendet werden.
Wie messe ich die Durchflussrate des Messgases?	Verbinden Sie für eine genaue Messung einen kalibrierten Volumendurchflussmesser an den Messgaseingang, und messen Sie während das Gerät in Betrieb ist. Die Durchflussrate sollte entsprechend Tabelle 0-1 eingestellt sein. (Verwenden Sie für die Kalibrierung das Menü Utilities>Diagnostics; siehe Abschnitt 0.)
Wie oft muss ich den Partikelfilter wechseln?	Beachten Sie hierfür den Wartungsplan in . Bedenken Sie, dass ein Betrieb mit stark verschmutzten Messgas häufigere Wartungen erfordern kann.
Wie lange hält die Messgaspumpe?	Die Pumpe sollte ungefähr ein bis zwei Jahre halten, und nur wenn erforderlich der Pumpenkopf ausgetauscht werden. (Beachten Sie den Wartungsplan in Tabelle 0-1)
Warum funktioniert meine RS-232 Verbindung nicht?	Es gibt mehrere mögliche Gründe: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 (Abschnitte 0 unter Serielle Verbindungen).</li> <li>• Die Baudrate der COM-Schnittstelle des Analysators stimmt nicht mit der der seriellen Schnittstelle Ihres Computers/Dataloggers überein (Tabelle 0-12).</li> </ul>
Wie kann ich die Steuereingänge (Kontaktschließungen) auf der Rückseite des Analysators einstellen und verwenden?	Siehe Abschnitt 0.



## TECHNISCHE HILFESTELLUNG

Ersatzteile sowie weitere technische Unterstützung kann angefragt werden von:

**EAS Envimet**  
**Industriestraße B16**

**A-2345 Brunn am Gebirge**  
**Austria**

Telefon: +43-(0)2236-378 007

Fax: +43-(0)2236-378 008

E-Mail: [office@envimet.com](mailto:office@envimet.com)

Webseite: [www.envimet.com](http://www.envimet.com)

## FUNKTIONSPRINZIP

Der N500 arbeitet als optisches Absorptions-Spektrometer, welches nach der “Cavity Attenuated Phase Shift (CAPS)” – Methode sehr zuverlässige und genaue Messwerte auch in Konzentrationen kleiner als 1 ppb messen kann, mit weniger Rauschen als bei herkömmlichen Chemilumineszenz-Analysatoren. Die CAPS-Methode verwendet dazu blaues UV-Licht von einer LED mit einer Wellenlänge von 405 nm, eine Messzelle mit hochreflektierenden Spiegeln auf beiden Enden um die optische Strecke zu verlängern, und einen Vakuum-Photo-Detektor. Alle Komponenten sind in der optischen Messzelle integriert, welche sich in einem thermostatisierten Bereich befindet. Dieser Bereich wird auf 45°C beheizt, um Feuchtigkeit auf den Spiegeln und Einflüsse von schwankenden Umgebungstemperaturen zu verhindern.

Optische Absorption ist gut erforscht und im Gesetz von Beer festgehalten; die Absorption (Lichtverlust) ist dabei direkt proportional der Lichtstrecke und der Konzentration des absorbierenden Gases.

$$A = \epsilon l c$$

*(A = Absorption,  $\epsilon$  = molarer Absorptionkoeffizient, l = Lichtstreckenlänge, c = Konzentration)*

Die CAPS Methode im N500 ist einzigartig, da sie dieses fundamentale Gesetz der optischen Absorption im Frequenzbereich anwendet, anstatt die relative Änderung der Lichtintensität als primäres Signal zu verwenden. Ultraviolettes Licht (UV) von der modulierten LED wird hinter dem Spiegel A in die Zelle gesendet (Abbildung 0-1). Die Intensität des Lichtes wird nun vom Detektor gemessen, der selbst wiederum mit einer ein wenig unterschiedlichen Frequenz moduliert wird. Der Detektor sitzt hinter dem Spiegel B und misst ein exponentiell ansteigendes Signal wenn die LED eingeschaltet ist. Wenn die LED ausgeschaltet wird, erfolgt ein Abfall der Intensität. Da beide Spiegeln bei 405 nm (dem wichtigsten Absorptionsbereich von NO<sub>2</sub>) hoch reflektierend sind, benötigt das Licht eine bestimmte Zeit um das Maximum in Abwesenheit von dem absorbierenden Gas zu erreichen. Bei Anwesenheit von NO<sub>2</sub>, verkürzt sich der Weg des Lichtes deutlich. Dies hat nun zwei Effekte auf die vom Detektor gemessene Lichtintensität:

- Das Maximum des Lichtes ist kleiner, besonders beim N500.
- Das Maximum des Lichtes wird früher erreicht.

Dadurch wird eine Phasenverschiebung zur modulierten LED gemessen (Abbildung 0-2). Die Phasenverschiebung ist bei Nullgas am Größten, sinkt wenn NO<sub>2</sub> enthalten ist und ist proportional zu der Konzentration von NO<sub>2</sub>.

Sowohl die LED als auch der Detektor werden so moduliert (ein und aus), sodass das gemessene Signal in einer viel niedrigere Frequenz entsteht, entsprechend der Differenz zwischen den modulierten Frequenzen und wird Schwebungsfrequenz genannt. Die Hardware des Systems zieht daraus insofern Nutzen, dass es einfacher wird, das Signal digital zu verarbeiten. Diese Technik wird als Überlagerung bezeichnet.

Das Gerät übersetzt die Phasenverschiebung durch das absorbierende Gas in einen Konzentrationswert. Typische Absorptionstechniken anderer Analysatoren nehmen einen Referenz- und einen Messwert des Lichtintensitätsniveaus, um die Konzentration davon abzuleiten und für Änderungen der Lichtquelle zu kompensieren. Unter Verwendung der CAPS-Methode bleibt der Phasenversatz für jede Konzentration konstant, auch falls die

LED mit der Zeit altert und an Intensität verliert. Diese Methode bietet viele Vorteile gegenüber den traditionellen (oder “Chemilumineszenz”) Analysatoren, wie z.B. schnelleres Ansprechverhalten (nur ein Gasfluss), weniger Rauschen bei Prüfgas und vor allem eine größere Genauigkeit.

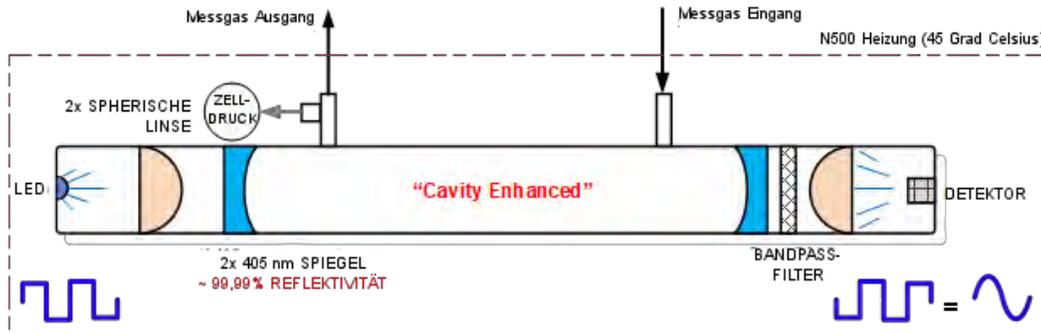


Abbildung 0-1: N500 optische Absorptionskammer

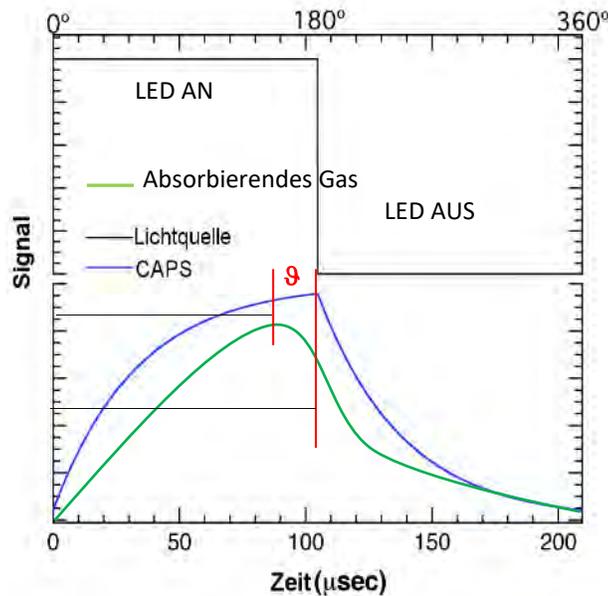


Abbildung 0-2: Darstellung des Phasenversatz von erhöhter NO<sub>2</sub>-Konzentration

(Schwarz = LED-Status, Blau = Lichtverlauf ohne NO<sub>2</sub>, Grün = Verlauf bei Phasenverschiebung)

## PNEUMATISCHER BETRIEB

Eine interne Vakuumpumpe, die sich flussabwärts der restlichen Komponente des Geräts befindet, saugt Messgas durch die pneumatischen Verbindungen des Geräts. Die Durchflussrate wird von einem Durchflussbegrenzer flussaufwärts des Sensors gesteuert.

Nachdem das Messgas durch eine Reihe von filternden und konditionierenden Komponenten geflossen ist, wird es durch einen Sensor für eine genauen NO<sub>2</sub>-Messwert

geleitet. Das Messgas wird abwechselnd mit höheren Levels von Ozon titriert, wo ein Sensor einen zweiten, höheren NO<sub>2</sub>-Wert misst (NO<sub>x</sub>-Modus), wonach die zwei Werte für Berechnungen für den NO<sub>x</sub>-Wert und die NO-Konzentration verwendet werden. Der Analysator wechselt zwischen 20 Sekunden NO<sub>2</sub>-Modus und dann 20 Sekunden NO<sub>x</sub>-Modus.

Das Umschalten des Ventils für Ozontitration ist sehr schnell und folgt einem Muster von Signalverarbeitungszuständen, die das Dashboard beim Parameter „SigProc State“ anzeigt, wie in beschrieben. Um die Genauigkeit sicherstellen zu können wechselt der Analysator regelmäßig in den AREF-Modus, um im Hintergrund im Sample-Modus eine Messung durchzuführen und für Drifts zu kompensieren.

**Tabelle 0-1: Zustände der Sensor-Signalverarbeitung**

STATUS	BESCHREIBUNG
IDLE	Wechselt zwischen zwei Messmodi (sehr kurz, oft nicht sichtbar)
NO2_WAIT	Reinigen der Zelle von der vorherigen NO <sub>x</sub> -Probe, bevor NO <sub>2</sub> gemessen wird.
NO2_SAMPLE	Messen der NO <sub>2</sub> -Konzentration
NOx_WAIT	Füllen der Zelle mit titriertem NO <sub>x</sub> , bevor die NO <sub>x</sub> -Messung vorgenommen wird.
NOx_SAMPLE	Messen der NO <sub>2</sub> -Konzentration in der titrierten Probe (welche repräsentativ für die NO <sub>x</sub> -Konzentration ist)
AUTOREF	Im Modus Auto Reference. Messgas wird durch den Aktivkohlereiniger geleitet.

Die Board-LEDs in Abbildung 0-8, Abbildung 0-9 und Abbildung 0-10 zeigen ebenfalls an, in welchem Zustand sich der Analysator befindet.

Kurz zusammengefasst misst der Analysator N500 NO<sub>2</sub> zuerst direkt durch optische Absorption um eine tatsächlichen Messwert der NO<sub>2</sub>-Konzentration zu erhalten. Dann wird eine genau getaktete Pulsation verwendet, um die Probe mit einer übermäßigen Konzentration von O<sub>3</sub> zu vermischen um NO<sub>x</sub> zu generieren. Die Software zieht dann die NO<sub>2</sub>-Konzentration von der ausgegebenen NO<sub>x</sub>-Konzentration ab, um einen Messwert für NO zu berechnen. Bei der NO-Konzentration wird dann für die Titrationseffizienz kompensiert, die anschließend zum gemessenen NO<sub>2</sub>-Wert hinzugefügt wird, um den korrigierten NO<sub>x</sub>-Messwert zu erzeugen.

Druckaufnehmer überwachen den Messgasdruck und den Messzellendruck um die Druckwerte zu überprüfen, die später für eine Vielzahl wichtiger Berechnungen und Diagnosen verwendet werden.

## ELEKTRONISCHER BETRIEB

Die elektronische Plattform basiert auf einem Controller Area Network (CAN) modularem Bussystem. CAN ist das zentrale Netzwerk, das die Kommunikation aller Teile und die zentralisierte Fehlererkennung ermöglicht, sowie für die Konfigurierung aller Teile verantwortlich ist. Durch CAN-Bustechnologie kann eine einheitliche Kabelarchitektur mit austauschbaren 6-Pin-Anschlüssen für die Netzversorgung (5V und 24V) und für Kommunikation (CAN High und CAN Low serielle Leitungen) konfiguriert werden.

Die Hauptplatine ist die zentrale Leitstelle und enthält nicht nur die CPU (Central Processing Unit), die mit anderen Modulen kommuniziert, sondern steuert auch die Weiterverteilung von Strom und Kommunikation. Die Hauptplatine besitzt einen Höhsensor, einen Temperatursensor, und einen Überwachungschip.

Der Überwachungschip kontrolliert Strom und die Sensoren, und leitet beim Drücken des Soft-Power-Schalters (siehe Netzschalter, Abschnitt 0) das sanfte Herunterfahren der internen Komponente ein, um zum Schutz vor Schäden alle Herunterfahrprozesse und Verbindungen sicher durchzuführen.

## MODULE

Jedes Modul besteht aus einem eigenen Board, dessen Mikroprozessor Nachrichten von der Hauptplatine im CAN-Netzwerk empfängt und dorthin sendet. Je nach Signalleitung, CAN Low oder CAN High, können die Module unterscheiden, ob eine Nachricht für sie bestimmt ist und was deren Priorität ist, und entsprechend reagieren. Diese werden „Smartmodule“ genannt, die lokale Funktionen wie das Aktivieren der Nullgas-/Prüfgasventile, Schalten der NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub>-Ventile oder Steuern der Verteilertemperatur ausführen. Außerdem gibt es das Sensormodul, das aus der Einheit der optischen Bank mit Gassensor in der Hauptheizung besteht, und die CAPS-Datenerfassungsplatine (DAQ) mit Logikbaustein, Mikrokontroller und LED-Steuerung auf der Außenseite. Das Sensor-Modul berechnet Gaskonzentrationen und kann Smart-Module steuern.

## NETZSCHALTER

Der frontseitige Soft-Power-Schalter wird verwendet, um die internen Komponente vor Schäden zu schützen. Wenn das Gerät angeschaltet wird, fährt der Überwachungschip die internen Komponente hoch und versetzt sie in Betriebsmodus (angezeigt durch durchgehend leuchtende LEDs). Bevor das Gerät aber wieder ausgeschaltet wird, leitet der Überwachungschip durch Drücken und kurzes Halten des durchgehend leuchtenden Soft-Power-Schalters einen Soft-Shutdown-Prozess ein und versetzt die internen Komponente in den Tiefschlafmodus (angezeigt durch blinkende LED im Schalter), um sie vor Schäden beim Ausschalten zu schützen.

Der rückseitige Hard-Power-Schalter wird verwendet, um das Gerät ein- und auszuschalten. Zuerst muss allerdings wie oben beschrieben der Soft-Power-Schalter verwendet werden. Gibt es einen plötzlichen Verlust der Netzversorgung während das Gerät in Betrieb ist, fährt es bei Wiederherstellung der Netzversorgung wieder im Zustand ON hoch.

## ANHANG A KOMMUNIKATIONSPROTOKOLLE

Die zwei verfügbaren Kommunikationsmodelle sind MODBUS (Abschnitt A.1) und HESSEN (Abschnitt A.2).

### A.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](http://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](http://www.modbustools.com))
- PC
- Kommunikationskabel (Ethernet oder USB oder RS-232)
- Möglicherweise ein Nullmodem-Adapter oder -Kabel

#### A.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 A-1).

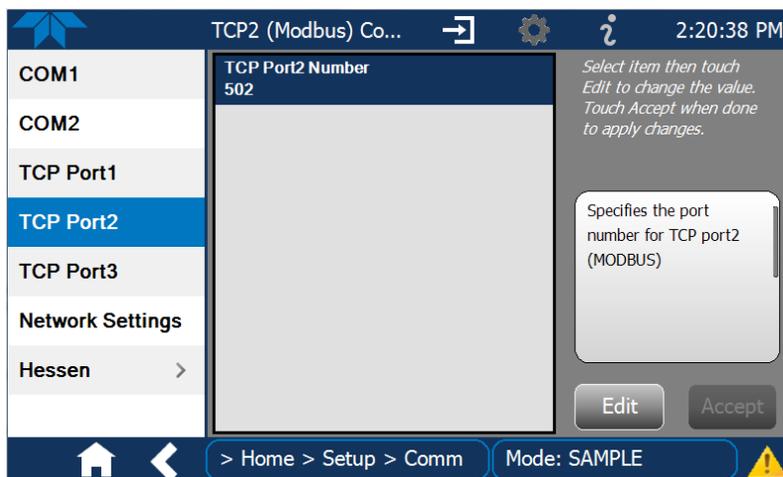


Abbildung A-1 MODBUS via ETHERNET

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.

**Wichtig**

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

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



**Abbildung A-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 Minuten, und schalten Sie es wieder an.

## A.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.

### A.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.

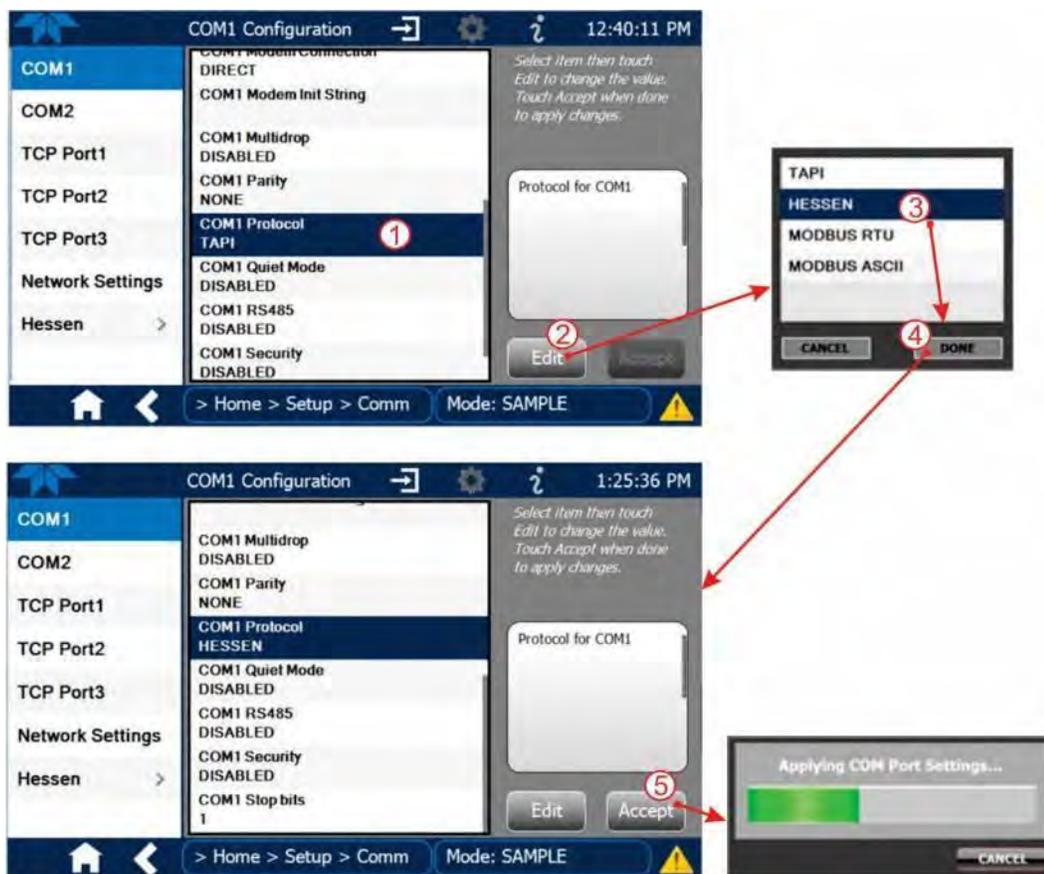


Abbildung A-3 Serielle Kommunikation, Einstellen des Hessen-Protokolls

**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 Erteilen von Befehlen darauf.

## A.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 A-1 enthält Beschreibungen.

**Tabelle A-1 Antwortmodus des Hessen-Protokolls von Teledyne API**

MODUS-ID	MODUS-BESCHREIBUNG
<b>CMD</b>	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.
<b>BCC</b>	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.
<b>TEXT</b>	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 A-2 Hessen Statusmeldungen und standardmäßige Bit-Zuweisung**

NAME DER STATUSMELDUNG <sup>2</sup>	STANDARDMÄSSIGE BIT-ZUWEISUNG (BENUTZERKONFIGURIERBAR; SIEHE HINWEIS <sup>2</sup> )
<b>WARNMELDUNGEN</b>	
SAMPLE FLOW WARNING	0001
AREF WARNING	0002
RCEL PRESS WARNING	0004
BOX TEMP WARNING	0008
RCELL TEMP WARNING	0010
IZS TEMP WARNING <sup>1</sup>	0020
INVALID CONC	8000
<b>BETRIEBSSTATUSMELDUNGEN</b>	
Im Kalibriermodus <b>MANUAL</b>	0200
Im Kalibriermodus <b>ZERO</b>	0400
Im Kalibriermodus <b>SPAN</b>	0800
Im Modus <b>WARMUP</b>	1000
<b>MESSEINHEITEN</b>	
<b>UGM</b>	0000
<b>MGM</b>	2000
<b>PPB</b>	4000
<b>PPM</b>	6000
<b>ERSATZ-BITS</b>	0100
<b>NICHT ZUGEWIESENE MELDUNGEN(0000)</b>	
<b>MANIFOLD TEMPERATURE</b>	<b>HVPS WARNING</b>
<b>OZONE GEN OFF</b>	<b>FRONT PANEL WARN</b>
<b>SYSTEM RESET</b>	<b>ANALOG CAL WARNING</b>
<b>RELAY BOARD WARNING</b>	<b>CANNOT DYN ZERO</b>
<b>REAR BOARD NOT DETECTED</b>	<b>CANNOT DYN SPAN</b>
<b>AUTOZERO WARNING</b>	<b>Instrument ist im MP CAL Modus</b>

<sup>1</sup> Trifft nur zu, wenn der optionale interne Prüfgasgenerator eingebaut ist.

<sup>2</sup> 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.

## A.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 A-4 Konfiguration der Hessen-Gasliste**

**Tabelle A-3 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 <sub>x</sub>
212	NO
213	NO <sub>2</sub>
Reported	Ob bei Anfrage vom Hessen-Netzwerk Daten gesendet werden sollen