

# NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> Monitor

**2B Technologies**



## BEDIENUNGSANLEITUNG

### Modell 405 nm FEM / QAL1 (TÜV)

© Copyright 2020, 2B Technologies  
All rights reserved.

Technische Unterstützung:  
<https://twobtech.com/tech-support.html>  
[techsupport@twobtech.com](mailto:techsupport@twobtech.com)  
+1(303)273-0559

# Inhalt

<b>IDENTIFIKATIONSUNTERLAGEN</b>	<b>iv</b>
<b>AUFLAGEN-VORGESCHICHTE</b>	<b>v</b>
<b>GARANTIEERKLÄRUNG UND SICHERHEITFRAGEN</b>	<b>vi</b>
<b>WARNUNGEN</b>	<b>viii</b>
<b>1. NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> MONITOR EINFÜHRUNG</b>	<b>1</b>
1.1 Übersicht.....	1
1.2 Theoretischer Betrieb .....	2
<b>2. SPEZIFIKATIONEN: MODELL 405 nm NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> MONITOR</b>	<b>4</b>
<b>3. BEDIENUNG</b>	<b>6</b>
3.1. Inhalt des Versandkartons .....	6
3.2. Bedienung des Monitors .....	6
3.3. Verbindungen und Setup .....	7
3.4. Durchfluss-Einstellungen des Monitors vor der Inbetriebnahme .....	7
3.5. Datenverarbeitung und Datenprotokollierung .....	8
3.6. Datenerhebung über die analogen Ausgänge.....	8
3.7. Datenerhebung über die serielle Schnittstelle in Echtzeit .....	9
3.8. Datenprotokollierung mit der SD-Karte .....	10
3.9. Messung des Nullpunkt-Versatzes .....	11
3.10. Adaptiver Filter.....	11
3.11. Zusammenfassung der Betriebsempfehlungen.....	12
<b>4. DAS BETRIEBSMENÜ</b>	<b>13</b>
4.1. Zugang zum Hauptmenü .....	13
4.2. Menübaum.....	14
4.3. Dat Untermenü: Interne Daten-Protokollierung .....	15
4.3.1. Starten der Internen Daten-Protokollierung.....	15
4.3.2. Beenden der Internen Daten-Protokollierung.....	17
4.3.3. Übermittlung der Internen Daten-Protokollierung .....	17
4.4. Avg Untermenü: Ermittlung der Durchschnittsdaten .....	18
4.5. Cfg Untermenü: Instrumenten-Konfiguration.....	18
4.5.1. Zeit und Datum einstellen.....	18
4.5.2. Kalibrierungsparameter-Übersicht .....	19
4.5.3. Festlegen der NO <sub>2</sub> - und NO-Kalibrierungs-Parameter.....	19
4.5.4. Festlegen der Durchflussmesser-Neigung.....	20
4.5.5. Den Skalierungsfaktor des analogen Ausgangs ändern .....	21
4.5.6. Die Ausgangs-Baud-Rate ändern .....	21
4.5.7. Messeinheiten für NO <sub>2</sub> und NO .....	21
4.6. Mod-Untermenü: Messmodi .....	22
4.6.1. NO <sub>2</sub> -Modus.....	22
4.6.2. NO <sub>2</sub> - und NO-Modus .....	22
4.6.3. NO-Modus .....	22

<b>5. FERNBEDIENUNG ÜBER SERIELLE VERBINDUNG</b>	<b>23</b>
5.1. Serielles Menü .....	23
5.2. Status Codes .....	24
<b>6. WARTUNG</b>	<b>25</b>
<b>7. KALIBRIERUNG</b>	<b>26</b>
7.1. Einführung .....	26
7.2. Erforderliche Ausrüstung .....	27
7.3. Setup-Prüfung.....	27
7.4. Kalibrierungsverfahren .....	27
7.4.1. Instrumentenvorbereitung .....	27
7.4.2. Messung von Nullluft .....	28
7.4.3. Messungen von NO <sub>2</sub> - und NO-Standards .....	28
7.4.4. Kalibrierungs-Kurve .....	29
<b>8. PERIODISCHE NULLPUNKT- UND SPAN PUNKT- PRÜFUNG</b>	<b>30</b>
8.1 Nullpunkt-Versatz-Prüfung .....	30
8.2. Span Punkt-Prüfung .....	30
<b>9. FEHLERMELDUNGEN</b>	<b>32</b>
9.1. Fehler-Definitionen .....	32
9.2. LCD-Display-Anzeige für Fehlerbytes .....	34
9.3. Serielle Datenzeile .....	34
<b>10. PROBLEMBEHANDLUNG</b>	<b>35</b>
<b>11. BESCHRIFTETE INSTRUMENTENFOTOS</b>	<b>39</b>
<b>12. VERKABELUNG</b>	<b>45</b>
<b>13. ERSATZTEILE</b>	<b>46</b>
<b>14. SERVICE-PROTOKOLL</b>	<b>47</b>
<b>Anhang A: Nutzung der 2B Technologies Display-and-Graphing-Software</b>	<b>49</b>

## **IDENTIFIKATIONSUNTERLAGEN**

Notieren Sie folgende Informationen für die zukünftige Verwendung:

Seriennummer der Einheit: \_\_\_\_\_

Starttermin der Garantie: \_\_\_\_\_  
(Eingangsdatum)

## AUFLAGEN-VORGESCHICHTE

Dieses Handbuch umfasst das Modell 405 nm NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> Monitor™, das zur Messung von atmosphärischem Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Stickoxid (NO) und NO<sub>x</sub> (NO + NO<sub>2</sub>) über einen dynamischen Bereich von wenigen Teilen pro Milliarde des Volumens (hier einfach ppb genannt), bis zu 10 Teilen pro Million des Volumens (ppm) für NO<sub>2</sub> und 2 ppm für NO verwendet wird. Das Modell 405 nm verfügt über ein QAL1-Zertifikat zur Konformität mit den europäischen Normen (TÜV) und ist auch als Federal Equivalent Method (FEM = Einheitliche Methode, U.S. EPA) für NO<sub>2</sub> über eine Reichweite von 0-500 ppb NO<sub>2</sub> für den Betriebstemperatur-Bereich von 20-30°C zugelassen. Das Modell 405 nm hält das [US-Patent Nr. 10684215](#). Neuauflagen dieses Handbuchs sind komplette Revisionen, die Aktualisierungen des Instruments selbst widerspiegeln, sowie Klarstellungen, Ergänzungen und andere Änderungen des Textes.

Revision A .....	Dezember 2013
Revision B .....	Februar 2014
Revision C.....	Mai 2015
Revision D.....	Juni 2016
Revision E, Seriennummer 1021-1044.....	Februar 2017
Revision F-1, Seriennummer 1045-1079.....	August 2017
<i>Die Revision F-1 gehört die Einbindung eines SD-Datenloggers als Standardmerkmal.</i>	
Revision F-2, Seriennummer 1045-1079.....	November 2017
<i>Die Revision F-2 beinhaltet Aktualisierungen der Leistungs- und Strömungs-Spezifikationen sowie Klarstellungen des Textes in Bezug auf die Auto-Zero-Funktion und Interferenzen.</i>	
Revision G-1, Seriennummer 1080-1104 .....	Mai 2018
<i>Die Revision G-1 beinhaltet die Aufnahme von Fehlermeldungen im LCD-Bildschirm und den seriellen Datenstrom, die Entfernung der Auto-Zero-Funktion, Aktualisierungen der Schalt- und Spezifikationstabelle, die Neuorganisation der Abschnitte 1 und 3 sowie erweiterte Informationen über Nullung und Druckkontrolle.</i>	
Revision G-2, Seriennummer 1080-1104 .....	September 2018
<i>Rev G-2 enthält eine korrigierte Ersatzteilliste, aktualisierte schematische, aktualisierte Webseiten-Links und aktualisierte Wartungs- und Fehlerbehebungsinformationen.</i>	
Revision G-3, G-4, Seriennummer 1080-1104 .....	Oktober 2018
<i>In Rev G-3 wurden die internen Datenlogger-Spezifikationen in Abschnitt 2 und die Wartungstabelle in Abschnitt 6 aktualisiert. In Rev G-4 wurden die Tera-Term-Links aktualisiert und die Beschriftungen der Drähte für den Auswahl-Schalter in Abschnitt 12 korrigiert.</i>	
Revision G-5, Seriennummer 1080-1104 .....	November 2018
<i>Rev G-5 fügte den seit Mai 2018 verfügbaren Abschnitten 2, 4.2 und 4.5 die Baud-Raten-Auswahl hinzu.</i>	
Revision H-1, Seriennummer 1105-1133 .....	Juni 2019
<i>Rev H-1 fügte die Möglichkeit hinzu, die Seriennummer des Geräts über die serielle Datenübertragung auszugeben (7/3/2019).</i>	
Revision H-2, Seriennummer 1112-1133 .....	Februar 2020
<i>Informationen zur QAL1 / TÜV-Zertifizierung hinzugefügt. Andere kleinere Änderungen.</i>	
Revision J-1, Seriennummer 1134 und darüber.....	Dezember 2020
<i>Foto-/Verkabelungsupdates für neue Stromversorgung der LED und Wechsel zu SS-Schotten (Abschnitte 11-12).</i>	

## WARENZEICHEN & PATENTE

2B Technologies™, 2B Tech™, 2B™, NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> Monitor™ und Model 405 nm™ sind Warenzeichen von 2B Technologies.

## VERTRAULICHKEIT

Die Informationen, die in diesem Handbuch enthalten sind, können vertraulich und urheberrechtlich geschützt sein und sind Eigentum von 2B Technologies. Die hier offenbarten Informationen werden nicht dazu verwendet, die hier offenbarten Waren herzustellen, zu konstruieren oder anderweitig zu reproduzieren. Die dargestellten Informationen dürfen ohne die ausdrückliche schriftliche Zustimmung von 2B Technologies nicht an Dritte weitergegeben oder in irgendeiner Weise veröffentlicht werden.

© Copyright 2001-2020, 2B Technologies

All rights reserved.

## **GARANTIEERKLÄRUNG UND SICHERHEITSFAGEN**

2B Technologies bietet eine Garantie auf Material- und Verarbeitungsfehler seiner Produkte. 2B Technologies wird, nach seiner Wahl, Produkte reparieren oder ersetzen, die sich als fehlerhaft erweisen. Die aufgeführte Garantie ist exklusiv und keine andere Garantie, egal ob schriftlich oder mündlich, wird hiermit ausgedrückt oder impliziert. 2B Technologies lehnt ausdrücklich alle implizierten Garantien für die Marktfähigkeit und Eignung für einen bestimmten Zweck ab.

### **Gewährleistungsfrist**

Die Gewährleistungsfrist beträgt ein (1) Jahr ab dem Eingangsdatum, in keinem Fall jedoch mehr als dreizehn (13) Monate ab dem ursprünglichen Rechnungsdatum von 2B Technologies.

### **Garantieleistungen**

Die Garantieleistungen werden den Kunden per Web-Ticket, E-Mail und Telefonunterstützung, Montag-Freitag von 9:00 bis 5:00 Uhr, Mountain Time USA, angeboten. Die bevorzugte Methode, um uns zu kontaktieren, ist durch unsere Web-Ticket-Software unter:

<https://twobtech.com/tech-support.html>

Auf diese Weise werden alle technischen Mitarbeiter von 2B Tech über Ihr Problem informiert und können darauf reagieren. Wenn Sie eine E-Mail-Antwort erhalten, klicken Sie bitte auf den angegebenen Ticket-Link, um mit uns direkt über das Internet zu kommunizieren. Der Web-Ticket-Ansatz für den Kundenservice ermöglicht es uns, Ihr Problem besser zu verfolgen und sicher zu sein, dass Sie eine zeitnahe Antwort erhalten. Wir von 2B Tech sind stolz auf unseren hervorragenden Kundenservice.

Sie können uns auch unter folgender E-Mail-Adresse: [techsupport@twobtech.com](mailto:techsupport@twobtech.com) oder per Telefon unter +1(303)273-0559 erreichen. In beiden Fällen wird ein Web-Ticket erstellt und die zukünftige Kommunikation mit Ihnen erfolgt über dieses Ticket.

Die erste Unterstützung beinhaltet die Fehlersuche und die Bestimmung der zu transportierenden Teile von 2B Technologies an den Kunden, um das Produkt innerhalb der angegebenen Spezifikationen wieder in Betrieb zu nehmen. Wenn eine solche Unterstützung nicht effizient und effektiv ist, kann das Produkt zur Reparatur oder zum Austausch an 2B Technologies zurückgegeben werden. Vor der Rückgabe des Produktes muss eine Reparatur-Autorisierungsnummer (RA) bei der 2B Technologies Service Abteilung eingeholt werden. Wir stellen Ihnen ein einfaches Reparatur-Autorisierungsformular zur Verfügung, das Sie ausfüllen können, um das Instrument zurückzuschicken.

### **Lieferung**

2B Technologies wird Frachtkosten für Ersatz- oder Reparaturprodukte zahlen, die dem Kunden geliefert werden. Der Kunde zahlt Frachtkosten für alle Produkte, die zu 2B Technologies zurückgeschickt werden.

## **Bedingungen**

Die vorstehende Garantie gilt nicht für Mängel, die sich aus unsachgemäßer oder unzureichender Wartung, Einstellung, Kalibrierung oder Bedienung durch den Kunden ergeben. Wartung, Einstellung, Kalibrierung oder Operation müssen gemäß den Anweisungen in diesem Handbuch erfolgen. Die Verwendung von Wartungsmaterialien, die von anderen Lieferanten als 2B Technologies gekauft wurden, macht diese Garantie zunichte.

## **Rechtsmittel- und Haftungsbeschränkung**

Die hier zur Verfügung gestellten Rechtsmittel sind die alleinigen und ausschließlichen Mittel des Kunden. In keinem Fall haftet 2B Technologies für direkte, indirekte, besondere, zufällige oder Folgeschäden (einschließlich Gewinneinbußen), unabhängig davon, ob dieses sich aus einem Vertrag, einer unerlaubten Handlung oder einer anderen Rechtstheorie ergibt. Dieses Handbuch wird zum Zeitpunkt der Veröffentlichung als zutreffend angesehen und es wird keine Verantwortung für eventuelle Fehler übernommen. In keinem Fall haftet 2B Technologies für zufällige oder Folgeschäden im Zusammenhang mit oder aus der Verwendung dieses Handbuchs und seiner damit verbundenen Materialien. Die Garantie gilt nur für das Land, das auf dem Angebot oder der Rechnung von 2B Technologies angegeben ist.

## **Sicherheitswarnung**

Der Modell 405 nm NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> Monitor wurde zur Verwendung eines internen Ozongenerators (O<sub>3</sub>) zur Oxidierung von NO zu NO<sub>2</sub> entwickelt. Ozon ist ein giftiges Gas und sollte vorsichtig behandelt werden. Unter normalen Betriebsbedingungen wird das Instrument ~ 6 ppm O<sub>3</sub> in der Luft produzieren. Das Instrument ist mit einem internen Ozon-Gaswäscher ausgestattet, um Ozon zu entfernen, bevor die Probe belüftet wird. Obwohl der Wäscher katalytisch ist, hat er eine begrenzte Lebensdauer und sollte mindestens alle 12 Monate ausgetauscht werden. Aus diesem Grund wird empfohlen, den Auslass des Instruments zum Schutz vor ungewaschenem O<sub>3</sub> ordentlich zu lüften. Der Auslass sollte nicht in der Nähe des Einlasses von NO<sub>x</sub>- oder Ozon-Monitoren entlüftet werden, um falsche Messungen zu vermeiden.

**Der NIOSH-Expositionsgrenzwert für Ozon liegt bei 0,1 ppm oder 100 ppb (8-Stundenzeitgewichteter Durchschnitt).**

# WARNUNGEN

## ENGLISH




### WARNING:

Any operation requiring access to the inside of the equipment, could result in injury. To avoid potentially dangerous shock, disconnect from power supply before opening the equipment.

### WARNING:



This symbol,  on the instrument indicates that the user should refer to the manual for operating instructions.

### WARNING:

If this instrument is used in a manner not specified by 2B Technologies, USA, the protection provided by the instrument may be impaired.

## ESPAÑOL




### ATENCIÓN:

Cualquier operación que requiera acceso al interior del equipo, puede causar una lesión. Para evitar peligros potenciales, desconectarlo de la alimentación a Rot antes de abrir el equipo.

### ATENCIÓN:



Este símbolo,  en el instrumento indica que el usuario debería referirse al manual para instrucciones de funcionamiento.

### ATENCIÓN:

Si este instrumento se usa de una forma no especificada por 2B Technologies, USA, puede desactivarse la protección suministrada por el instrumento.

## FRANÇAIS




### ATTENTION:

Chaque opération à l'intérieur de l'appareil, peut causer du préjudice. Afin d'éviter un choc qui pourrait être dangereux, déconnectez l'appareil du réseau avant de l'ouvrir.

### ATTENTION:



Le symbole,  indique que l'utilisateur doit consulter le manuel d'instructions.

### ATTENTION:

Si l'instrument n'est pas utilisé suivant les instructions de 2B Technologies, USA, les dispositions de sécurité de l'appareil ne sont plus valables.

## DEUTSCH




### WARNHINWEIS:

Vor dem Öffnen des Gerätes Netzstecker ziehen!

### WARNHINWEIS:



Dieses,  auf dem Gerät weist darauf hin, daß der Anwender zuerst das entsprechende Kapitel in der Bedienungsanleitung lesen sollte.

### WARNHINWEIS:

Wenn das Gerät nicht wie durch die Firma 2B Technologies, USA, vorgeschrieben und im Handbuch beschrieben betrieben wird, können die im Gerät eingebauten Schutzvorrichtungen beeinträchtigt werden.

## ITALIANO




### ATTENZIONE:

Qualsiasi intervento debba essere effettuato sullo strumento può essere potenzialmente pericoloso a causa della corrente elettrica. Il cavo di alimentazione deve essere staccato dallo strumento prima della sua apertura.

### ATTENZIONE:



Il simbolo,  sullo strumento avverte l'utilizzatore di consultare il Manuale di Istruzioni alla sezione specifica.

### ATTENZIONE:

Se questo strumento viene utilizzato in maniera non conforme alle specifiche di 2B Technologies, USA, le protezioni di cui esso è dotato potrebbero essere alterate.

## DUTCH




### OPGELET:

Iedere handeling binnenin het toestel kan beschadiging veroorzaken. Om iedere mogelijk gevaarlijke shock te vermijden moet de aansluiting met het net verbroken worden, vóór het openen van het toestel.

### OPGELET:



Het symbool,  geeft aan dat de gebruiker de instructies in de handleiding moet raadplegen.

### OPGELET:

Indien het toestel niet gebruikt wordt volgens de richtlijnen van 2B Technologies, USA gelden de veiligheidsvoorzieningen niet meer.

## CHINESE




### 警告:

任何需要接触设备内部的操作均可能造成人身伤害。为避免可能的触电危险，请在打开设备前切断电源。

### 警告:



这个符号  在仪器上表示用户应参考说明书上的操作指南。

### 警告:

如果仪器没有按照美国2B科技公司指定方式操作，仪器的保护性能会减弱。

## JAPANESE




### 警告:

機器の内部で操作する時、怪我できます。危険な衝撃を回避するために、機器を開ける前に、電源を切断してください。

### 警告:



機器でこの記号  を見れば、マニュアルを読んでください。

### 警告:

この機器は2Bテクノロジー会社、USAの指定でなければ、機器の保護が損なえます。

# 1. **NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> MONITOR EINFÜHRUNG**

## 1.1 Übersicht

Der 2B Technologies Modell 405 nm NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> Monitor™ ist so konzipiert, dass atmosphärisches Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Stickoxid (NO) und NO<sub>x</sub> (NO + NO<sub>2</sub>) über einen dynamischen Bereich von wenigen Teilen pro Milliarde des Volumens (hier genannt ppb), bis zu 10 Teilen pro Million des Volumens (ppm) für NO<sub>2</sub> und 2 ppm für NO, basierend auf der Aufnahme von sichtbarem Licht bei 405 Nanometern (nm), genau gemessen werden kann. Dieses Modell 405 nm verfügt über ein QAL1-Konformitätszertifikat gemäß den europäischen Normen EN 15267-1, EN 15267-2, EN 14211 und VDI 4202-1 (Zertifikatsnummer [0000062070](#), Prüflabor: TÜV Rheinland). Das Modell 405 nm ist als Federal Equivalent Method (FEM = Einheitliche Methode, U.S. EPA) für NO<sub>2</sub> über eine Reichweite von 0-500 ppb NO<sub>2</sub> für den Betriebstemperaturbereich von 20-30°C zugelassen. ([EQNA-0217-243](#)).

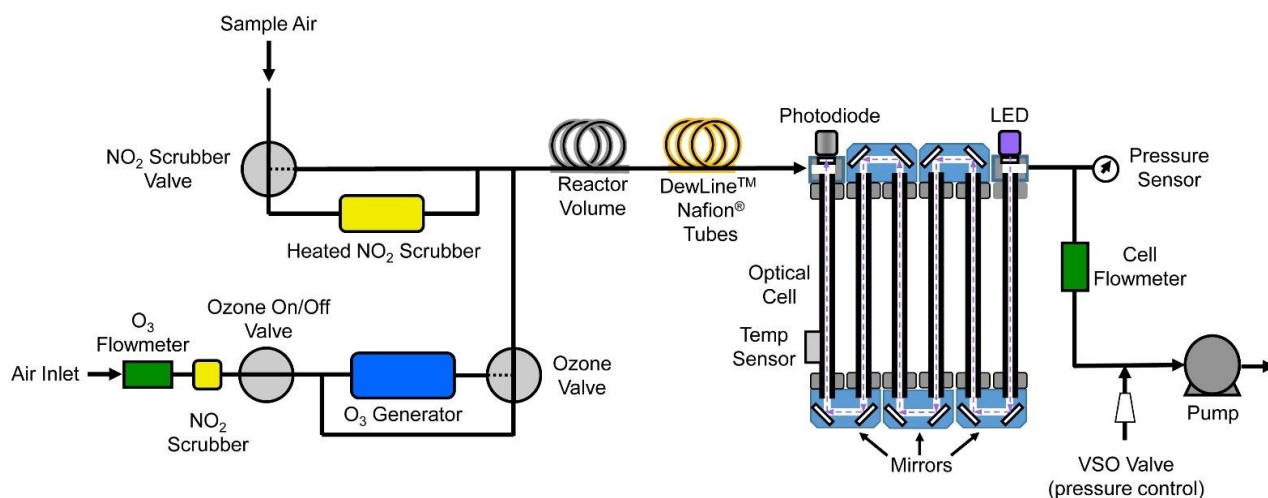
Das Modell 405 nm bietet eine absolute Methode zur Messung von NO<sub>2</sub> auf Basis des Beer-Lambert-Gesetzes und erfordert daher nur eine seltene Kalibrierung. Die NO<sub>2</sub>-Messung erfolgt analog zur Messung von O<sub>3</sub> mit einem konventionellen auf Absorption basierendem Ozonmonitor; die beiden Hauptunterschiede sind die Verwendung von 405 nm Licht für NO<sub>2</sub> anstelle von 254 nm Licht für O<sub>3</sub> und eine deutlich längere Weglänge von ca. 2 Metern (vs. 15-30 cm für Ozon), um den viel geringeren Absorptionsquerschnitt von NO<sub>2</sub> auszugleichen. Die lange Weglänge wird durch den Einsatz einer Zelle mit einem patentierten Röhrendesign ([US-Patent Nr. 10684215](#)) erreicht, die für ein geringes Volumen und einen schnellen Gasaustausch sorgt. Unser in *Atmospheric Measurement Techniques* veröffentlichter Aufsatz beschreibt dieses Zelldesign und andere Aspekte, wie sie im Modell 405 nm implementiert sind (JW Birks et al., *Folded Tubular Photometer für atmosphärische Messungen von NO<sub>2</sub> und NO*, *Atmos. Meas. Tech.*, 11, 2821- 2835, 2018).

Stickoxid wird gemessen, indem die Lichtintensitäten mit und ohne Ozon-Zugabe zur Oxidierung von NO zu NO<sub>2</sub> gemessen werden. Wie im Folgenden näher beschrieben, ergibt sich eine "halbdirekte" Messung von NO, da die NO-Konzentration direkt ausgegeben wird und nicht auf der Subtraktion der NO<sub>2</sub>-Konzentration von einer Gesamt-NO<sub>x</sub>-Konzentration beruht. Stattdessen wird die NO<sub>x</sub>-Konzentration als Summe der Messungen von NO<sub>2</sub> und NO berechnet.

Der NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> Monitor ist mit einer nachvollziehbaren NIST-Kalibrierung versehen. Da die Erkennung auf der absoluten Absorptionsmethode basiert, ist eine häufige Kalibrierung der Spannweite (Empfindlichkeit) nicht erforderlich.

## 1.2 Theoretischer Betrieb

Figur 1.1 ist ein vereinfachtes schematisches Diagramm des Modell 405 nm NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> Monitors.



**Figur 1.1. Schematisches Diagramm des Modell 405 nm NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> Monitors.**

Die Probenluft wird durch die Pumpe kontinuierlich mit einer Durchflussrate von ~ 1,5 L/min durch das Instrument gepumpt. Das NO<sub>2</sub>-Wäscher-Ventil pumpt die Probenluft abwechselnd durch eine Umleitung oder einen beheizten NO<sub>2</sub>-Wäscher, um alles NO<sub>2</sub> in der Probe zu entfernen. Die NO<sub>2</sub>-gewaschene oder ungewaschene Luft durchläuft das Reaktorvolumen und die DewLine™ Nafion® Röhren (zum Ausgleich der Luftfeuchtigkeit), durch die optische Zelle und durch den Zellen-Durchflussmesser. Die alternative Umschaltung des NO<sub>2</sub>-Wäscher-Ventils alle 5 Sekunden ermöglicht die Messung einer Lichtintensität in der Abwesenheit ( $I_o$ ) von NO<sub>2</sub> und der Anwesenheit ( $I$ ) von NO<sub>2</sub>. Das Beer-Lambert-Gesetz wird dann dazu verwendet, die Konzentration von NO<sub>2</sub> von  $I$  und  $I_o$  zu berechnen:

$$[NO_2] = \frac{1}{L\sigma} \ln\left(\frac{I_o}{I}\right)$$

Hier ist  $L$  die Weglänge (~ 2,1 m) und es ist der Absorptionsquerschnitt (~  $6,06 \times 10^{-19}$  cm<sup>2</sup> Molek<sup>-1</sup>) für NO<sub>2</sub>, der über die Leuchtdioden (LED)-Emission auf 405 nm zentriert ist. Die Messung bietet eine absolute NO<sub>2</sub>-Konzentration in Moleküle/cm<sup>3</sup>. Um diese Konzentration in ein Mischungsverhältnis umzuwandeln (Bruchteil der gesamten Luftmoleküle, die NO<sub>2</sub> sind), messen wir auch die Zelltemperatur und den Druck, der die Gesamtkonzentration der Luftmoleküle bestimmt. Von der Temperatur und dem Druck ausgehend verwenden wir das ideale Gasgesetz, um die Konzentration von Luftmolekülen,  $M$ , in der optischen Zelle zu berechnen. Stickstoffdioxid in ppb-Einheiten wird dann durch die folgende Formel berechnet:

$$[NO_2]_{ppb} = 10^9 \frac{[NO_2]}{[Air]} = 10^9 \frac{RT}{N_A P L \sigma} \ln\left(\frac{I_o}{I}\right)$$

wobei  $N_A$  die Zahl von Avogadro ( $6,02214129 \times 10^{23}$  molec/mol),  $R$  die Gaskonstante ( $82,05746 \text{ cm}^3 \text{ atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ),  $T$  die absolute Temperatur in K und  $P$  der Zelldruck in der Atmosphäre ist.

Stickoxid wird gemessen, indem der  $\text{NO}_2$ -Wäscher umgangen wird und die Lichtintensität gemessen wird, während man Ozon hinzufügt ( $I$ ) oder nicht hinzufügt ( $I_o$ ), um NO zu  $\text{NO}_2$  entsprechend der bekannten Reaktion zu konvertieren.:



Wie bei allen unseren Instrumenten wird auch bei den Messungen  $I$  und  $I_o$  eine DewLine™ Nafion® Leitung eingesetzt, um die Luftfeuchtigkeit auszugleichen, sodass jegliche Wasserdampfstörung durch Brechungseffekte auf die Lichtübertragung durch die optische Zelle beseitigt wird. Aufgrund der Voraussetzungen des Instruments sind die Reaktionen des zugesetzten Ozons mit anderen Arten als NO unbedeutend.

$\text{NO}_x$  wird durch Addieren der Messungen von  $\text{NO}_2$  und NO gewonnen. Das Instrument kann in einem kontinuierlichen  $\text{NO}_2$ - oder NO-Modus oder in einem Modus, in dem  $\text{NO}_2$  und NO abwechselnd alle 5 Sekunden gemessen werden, betrieben werden.

Wie oben angesprochen, wird der Druck und die Temperatur innerhalb der Absorptionszelle so gemessen, dass die  $\text{NO}_2$ -Konzentration als Mischungsverhältnis in Teilen pro Milliarde des Volumens (ppb) ausgedrückt werden kann. Das Gerät zeigt und zeichnet neben dem  $\text{NO}_2$ -Mischverhältnis auch die Zelltemperatur und den Druck auf. Der Zelldruck wird in Einheiten von mbar und die Zelltemperatur in Einheiten von °C dargestellt und protokolliert.

Grundsätzlich ist für die Messung von  $\text{NO}_2$  durch Absorption bei 405 nm keine externe Kalibrierung erforderlich; es ist eine absolute Methode. Allerdings können Faktoren wie die Variabilität der LED-Spitzen-Emissionswellenlänge und -bandbreite sowie die Nicht-Linearität der Fotodiode und die Verstärker-Ansprechzeit zu einem kleinen Messfehler führen. Daher ist jedes Instrument auf die nachvollziehbaren NIST-Standards von NO und  $\text{NO}_2$  abgestimmt. Diese Ergebnisse werden verwendet, um das Modell 405 nm in Bezug auf eine Versatz-/Steigungskorrektur (Gewinn oder Empfindlichkeit) zu kalibrieren. Die Versatz-/Steigungskorrektur wird im Instrumenten-Geburtszertifikat und auf einem Kalibrierungsaufkleber aufgezeichnet, der sich unter der oberen Abdeckung des Instruments befindet. Diese Kalibrierungsparameter werden vor dem Versand in den Mikroprozessorspeicher eingegeben. Der Benutzer kann die Versatz-/Steigungs-Kalibrierungsparameter vom Bedienfeld an der Vorderseite aus ändern, indem er dies im Menü auswählt. Es wird empfohlen, das Instrument mindestens einmal jährlich und vorzugsweise auch häufiger neu zu kalibrieren. Der Versatz kann sich aufgrund von Temperaturänderungen oder chemischer Verunreinigung der Absorptionszelle innerhalb von Stunden oder Tagen verändern. Wie unten beschrieben, wird empfohlen, das Instrument während des Gebrauchs regelmäßig auf Null zu setzen, für die meisten Anwendungen in der Regel zumindest einmal täglich.

Ein spannungsempfindliches Öffnungsventil (voltage sensitive orifice = VSO) wird verwendet, um den Druck in den Nachweiszellen während der  $I$  und  $I_o$  -Messungen

auszugleichen. Dadurch entfällt eine potenziell große Fehlerquelle, die sich aus der Druckwirkung auf die Lichtübertragung durch die optische Bank ergibt. Wir beschreiben dies ausführlicher in einem Papier, das in *Atmospheric Measurement Techniques* veröffentlicht wurde und hier verlinkt ist:

[https://twobtech.com/Model\\_405\\_AMT\\_paper.pdf](https://twobtech.com/Model_405_AMT_paper.pdf)

## 2. SPEZIFIKATIONEN: MODELL 405 nm NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> MONITOR

<b>Prinzip der Messung</b>	Direkte Absorption von NO <sub>2</sub> bei 405 nm
<b>Zertifizierungen</b>	U.S. EPA: Federal Equivalent Method (FEM = Einheitliche Methode) für NO <sub>2</sub> (0-500 ppb, 20-30°C), <a href="#">EQNA-0217-243</a> EU: EN 14211, TÜV Rheinland QAL1 Certified: EN15267, certificate 0000062070 ( <a href="#">German</a> / <a href="#">English</a> ) CE
<b>Messmodus</b>	Nur NO <sub>2</sub> ; Nur NO; NO, NO <sub>2</sub> und NO <sub>x</sub>
<b>Linearer dynamischer Bereich</b>	0-10 ppm für NO <sub>2</sub> ; 0-2 ppm für NO (für den Betriebstemperaturbereich von 20-30°C zugelassen)
<b>Auflösung</b>	0,1 ppb
<b>Präzision (1σ rms noise)</b>	< 0,5 ppb oder 0.5% des Ableseergebnisses (mit adaptivem Filter <sup>1</sup> )
<b>Genauigkeit</b>	Höherer Wert von 2 ppb oder 2% des Ableseergebnisses
<b>Nachweisgrenze (2σ)</b>	< 1 ppb (mit adaptivem Filter <sup>1</sup> )
<b>Durchflussrate (nominal)</b>	1,5 Liter/min
<b>Durchflussbedarf</b>	Minimum: 1,4 Liter/min; Maximum: 1,6 Liter/min
<b>Reaktionszeit, 100% Umschalt-Rate</b>	10 sek für 5-Sekunden- Mittelwertbildung 20 sek mit adaptivem Filter <sup>1</sup>
<b>Messfrequenz</b>	0.2 Hz (alle 5 Sekunden)
<b>Intervalle der Mittelwertbildung</b>	5 sek, 1 min, 5 min, 1 hr
<b>Speicherkapazität des Loggers (SD-Karte)</b>	Minimum 2 GB (> 2 Jahre Kapazität für 5-Sekunden-Messmodus)
<b>Interne Datenlogger-Kapazität</b>	8,192 Linien (5-Sek-Mittelwert = 0,47 Tage; 1-Min-Mittelwert = 5,7 Tage; 5-Min-Mittelwert = 1 Monat; 1-Stunden-Mittelwert = 0,94 Jahre)

<b>Konzentrationseinheiten</b>	ppb, pphm, ppm
<b>Druckeinheit</b>	mbar
<b>Temperatureinheit</b>	°C
<b>T und P Korrigiert</b>	Ja
<b>Betriebstemperatur-Bereich</b>	10 bis 50°C (bei 20-30°C zugelassen für NO <sub>2</sub> ) (DIN EN 14211 geprüft 0 – 30 °C)
<b>Energiebedarf; 5-amp 110/220 VAC Power Pack (zur Verfügung gestellt) oder Batterie</b>	11-14 V dc oder 120/240 V ac, 1,4 A bei 12 V, 17 Watt Max: 2,9 A bei 12 V, 35 Watt (Aufwärmphase)
<b>Größe</b>	Rackmount: 43 x 37 x 14 cm
<b>Gewicht</b>	8,4 kg
<b>Datenausgabe</b>	RS232, 0-2.5 V Analogausgänge für NO und für NO <sub>2</sub>
<b>Datenübertragungs-Baud- Rate</b>	2400, 4800, 19200
<b>Leistungsbereiche</b>	Benutzerdefinierter Skalierungsfaktor im Menü
<b>DewLine™</b>	Ja
<b>Pumpe mit langer Lebensdauer</b>	Ja, 15,000 Stunden
<b>Durchflussmesser</b>	JA
<b>Optionen</b>	Bluetooth für die drahtlose Datenübertragung; USB-Ausgang (an Stelle von RS232)

<sup>1</sup>Ein adaptiver Filter kann aus dem seriellen Menü ausgewählt werden, wodurch die Signalmittelhöhe ähnlich wie bei konkurrierenden NO<sub>x</sub>-Monitore ist. Die oben genannten Spezifikationen sind für Standardparameter: grundlegende Veränderungen = 40 ppb, prozentuale Veränderung = 10%, kurze Filterzeiten = 4 pts (20 s), lange Filterzeiten = 36 pts (3 min). Adaptive Filterparameter können vom Anwender angepasst werden. Siehe Abschnitt 3.10 und Abschnitt 5 dieses Handbuchs.

## **3. BEDIENUNG**

Bitte lesen Sie alle folgenden Informationen, bevor Sie versuchen, den Modell 405 nm NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> Monitor zu installieren. Für Unterstützung rufen Sie bitte 2B Technologies an unter (303)273-0559.

### **HINWEIS:**

**Bewahren Sie den Versandkarton und die Verpackungsmaterialien, die mit dem Monitor geliefert wurden, auf. Wenn der NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> Monitor an die Fabrik zurückgeschickt werden muss, packen Sie ihn in den Originalkarton. Reparaturen infolge von Schäden, die während des Transports entstanden sind, werden in Rechnung gestellt.**

### **3.1. Inhalt des Versandkartons**

Öffnen Sie den Karton und überprüfen Sie, ob er alle Artikel auf der Lieferliste enthält. Sollte etwas fehlen oder offensichtlich beschädigt sein, kontaktieren Sie umgehend 2B Technologies.

### **3.2. Bedienung des Monitors**

Um den NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> Monitor zu bedienen, verbinden Sie ihn mit einer externen Stromquelle und schalten das Gerät mit dem Schalter am Bedienfeld an der Vorderseite ein. Das Gerät benötigt eine 12-V-Gleichstromquelle, die durch das mitgelieferte 110-220-V-Netzteil oder eine externe Batterie geschaffen werden kann. Die Stromquelle sollte bei 12 V (35 Watt) mindestens 2,9 Ampere Strom liefern können. Die Quelle kann im Bereich 11-14 V DC liegen, ohne dass sich dies nachteilig auf die Messung auswirkt. Beachten Sie, dass das Gerät nicht über einen USB-Anschluss an einen Computer angeschlossen werden kann, da die Mindestanforderungen an die Stromversorgung mit dieser Methode nicht erreicht werden können. (Die Verbindung zum Computer darf nur für die Datenübertragung verwendet werden; siehe Abschnitt 3.7.)

Die Installation des NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> Monitors muss in einem gesicherten Bereich erfolgen, um das Messgerät vor einer unbeabsichtigten oder unbefugten Verstellung der Betriebsparameter zu schützen.

Nach dem Einschalten wird das Instrument einen Startbildschirm mit der Versionsnummer der auf dem Mikroprozessor installierten Firmware und einer Anzeige der Uhrzeit und des Datums anzeigen. Als Nächstes beginnt das Instrument einen Aufwärmmodus, während dessen es die Ziel-Temperatur des Wäschers von 110°C und die aktuelle Wäscher-Temperatur anzeigt. 10-20 Minuten nach dem Start erreicht der Wäscher die Zieltemperatur und das Instrument beginnt mit den Messungen. Das Instrument zeigt kurz einen Statusbildschirm an, der den Zustand der Protokollierung anzeigt (entweder die protokollierte Zahl, "OFF" oder "FULL") und beginnt dann mit der Anzeige von Messungen der für die Messung ausgewählten Spezies (NO<sub>2</sub>; NO; Oder

NO<sub>2</sub> und NO) zusammen mit den Werten der Zelldurchflussrate (CF), der Ozondurchflussrate (O3F), der Temperatur (T) und des Drucks (P) der Absorptionszelle. Der Bildschirm zeigt abwechselnd das Status-Protokoll (geloggte Nummer, OFF oder FULL), die Uhrzeit und das Datum an. Die ersten Messwerte können falsch sein (eine Error-Byte-Nachricht erscheint; siehe Abschnitt 9). Gültige Messwerte beginnen mit dem Verschwinden dieser Nachricht.

### 3.3. Verbindungen und Setup

1. Schließen Sie die Proben-Einlassleitung an der Proben-Einlassöffnung an (siehe Abschnitt 11, Abbildung 11.6). Der Druck des Probengases am an der Proben-Einlassöffnung sollte dem Umgebungsdruck entsprechen und konstant sein. Die Einlassleitung sollte aus PTFE (Teflon<sup>®</sup>), PFA oder einem anderen inerten Material bestehen, das NO<sub>2</sub> oder NO nicht zerstört und keine Weichmacher oder andere organische Stoffe, die den Strömungsweg verunreinigen können, desorbiert. Die Schlauchlänge sollte so kurz wie möglich gehalten werden, um den Verlust von NO<sub>x</sub> an der Innenfläche zu minimieren und die Reaktion von NO mit Umgebungsoson zu minimieren. Tygon<sup>®</sup>, Polypropylen (das wie Teflon<sup>®</sup> aussehen kann) und Metallrohre sollten nicht verwendet werden. Mit Teflon<sup>®</sup> ausgekleidete Tygon<sup>®</sup>-Schläuche, die auch im Inneren des Instruments verwendet werden, bieten die Flexibilität von Tygon<sup>®</sup> mit der Trägheit von Teflon<sup>®</sup> und werden empfohlen. Ein mitgelieferter Teflon<sup>®</sup>-Einlassfilter ist erforderlich, um eine interne Verunreinigung der Schläuche und der Optikzelle durch Feinstaub zu verhindern. Wir empfehlen einen 47 mm PTFE (Polytetrafluoroethylen) - Membranfilter mit 5-Mikron-Porengröße. Außerdem können Partikel eine positive Beeinträchtigung der Messung darstellen, indem sie Licht aus der LED-Quelle absorbieren und streuen. Der Filter sollte auf NO<sub>2</sub> und NO-Verlust getestet werden, indem Umgebungs-NO<sub>2</sub> und -NO mit und ohne den Filter gemessen werden. Ersatzfilter sind über 2B Technologies erhältlich. Sehen Sie dazu unsere Website: <https://twobtech.com/parts-online.html>.

2. Entlüften Sie die Abluftöffnung in atmosphärischem Druck und ausserhalb des Raumes. Der Monitor verfügt über eine interne Reinigung, die Ozon (produziert, um NO zu NO<sub>2</sub> zu oxidieren) und NO<sub>2</sub> aus der Probe zu entfernen, bevor diese das Instrument durch die Abluftöffnung verlässt. Es wird jedoch empfohlen, die Pumpen-Abluft in einen gut belüfteten Bereich außerhalb des Raumes zu führen, falls ein Wäscher ausfallen sollte.

### 3.4. Durchfluss-Einstellungen des Monitors vor der Inbetriebnahme

Das Modell 405 nm verfügt über zwei eigenständige Ströme, die vor dem Betrieb des Instruments überprüft und angepasst werden müssen. Die beiden unabhängig voneinander anzupassenden Volumenströme sind:

**Zell-Durchflussrate (1400-1600 cm<sup>3</sup>/min):** Die Zell-Durchflussrate von Probengas und Ozon/Luft durch das Reaktorvolumen und die optische Zelle.

**Ozon-Durchflussrate (60-80 cm<sup>3</sup>/min):** Die Strömungsgeschwindigkeit von Ozon/Luft, die in den Probenstrom gemischt wird.

Diese Strömungsgeschwindigkeiten werden in den oben genannten Bereichen im Werk angepasst. Aufgrund von Höhen- und damit Druckveränderungen müssen die beiden Strömungsgeschwindigkeiten jedoch vom Anwender überprüft und angepasst werden, um sie gegebenenfalls innerhalb der angegebenen Bereiche zu halten. Dafür folgen Sie bitte den Durchflussraten auf dem LCD-Bildschirm (Abschnitt 4.3.1) oder der seriellen Schnittstelle (siehe Abschnitt 3.7). Der Zell-Durchfluss, der als CF angezeigt wird, sollte im Bereich 1400-1600 cm<sup>3</sup>/min liegen. Dieser Durchfluss kann durch das Nadelventil auf der Rückseite mit der Aufschrift "Cell Flow" eingestellt werden. Der Ozon-Durchfluss, der als O3F angezeigt wird, sollte im Bereich 60-80 cm<sup>3</sup>/min liegen. Der Ozon-Durchfluss kann durch das Nadelventil auf der Rückseite mit der Aufschrift "O3 Flow" eingestellt werden. Sobald diese Ströme überprüft und angepasst sind, sollten sie nicht mehr angepasst werden, es sei denn, der Standort des Instruments ändert sich in der Höhe.

Nach der Einstellung des Durchflusses sollte das Gerät, vor dem fortfahren, ein- und ausgeschaltet werden.

### **3.5. Datenverarbeitung und Datenprotokollierung**

Wenn das Gerät zum ersten Mal eingeschaltet ist, beginnt es mit Messungen im 5-Sekunden-Takt (es sei denn, zuvor wurde eine andere Durchschnittszeit gewählt; siehe Abschnitt 4.4). Intern generierte Daten können im internen Datenlogger aufgezeichnet werden. Bis zu 8.192 Datenzeilen, die die Protokoll-Nummer, NO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2\_zero</sub>, NO \_ zero, Zell-Temperatur, Zell-Druck, Zell-Volumenstrom, Ozon-Volumenstrom, Proben-Fotodioden-Spannung, O<sub>3</sub>-Generator-Fotodioden-Spannung, aufgeheizte Wäscher-Temperatur, Datum, Uhrzeit und Status enthalten, können im internen Speicher gesichert werden. Durchschnittsintervalle von 5 sek, 1 min, 5 min und 1 Stunde können aus dem Menü ausgewählt werden (Abschnitt 4.4), sodass das Instrument 1,4 Tage, 5,7 Tage, 1 Monat oder 0,94 Jahre arbeiten kann, bevor der Speicher voll ist.

### **3.6. Datenerhebung über die analogen Ausgänge**

Die Daten können in Echtzeit mit einem Datenlogger erhoben werden, der an den BNC-Analogausgängen angebracht ist. Es gibt zwei analoge Ausgänge: Einen für NO<sub>2</sub> und einen für NO. Der Bereich jedes analogen Ausgangs beträgt 0-2,5 V, und der gleiche vom Benutzer gewählte Skalierungsfaktor wird auf beide Ausgänge angewendet. Die Ausgabe wird nach einer Empfindlichkeit skaliert, die Sie im Menü definieren. Zum Beispiel können Sie 2.5V = 250 ppb definieren. In diesem Fall beträgt die maximale Leistung 250 ppb und 10 mV entspricht 1 ppb. Es gibt einen kleinen positiven Versatz, typischerweise 2 mV im analogen Ausgang, aber dieser Versatz variiert von Instrument zu Instrument. Der Versatz kann gemessen werden, indem gleichzeitig die Bildschirmanzeige beobachtet und der analoge Ausgang mit einem Voltmeter gemessen wird.

### 3.7. Datenerhebung über die serielle Schnittstelle in Echtzeit

Um Daten in Echtzeit über die serielle Schnittstelle an einen Computer zu übertragen, verbinden Sie das Gerät mit dem mitgelieferten 9-Pin-Kabel (und bei Bedarf mit einem seriell-zu-USB-Adapterkabel) an den Computer. Beachten Sie, dass es sich bei dem zur Verfügung gestellten Kabel um ein serielle Buchsen-Buchsen-Durchgangskabel handelt. Ein Cross-Over-Kabel würde nicht funktionieren. Starten Sie Ihre Datenerfassungssoftware, vorzugsweise mit der 2B Technologies Display-and-Graphing-Software (kostenloser Download [https://twobtech.com/docs/docs\\_software.htm](https://twobtech.com/docs/docs_software.htm); siehe Anhang A für Informationen über die Arbeit mit dieser Software). Andere Terminalemulations-Software wie HyperTerminal (ein Programm, das mit früheren Windows-Versionen zur Verfügung gestellt wird) oder [Tera Term](#) können ebenfalls verwendet werden. Achten Sie darauf, dass die Baudrate Ihrer Datenerfassungssoftware mit der Baudrate Ihres Instruments übereinstimmt. Beachten Sie, dass die Baudrate des Instruments 2400 beträgt.

Die Mischungsverhältnisse von NO<sub>2</sub>, NO und NO<sub>x</sub> (ppb, pphm, ppm), die interne Zelltemperatur (°C), der Zelldruck (mbar), der Volumenstrom (cc/min), das Datum und die Zeit werden als kommagetrennter ASCII-Text an die serielle Schnittstelle (2400 Baud; 8 Bit; keine Parität; 1 Stopp-Bit), abhängig von der im Mikroprozessor-Menü gewählten Durchschnittszeit, alle 5 Sekunden, 1 Minute, 5 Minuten oder 1 Stunde gesendet. Die Zeit wird im 24-Stunden-Format und das Datum wird im europäischen Stil angegeben (Tag/Monat/Jahr). Der Anwender sollte die Instrumenteneinstellungen für die jeweiligen Einheiten (NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub>) und die Durchschnittszeit separat notieren. Über das in Abschnitt 5.1 beschriebene serielle Menü kann der Benutzer die Seriennummer des Geräts am Anfang der Datenzeile ausgeben.

Eine typische Datenzeile könnte lauten:

1106,67.4,44.2,111.6,30.3,980.6,1576,76.2,1.2743,1.0151,110.2,00,12/07/17,18:31:27,80

was folgendes bedeutet:

1106 = Geräteseriennummer (wenn der Benutzer diese Ausgabe im seriellen Menü aktiviert hat)

NO<sub>2</sub> = 67,4 ppb

NO = 44,2 ppb

NO<sub>x</sub> = 111,6 ppb

Zelltemperatur = 30,3°C

Zelldruck = 980,6 mbar

Zell-Volumenstrom= 1576 cc/min

O<sub>3</sub>-Volumenstrom = 76,2 cc/min

Proben-Fotodioden-Spannung = 1,2743 volts

O<sub>3</sub>-Generator-Fotodioden-Spannung = 1,0151 volts

Aufgeheizte Wäscher-Temperatur = 110,2°C

Error Byte = 00 (Kein Fehler; Siehe Abschnitt 9 für Fehlercodes)

Datum = 12.Juli 2017

Zeit = 18:31:27

Status = 80 (Messung von NO<sub>2</sub> und NO) (siehe Abschnitt 5 für Statuscodes)

Wenn der NO<sub>x</sub>-Monitor auf den Protokolldaten-Modus eingestellt wurde, wird der seriellen Ausgangs-Datenzeile die Protokollnummer vorausgestellt, wie z.B.:

1106,289,67.4,44.2,111.6,30.3,980.6,1576,76.2,1.2743,1.0151,110.2,00,12/07/17,18:31:27,80  
wobei 289 die Protokoll-Nummer ist.

Zusätzlich zu den Datenleitungen werden Nachrichten an die serielle Schnittstelle gesendet, wenn die Protokollierung begonnen oder beendet wird, wenn die Übertragung von Daten aus dem Logger begonnen und beendet wird, wenn die Datenerhebung unterbrochen wird (z.B. wegen eines Stromausfalls) und wenn die Durchschnittszeit geändert wird. In Abschnitt 5 dieses Handbuchs wird das serielle Menü beschrieben und wie man darauf zugreifen kann.

### 3.8. Datenprotokollierung mit der SD-Karte

2B Technologies bietet ein SD-Kartenlogger mit dem Modell 405 nm NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> Monitor, sowie eine SD-Karte und einen SD-Kartenleser. Beim Einsetzen in das Instrument (unten rechts auf der Vorderseite des Monitors) beginnt die SD-Karte automatisch, Daten zu sammeln und zu speichern. (Der interne Datenlogger, der in Abschnitt 3.5 beschrieben wird, wird auch Daten protokollieren, wenn die Protokollierung aus dem Untermenü **Dat** ausgewählt wurde.) Die Daten werden im folgenden Format in eine .txt-Datei gespeichert:

1106,67.4,44.2,111.6,30.3,980.6,1576,76.2,1.2743,1.0151,110.2,00,12/07/17,18:31:27,80

was folgendes bedeutet:

1106 = Geräteseriennummer (wenn der Benutzer diese Ausgabe im seriellen Menü aktiviert hat)

NO<sub>2</sub> = 67,4 ppb

NO = 44,2 ppb

NO<sub>x</sub> = 111,6 ppb

Zelltemperatur = 30,3°C

Zelldruck = 980,6 mbar

Zell-Volumenstrom= 1576 cc/min

O<sub>3</sub>-Volumenstrom = 76,2 cc/min

Proben-Fotodioden-Spannung = 1,2743 volts

O<sub>3</sub>-Generator-Fotodioden-Spannung = 1,0151 volts

Aufgeheizte Wäscher-Temperatur = 110,2°C

Error Byte = 00 (Kein Fehler; Siehe Abschnitt 9 für Fehlercodes)

Datum = 12.Juli 2017

Zeit = 18:31:27

Status = 80 (Messung von NO<sub>2</sub> und NO) (siehe Abschnitt 5 für Statuscodes)

Wenn der NO<sub>x</sub>-Monitor auf den Protokolldaten-Modus eingestellt wurde, wird der seriellen Ausgangs-Datenzeile die Protokollnummer vorausgestellt, wie z.B.:

1106,289,67.4,44.2,111.6,30.3,980.6,1576,76.2,1.2743,1.0151,110.2,00,12/07/17,18:31:27,80  
wobei 289 die Protokoll-Nummer ist.

Dateien auf der SD-Karte heißen "LOG01.txt," "LOG02.txt" usw. Beachten Sie, dass die SD-Karte eine LOGCON.txt-Datei enthält, die nicht geändert oder gelöscht werden sollte.

Die Datenprotokollierung auf der SD-Karte wird so lange fortgesetzt, bis das Gerät abgeschaltet ist. Jedes Mal, wenn das Instrument eingeschaltet wird, wird eine neue Datei gestartet. (Bitte beachten Sie die Warnung unten.)

Um die SD-Karte auszuwerfen, drücken Sie diese in die Öffnung, um den Federmechanismus zu aktivieren. Legen Sie die SD-Karte in einen SD-Kartenleser (von 2B Technologies mit dem Instrument geliefert), um die Daten auf Ihren Computer herunterzuladen. (Bitte beachten Sie die Warnung unten.)

**Wichtig: Beim Entfernen der SD-Karte oder beim Abschalten des Instruments könnten bis zu 5 Datenzeilen verloren gehen. (Beachten Sie, dass, wenn der interne Datenlogger aktiviert war, alle verlorenen Zeilen aus der internen Datei abgerufen werden können.)**

Der Modell 405 nm NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> Monitor ist mit SD und SDHC-Speicherkarten kompatibel. Wir empfehlen die Verwendung der SD-Karten, die auf der Website von 2B Technologies verfügbar sind (<https://twobtech.com/parts-online.html>). Vor dem ersten Gebrauch müssen SD-Karten auf FAT32 formatiert werden. Wie bereits erwähnt, werden eine SD-Karte und ein SD-Kartenleser mit dem Modell 405 nm Monitor geliefert. Weitere Informationen über die Protokollierung und das Lesen von Daten über die SD-Karte finden Sie in der [Technischen Anmerkung 036](#).

### 3.9. Messung des Nullpunkt-Versatzes

Die elektronischen Nullpunkte für NO<sub>2</sub> und NO können in regelmäßigen Abständen gemessen werden, indem entweder NO<sub>x</sub>-freie Luft (typischerweise Nullluft) zur Verfügung gestellt wird oder ein NO<sub>x</sub>- Wäscher für einen Zeitraum von 5-10 Minuten an den Lufteinlass geklemmt wird. In Abschnitt 8 werden verfahrenstechnische Empfehlungen für die ordnungsgemäße Messung des instrumentalen Nullpunkt-Versatzes gegeben. Der beobachtete Versatz, der sich auf wenige ppb belaufen kann, kann entweder durch die Änderung des Nullpunkt-Kalibrierungsparameters auf dem Bedienfeld, wie in Abschnitt 4.5.2 unten beschrieben, oder durch die Korrektur der Daten zu einem späteren Zeitpunkt eingestellt werden. Bei kontinuierlichen Messungen empfiehlt es sich, den Nullpunkt-Versatz mindestens einmal täglich zu überprüfen. Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 8.

### 3.10. Adaptiver Filter

Die Firmware des Modell 405 nm verarbeitet Probenkonzentrationsdaten über einen eingebauten adaptiven Filter. Während des Betriebs kann die Firmware je nach den jeweiligen Bedingungen automatisch zwischen zwei verschiedenen Filterlängen wechseln. Bei der Messung stabiler Konzentrationen berechnet die Firmware standardmäßig einen Durchschnitt der letzten 36 Rohmessungen oder 3 Minuten der

Messungen. Dies sorgt für stabile Messungen, indem eine erhebliche Menge an Zufalls-Messungen ausgeglichen werden. Erkennt der Filter schnelle Konzentrationsänderungen, reduziert er die Mittelung auf nur 4 Proben oder 20 Sekunden, um dem Analysator eine schnellere Reaktion zu ermöglichen. Um auf kurze Filterzeiten zu wechseln, müssen zwei Bedingungen gleichzeitig erfüllt sein. Zunächst muss sich die momentane Konzentration vom Durchschnitt der langen Filterzeiten um mindestens 40 ppb unterscheiden. Zweitens muss sich die momentane Konzentration vom Durchschnitt der langen Filterzeiten um mindestens 10% des Durchschnitts in langen Filterzeiten unterscheiden. Die langen und kurzen Filterzeiten können ebenso verändert werden wie die minimale Abweichung und die prozentuale Abweichung. Dies kann über die serielle Verbindung, wie im Abschnitt 5 dieses Handbuchs beschrieben, geschehen. Um den adaptiven Filter zu deaktivieren, stellen Sie die kurze Filterlänge auf 1, die Differenz auf 0 und die Prozentzahl auf 0.

### 3.11. Zusammenfassung der Betriebsempfehlungen

Die folgende Tabelle fasst die in diesem Handbuch genannten Betriebsempfehlungen zusammen.

Betriebsempfehlung	Häufigkeit	Abschnitt
Messung und Anpassung der Zell-Durchflussrate und der Ozon-Durchflussrate vor der Inbetriebnahme des Systems (Neustart des Instruments nach Anpassung der Durchflussraten)	Immer wenn sich der Standort des Instruments in der Höhe ändert	3.4
Planen Sie ~ 20 Minuten für das Aufwärmen des Instruments	Bei jedem Anhalten	3.2
Einlassleitungen sollten aus inerten Materialien wie PTFE, PFA, FED, PVDF (verwenden Sie keine Tygon®, Polypropylen oder Metallrohre)	Bei jeder Verwendung	3.3
Verwenden Sie einen Teflon oder PVDF-Einlassfilter; Testen Sie ihn auf NO <sub>2</sub> - und NO-Verlust	Bei jeder Verwendung	3.3
Entlüften Sie die Abluftöffnung in atmosphärischem Druck und außerhalb des Raumes	Bei jeder Verwendung	3.3; ebenfalls auf Seite vii
Überprüfen Sie die Span Punkt und den Nullpunkt-Versatz	Regelmäßig. Für die meisten Anwendungen sollte der Nullpunkt-Versatz täglich überprüft werden	8
Führen Sie eine Mehrpunkt-Kalibrierung durch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jährlich</li> <li>• Nach jeder größerer Demontage der Komponenten</li> <li>• Jedes Mal, wenn die Nullpunkt-Versatz- oder Span Punkt-Überprüfungen Ergebnisse außerhalb der akzeptablen Grenzwerte liefern</li> </ul>	4.5.2; 7
Wenn starke Temperaturschwankungen zu erwarten sind, legen Sie das Instrument in eine wärmegeämmte Box	Nach Bedarf	2

Verwenden Sie den adaptiven Filter, um die Präzision zu verbessern, wenn schnell wechselnde NO/NO <sub>2</sub> -Konzentrationen auftreten oder erwartet werden	Nach Bedarf	3.10; 5
Der direkte Anschluss des Modells 405 nm an einen Druckausgang eines Geräts kann den Monitor beschädigen. Überlauf-T-Stück verwenden.	Bei jeder Verwendung	7; 8

## 4. DAS BETRIEBSMENÜ

### 4.1. Zugang zum Hauptmenü

Das Menü wird über den Auswahl-Schalter auf der Vorderseite des Instruments aufgerufen:



Um das Menü zu erreichen, drücken Sie den Schalter (für bis zu mehrere Sekunden), bis das Display **Menu** anzeigt. Dann den Schalter loslassen. Das Display wird nun anzeigen:

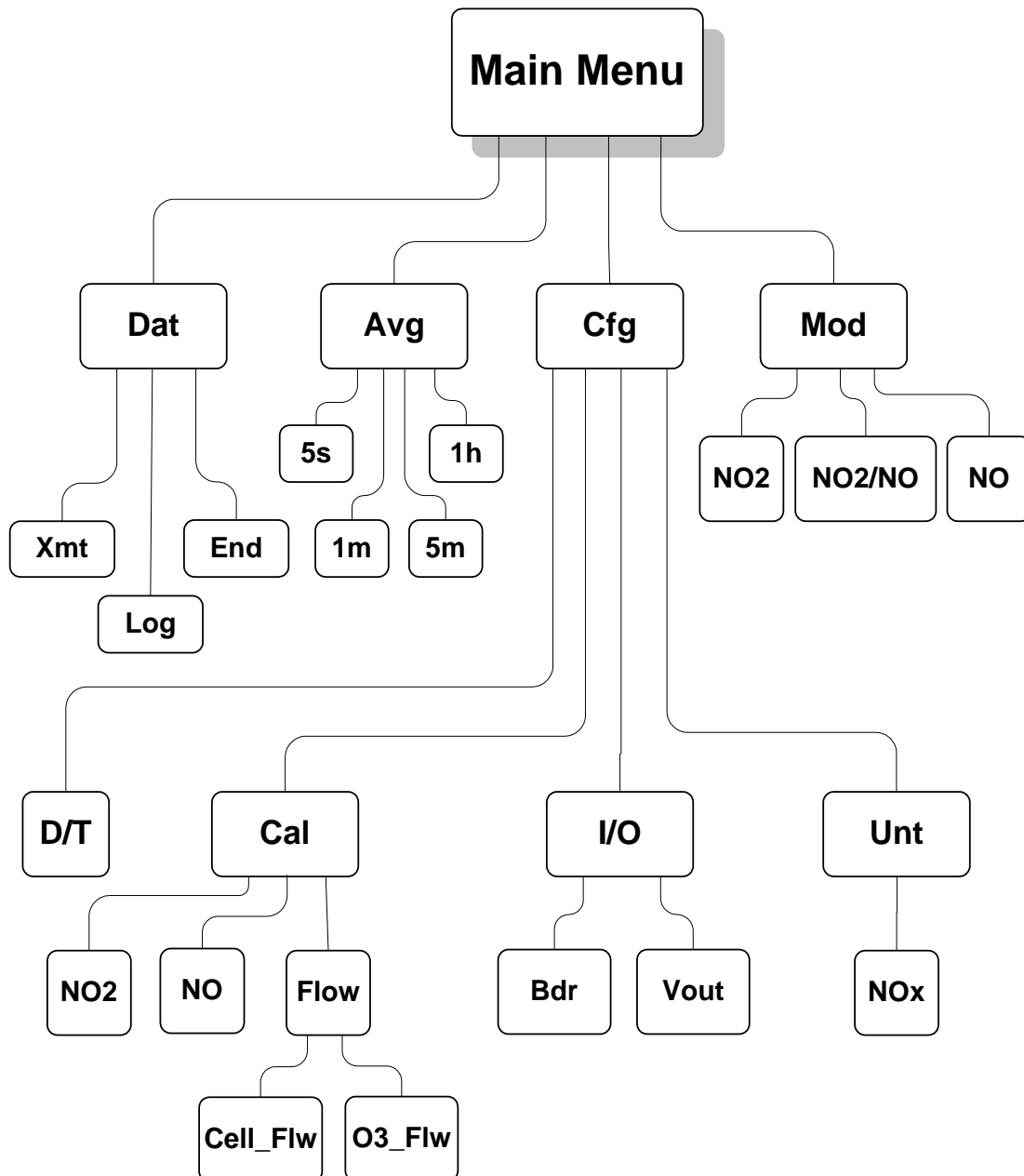
**Menu**  
**Dat Avg Cfg Mod ←**

wobei **Dat**, **Avg**, **Cfg**, und **Mod** Untermenüs darstellen, die ausgewählt werden können. Ein blinkender Cursor wird über dem **D** des **Dat**-Untermenüs angezeigt. Der Auswahl-Schalter kann im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn gedreht werden, um den Cursor unter dem ersten Buchstaben eines der anderen Untermenüs zu bewegen. Um ein bestimmtes Untermenü auszuwählen, bewegen Sie den Cursor unter dem ersten Buchstaben des Untermenüs und klicken Sie auf den Auswahl-Schalter. Um das Hauptmenü zu verlassen und wieder mit Messungen zu beginnen, wählen Sie den linken Pfeil (←). Beachten Sie, dass "←" Sie immer eine Ebene im Menü weiter bringt.

Im Folgenden finden Sie ein Diagramm der Menüstruktur und detaillierte Erläuterungen zu den einzelnen Untermenüs.

## 4.2. Menübaum

Das folgende Diagramm fasst das komplette Menü zusammen.



### 4.3. Dat Untermenü: Interne Daten-Protokollierung

#### 4.3.1. Starten der Internen Daten-Protokollierung

Wählen Sie mit dem Auswahl-Schalter das Untermenü **Dat** im Hauptmenü. Die Anzeige wird jetzt angezeigt:

**Data Menu**  
**Xmt Log End ←**

Um die Daten-Protokollierung zu starten, drehen Sie den Auswahlschalter, um den Cursor auf **Log** zu bewegen, und klicken Sie darauf, um den Protokollierungsmodus auszuwählen. Sie werden dann gefragt, ob Sie die im Logger gespeicherten Daten überschreiben möchten:

**This will overwrite  
all existing data.  
Are you sure?  
No Yes ←**

**Dies wird überschrieben  
alle vorhandenen Daten.  
Bist du sicher?  
Nein Ja ←**

**Wenn Sie Ja wählen und mit der Protokollierung beginnen, gehen alle zuvor im Logger gespeicherten Daten unwiederbringlich verloren. Wenn Sie Daten im Logger haben, die Sie behalten möchten, laden Sie diese unbedingt herunter, bevor Sie die Protokollierung erneut starten.**

Wenn Sie mit der Protokollierung beginnen möchten, wählen Sie **Ja** aus, indem Sie den Cursor unter **Ja** bewegen und darauf klicken. Bei jeder dieser Auswahl kehren Sie zum **Dat-Menü** zurück. Um die Datenerfassung zu starten, wählen Sie **←** und klicken Sie darauf, um zum **Hauptmenü** zurückzukehren, und wählen Sie **←**, um die Messungen zu starten.

Wenn die Messung fortgesetzt wird, wird möglicherweise diese Anzeige erscheinen:

**NO2= 34.8 ppb**  
-----  
**LOG=193:0      Tsc=112**  
**14:49            04/07/2017**

wobei **NO2** (oder **NO**) die aktuellste Messung dieser Spezies ist, **LOG** die aktuelle Erfassungs-Nummer (in diesem Fall 193) anzeigt, **Tsc** die Temperatur (Celsius) des NO<sub>2</sub>-Wäschers zeigt, die Zeit der Messung 14:49 Uhr und das Datum der 4. Juli 2017 ist. Die „0“ in „193: 0“ bezieht sich auf die Anzahl der bisher gemessenen 5-Sek-Datenpunkte, die in den nächsten Durchschnittswert aufgenommen und protokolliert werden sollen (in diesem Fall wird „0“ angezeigt, da keine Mittelung ausgewählt wurde). Nach 5 Sekunden wird die Anzeige beispielsweise durch diese ersetzt:

**NO2= 33.7 ppb**  
-----  
**CF=1525    O3F=75**  
**T=35.2     P=985.7**

wobei **NO<sub>2</sub>** (oder **NO**) den zuletzt im Logger erfassten Wert, **CF** die Zell-Durchflussrate, **O<sub>3</sub>F** die Ozon-Durchflussrate (wenn **NO** gemessen wird), **T** die Temperatur in Celsius und **P** den Zelldruck in Millibar darstellt.

Wenn die Durchschnittswert-Bildung ausgewählt wurde (siehe Abschnitt 4.4 unten), wird die erste Anzeige oben wie folgt ersetzt:

**AvgNO<sub>2</sub>= 56.7 ppb**  
-----  
**LOG= 193:4**                      **Tsc=111**  
**14:49**                                      **04/07/2017**

193 bezieht sich wiederum auf die letzte Protokollnummer. Die „4“ in 193: 4 bezieht sich auf die Anzahl der bisher gemessenen 5-Sek-Datenpunkte, die für den nächsten Durchschnittswert aufgenommen, angezeigt und protokolliert werden. Wenn die Mittelwertbildung nach 5 Sekunden verwendet wird, ist diese Zahl immer 0. Bei einer Mittelwertbildung von 1 Minute wird diese Zahl von 0 auf 11 erhöht und für eine 5-minütige Mittelwertbildung erhöht sich die Anzahl von 0 auf 59; bei der Mittelwertbildung für eine Stunde wird der Wert von 0 auf 719 angehoben. Diese Zahl wird angezeigt, damit der Benutzer weiß, wie viele weitere 5-Sekunden-Messungen durchgeführt werden müssen, bevor ein neuer Durchschnitt angezeigt und protokolliert wird.

Beachten Sie, dass das Aufrufen des Menüs das laufende Durchschnittsintervall unterbricht. Das Durchschnittsintervall beginnt erneut, wenn das Menü verlassen und die Messung fortgesetzt wird.

Wenn in der Mitte der unteren Zeile der LCD-Anzeige ein "E:" gefolgt von einem 2-stelligen Code erscheint, ist ein Fehler aufgetreten, und ein oder mehrere Geräteparameter liegen außerhalb des zulässigen Bereichs (z.B. Wäschertemperatur, Zell-Durchflussrate, Zellspannung usw.). In Abschnitt 9 finden Sie eine detaillierte Liste der Fehlercodes und ihrer Bedeutung.

Bei einem Stromausfall, während sich das Gerät im Protokollierungsmodus befindet, wird die Protokollierung nach der Wiederherstellung der Stromversorgung fortgesetzt. Der Hinweis

### **Data Interrupt**

wird vor dem Schreiben der ersten neuen Datenzeile in den Logger geschrieben. Bei einem Stromausfall kann eine Datenzeile verloren gehen, da der Mikroprozessor in Gruppen von zwei Zeilen in den Speicher des Loggers schreibt. Alle Daten, die sich nur im flüchtigen Speicher des Mikroprozessors befinden, gehen bei einer Stromunterbrechung verloren.

Das Gerät kann mehrere Datenunterbrechungen aufgrund von Stromausfällen verarbeiten. Beispielsweise kann man das Instrument absichtlich ausschalten, an einen anderen Ort stellen und die Protokollierung erneut starten, indem das Instrument einfach wieder eingeschaltet wird.

### 4.3.2. Beenden der Internen Daten-Protokollierung

Halten Sie den Auswahlschalter gedrückt, um das **Menü** aufzurufen. Gehen Sie zum Untermenü **Dat**, indem Sie auf **Dat** klicken. Wählen Sie und klicken Sie auf die Funktion **End**. Dadurch wird die Daten-Protokollierung beendet. Sie können die Daten jetzt an einen Computer übertragen, indem Sie auf **Xmt** klicken (siehe unten). Sie können aber auch zum **Menü** zurückkehren und die Messungen wieder aufnehmen, indem Sie auf ← klicken. Die gespeicherten Daten befinden sich im Speicher (auch wenn neue Messungen durchgeführt werden) und können mit der **Xmt**-Funktion beliebig oft übertragen werden. Alle gespeicherten Daten gehen jedoch verloren, sobald die Protokollierung mit der **Log**-Funktion wieder gestartet wird. Daher sollten Sie Ihre Daten immer an einen Computer übermitteln, bevor Sie die Protokollierung neu starten.

Wenn Sie die Protokollierung vor der Übertragung der Daten mit der **Xmt**-Funktion nicht **beenden**, führt das Instrument automatisch die **End**-Funktion für Sie aus, bevor Sie die Daten übertragen.

### 4.3.3. Übermittlung der Internen Daten-Protokollierung

Verbinden Sie die serielle Schnittstelle des Instruments mit der seriellen Schnittstelle Ihres Computers durch das mitgelieferte Kabel. Wenn Ihr Computer keine serielle Schnittstelle besitzt, können Sie den USB-Port des Computers mit einem seriellen USB-Adapter nutzen. Solche Adapter gibt es in den meisten Computergeschäften oder können von 2B Tech geliefert werden. Aktivieren Sie ein Datenerfassungsprogramm auf dem Computer, wie die 2B Technologies Display-und-Graphing-Software (kostenloser Download auf der Webseite 2B Technologies unter) [https://twobtech.com/docs/docs\\_software.htm](https://twobtech.com/docs/docs_software.htm)), das Microsoft HyperTerminal (verfügbar auf früheren Windows-Plattformen, in der Regel in Start/AllPrograms/Accessories/Communications/HyperTerminal) oder Tera Term, das auf dieser Webseite gefunden werden kann:

<https://twobtech.com/teraterm-4.100.exe>

Beachten Sie, dass ein Nachteil von HyperTerminal seine 500-Zeilen-Puffergrenze ist. Allerdings können alle Programme verwendet werden, um eine unbegrenzte Anzahl von Datenzeilen in einer Datei auf Ihrem Computer zu protokollieren. Weitere Informationen finden Sie in unserem Tech-Hinweis #007 hier:

[https://twobtech.com/docs/tech\\_notes/TN007.pdf](https://twobtech.com/docs/tech_notes/TN007.pdf)

Halten Sie den Auswahl-Schalter gedrückt, um in das **Hauptmenü** zu gelangen. Gehen Sie zum Untermenü **Dat**, indem Sie auf **Dat** klicken. Als nächstes klicken Sie auf **Xmt**. Die Nachricht "Logged Data" wird an die serielle Schnittstelle geschrieben, gefolgt von einem Zeilenumbruch und allen Zeilen der protokollierten Daten. Nachdem alle Daten übertragen wurden, werden die Meldung "End Logged Data" und ein Zeilenumbruch geschrieben. Nachdem die Übertragung abgeschlossen ist, können Sie an jede beliebige Stelle im Menü zurückkehren oder die NO<sub>2</sub>-Messungen wieder aufnehmen. Die protokollierten Daten stehen bis zum Start eines neuen Datenprotokolls weiterhin für die Übertragung zur Verfügung.

#### 4.4. Avg Untermenü: Ermittlung der Durchschnittsdaten

Halten Sie den Auswahl-Schalter gedrückt, um in das **Menü** zu gelangen. Wählen und klicken Sie auf **Avg**, um das **Avg**-Menü zu öffnen:

**Avg Menu**  
**5s 1m 5m 1h ←**

Verwenden Sie einzelne Klicks, um den Cursor auf **5s**, **1m**, **5m** oder **1h** zu bewegen und wählen Sie die Mittelungszeit, die Sie verwenden möchten durch klicken. Um zum Hauptmenü zurückzukehren, klicken Sie auf ←. Um das Hauptmenü zu verlassen und mit der Ermittlung von Daten zu beginnen, klicken Sie erneut auf ←.

Während des Durchschnittsermittlungs-Modus wird die aktuelle 5-Sek-Messung abwechselnd mit dem Durchschnittswert, wie oben in Abschnitt 4.3 besprochen, angezeigt. Beachten Sie, dass das Öffnen des Menüs das laufende Durchschnittsintervall unterbricht und die Messung beim Schließen des Menüs wieder aufgenommen wird.

Durchschnittsdaten können protokolliert werden, wodurch sich der Verwendungszeitraum des Datenloggers erheblich verlängert.

#### 4.5. Cfg Untermenü: Instrumenten-Konfiguration

Mehrere verschiedene Parameter, darunter Datum/Zeit, Kalibrierung und Ein-/Ausgänge, können über das Konfigurations- oder Cfg-Untermenü aufgerufen und eingestellt werden.

##### 4.5.1. Zeit und Datum einstellen

Wählen Sie im **Menü** das **Cfg**-Untermenü aus. Als Nächstes wählen Sie das Untermenü **D/T**. Die Anzeige liest sich zum Beispiel:

**Set Date and Time**  
-----  
**14:32:21 ←**  
**17/07/2017**

was bedeutet, dass es 21 Sekunden nach 14:32 Uhr am 17. Juli 2017 ist. Um eine Zahl in Datum oder Uhrzeit zu ändern, drehen Sie den Auswahl-Schalter, um die Zahl zu unterstreichen, die Sie ändern möchten. Ein Klick führt dann dazu, dass ein blinkender Cursor diese Zahl abdeckt. Die Zahl kann nun durch Drehen des Auswahl-Schalters geändert werden. Wenn die Zahl richtig angezeigt wird, klicken Sie auf den Auswahl-Schalter, um den blinkenden Cursor auszuschalten. Sie können nun den Auswahl-Schalter drehen, um eine andere Zahl zu wählen, um sie zu ändern. Sobald die Uhrzeit und das Datum stimmen, wird die interne Uhr durch das Klicken auf ← auf diese Uhrzeit gesetzt und die Anzeige an das **Cfg**-Menü zurückgegeben. Wie beim Stellen einer digitalen Uhr sollten die Sekunden vor der realen Zeit eingestellt werden, da die Uhr erst wieder läuft, wenn die eingestellte Zeit freigegeben wird; In diesem Fall, indem Sie auf ← klicken.

#### 4.5.2. Kalibrierungsparameter-Übersicht

Alle Kalibrierungsparameter können über das **Cfg/Cal**-Untermenü abgerufen werden. Die Parameter für die Neigungs- und Versatz-Kalibrierung können für NO<sub>2</sub>, NO, die Zelle-Durchflussrate, Ozon-Durchflussrate und die interne Ozonquelle eingestellt werden. Kalibrierungen werden bei 2B Technologies durchgeführt und diese Kalibrierungsparameter werden vor der Verpackung und dem Versand des Instruments gesetzt. Durchflussraten und Durchflussmesser-Kalibrierungen sollten nicht geändert werden, es sei denn, bestimmte Teile des Instruments werden ersetzt, was normalerweise von Technikern in der Fabrik durchgeführt wird. Der Anwender sollte die Durchflussraten überprüfen und anpassen, wenn das Instrument in eine andere Höhe bewegt wird (siehe Abschnitt 3.4). Sie können die NO<sub>2</sub> und NO-Kalibrierungsparameter auf der Grundlage Ihrer eigenen Kalibrierungen ändern.

#### 4.5.3. Festlegen der NO<sub>2</sub>- und NO-Kalibrierungs-Parameter

Das Instrument wird in der Fabrik kalibriert, wobei die Neigungs- und Versatz-Parameter für NO<sub>2</sub> und NO in den Speicher des Instruments eingegeben werden. Diese voreingestellten Kalibrierungsparameter werden im Geburtszertifikat des Instruments angegeben und auf dem Kalibrierungsaufkleber aufgezeichnet, der sich unter der oberen Abdeckung befindet. Die Kalibrierungsparameter können jedoch vom Benutzer geändert werden. Zum Beispiel kann es wünschenswert sein, einen positiven Versatz (z.B. 10 ppb) zu erstellen, wenn der analoge Ausgang für die externe Datenprotokollierung verwendet wird, da der analoge Ausgang nicht unter Null ppb liegen sollte. Aufgrund von Störfaktoren und/oder einem inhärenten Versatz werden einige Messwerte bei sehr niedrigen NO<sub>2</sub> oder NO-Mischungsverhältnissen unter Null liegen. (Bei der Messung der NO<sub>2</sub> oder NO-Konzentration sollte es eine gleiche Anzahl von negativen und positiven Werten geben, wenn das Instrument auf den Nullpunkt gesetzt wird.) Es ist auch möglich, dass der Nullpunkt im Laufe der Zeit um ein paar ppb abdriftet. Aus diesem Grund wird eine häufige Nullpunkt-Bestimmung des Instruments empfohlen. Für die meisten Anwendungen reicht es, dies ein- bis zweimal täglich, für eine Dauer von mindestens 5 Minuten, zu tun. Jede Änderung der Neigung (Zunahme) des Instruments ist wahrscheinlich auf ein ernstes Problem wie Verunreinigung, Luftverlust, die Behinderung des Luftstroms, oder einen kontaminierten NO<sub>2</sub>- oder NO<sub>x</sub>- Wäscher zurückzuführen, was aber auch korrigiert werden kann. Sobald der Nullpunkt des Instruments korrigiert ist, kann die Neigung so eingestellt werden, dass die Auslesung des Instruments mit einer Standard-NO<sub>2</sub>- oder NO-Quelle oder mit dem Auslesen eines anderen Instruments übereinstimmt, dessen Kalibrierung als korrekt gilt.

Um die Neigungs- und die Nullpunkt-Versatz-Kalibrierungsparameter anzupassen, greifen Sie zuerst auf das **Cal**-Menü aus dem **Cfg**-Menü zu. Es gibt drei Untermenüs:

**Cal Menu**  
**NO2 NO Flow ←**

Um die NO<sub>2</sub>- oder NO-Kalibrierungsparameter zu ändern, wählen Sie **NO<sub>2</sub>** oder **NO** aus dem **Cal**-Menü. Jetzt können Sie entweder **Slope** oder **Zero** wählen, um den Neigungsfaktor oder den Nullpunkt-Versatz anzupassen. Zum Beispiel wird für NO<sub>2</sub> das Untermenü wie folgt angezeigt:

## NO2 Cal Menu

Slope Zero ←

Nach der Auswahl der Neigung können Sie die Empfindlichkeit auf drei Dezimalstellen einstellen.

## NO2 Slope Cal

Slope = 1.011 ←

Um eine Ziffer in der Neigung oder im Versatz zu ändern, drehen Sie den Auswahl-Schalter, um die Zahl zu unterstreichen, die Sie ändern möchten. Ein Klick führt dann dazu, dass ein blinkender Cursor diese Zahl abdeckt. Die Zahl kann dann durch Drehen des Auswahl-Schalters geändert werden. Wenn die Zahl richtig ist, klicken Sie auf den Auswahl-Schalter, um den blinkenden Cursor auszuschalten. Sie können nun den Auswahl-Schalter drehen, um eine andere Zahl zu wählen und sie zu ändern. Sobald die Neigung richtig ist, wird ein Klick auf ← die Steigung auf diesen Wert setzen und das Display wieder in das **NO2 Cal Menu** zurücksetzen.

Die Auswahl **Zero** aus dem Menü bringt Sie hier:

## NO2 Zero Cal

Zero = -002.5 ←

Hier ist Zero der angewendete Versatz (in diesem Fall-2,5 ppb). Der Null-Wert kann auf die gleiche Weise wie der Neigungs-Wert bearbeitet werden. Sowohl für NO als auch für NO<sub>2</sub> muss der Null-Wert in ppb-Einheiten eingegeben werden. Wenn die Kalibrierung in anderen Einheiten durchgeführt wurde, konvertieren Sie diese in ppb und geben Sie diesen Wert ein.

Der Nullwert wird zu dem gemessenen NO<sub>2</sub> oder NO-Wert addiert, und der Wert der Neigung wird dann mit dem gemessenen Wert multipliziert. Wenn das Instrument zum Beispiel im Durchschnitt 3,2 ppb mit einem externen Wäscher liest, sollte der Wert von Z auf -003,2 gesetzt werden. Wenn das Instrument nach der Korrektur für die Null konstant 2,3% zu niedrig anzeigt, sollte der Wert der Neigung auf 1,023 gesetzt werden.

### 4.5.4. Festlegen der Durchflussmesser-Neigung

Zwei verschiedene Strömungsmessungen sind entscheidend für die Leistung des Instruments: Die eine ist die Zell-Durchflussrate und die andere ist die Ozon-Durchflussrate. ÄNDERN SIE DIESE EINSTELLUNGEN NICHT, es sei denn, Sie kontaktieren 2B Technologies. Um die Kalibrierungsparameter des Durchflussmessers (Empfindlichkeit) zu ändern, greifen Sie auf das Untermenü **Cfg / Cal / Flow** zu:

## Flow Cal Menu

Cell\_Flw O3\_Flw ←

Bei der Auswahl des Untermenüs Cell\_Flw können Sie den Neigungs-Kalibrierungsparameter für die Zellflussrate ändern:

## CFlow Cal Menu

CF = 1.03 ←

Sie können diesen Multiplikativ-Kalibrierungsparameter ändern, indem Sie die erste Zahl auswählen und dann den Auswahl-Schalter drehen, um auf den gewünschten Dezimalwert zu gelangen und diesen festsetzen. Um die Parameter für die Kalibrierung des Ozon-Durchflusses zu ändern, wählen Sie **O3\_Flw** aus. Passen Sie die Einstellung mit der gleichen Methode ein wie für die Zell-Durchflussrate.

#### **4.5.5. Den Skalierungsfaktor des analogen Ausgangs ändern**

Analoge Ausgänge proportional zu NO<sub>2</sub> und NO Konzentrationen werden über BNC-Anschlüsse an der Rückseite des Instruments für diejenigen, die NO<sub>2</sub>- und NO-Konzentrationsdaten mit einem Linienschreiber oder externen Logger aufnehmen wollen, bereitgestellt. Die maximale Ausgangsspannung jedes analogen Ausgangs beträgt 2,5 V, und der gleiche Skalierungsfaktor wird auf beide analogen Ausgänge angewendet. Im **Cfg**-Untermenü wählen Sie **I/O**, um zum Beispiel in das Ein-/Ausgabemenü zu gelangen:

**I/O Menu**  
**Bdr Vout ←**

Im Untermenü **Cfg/I/O** zeigt die Wahl von **Vout** das Untermenü:

**Analog Output**  
**1V = 00200 ppb ←**

In diesem Beispiel wird der Skalierungsfaktor als 1,0 Volt = 200 ppb gesetzt. Da die maximale Ausgangsspannung 2,5 V beträgt, beträgt die maximale Ausgangskonzentration in diesem Fall 500 ppb, und 1 ppb wird eine Leistung von 5 mV liefern. Mit dem Auswahl-Schalter können Sie den Skalierungsfaktor auf den Wert Ihrer Wahl ändern, indem Sie die einzelnen Ziffern im Skalierungsfaktor auswählen und ändern. Ein Klick auf ← bringt die Anzeige in das **I/O**-Menü zurück.

#### **4.5.6 Die Ausgangs-Baud-Rate ändern**

Im **Cfg**-Untermenü wählen Sie **I/O**, um zum Beispiel in das Ein-/Ausgabemenü zu gelangen:

**I/O Menu**  
**Bdr Vout ←**

Mit der Auswahl von **Bdr** und einem Klick können Sie die Baudrate für die Datenübertragung ändern. Die Auswahl beträgt 2400, 4800 und 19200 bps. Das Untermenü erscheint als:

**2400 4800 19200 ←**

Nachdem Sie auf eine gewählte Baudrate geklickt haben, benutzen Sie ←, um zum **I/O**-Menü zurückzukehren.

#### **4.5.7. Messeinheiten für NO<sub>2</sub> und NO**

Wählen Sie das Menü **Cfg/Unt**, um zur folgenden Ansicht zu gelangen:

**NOx Units**  
**NOx: ppb ←**

Wählen Sie die Einheiten (in diesem Fall ppb) und drehen Sie den Auswahl-Schalter, um den Cursor zwischen den Einheiten zu bewegen. NO<sub>2</sub> (und NO) Einheiten können als ppb, pphm und ppm ausgewählt werden. Ein Klick auf ← bringt die Anzeige zum **Unt**-Menü zurück.

#### **4.6. Mod-Untermenü: Messmodi**

Das Modell 405 nm ist in der Lage, Stickstoffdioxid und Stickoxid einzeln oder gleichzeitig zu messen (in 5 Sekunden Abständen). Es stehen 3 Messmodi zur Verfügung: NO<sub>2</sub>-Modus, NO-Modus, NO<sub>2</sub> und NO-Modus. Der Messmodus kann geändert werden, indem man das MOD-Menü öffnet und entweder "NO2", "NO2/NO" oder "NO" wählt. Wenn Sie eine serielle Verbindung verwenden, kann der Modus mit den seriellen Befehlen "G" für den NO<sub>2</sub>-Modus, "B" für NO<sub>2</sub> und NO-Modus oder "N" für den NO-Modus gesteuert werden. Das Statusbyte am Ende des seriellen Datenstroms zeigt an, in welchem Modus Sie sich gerade befinden (siehe Abschnitt 5 für Statuscodes).

##### **4.6.1. NO<sub>2</sub>-Modus**

Dieser Messmodus verwendet zwei 5-Sekunden-Zyklen, um I und I<sub>o</sub> für NO<sub>2</sub> zu messen. Nach jedem Zyklus wird eine neue Messung von Stickstoffdioxid berechnet und auf dem Display und über der seriellen Schnittstelle ausgegeben, je nachdem, welche Durchschnittszeit ausgewählt wird (5 sek, 1 min, 5 min, oder 1 Std.).

##### **4.6.2. NO<sub>2</sub>- und NO-Modus**

Dieser Messmodus verwendet drei 5-Sekunden-Zyklen, um I<sub>o</sub> für NO<sub>2</sub> und I für NO zu messen, was auch I<sub>o</sub> für NO und I für NO darstellt. Nach jedem 5-sekündigen Zyklus wird eine neue Messung von Stickstoffdioxid und Stickoxid berechnet und auf dem Display und über der seriellen Schnittstelle ausgegeben, je nachdem, welche Durchschnittszeit ausgewählt wird (5 sek, 1 min, 5 min oder 1 Stunde).

##### **4.6.3. NO-Modus**

Dieser Messmodus verwendet zwei 5-Sekunden-Zyklen, um I und I<sub>o</sub> für NO zu messen. Nach jedem Zyklus wird eine neue Messung von Stickoxid berechnet und auf dem Display und über der seriellen Schnittstelle ausgegeben, je nachdem, welche Durchschnittszeit ausgewählt wird (5 sek, 1 min, 5 min oder 1 Stunde).

## 5. FERNBEDIENUNG ÜBER SERIELLE VERBINDUNG

Mess- und Protokollierungsaufgaben können über die serielle Schnittstelle mit der 2B Technologies Display-and-Graphing-Software (kostenloser Download von [https://twobtech.com/docs/docs\\_software.htm](https://twobtech.com/docs/docs_software.htm); siehe Anhang A für Informationen zur Arbeit mit dieser Software) oder einen Terminal-Emulator wie Tera Term oder HyperTerminal auf einem angeschlossenen Computer abgerufen werden. Befehle können mit dem Terminal-Emulator-Set, das die im Abschnitt 3.7 dieses Handbuchs ("Datenerhebung über die serielle Schnittstelle in Echtzeit") genannten Bedingungen erfüllt, gesendet werden. Im Folgenden finden Sie die Buchstaben, die Befehle für die Ausführung bestimmter Operationen sind, während das Instrument weiterhin misst:

Taste	Funktion
<b>I</b>	Mit der Protokollierung beginnen.
<b>t</b>	Die Protokollierung beenden und Daten übertragen.
<b>e</b>	Die Protokollierung beenden.
<b>N</b>	Den aktuellen Modus einstellen, um Stickstoffmonoxid zu messen.
<b>G</b>	Den aktuellen Modus einstellen, um Stickstoffdioxid zu messen.
<b>B</b>	Den aktuellen Modus einstellen, um NO <sub>2</sub> und NO zu messen.
<b>h</b>	Ausgabe der seriellen Kopfzeile.

### 5.1. Serielles Menü

Wenn der Buchstabe **m** als Befehl gesendet wird, werden die Messungen gestoppt und **menu>** im Terminal-Emulator-Fenster angezeigt. Wenn auf das serielle Menü zugegriffen wird, misst das Instrument nicht mehr; es wartet darauf, dass der nächste Befehl eingegeben wird. Im Folgenden finden Sie die Liste der Menüpunkte, die von diesem Punkt aus zugänglich sind.:

<b>Taste</b>	<b>Funktion</b>
<b>l</b>	Mit der Protokollierung beginnen.
<b>t</b>	Die Protokollierung beenden und Daten übertragen.
<b>e</b>	Die Protokollierung beenden.
<b>a</b>	Die Durchschnitts- und Ausgabefrequenz festsetzen
<b>z</b>	Den NO <sub>2</sub> -Nullpunkt-Versatz-Kalibrierungsfaktor (in ppb) festsetzen.
<b>s</b>	Den NO <sub>2</sub> -Neigungs-Kalibrierungsfaktor festsetzen.
<b>o</b>	Den NO-Nullpunkt-Versatz-Kalibrierungsfaktor (in ppb) festsetzen.
<b>g</b>	Den NO-Neigungs-Kalibrierungsfaktor festsetzen.
<b>c</b>	Uhrzeit und Datum festlegen.
<b>n</b>	Uhrzeit und Datum unverändert lassen.
<b>t</b>	Uhrzeit ändern (neuer Wert muss eingegeben werden).
<b>D</b>	Datum ändern (neuer Wert muss eingegeben werden).
<b>d</b>	LCD-Hintergrundbeleuchtung einschalten.
<b>f</b>	LCD-Hintergrundbeleuchtung ausschalten.
<b>i</b>	Adaptiver Filter – Grundlegende Veränderungen (in ppb).
<b>q</b>	Adaptiver Filter – Prozentuale Veränderungen (in %).
<b>k</b>	Adaptiver Filter – Lange Filterzeiten (Punktzahl).
<b>m</b>	Adaptiver Filter – Kurze Filterzeiten (Punktzahl).
<b>h</b>	Ausgabe der seriellen Kopfzeile.
<b>j</b>	Seriennummer einstellen.
<b>r</b>	Seriennummer ausgeben.
<b>A</b>	Seriennummer in Datenzeile angeben / nicht angeben.
<b>N</b>	Den aktuellen Modus einstellen, um Stickstoffmonoxid zu messen.
<b>G</b>	Den aktuellen Modus einstellen, um Stickstoffdioxid zu messen.
<b>B</b>	Den aktuellen Modus einstellen, um NO <sub>2</sub> und NO zu messen.
<b>?</b>	Beenden des Hilfemenüs.
<b>x</b>	Beenden des seriellen Menüs.

## 5.2. Status Codes

Der aktuelle Messmodus kann aus dem Statusbyte in jeder seriellen Datenzeile ermittelt werden. Im Folgenden werden alle Kombinationen des Statusbytes und des entsprechenden Messmodus beschrieben.:

80 = Messung von NO<sub>2</sub> und NO

10 = Messung von NO<sub>2</sub>

20 = Messung von NO

## 6. WARTUNG

Der Modell 405 nm NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> Monitor ist so konzipiert, dass er nahezu wartungsfrei ist. Zu den Komponenten, die eine routinemäßige Wartung erfordern, gehören die Ozon- und NO<sub>2</sub>-Wäscher an der Abluftöffnung und die DewLine™ Nafion-Schläuche an der Einlassleitung, die jedes Jahr gewechselt werden sollten, und die Luftpumpe. Die Pumpe hat eine Nennlebensdauer von 15000 Stunden (~ 1 Jahr und 8 Monate) des Betriebs und muss ausgetauscht werden, wenn die Durchflussraten nicht mehr in die gültigen Bereiche gebracht werden können (siehe Abschnitt 3.4). Der Betrieb mit hoher Einschränkung des Probeneinlaufs wird die Lebensdauer der Pumpe reduzieren. Das Instrument ist so konzipiert, dass der Pumpenwechsel relativ einfach ist. Weitere Komponenten, die durch den Anwender ausgetauscht werden können, sind die LEDs, die Uhrenbatterie und die Magnetventile, die im Falle eines Ausfalls leicht ausgetauscht werden können. Außerdem sollte der Einlassfilter (vom Benutzer geliefert) wie vom Filterhersteller empfohlen gewechselt werden. Eine Beschreibung der Fehlercodes finden Sie in Abschnitt 9. Siehe Abschnitt 10 dieses Handbuchs zur Fehlerbehebung.

Auf der 2B Tech-Webseite finden Sie eine Palette an technischen Notizen. Die komplette Liste mit Links finden Sie unter [https://twobtech.com/docs/docs\\_tech\\_notes.htm](https://twobtech.com/docs/docs_tech_notes.htm)  
Diese Tech-Notizen werden laufend aktualisiert und neue erstellt.

Bitte beachten Sie auch, dass alle 2B Tech Instrumentenhandbücher auf dieser Webseite finden: <https://twobtech.com/downloads.html>

Für Ihre Bequemlichkeit wird am Ende dieses Handbuchs ein Service-Log zur Verfügung gestellt, in dem Kalibrierungen, der Austausch von Pumpen, LEDs usw. aufgezeichnet werden können. Die Aufzeichnungen der Reparaturen, die bei 2B Tech durchgeführt wurden, werden ebenfalls in einer Datenbank bei 2B Technologies gespeichert. Diese Datenbank enthält auch detaillierte Informationen über den Bau und die anfängliche Kalibrierung Ihres Instruments, einschließlich digitaler Fotos von seinem Inneren.

Wartungsempfehlungen	Häufigkeit	Abschnitt
Kalibrierung des Instruments	Mindestens einmal pro Jahr oder nach 4000 Stunden; Früher, wenn Spannweite und Versatz groß sind, oder wenn eine größere Demontage oder ein Austausch von Teilen erfolgt	7
Fließweg auf Verunreinigung prüfen	Gelegentlich	Bei einem Verdacht auf Kontamination bitte 2B Tech kontaktieren
Überprüfen Sie die beheizten NO <sub>2</sub> -Wäscher, die Abgas- Wäscher für NO <sub>2</sub> und O <sub>3</sub> und die DewLine™ Nafion-Schläuche und ersetzen Sie diese bei Bedarf	Alle 6 Monate bei Dauerbetrieb (~ 4.000 Std.); Sonst jährlich	6 [Kontaktieren Sie 2B Tech für Anweisungen, wenn der beheizte NO <sub>2</sub> -Wäscher ersetzt werden muss]
Überwachen Sie die Durchfluss-Rate und ersetzen Sie die Pumpe, wenn nötig	Die Nennlebensdauer der Pumpe ist 15000 Stunden	6

## **7. KALIBRIERUNG**

Die Kalibrierung des Modell 405 nm NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> Monitors wird mindestens einmal jährlich empfohlen, entweder durch den Benutzer (die Vorgehensweise wird unten beschrieben) oder durch eine Rückgabe des Instruments an 2B Technologies für die Kalibrierung.

### **7.1. Einführung**

Jedes Analyseinstrument unterliegt gewissen Abweichungen in der Reaktion, sodass es notwendig ist, die Kalibrierung regelmäßig zu überprüfen. Die Dynamische Kalibrierung ist eine Mehrpunkt-Prüfung, bei der Gasproben bekannter Konzentration vom Instrument abgetastet werden, um eine Kalibrierungsbeziehung zu bestimmen. Weitere Informationen zur Kalibrierung von NO<sub>2</sub>- und NO-Monitoren finden Sie in den entsprechenden Informationen im "Code of Federal Regulations" ([Title 40, Part 50, Appendix F: https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2011-title40-vol2/pdf/CFR-2011-title40-vol2-chapl.pdf](https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2011-title40-vol2/pdf/CFR-2011-title40-vol2-chapl.pdf)).

Kalibrierung ist der Prozess der Anpassung und des Vergleichs des Modells 405 nm an einen anerkannten Standard. Die Zuverlässigkeit der Daten, die von jedem Analyseinstrument gesammelt werden, hängt von der Genauigkeit der Kalibrierung ab, die weitgehend von ihrer analytischen Rückverfolgbarkeit auf ein Referenzmaterial oder eine Referenzinstrumenten-Kalibrierung abhängt.

Die Kalibrierung von NO<sub>2</sub>- und NO-Monitoren mit komprimierten Gasgemischen ist unzuverlässig, da die Gase durch Reaktion und Adsorption im Zylinder und auf Gas-Handhabungsgeräten verloren gehen. Wenn Konzentrationsstandards erforderlich sind, werden NO<sub>2</sub>- und NO-Konzentrationen erzeugt, indem ein hochkonzentriertes NO-Gemisch verdünnt wird und ein Bruchteil des NO in NO<sub>2</sub> über die Gasphasen-Titrations-Reaktion mit Ozon umgewandelt wird. Der Mangel von NO, der vom Modell 405 nm gemessen wird, liefert die Kalibrierung für NO, und das Auftreten von NO<sub>2</sub> sorgt für die Kalibrierung von NO<sub>2</sub>. Die Ozonkonzentration, die in der Gasphasen-Titration (GPT) verwendet wird, kann mit einem Fotometer mit einer nachvollziehbaren NIST-Kalibrierung gemessen werden, um die Konzentrations-Differenz für NO<sub>2</sub> und NO zu bestätigen.

Kommerzielle NO<sub>2</sub>- und NO-Kalibratoren verfügen über dynamische Verdünnungsverteiler mit internem Ozongenerator und Fotometer. Der Kalibrator erzeugt NO<sub>2</sub>-Konzentrationen durch die Technik der Gasphasen-Titration (GPT), bei der die üblichen Ozonkonzentrationen mit übermäßigem NO reagiert werden. Die Stickoxid-Standards werden durch die Differenz ermittelt, die entsteht, wenn Standard-Ozonkonzentrationen mit übermäßigem NO reagiert werden und die Veränderung der NO-Konzentration gemessen wird.

## 7.2. Erforderliche Ausrüstung

Dieses Verfahren erfordert folgende Ausrüstung:

1. NO<sub>2</sub>- und NO-Kalibrator
2. Nullluft-Quelle
3. Standard für komprimiertes NO (siehe Herstellerhandbuch für den Kalibrator)
4. Probenleitungen (nur inerte Materialien wie PTFE oder FEP)

Die Nullluft kann entweder aus Druckzylindern oder aus gewaschener Umgebungsluft erzeugt werden. Wird Umgebungsluft verwendet, müssen Verunreinigungen wie Stickstoffdioxid und Stickoxid entfernt werden. Das Modell 405 nm funktioniert besser, wenn die Nullluft Feuchtigkeit im Bereich von 10-90% RH liegt. Für den Einbau zwischen einer Trockengas-Versorgung und dem Instrument ist ein Satz DewLine™ Nafion®-Schläuche im Lieferumfang enthalten. Der DewLine™ Nafion-Schlauch führt Feuchtigkeit in trockene Luft- oder Kalibrierungs-Standards ein, ohne dass NO<sub>2</sub> oder NO verloren gehen.

## 7.3. Setup-Prüfung

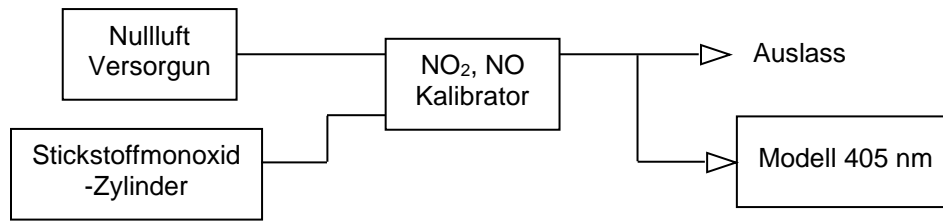
Eine visuelle Inspektion des Kalibrierungs-Setups sollte vor der Kalibrierung durchgeführt werden, um zu überprüfen, ob das Setup in der richtigen Reihenfolge ist. Alle Schlauchverbindungen sollten überprüft werden. Alle offensichtlichen Lecks sollten behoben werden und der Proben-Einlass und -Auslass sollte auf allgemeine Sauberkeit überprüft werden. Weitere Informationen finden Sie im Herstellerhandbuch für den Kalibrator.

## 7.4. Kalibrierungsverfahren

Eine Mehrpunkt-Kalibrierung sollte mindestens alle 12 Monate durchgeführt werden. Innerhalb dieses Zeitraums wird eine Mehrpunkt-Kalibrierung empfohlen, wenn eine große Demontage von Bauteilen durchgeführt wird, oder die Nullpunkt- oder Span Punkt-Überprüfungen Ergebnisse außerhalb der zulässigen Grenzen ergeben.

### 7.4.1. Instrumentenvorbereitung

1. Schalten Sie das Modell 405 nm ein und lassen Sie es sich für mindestens 1 Stunde stabilisieren.
2. Gehen Sie in das Kalibrierungsmenü (Hauptmenü/Cfg/Cal) und setzen Sie die Nullwerte auf 0 und die Neigungswerte auf 1,00 für NO<sub>2</sub> und NO.
3. Verbinden Sie den Monitor mit dem Kalibrator durch ein T-Stück. Der Auslass des Kalibrators muss atmosphärisch entlüftet werden, damit sich kein Druck im Setup aufbaut. Die Verbindung des Modells 405 nm direkt an einen Druckausgang eines beliebigen Gerätes kann den Monitor beschädigen.
4. Stellen Sie sicher, dass sich ein Druckventil am T-Stück befindet.



#### 7.4.2. Messung von Nullluft

1. Überprüfen Sie, ob die Nullluft-Versorgung eingeschaltet ist und der Kalibrator nur Nullluft ausgibt.
2. Lassen Sie das Modell 405 nm Nullluft testen, bis das Ergebnis stabil ist.
3. Zeichnen Sie die Ergebnisse bei Nullluft auf.

#### 7.4.3. Messungen von NO<sub>2</sub>- und NO-Standards

1. Lassen Sie das Modell 405 nm Nullluft testen, bis das Ergebnis stabil ist und zeichnen Sie die Ergebnisse bei Nullluft auf.
2. Um das System auszugleichen, erzeugen Sie eine NO-Konzentration, die deutlich höher ist als das Doppelte des Konzentrationsbereichs des zu kalibrierenden NO<sub>2</sub> und erlauben Sie dem Kalibrator und der Ausrüstung für mindestens 10 Minuten sich ins Gleichgewicht zu bringen.
3. Die NO-Konzentration sollte für den Rest der Kalibrierung nicht geändert werden.
4. Erlauben Sie dem Modell 405 nm, den NO-Konzentrationsstandard zu testen, bis eine stabile Reaktion gemessen wird, und erfassen Sie die durchschnittlichen Ergebnisse.
5. Erzeugen Sie eine Ozonkonzentration am oberen Ende des Konzentrationsbereichs des zu kalibrierenden NO<sub>2</sub> und erlauben Sie dem Kalibrator und der Ausrüstung für mindestens 10 Minuten sich ins Gleichgewicht zu bringen.
6. Lassen Sie das Modell 405 nm nun die Konzentrationsstandards von NO<sub>2</sub> und NO testen, bis eine stabile Reaktion gemessen wird, und erfassen Sie die durchschnittlichen Ergebnisse.
7. Generieren Sie mehrere andere Ozonkonzentrationen, um andere Konzentrationen von NO<sub>2</sub> und NO zu erzeugen. Mindestens 4 Konzentrationsstandards werden empfohlen.
8. Für jede Konzentration, notieren Sie die Reaktionen des Modells 405 nm.
9. Schalten Sie den Ozongenerator aus und produzieren Sie weiterhin die NO Konzentration, die während des Kalibrierungsprozesses verwendet wird, und erlauben Sie dem Kalibrator und der Ausrüstung für mindestens 10 Minuten sich ins Gleichgewicht zu bringen.
10. Überprüfen Sie, ob sich die während der Kalibrierung verwendete NO-Konzentration nicht mehr als ein paar ppb vom Beginn des Kalibrierungsverfahrens an verändert hat. Wenn sich die NO-Konzentration zu Beginn und am Ende der Kalibrierung signifikant unterscheidet, dann wurde das Kalibrierungs-Setup vor dem Beginn der Messungen nicht ausreichend ausgeglichen.

11. Erlauben Sie dem Modell 405 nm, die Nullluft zu testen, bis eine stabile Reaktion gemessen wird, und erfassen Sie die durchschnittlichen Ergebnisse.

#### **7.4.4. Kalibrierungs-Kurve**

1. Berechnen Sie das gemessene NO<sub>2</sub> als Differenz zwischen der durchschnittlichen Null-Reaktion und der Reaktion bei jeder NO<sub>2</sub>-Konzentration. Jeder Versatz aus Hintergrund-NO<sub>2</sub> aus der GPI-Kammer wird auf diese Weise ausgeschlossen.
2. Berechnen Sie das gemessene NO als den Unterschied zwischen der durchschnittlichen NO-Konzentration während der Kalibrierung und Reaktion bei jeder NO-Konzentration.
3. Berechnen Sie die durchschnittliche NO<sub>2</sub>- und NO-Messung für Nullluft und verwenden diese für die Kalibrierungskurve.
4. Zeichnen Sie die Messungen des Modell 405 nm (y-Achse) gegenüber den entsprechenden Standardkonzentrationen (x-Achse) sowohl für das gemessene NO<sub>2</sub> als auch für NO.
5. Verbinden Sie die Daten zu einer geraden Linie ( $y = mx + b$ ) mit der linearen Regressionstechnik, um die Kalibrierungsbeziehungen zu bestimmen, wobei  $m$  = Neigung und  $b$  = Schnittpunkt ist.
6. Bestimmen Sie, ob Punkte deutlich von der Linie abweichen, was ein Hinweis auf einen Fehler bei der Bestimmung der Kalibrierungskurve ist. Der Fehler kann auf die Kalibrierung oder den kalibrierten Monitor zurückzuführen sein. Die wahrscheinlichsten Probleme im Monitor sind Lecks, Verunreinigungen der DewLine™ Nafion-Leitung, ein kontaminiertes Ventil, oder Verunreinigungen im optischen Setup. Siehe Abschnitt 10 ("Problembehandlung") in diesem Handbuch.
7. Die umgekehrte Neigung der Linie (halb  $m$ ) ist der Zunahme-Faktor und der Negativwert des Schnittpunktes ( $-b$ , in ppb-Einheiten) ist der Versatz, der auf die Monitorreaktion angewendet werden muss, um ihn zu kalibrieren. Liegt der Schnittpunkt außerhalb des Bereichs von -15 bis 15 ppb oder liegt die Neigung außerhalb des Bereichs von 0,90 bis 1,10, so ist dies ein Hinweis auf ein Problem im Kalibrierungsaufbau oder im zu kalibrierenden Monitor. Die wahrscheinlichsten Probleme im Monitor sind Lecks, Verunreinigungen der DewLine™ Nafion-Leitung, ein kontaminiertes Ventil, oder Verunreinigungen im optischen Setup. Siehe Abschnitt 10 ("Problembehandlung") in diesem Handbuch.
8. Gehen Sie in das Kalibrierungsmenü (Hauptmenü/Cfg/Cal) der Instrumentensoftware und setzen Sie die Kalibrierungsparameter ein. Beachten Sie, dass der Versatz-Parameter (Z) in ppb-Einheiten eingegeben werden muss. Wenn die Kalibrierung in anderen Einheiten durchgeführt wurde, konvertieren Sie den Versatz in ppb, bevor Sie den Wert eingeben.

## **8. PERIODISCHE NULLPUNKT- UND SPAN PUNKT- PRÜFUNG**

Um die Qualität der Monitordaten zu gewährleisten, werden regelmäßige Nullpunkt- und Span Punkt- Prüfungen empfohlen. Für die kontinuierliche Überwachung oder Messung niedriger NO<sub>x</sub>-Werte (< 10 ppb) sollte der Nullpunkt-Versatz mindestens einmal täglich getestet werden. Bei allen Nullpunkt- oder Span Punkt- Prüfungen sollte das Instrument eingeschaltet werden und mindestens 30 Minuten warm werden.

### **8.1 Nullpunkt-Versatz-Prüfung**

Die elektronischen Nullpunkte für NO<sub>2</sub> und NO werden durch die Einführung von NO<sub>x</sub>-freier Luft in den Analysator getestet. Die NO<sub>x</sub>-freie Luft kann entweder (1) durch einen NO<sub>x</sub>-Wäscher oder (2) mit Nullluft aus einem komprimierten Zylinder oder Nullluft-Generator erzeugt werden.

1. Um den Nullpunkt-Versatz-Test durchzuführen, befestigen Sie entweder einen NO<sub>x</sub>-Wäscher oder einen Durchfluss von Nullluft an der Einlass-Leitung des Modells 405 nm. Dies kann durch manuelle Änderung der Einlass-Gasverbindung oder durch die Einführung der NO<sub>x</sub>-freien Luft in den Einlass über ein vom Benutzer bereitgestelltes Ventilsystem geschehen. Wenn Nullluft verwendet wird, ist es wichtig, ein T-Stück mit Überlaufventil zu verwenden, wie in Abschnitt 7.4.1 oben beschrieben.
2. Nach dem Zusatz von NO<sub>x</sub>-freier Luft ist es wahrscheinlich, dass es zu einer anfänglichen Störung des Systemdrucks kommen wird, die dazu führen kann, dass das Fehlerbyte "Druckregelung" auf dem Display und der seriellen Ausgabe erscheint (siehe Abschnitt 9 zur Beschreibung des Fehlerbytes).
3. Lassen Sie das Instrument für mindestens 5 bis 10 Minuten NO<sub>x</sub>-freie Luft testen. Innerhalb der ersten ein bis zwei Minuten sollte die Druckregelung wieder stabilisiert sein und das Fehlerbyte verschwinden (00). Zeichnen Sie sowohl die NO als auch die NO<sub>2</sub>-Werte für die letzten 3-5 Minuten auf und bilden Sie den Durchschnitt, um den neuen Versatz zu erhalten.

### **8.2. Span Punkt-Prüfung**

Die Span Punkt-Prüfung sollte mit einem kommerziellen NO/NO<sub>2</sub>-Kalibrator in ähnlicher Weise durchgeführt werden, wie in Abschnitt 7.4.3 beschrieben. Typischerweise ist eine Einzelpunktüberprüfung bei ~ 80% der erwarteten NO<sub>2</sub>-Konzentrationsbereiche ausreichend.

1. 3. Verbinden Sie den Monitor mit dem Kalibrator-Auslass durch ein T-Stück. Dies kann durch manuelle Änderung der Einlass-Gasverbindung oder durch ein vom Benutzer bereitgestelltes Ventilsystem geschehen. Der Auslauf des Kalibrators muss durch ein T-Stück mit Überlauf-Ventil in die Atmosphäre entlüftet werden, damit sich kein Druck im Setup bildet. **Druckaufbau direkt am Gaseingang des Modell 405 nm kann den Monitor beschädigen.**

2. Mithilfe des Kalibrators wird dem Monitor eine anfänglich hohe NO-Konzentration zugefügt. Die NO-Konzentration sollte höher sein als das Doppelte des Konzentrationsbereichs von NO<sub>2</sub>, der kalibriert wird. Lassen Sie die Ausgabe des Kalibrators sich für mindestens 10 Minuten stabilisieren. Damit kann sich die Druckregelung des Modells 405 nm auch wieder, wie oben für die Nullpunkt-Versatz-Prüfung beschrieben, etablieren. Erlauben Sie dem Modell 405 nm, sowohl die Konzentrationsstandards von NO<sub>2</sub> und NO zu testen, bis eine stabile Reaktion gemessen wird und die durchschnittlichen Reaktionen erfasst sind.
3. Erzeugen Sie eine Ozonkonzentration im Kalibrator bei ~ 80% des Konzentrationsbereichs des zu testenden NO<sub>2</sub> und lassen Sie die Ausgabe des Kalibrators sich für mindestens 10 Minuten wieder stabilisieren. Erlauben Sie dem Modell 405 nm, die Konzentrationsstandards von NO<sub>2</sub> und NO so lange zu testen, bis eine stabile Reaktion gemessen wird, und erfassen Sie die durchschnittlichen Reaktionen.

Die durchschnittlichen Messungen aus der Nullpunkt- oder Span Punkt-Prüfung sollten innerhalb der Instrumentenspezifikationen erfolgen. Ist dies nicht der Fall, wird eine gründlichere Mehrpunkt-Kalibrierung im NO<sub>2</sub>-Konzentrationsbereich empfohlen, die den oben beschriebenen Schritten im Abschnitt 7.4.3.(Messungen von NO<sub>2</sub>- und NO-Standards) folgt.

## 9. FEHLERMELDUNGEN

Wenn ein Fehler auftritt, erscheint ein "E:" auf der untersten Linie des Displays, gefolgt von dem Fehlerbyte. Es gibt auch ein Feld in den seriellen Daten, das das Fehlerbyte enthält. Das Fehlerbyte wird durch einen hexadezimalen Code von zwei Zeichen dargestellt. Es gibt keine Fehler, wenn das Fehlerbyte in der seriellen Datenzeile "00" ist. Wenn es keine Fehler gibt, wird auf dem Display nicht das "E:" angezeigt.

### 9.1. Fehler-Definitionen

In den folgenden Tabellen sind alle möglichen hexadezimalen Codes und die entsprechenden Fehlerdefinitionen aufgelistet. Die erste Tabelle listet alle Fehler auf, wenn es nur einen Fehler gab, während die zweite Tabelle alle möglichen Fehlerkombinationen mit ihren Definitionen auflistet.

Einzelfehler	
Fehlerbyte	Definition
00	Keine Fehler
08	Wäscher-Temperatur außerhalb des erlaubten Bereichs. Die Temperatur ist entweder > 113 Grad oder < 110 Grad.
80	Druckkontrolle außerhalb des erlaubten Bereichs um > 1 mbar
04	Zell-Durchfluss außerhalb des erlaubten Bereichs (< 1200 or >1600)
40	Ozon-Durchfluss außerhalb des erlaubten Bereichs (<30 or >110)
02	Zellspannung außerhalb des erlaubten Bereichs (<0,1V or >2,4V)
20	Ozon-Generator-Spannung außerhalb des erlaubten Bereichs (< 0,01V or >2,4V)

Kombinationsfehler	
Fehlerbyte	Definition
0A	Wäscher-Temperatur und Zellspannung
0C	Wäscher-Temperatur und Zell-Durchfluss
0E	Wäscher-Temperatur, Zell-Durchfluss und Zellspannung
22	Zellspannung und Ozon-Generator-Spannung
26	Zell-Durchfluss, Zellspannung und Ozon-Generator-Spannung
28	Wäscher-Temperatur und Zellspannung
24	Zell-Durchfluss und Zellspannung
2A	Wäscher-Temperatur, Zellspannung und Ozon-Generator-Spannung
2C	Wäscher-Temperatur, Zell-Durchfluss und Ozon-Generator-Spannung
2E	Wäscher-Temperatur, Zell-Durchfluss, Zellspannung und Ozon-Generator-Spannung
42	Ozon-Durchfluss und Zellspannung
46	Zell-Durchfluss, Ozon-Durchfluss und Zellspannung

48	Wäscher-Temperatur und Ozon-Durchfluss
44	Zell-Durchfluss und Ozon-Durchfluss
4A	Wäscher-Temperatur, Ozon-Durchfluss und Zellspannung
4C	Wäscher-Temperatur, Zell-Durchfluss und Ozon-Durchfluss
4E	Wäscher-Temperatur, Zell-Durchfluss, Ozon-Durchfluss und Zellspannung
82	Druckregelung und Zellspannung
84	Druckregelung und Zell-Durchfluss
86	Druckregelung, Zell-Durchfluss und Zellspannung
88	Wäscher-Temperatur und Druckregelung
8A	Wäscher-Temperatur, Druckregelung und Zellspannung
8C	Wäscher-Temperatur, Druckregelung und Zell-Durchfluss
8E	Wäscher-Temperatur, Druckregelung, Zell-Durchfluss und Zellspannung
A0	Druckregelung und Ozon-Generator-Spannung
A2	Druckregelung, Zellspannung und Ozon-Generator-Spannung
A4	Druckregelung, Ozon-Durchfluss und Ozon-Generator-Spannung
A6	Druckregelung, Ozon-Durchfluss, Zellspannung und Ozon-Generator-Spannung
A8	Wäscher-Temperatur, Druckregelung und Ozon-Generator-Spannung
AA	Wäscher-Temperatur, Druckregelung, Zellspannung und Ozon-Generator-Spannung
AC	Wäscher-Temperatur, Druckregelung, Zell-Durchfluss und Ozon-Generator-Spannung
AE	Wäscher-Temperatur, Druckregelung und Zell-Durchfluss
C0	Druckregelung und Ozon-Durchfluss
C2	Druckregelung, Ozon-Durchfluss und Zellspannung
C4	Druckregelung, Zell-Durchfluss und Ozon-Durchfluss
C6	Druckregelung, Zell-Durchfluss, Ozon-Durchfluss und Zellspannung
C8	Wäscher-Temperatur, Druckregelung und Ozon-Durchfluss
CA	Wäscher-Temperatur, Druckregelung, Ozon-Durchfluss und Zellspannung
CC	Wäscher-Temperatur, Druckregelung, Zell-Durchfluss und Ozon-Durchfluss
CE	Wäscher-Temperatur, Druckregelung, Zell-Durchfluss, Ozon-Durchfluss und Zellspannung
E0	Druckregelung, Ozon-Durchfluss und Ozon-Generator-Spannung
E2	Druckregelung, Ozon-Durchfluss, Zellspannung und Ozon-Generator-Spannung
E4	Druckregelung, Zell-Durchfluss, Ozon-Durchfluss und Ozon-Generator-Spannung
E6	Druckregelung, Zell-Durchfluss, Ozon-Durchfluss, Zellspannung und Ozon-Generator-Spannung
E8	Wäscher-Temperatur, Druckregelung, Ozon-Durchfluss und Ozon-Generator-Spannung
EA	Wäscher-Temperatur, Druckregelung, Ozon-Durchfluss, Zellspannung und Ozon-Generator-Spannung
EC	Wäscher-Temperatur, Druckregelung, Zell-Durchfluss, Ozon-Durchfluss und Ozon-Generator-Spannung
EE	Wäscher-Temperatur, Druckregelung, Zell-Durchfluss, Ozon-Durchfluss, Zellspannung und Ozon-Generator-Spannung

## 9.2. LCD-Display-Anzeige für Fehlerbytes

Wenn Fehler auftreten, kann das Display die folgende Anzeige zeigen:

**NO<sub>2</sub> = 34.8 ppb**  
-----  
**LOG=193:0**                      **Tsc=112**  
**14:49**                      **E:88**                      **04/07/2017**

wobei "88" der Fehler ist, was in diesem Fall bedeutet, dass die Wäscher-Temperatur und die Druckregelung des zugelassenen Bereichs sind.

Eine andere Display-Anzeige für Fehler sieht wie folgt aus:

**NO<sub>2</sub> = 34.8 ppb**  
-----  
**CF=1525**                      **O3F=75**  
**T=35.2**                      **E:88**                      **P=985.7**

Wenn Fehler auftreten, kann der Benutzer während des Betriebs nach links oder rechts blättern und alle Fehler anzeigen, die auftreten, anstatt zu versuchen, den Fehlercode zu entschlüsseln.

Wenn der Benutzer während des Betriebs blättert, während der Fehler "E88" anzeigt, würde auf dem Display zu lesen sein:

**Errors**  
**Scr Temp, Press Cntl**

## 9.3. Serielle Datenzeile

Das Fehlerbyte befindet sich in der Komma-abgegrenzten seriellen Datenlinie nach der Wäscher-Temperatur und vor dem Datum. Wie z.B.:

67.4,44.2,111.6,30.3,980.6,1576,76.2,1.2743,1.0151,110.2,88,12/07/17,18:31:27,80

wobei:

NO<sub>2</sub> = 67,4 ppb

NO = 44,2 ppb

NO<sub>x</sub> = 111,6 ppb

Zelltemperatur = 30,3°C

Zelldruck = 980,6 mbar

Zell-Volumenstrom= 1576 cc/min

O<sub>3</sub>-Volumenstrom = 76,2 cc/min

Proben-Fotodioden-Spannung = 1,2743 volts

O<sub>3</sub>-Generator-Fotodioden-Spannung = 1,0151 volts

Aufgeheizte Wäscher-Temperatur = 110,2°C

Fehlerbyte = 88 (*Wäscher-Temperatur und Druckregelung sind außerhalb des Bereichs*)

Datum = 12.Juli 2017

Zeit = 18:31:27

Status = 80 (Messung von NO<sub>2</sub> und NO)

## 10. PROBLEMBEHANDLUNG

Wenn das Instrument nicht richtig funktioniert, können allgemeine Probleme mithilfe der in Abschnitt 9 beschriebenen Fehlermeldungen identifiziert und korrigiert werden. Darüber hinaus bietet die Tabelle 10.1 Informationen zur Fehlersuche, mit denen das Problem diagnostiziert werden kann. Sollte das Problem nicht einfach zu beheben sein, wenden Sie sich bitte über unsere Web-Ticket-Software an den Kundendienst von 2B Tech unter:

<https://twobtech.com/tech-support.html>

Alternativ können Sie uns auch per E-Mail an [techsupport@twobtech.com](mailto:techsupport@twobtech.com) oder telefonisch unter + 1 (303) 273-0559 erreichen. Wenn wir gemeinsam feststellen, dass das Instrument nicht vor Ort repariert werden kann, stellen wir Ihnen eine Rückgabe-Ermächtigungs-Nummer und ein kurzes Formular zur Verfügung, das ausgefüllt und zusammen mit dem Instrument an unsere Serviceabteilung zurückgeschickt werden kann.

Die Zahlen in Abschnitt 11 bieten eine "Führung" für den Modell 405 nm NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> Monitor™, sodass kritische Komponenten und Steckverbinder leicht zu erkennen sind. Eine Liste der bestellbaren Teile ist in Abschnitt 13 dieses Handbuchs enthalten.

**Tabelle 10.1. Fehlersuche beim NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> Monitor-Leistungsproblemen.**

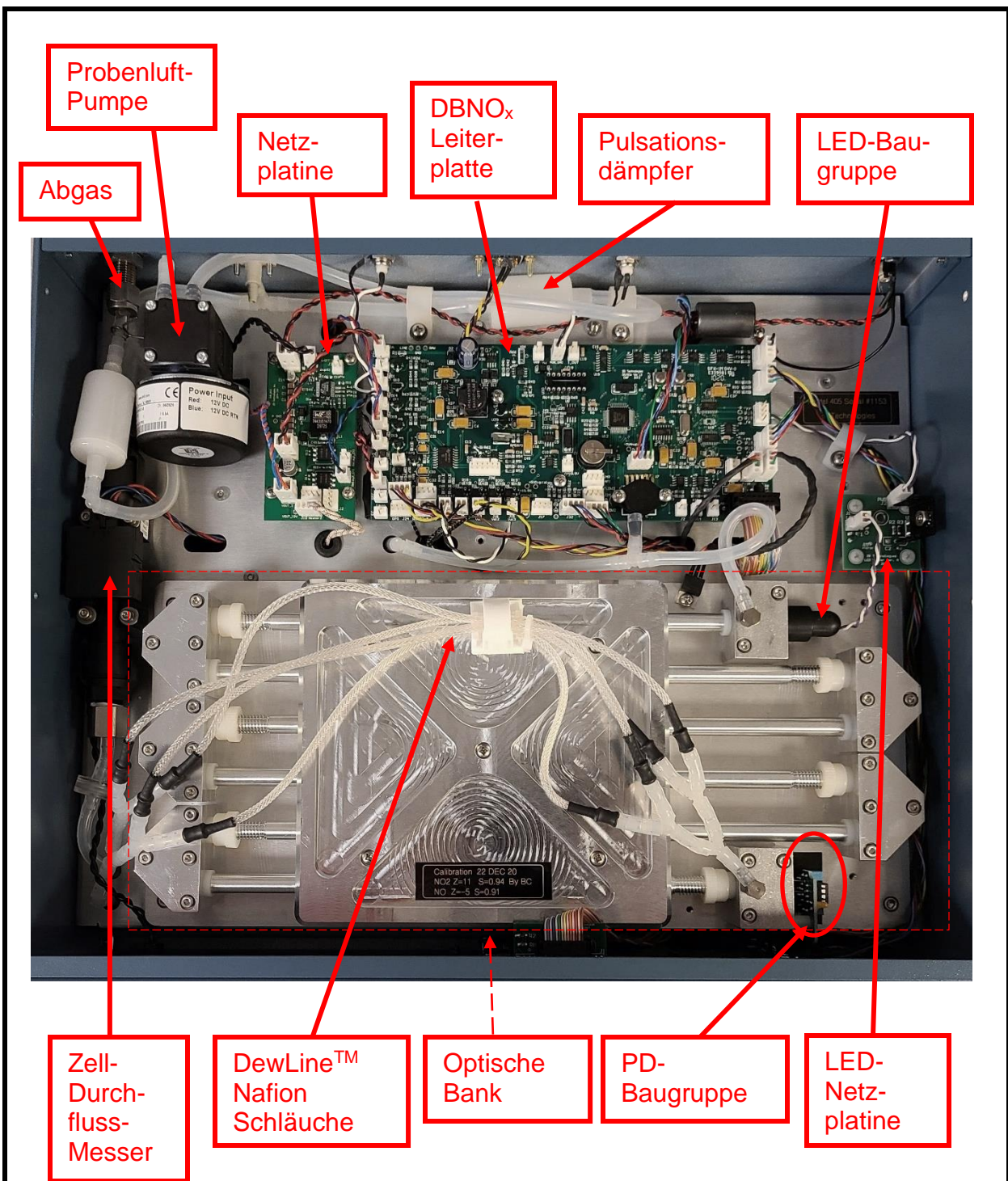
Problem/Symptom	Wahrscheinliche Ursache	Korrekturmaßnahmen
<b><i>Instrument schaltet sich nicht ein.</i></b>	Der Strom ist nicht richtig angeschlossen oder eine Sicherung ist nicht eingesteckt.  Stromkabel, nicht an der Leiterplatte angeschlossen.	Überprüfen Sie den externen Netzanschluss auf umgekehrte Polarität oder einen Kurzschluss und warten Sie ein paar Minuten, bis der thermische Schaltkreisbrecher zurückgesetzt wird.  Entfernen Sie die Abdeckung und lösen und verbinden Sie das Stromkabel und die Leiterplatte.
<b><i>Das Instrument schaltet sich ein und fährt dann herunter.</i></b>	Ausgebrannte Luftpumpe.	Die obere Abdeckung entfernen und die Luftpumpe abschalten und das Instrument einschalten; Bleibt es nun eingeschaltet, dann ist der Luftpumpenmotor ausgebrannt und verursacht einen Kurzschluss. Luftpumpe ersetzen.

<b>Problem/Symptom</b>	<b>Wahrscheinliche Ursache</b>	<b>Korrekturmaßnahmen</b>
<b><i>Das Display ist leer oder zeigt unlesbare Zeichen.</i></b>	Schlechte Verbindung der Anzeige zur Leiterplatte.	Entfernen Sie die obere Abdeckung und verbinden Sie die Anzeige wieder mit der Leiterplatte. Prüfen Sie die Lötverbindungen der Anzeige.
<b><i>Die Zelltemperatur liest sich um mehrere 10 Grad niedrig.</i></b>	Fehlende oder lose Verbindung des Temperatursondenkabels zur Leiterplatte.	Entfernen Sie die obere Abdeckung und verbinden Sie den Stecker wieder mit der Leiterplatte.
<b><i>Die Messungen sind ungenau, wobei die Standardabweichungen viel größer als 3 ppb sind, wenn der 5-Sek-Mittelwert verwendet wird.</i></b>	Die LED-Leistung ist schwach.	Entfernen Sie die obere Abdeckung und überprüfen Sie die LED-Verbindung zur Leiterplatte. Führen Sie den LED-Test aus dem Menü aus. Wenn die Fotodioden-Spannung kleiner als 0,5 V ist, ersetzen Sie die LED.
	Übermäßige Vibrationen	Stellen Sie eine zusätzliche Vibrationsisolierung (z.B. ein Schaumstoffpolster) für das Instrument zur Verfügung.
	Der Durchflussweg ist kontaminiert	Kontaktieren Sie 2B Technologies für Anweisungen bei einem Verdacht auf Kontamination.
<b><i>Die analoge Ausgabe ist konstant oder verfolgt nicht die Anzeige auf dem Front-Display.</i></b>	Das Kabel zwischen dem analogen Ausgang BNC und der Leiterplatte ist nicht richtig verbunden.	Entfernen Sie die obere Abdeckung und verbinden Sie das Kabel zwischen dem analogen Ausgang und der Leiterplatte.
	Im Menü wurde ein falscher Skalierungsfaktor ausgewählt.	Prüfen Sie im Menü den Skalierungsfaktor der analogen Ausgabe und setzen Sie diesen zurück.
<b><i>Der Auswahl-Schalter funktioniert nicht.</i></b>	Das Kabel zwischen dem Auswahl-Schalter und der Leiterplatte ist nicht richtig verbunden.	Entfernen Sie die obere Abdeckung und verbinden Sie das Kabel zwischen dem Auswahl-Schalter und der Leiterplatte.

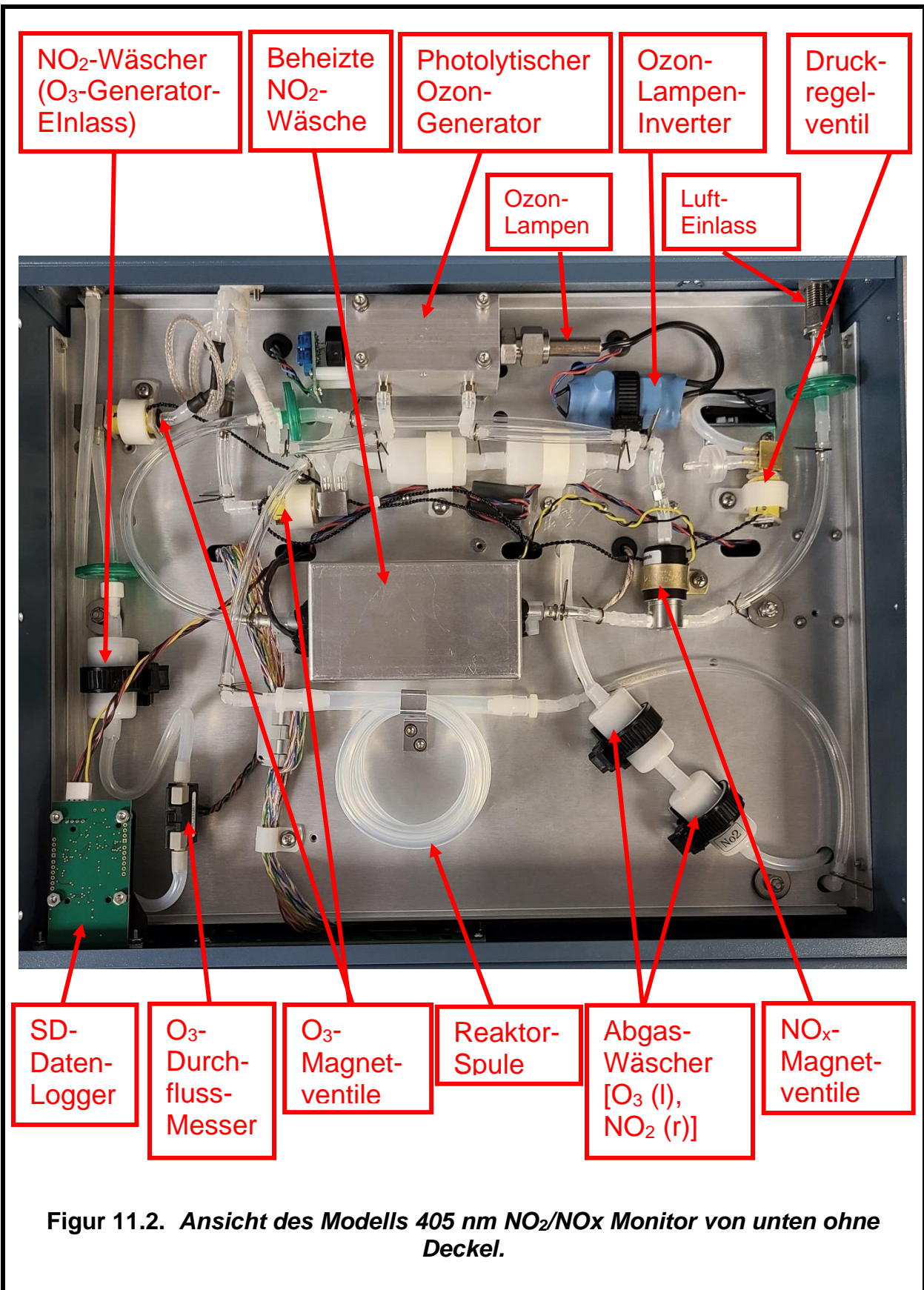
Problem/Symptom	Wahrscheinliche Ursache	Korrekturmaßnahmen
<p><b>Die serielle Schnittstelle funktioniert nicht.</b></p>	<p>Das Kabel zwischen dem seriellen 9-Pin-Anschluss und der Leiterplatte ist nicht richtig verbunden.</p> <p>Das falsche serielle Kabel wurde verwendet.</p> <p>Die falsche Baud-Rate wurde gewählt.</p>	<p>Entfernen Sie die obere Abdeckung und verbinden Sie das Kabel zwischen dem 9-Pin-Anschluss und der Leiterplatte.</p> <p>Ein serielles Durchgangskabel wurde zur Verfügung gestellt. Einige Datenerfassungsgeräte benötigen ein "Cross-Over"-Kabel, in dem die Pins 1 und 3 zwischen den beiden Enden des Kabels vertauscht sind. Verwenden Sie ein Cross-Over-Kabel oder einen zusätzlichen Stecker, der die Pins 1 und 3 umschaltet.</p> <p>Vergewissern Sie sich, dass die im Menü Modell 405 nm gewählte Baud-Rate mit der Baud-Raten-Einstellung Ihres Datenerfassungsprogramms übereinstimmt.</p>
<p><b>Die erforderlichen Kalibrierungsparameter liegen außerhalb des einstellbaren Bereichs, wenn sie mit einem bekannten Kalibriergas kalibriert werden.</b></p>	<p>Der Durchflussweg ist kontaminiert.</p> <p>Das Magnetventil ist verunreinigt und nicht richtig geöffnet oder geschlossen.</p> <p>Die Luftpumpe produziert nicht genug Durchfluss.</p>	<p>Kontaktieren Sie 2B Technologies für Anweisungen bei einem Verdacht auf Kontamination.</p> <p>Entfernen Sie das Magnetventil, spülen Sie es Methanol ab und trocknen es mit Nullluft. Setzen Sie es wieder ein.</p> <p>Halten Sie zuerst den Finger über den Luft-Einlass, um festzustellen, ob Luft eingezogen wird. Wenn es einen Durchfluss gibt, messen Sie die Strömungsgeschwindigkeit, indem Sie die obere Abdeckung entfernen und einen Durchflussmesser mit hoher Leitfähigkeit (lässt Luft frei fließen und wird keinen</p>

Problem/Symptom	Wahrscheinliche Ursache	Korrekturmaßnahmen
		signifikanten Druckabfall verursachen) an den Luft-Auslass der Pumpe anbringen. Der Luftstrom sollte größer als 1,4/min sein. Wenn der Durchfluss geringer ist, suchen Sie nach Lecks. Wenn es keine Lecks gibt, ersetzen Sie die Luftpumpe.
<b><i>Das Instrument hat einen großen Versatz</i></b>	Der interne beheizte NO <sub>2</sub> -Wäscher ist erschöpft oder verunreinigt.	Kontaktieren Sie 2B Technologies für den Austausch des internen beheizten NO <sub>2</sub> - Wäschers.
<b><i>Das Instrument liest sich für NO<sub>2</sub>-Konzentrationen immer nahe Null.</i></b>	Das Magnetventilkabel ist nicht richtig an die Leiterplatte angeschlossen.  Der interne beheizte NO <sub>2</sub> -Wäscher ist erschöpft oder verunreinigt.	Bringen Sie das Magnetventilkabel wieder an der Leiterplatte an.  Kontaktieren Sie 2B Technologies für den Austausch des internen beheizten NO <sub>2</sub> - Wäschers.

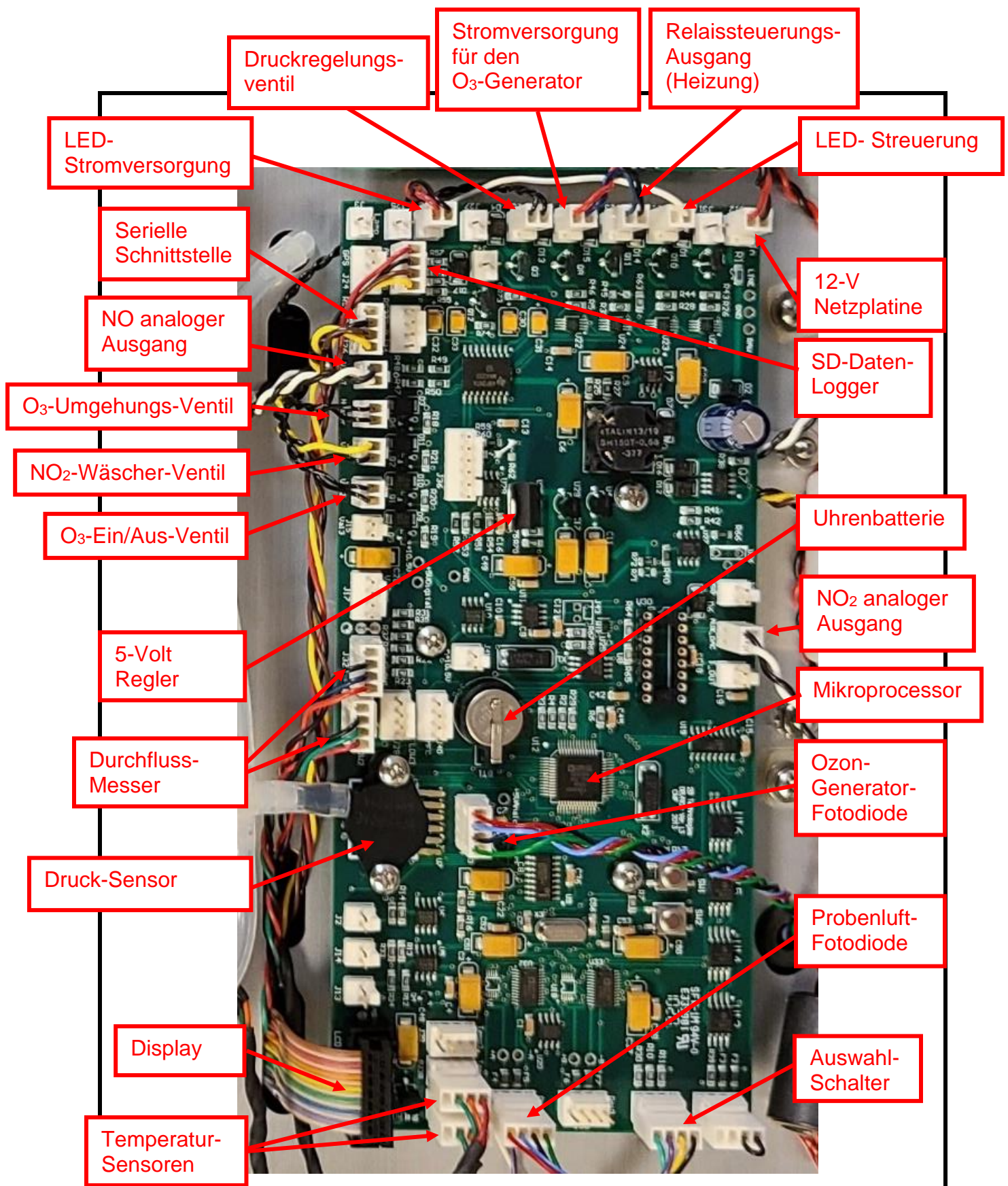
## 11. BESCHRIFTETE INSTRUMENTENFOTOS



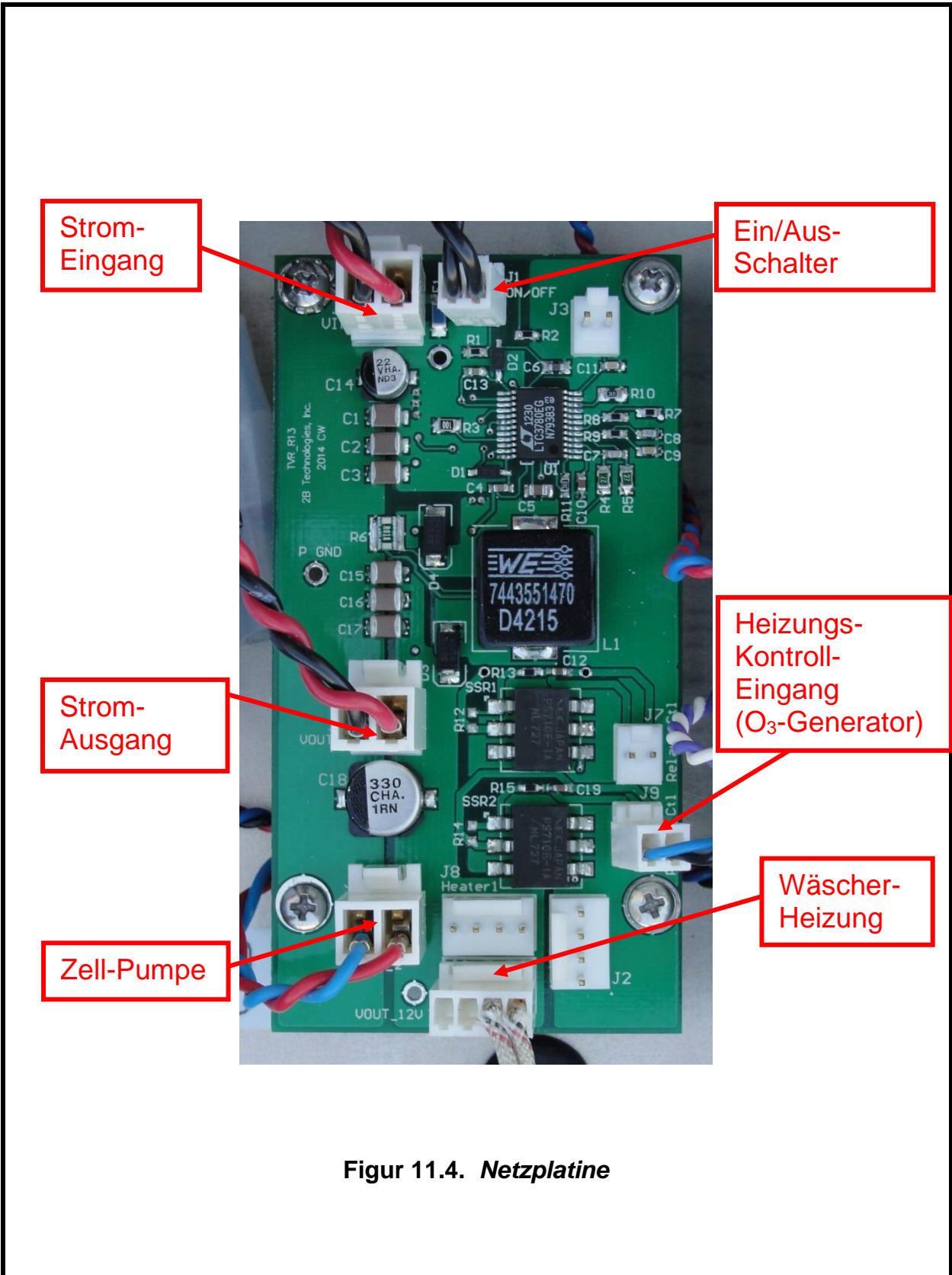
Figur 11.1. Ansicht des Modells 405 nm NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> Monitor von oben ohne Deckel.



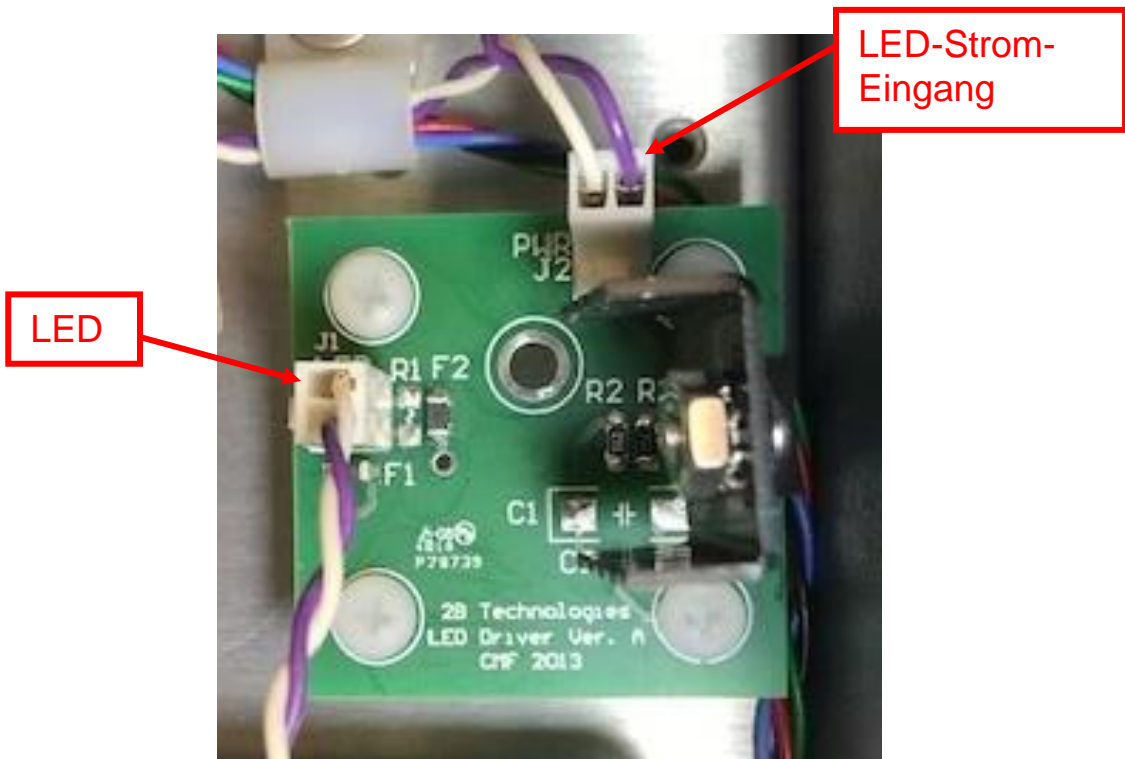
**Figur 11.2. Ansicht des Modells 405 nm NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> Monitor von unten ohne Deckel.**



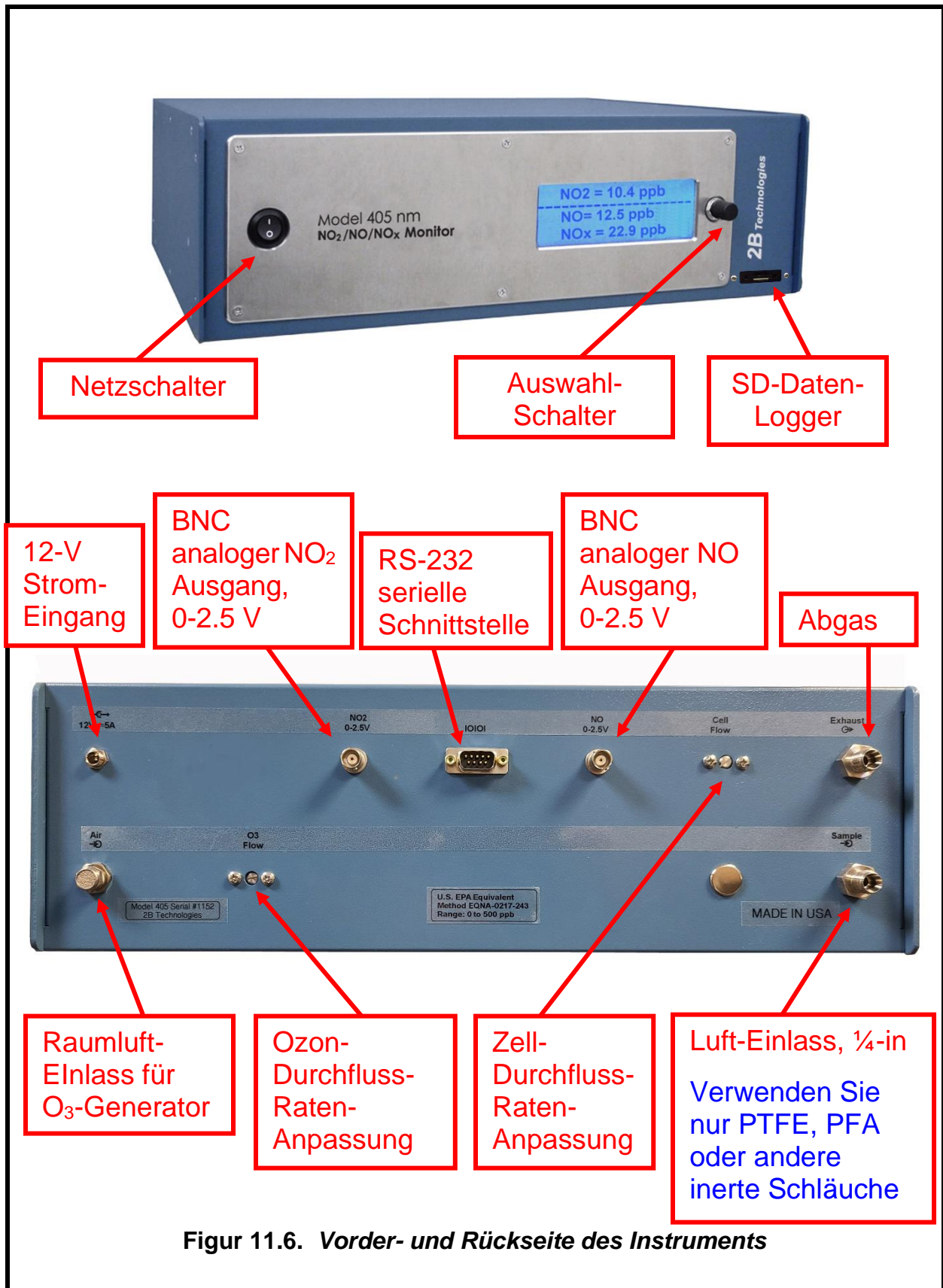
Figur 11.3. DBNOx Leiterplatte



**Figur 11.4. Netzplatine**



Figur 11.5. *LED-Netzplatine*



Figur 11.6. Vorder- und Rückseite des Instruments

## 12. VERKABELUNG

[Für die DBNOx Leiterplatte: Gegen den Uhrzeigersinn von der oberen rechten Ecke der Abbildung 11.3.]

<u>Beschreibung</u>	<u>Platine</u>	<u>Verbindung</u>	<u>Farben</u>
Strom-Eingang	Main (DBNOx)	J12	Rot/Schwarz
LED-Stueuerung	Main (DBNOx)	J22	Weiß
Relaissteuerungs-Ausgang (Heizung)	Main (DBNOx)	J23	Blau/Schwarz
Stromversorgung für den O <sub>3</sub> - Generator	Main (DBNOx)	J21	Rot/Blau
Druckregelungs-Ventil	Main (DBNOx)	J20	Schwarz/Schwarz
LED-Stromversorgung	Main (DBNOx)	J16	Rot/Schwarz
SD-Daten-Logger	Main (DBNOx)	J35	Rot /Gelb/Braun/Schwarz
Serielle Schnittstelle RS-232	Main (DBNOx)	J26	Gelb/Braun/Schwarz
NO analoger Ausgang	Main (DBNOx)	J11	Weiß/Schwarz
Ozon-Umgehungs-Ventil	Main (DBNOx)	J8	Schwarz/Schwarz
NO <sub>2</sub> -Wäscher-Ventil	Main (DBNOx)	J19	Gelb/Schwarz
Ozon-Ein/Aus/Ventil	Main (DBNOx)	J18	Schwarz/Schwarz
Zell-Durchluss-Messer	Main (DBNOx)	J32	Rot /Blau/Schwarz
Ozone-Durchluss-Messer	Main (DBNOx)	J9	Rot /Blau oder Grün/Schwarz
O <sub>3</sub> -Generator-Fotodiode	Main (DBNOx)	J4	Rot/Blau/Schwarz/Grün
LCD-Display	Main (DBNOx)	J10	Regenbogenfarben
Zell-Temperaturen-Sensor	Main (DBNOx)	J6	Rot/Orange/Grün
Wäscher-Temp.-Sensor	Main (DBNOx)	J38	Rot/Orange/Grün
Proben-Fotodiode	Main (DBNOx)	J29	Rot/Blau/Schwarz/Green
Asuwahl-Schalter	Main (DBNOx)	J5	Grün/Lila/Gelb/Schwarz
Leistungskontakte	Main (DBNOx)	J1	Schwarz/Schwarz
NO <sub>2</sub> analoger Ausgang	Main (DBNOx)	J7	Weiß/Schwarz
Ein/Aus-Schalter	Power	J1	Schwarz/Schwarz
Strom-Eingang	Power	J4	Rot/Schwarz
Strom-Ausgang	Power	J5	Rot/Schwarz
Proben-Pumpe	Power	J6	Rot/Blau
Relaissteuerungs-Eingang (Heizung)	Power	J9	Blau/Schwarz
Heizer	Power	J10	Weiß/Weiß
LED	LED Driver	J1	Lila/ Weiß
Strom-Eingang	LED Driver	J2	Lila/ Weiß

## 13. ERSATZTEILE

Die folgende Liste enthält die Teile des Modell 405 nm NO<sub>2</sub>/NO/NO<sub>x</sub> Monitors, die vom Benutzer gewechselt werden können.

Auf der Website von 2B Technologies finden Sie eine vollständige und aktualisierte Liste der Teile und Preise für das Modell 405 nm: <https://twobtech.com/parts-online.html>

<u>Nummer</u>	<u>Teilname</u>	<u>Beschreibung</u>
10-713	NOXPUMP405	Proben-Pumpe
--	NOXVLV405	NO <sub>x</sub> -Magnetventil (das Modell 405 verwendet 3 davon)
11-053	OZVLV405	Ozon-Magnetventil (das Modell 405 verwendet 2 davon)
10-566	NOXDSP405	4-Linien-LCD-Display und Kabel
10-924	LEDASSEMBLY405	LED-Baugruppe
--	PDASSEMBLY405	Fotodioden-Baugruppe und Kabel
10-274	NOXBRD405	DBNO <sub>x</sub> Leiterplatte
--	SCRBNO2INT405	NO <sub>2</sub> Wäscher für den Ozon-Einlass
10-723 & 10-725	SCRBEXHST405	Abgas-Wäscher (2 im Modell 405, O <sub>3</sub> und NO <sub>2</sub> )
10-669	DEW	DewLine™ (Nafion-Schläuche)
10-025	SERCABL	Serielles Durchgangskabel, Buchse-zu Buchse (zum Computer)
10-024	CIGADAP	12 V DC Zigarettenanzünder-Adapter
11-232	SDCARD	SD-Karte (ein dünne Profil wird für den Modell 405 Monitor empfohlen)
10-216	SDREADER	SD-Kartenleser
11-039	TEFTYG25	Teflon-beschichtete Tygon® Schläuche (25 ft)
11-038	TEFTYG05	Teflon-beschichtete Tygon® Schläuche (5 ft)
--	SILTUB05	Silikon-Schläuche (5 ft)





## **Anhang A: Nutzung der 2B Technologies Display-and-Graphing-Software**

Copyright© 2B Technologies. All rights reserved.

### **Einführung**

2B Data Display® ist eine einfache Möglichkeit, Daten von Ihrer seriellen Schnittstelle oder USB-Verbindung anzuzeigen und zu speichern.

Mit einfachen Ein-Klick-Operationen werden die Daten von Ihrem Instrument ausgelesen und auf einem äußerst vielseitigen Diagramm dargestellt. Zwei Elemente, wie NO<sub>2</sub> und Temperatur, können gleichzeitig auf dem Diagramm mit mehreren Zoom-Stufen angezeigt werden. Die Daten werden automatisch in eine .txt-Datei gespeichert und können optional in eine .csv-Datei gespeichert werden, um sie in Excel einzuspielen. Gespeicherte Daten können für die spätere Betrachtung und Analyse auf der Karte gespeichert werden. Indem Sie ein Konto bei 2B Technologies anfordern, können Sie Ihre Daten hochladen und auf einem Google Earth-Overlay anzeigen.

### **Herunterladen der Software**

Gehen Sie zu <https://twobtech.com/downloads.html> und wählen Sie die Registerkarte Software. Klicken Sie auf den Link für "2B Tech Display and Download Software". Befolgen Sie die Anweisungen und führen Sie die beiden Installationen bei Bedarf aus und wählen Sie die Datei "setup.exe". Klicken Sie auf den setup.exe-Download, um die 2B Data Display Anwendung zu starten.

### **Verbindungsgeräte**

#### ***Mit dem 2B Technologies Monitor verbinden***

1. Wählen Sie das Gerät aus den Einstellungen aus, mit dem Sie eine Verbindung aufbauen wollen: Gerät auswählen...
2. Klicken Sie OK.
3. Wählen Sie die Verbindung in den Einstellungen aus: Verbindung...  
Wählen Sie die Einstellungen wie folgt aus:
  - a) Schnittstelle:
    - Die Standard-Schnittstelle ist "COM1" für Computer mit seriellen Schnittstellen.
    - Wenn Sie einen USB-Anschluss verwenden, überprüfen Sie die Schnittstelle im "Gerätemanager" unter "Schnittstelle": Bedienfeld, System, Gerätemanager.
    - Wenn Sie einen USB-Adapter verwenden, überprüfen Sie die Schnittstelle wie für einen USB-Anschluss und suchen Sie nach dem Namen des Adapters (z.B. Belkin, Prolific oder andere USB-Adapter-Hersteller).
  - b) Baud Rate: Die standardmäßige Baud-Rate ist 2400. Überprüfen Sie die Einstellungen Ihres Monitors im Menü "Cfg/I/O" und passen Sie die Software

- der Einstellung des Monitors an. Beachten Sie, dass für den USB-Anschluss eines Monitors die Baud-Rate mit der Baud-Rate des Monitors beim Start des Monitors übereinstimmen muss.
- c) Parität: Keine
  - d) Datenbits: 8
  - e) Stop-Bits: 1
4. Klicken Sie auf Startknopf im Bereich der Instrumenten-Datenerfassung in der oberen linken Ecke des Hauptbildschirms.
- a) Das Fenster "Speichern als" erscheint. Es erscheint ein Standard-Dateiname, der aus Datum und Uhrzeit zusammen gesetzt ist. Sie können den Dateinamen den Ort, wo er gespeichert wird, ändern.
  - b) Klicken Sie auf die Schaltfläche "Speichern". Dadurch wird die Datenerfassungs-Software gestartet und die Daten werden in das Diagramm eingefüllt, während sie vom Gerät übertragen werden.
  - c) Der rote OFF-Text wird in einen grünen ON-Text geändert. Der Text: Warten auf Daten ... erscheint, bis die Daten vom Instrument kommen. Wenn beispielsweise die Messfrequenz des Instruments auf 5 Sekunden eingestellt ist, sehen Sie alle 5 Sekunden einen Datenpunkt. Im Avg-Untermenü auf dem Instrument können die Frequenzen auf unterschiedliche Werte eingestellt werden.

### ***Anschluss an die Wetterstation (Davis Vantage Pro)***

1. Vergewissern Sie sich, dass die Wetterstation physisch mit der USB-Schnittstelle oder der seriellen Schnittstelle des Computers verbunden ist.
2. Wählen Sie die COM-Schnittstelle für die Wetterstation aus den Einstellungen: Wetteranschlüsse ...
3. Wählen Sie "Wetterdaten abrufen" aus dem Menü "Wetterlink". Es erscheint ein Fenster und die Software wird versuchen, die Daten der Wetterstation abzurufen. Ist die Verbindung gut, werden Wetterdaten im Fenster angezeigt. Wenn nicht, erscheint eine Fehlermeldung. Versuchen Sie es mit einer anderen com-Schnittstelle, wenn die Fehlermeldung erscheint. Sie können dieses Fenster verschieben, sodass es Sie nicht stört, oder Sie können es schließen. Die Wetterdaten werden alle 5 Sekunden aktualisiert.
  - Da der Monitor und die Wetterstation beide COM-Schnittstellen verwenden, müssen Sie möglicherweise einen der USB-Adapter vom PC abschalten, um festzustellen, welches Gerät, welche Schnittstelle verwendet.
4. Um das Fenster wieder hochzuladen, wenn Sie es geschlossen haben, wählen Sie "Display Weather Data."

## **Daten anzeigen**

### ***Das Datennetz***

1. Vergewissern Sie sich, dass die Anwendung mit einem Gerät verbunden ist oder dass Sie eine zuvor gespeicherte Datei geöffnet haben.
2. Klicken Sie auf die Registerkarte "Data Grid" auf der rechten Seite des Bildschirms.
3. Die Datenzeilen, die von Ihrem Instrument empfangen werden, werden in einem Raster mit der letzten Zeile an der Spitze aufgelistet.

4. Die Kopfzeile enthält die gerätespezifischen Variablen (z.B. NO<sub>2</sub>, NO, Zell-Temperatur, usw.). Die Log-Nummer wird immer aufgelistet, auch wenn Ihr Instrument nicht darauf eingestellt ist.

### **Die Registerkarte "Charts"**

1. Vergewissern Sie sich, dass die Anwendung mit einem Gerät verbunden ist oder Sie eine zuvor gespeicherte Datei geöffnet haben.
2. Klicken Sie auf die Registerkarte Charts auf der rechten Seite des Bildschirms.
3. Wählen Sie aus den Drop-Down-Fenstern "Data 1" und "Data 2", welche Daten angezeigt werden sollen.
4. Die Datenpunkte werden in einem Diagramm-Fenster in der Mitte des Bildschirms angezeigt.
5. Stellen Sie die Zoomstufe ein, indem Sie die + oder – Tasten unter der Schaltfläche Einstellungen drücken (oben rechts im Bildschirm).
6. Stellen Sie die Y-Skala ein oder stellen Sie die automatische Funktion ein, indem Sie auf die Schaltfläche Einstellungen klicken.
  - a. Klicken Sie auf das "Auto Range"-Feld, um die Autoskalierung zu verwenden.
  - b. Deaktivieren Sie das "Auto Range"-Feld, um Y max und Y min für die Felder Daten 1 und Daten 2 manuell einzustellen.

### **Die Registerkarte "Buffer"**

- Die Auswahl der Registerkarte "Buffer" öffnet ein Pufferfenster, ähnlich wie bei TeraTerm oder HyperTerminal, in dem alle Daten aus der seriellen Schnittstelle angezeigt werden.
- Von dieser Registerkarte aus kann der Benutzer auch Befehle über die serielle Schnittstelle senden, indem er auf der Tastatur eintippt. Dies gilt nur, wenn das angeschlossene Gerät serielle Befehle akzeptiert.
- Dieses Pufferfenster kann auch zur Fehlersuche für Fälle verwendet werden, in denen: Die Baud-Rate, das Gerät oder die serielle Schnittstelle unbekannt sind. Wenn zum Beispiel die Statusleiste im Bereich Instrumenten-Daten-Aufnahme "Empfangen" anzeigt und keine Daten im Datennetz oder in den Charts erscheinen, klicken Sie auf die Registerkarte Buffer, um die seriellen Daten zu sehen. Wenn das richtige Gerät nicht ausgewählt ist, werden keine Daten im Datennetz oder in den Charts angezeigt, sondern Daten werden im Buffer-Fenster angezeigt.

## **Daten speichern**

### **Daten als .txt-Datei speichern**

1. Klicken Sie auf den Startknopf im Instrumenten-Daten-Bereich, um mit dem Sammeln von Daten aus dem Instrument zu beginnen.
2. Ein Fenster öffnet sich, um den Namen und die Position der Datei zu erhalten.
3. Klicken Sie auf Speichern, um mit der Datenerhebung zu beginnen.
4. Alle Daten, die vom Ozon-Monitor über die COM-Schnittstelle gelesen werden, werden in Echtzeit in die .txt-Datei geschrieben, bis Stop angeklickt wird.

### **Daten als .csv-Datei oder Excel-Datei speichern**

HINWEIS: Wetterdaten werden NICHT in der .txt-Datei gespeichert. Um Wetterdaten zu speichern, sollten Sie eine .csv-Datei erstellen, nachdem Stopp geklickt wurde.

1. Nach dem Sammeln von Daten klicken Sie auf den Stop-Knopf im Instrumenten-Daten-Bereich auf dem Hauptbildschirm.
2. Ein Fenster öffnet sich, um Sie zu fragen, ob Sie in eine .csv-Datei speichern möchten. Klicken Sie auf "Ja".
3. Ein Standardname erscheint aus Datum und Uhrzeit der Datenerfassung. Sie können den Namen und Pfad der Datei ändern, wenn Sie möchten.
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche Speichern.

## Öffnen von Dateien

1. Um eine Datei zu öffnen, klicken Sie auf Öffnen aus dem Menü Datei.
2. Navigieren Sie zu dem Ordner, in dem die Datei gespeichert wurde.
3. Wählen Sie entweder die .txt-Datei oder die Excel-Datei und drücken Sie "Öffnen".
  1. HINWEIS: Um Wetterdaten zu sehen, müssen Sie die entsprechende .csv-Datei öffnen.
4. Wählen Sie das richtige Gerät, das mit der Datei verbunden ist.
  - a. Wenn Sie unsicher sind, öffnen Sie die Datei in einem Texteditor oder Excel, um festzustellen, welches Gerät es ist.

## Serielle Befehle

Die Menübefehle sind die gleichen, wie sie an anderer Stelle in diesem Handbuch bereits angegeben wurden.