

GEBRAUCHS- ANWEISUNG

CarboProbe ZI Pro

CarboProbe ZS Standard

CarboProbe ZS Pro

ECONOX

Rue de l'église 25
2942 Alle – Switzerland
T: ++41 32 465 10 00
F: ++41 32 465 10 01

www.econox.ch
info@econox.ch

Die in diesem Dokument enthaltenen Angaben dienen informellen Zwecken. Der Nachdruck, auch auszugsweise, und die Weitergabe dieses Handbuchs an Dritte bedarf der Genehmigung durch ECONOX SA.

Inhalt

1.	Funktionsprinzip	4
	Allgemeines	4
2.	Technische Daten der Sonden CarboProbe	6
3.	Inbetriebnahme der Sonde	8
4.	Referenzluft	9
5.	Anfahren des Ofens	10
6.	Ofenatmosphäre	10
7.	Instandhaltung	11
8.	Fehlerbehebung	12
	Einleitung	12
	Überprüfung der Sondenimpedanz	12
	Referenzluft und Dichtheit prüfen	12
	<i>CarboProbe ZS pro und ZS standard</i>	12
	<i>CarboProbe ZI pro</i>	12
	Reaktivierung des Filters	12
	Prüfen des Thermoelements	13
	Überprüfen des Sauerstoffsignals	13
	Die Wirksamkeit einer Spülung kontrollieren	13
9.	Reparatur der Sonde	14

1. Funktionsprinzip

Die Sauerstoffsonden ECONOX *CarboProbe* dienen dazu, die Atmosphären in Wärmebehandlungsanlagen zu messen und zu regeln.

Allgemeines

ECONOX verwendet für seine Sauerstoffsonden zwei verschiedenen Elektrolyttypen aus ZrO_2 (Zirkondioxid).

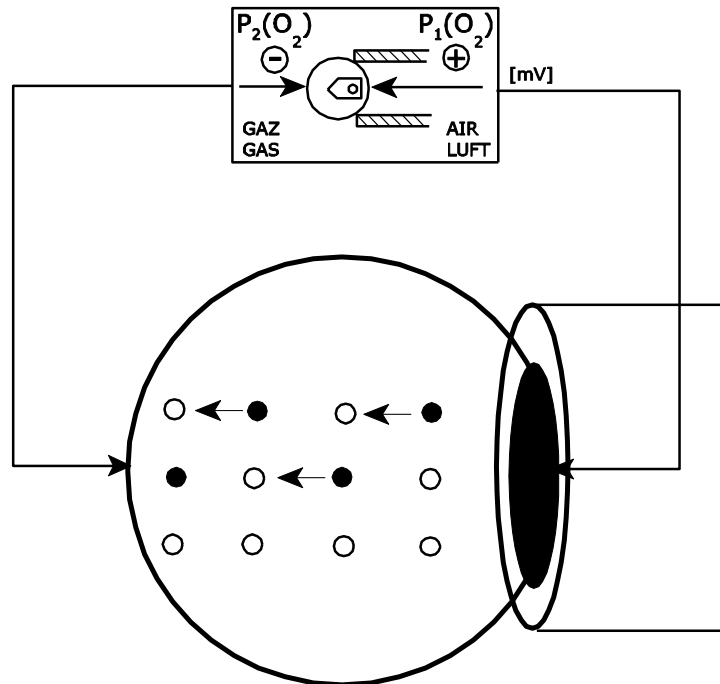
1. Eine ZrO_2 -Kugel, ein patentiertes System von ECONOX, die nur über ECONOX bezogen werden kann. Diese Kugel kommt in der Sonde *CarboProbe ZI pro* zum Einsatz.

2. Der Elektrolyt ZrO_2 C-700.

Er wird in den Sonden *CarboProbe ZS* und *HT* verwendet.

Diese Zirkondioxid-Messelemente (ZrO_2), die in der Ofenatmosphäre angeordnet sind, und zwei Gasatmosphären mit unterschiedlichem Sauerstoff-Partialdruck (pO_2) trennen, verhalten sich wie elektrochemische Ionen-transfer-Batterien. Die erzeugte Spannung an den Klemmen der beiden an der Kugel angeordneten Elektroden ist von der absoluten Temperatur und der Differenz der Sauerstoffpartialdrücke gemäß der Nernst-Gleichung abhängig.

Das nachfolgende Schaltbild stellt die Funktionsweise der ZrO_2 -Kugel dar; das Funktionsprinzip entspricht dem des Elektrolyts ZrO_2 C-700.



Das Messelement der Sauerstoffsonde ist eine Keramik aus Yttrium-dotiertem Zirkondioxid. Diese verfügt über Gitterbauelemente. Ein Großteil der Stellen, die von Sauerstoffionen besetzt sein könnten, sind Gitterleerstellen.

Diese Keramik lässt die Wanderung von Sauerstoffionen bei einer Temperatur über $700^{\circ}C$ zu. Oberhalb dieser Temperatur wird das Zirkondioxid leitfähig, und zwar nicht durch eine

Elektronenverschiebung, sondern durch eine Sauerstoffionen-Wanderung. Die so erzeugte Spannung wird durch die unterschiedlichen Sauerstoffkonzentrationen in der Umgebungsluft und der Ofenatmosphäre sowie der Sondentemperatur beeinflusst.

Diese Spannung wird durch folgende Gleichung dargestellt:

$$E = 0.0215 \cdot T \cdot \ln \frac{P1 \cdot O_2(\text{referenz})}{P2 \cdot O_2(\text{ofen})}$$

- E = Spannung [mV] an den Klemmen
- T = Temperatur [°K] im Ofen
- P1O2 = Sauerstoffpartialdruck der Umgebungsluft (20.9%)
- P2O2 = Sauerstoffpartialdruck der Ofenatmosphäre

Die am Ausgang der Sonde gemessene Spannung wird anhand der NERNST-Gleichung interpretiert und die Sauerstoffkonzentration in der Ofenatmosphäre kann unmittelbar und präzise abgelesen werden. Sind die Sauerstoffkonzentration, der CO-Gehalt und die Temperatur bekannt, kann der Kohlenstoffpegel über die festen stöchiometrischen Verhältnisse der O₂ – CO – CO₂-Konzentrationen ermittelt werden. Die am Ausgang der Sonde gemessenen mV-Werte sind also abhängig vom Kohlenstoffpegel bei einer bestimmten Temperatur und einem gegebenen CO-Wert.

Die Spannung der Sonde hängt allein von der Zusammensetzung des Gases und der Temperatur ab.

Der Kohlenstoffpegel wird nun anhand der folgenden Formel errechnet:

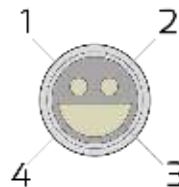
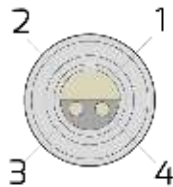
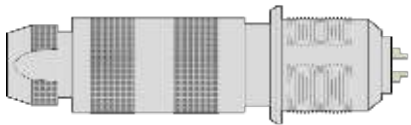
$$\%C = F(E[mV] \cdot temperatur[°C] \cdot P_{CO})$$

2. Technische Daten der Sonden CarboProbe

Ausgang	0 bis 1200 mV
Anzeige	Die Sauerstoffsonden sollten in Verbindung mit Kontrollgeräten mit einer Eingangsimpedanz von mindestens 10 Mega-Ohm verwendet werden.
Einführtiefe	mind. 10 cm
Präzision	±0.05 %C
Ansprechzeit	Unter einer Sekunde
Referenzluft	Saubere und trockene Referenzluft mit einem Durchsatz von 30 bis 50l/h für die Sonden <i>CarboProbe ZI</i> und 0.5 – 1l/h für die Sonden <i>CarboProbe ZS</i> und <i>HT</i> .
Spülluft	Ein Durchsatz von 150l/h sollte ausreichen; der Luftstrom muss in jedem Fall schnell genug sein, um den mV-Wert der Sonde eine Minute lang unter 250mV zu halten.
Externe Elektrode	Hochtemperaturbeständiger Spezialstahl
Temperaturbereich	700°C bis 1150°C
Thermoelement	Typen K, R und S bzw. ohne Thermoelement
Thermischer und mechanischer Schock	Die Sonden <i>CarboProbe ZS</i> müssen schrittweise (über einen Zeitraum von 10 Minuten) auf die Temperatur gebracht werden. Diese Vorsichtsmaßnahme gilt nicht für die Sonden <i>CarboProbe ZI</i> , deren Kugel besonders beständig gegenüber thermischen Schocks ist.

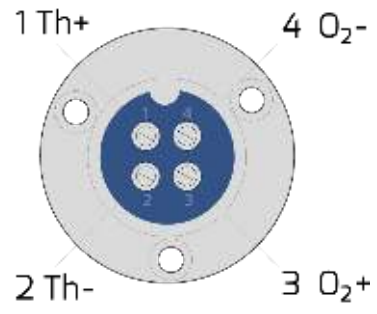
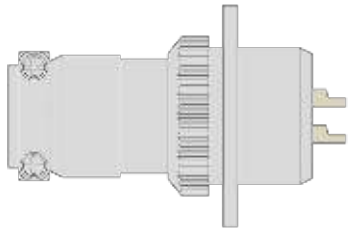
Anschlüsse

Die elektrischen Anschlüsse sind:



1: Th+
 2: Th-
 3: O₂-
 4: O₂+

3.



4. Inbetriebnahme der Sonde

Unsere Sauerstoffsonden werden alle nach dem Zusammenbau geprüft. Bei der Auslieferung der Sonden ist kein Offset eingestellt.

Bei der Installation einer Sonde sind folgende Punkte zu beachten:

1. Die Sonde darf die Beschickung des Ofens keinesfalls behindern.
2. Die Sonde ist so nahe wie möglich an der Ofenfüllung zu platzieren, um eine präzise Messung der Temperatur und der Atmosphäre durchzuführen, die einen direkten Einfluss auf diese Füllung haben. Wird die Sonde in der Nähe eines Umwälzventilators angeordnet, haben die Messungen eine bessere Qualität.
3. Wird die Sonde zu nahe am Heizkörper oder an der Ofentür installiert, kann die Messung nicht korrekt durchgeführt werden. Ein Temperaturunterschied zwischen der Sonde und den Regel-Thermoelementen ist zu vermeiden.
4. Während der Installation der Sonde bzw. während des Wärmebehandlungsverfahrens sind mechanische und thermische Schocks zu vermeiden (Beschädigung des Messelements aus Zirkondioxid).
5. Methanol darf nicht direkt auf die Sauerstoffsonde aufgesprüht werden (erheblicher thermischer Schock). Dies könnte Risse, die Zerstörung des Messelements oder eine Verformung der äußeren Elektrode zur Folge haben. Dadurch würde die Lebensdauer der Sonde erheblich verkürzt. Kann das Aufsprühen von Methanol nicht vermieden werden, sollten Sie unsere Sonde *CarboProbe ZI pro* in Erwägung ziehen, die über einen äußeren Keramikschutz verfügt.
6. Die Temperatur des Messelements sollte zwischen 700 und 1050°C liegen (bei der *CarboProbe HT* bei max. 1700 °C).
7. Die Sonde wird Ihrer Bestellung und dem *CarboProbe*-Typ entsprechend mit einem 1"- , 1 1/2"- oder 1 1/4"-Anschluss geliefert. Bei der Montage am Ofen ist darauf zu achten, dass die Temperatur des Sondenkopfes (in dem sich die Spülluftanschlüsse und die Steckverbindungen befinden) 60°C nicht übersteigt.
8. Die Verbindung zwischen Sonde und Ofen muss dicht sein. Die Dichtheit gegebenenfalls mit einem Feuerzeug überprüfen. Das Feuerzeug um die Verbindung herumführen. Es darf keine Flamme aus der Verbindung züngeln.
9. Die Sonden *CarboProbe ZS* müssen schrittweise auf die Temperatur gebracht werden, andernfalls können irreversible Schäden am Messelement entstehen. Um dies zu vermeiden, die Sonde langsam, d.h. schrittweise über eine Dauer von 10 Minuten, in den geheizten Ofen einführen. Diese Vorsichtsmaßnahme gilt nicht für die Sonden *CarboProbe ZI*, deren Kugel besonders beständig gegenüber thermischen Schocks ist.

5. Referenzluft

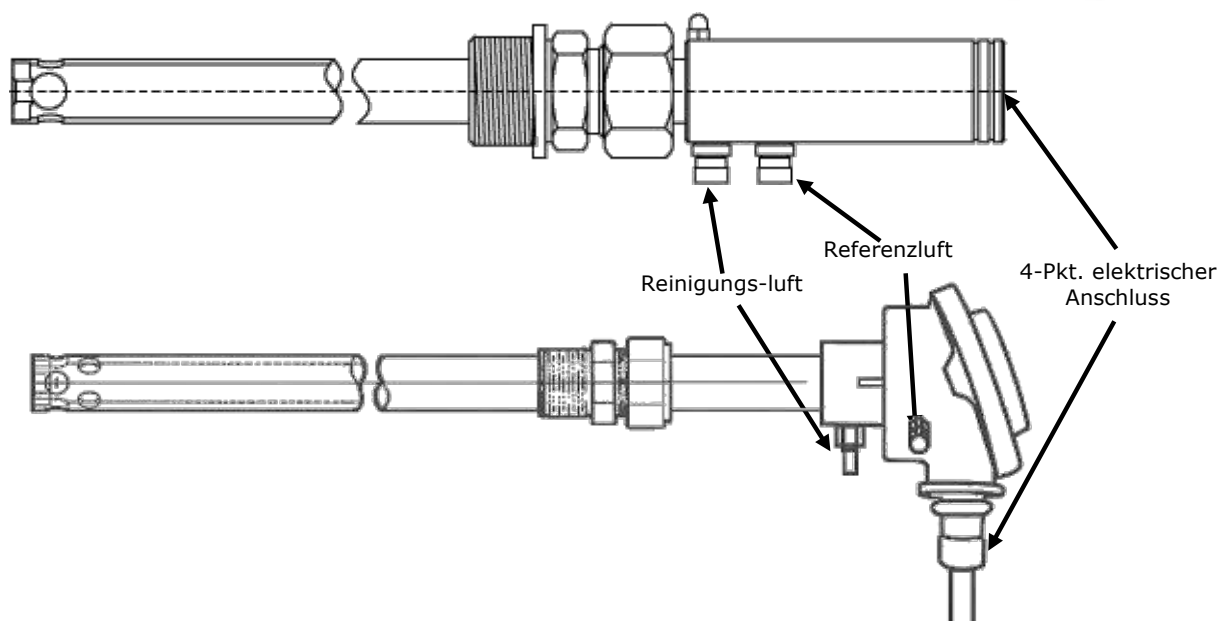
Die Sonde benötigt eine saubere und trockene Referenzluft. Die Durchgänge für die Luft zum Messelement aus Zirkondioxid im Inneren der Sonde sind sehr eng und können durch Staub und Verunreinigungen verstopft werden. Manche Verunreinigungen, wie Wasserdampf, Öldämpfe und Staub, die in der Umgebungsluft einer Werkhalle für Wärmebehandlungsverfahren gegeben sind, können über kurz oder lang das Messelement verstopfen und die Messergebnisse der Sauerstoffsonde beeinträchtigen. Außerdem können bestimmte mechanische Teile der Sonde durch Oxidation beschädigt werden.

Eine gute Referenzluft von konstanter Qualität ist für die korrekte Funktion Ihrer Sauerstoffsonde unabdingbar. **Um stabile und korrekte Messungen zu garantieren, muss der Elektrolyt aus ZrO_2 regelmäßig gespült werden.**

Wir empfehlen Ihnen, Silicagel zwischen die Referenzluft-Belüftungsquelle und die Sonde zu platzieren, da dessen hervorragende absorbierende Eigenschaften Ihnen eine reine Referenzluft sowie eine Arbeit unter besten Bedingungen garantiert.

Der Silicagel-Filter wird montagefertig geliefert und kann in die Leitungen, die die Sonde mit Referenzluft versorgen, eingebaut werden.

- Die Pfeile auf den Grundelementen zeigen die Luftdurchflussrichtung an.
- Es wird empfohlen, den Silicagel-Filter möglichst nahe an der Sauerstoffsonde zu montieren. Er kann am Ausgang des Regelpulvs oder direkt am Ofen neben der Sonde angeordnet werden.
- Die Temperatur des Filters darf 50°C nicht übersteigen.
- Der Filter wird auf ein Rohr mit einem Durchmesser von 6/8mm montiert.



6. Anfahren des Ofens

Referenzluft einschalten und diese mit der Sonde verbinden. Wenn die Sonde an einem heißen Ofen installiert oder ausgetauscht wurde, die Referenzluft so früh wie möglich einschalten.

Die Sonde *CarboProbe ZI pro* ist beständig gegenüber thermischen Schocks und kann daher schnell an einem heißen Ofen installiert werden. Bei den Sonden *CarboProbe ZS pro* und *CarboProbe ZS standard* ist darauf zu achten, dass die Sonde während **10 Minuten** langsam in den Ofen eingeführt wird (nur wenn die Temperatur im Ofen hoch ist).

ACHTUNG!

Wird eine Sonde an einem heißen oder gasbefüllten Ofen ausgetauscht bzw. abgebaut, sind folgenden Anweisungen einzuhalten:

- Den Umwälzventilator der Ofenatmosphäre abschalten.
- Den Eintritt von Luft in den Ofen vermeiden. Je nachdem, welches Gas sich innerhalb der Ofenummantelung (Wasserstoff) befindet, kann es zu einer Explosion kommen.
- Die Sonde vorsichtig entfernen, dabei Stöße und thermische Schocks (bei *CarboProbe ZS pro* und *standard*) vermeiden; die Sonde auf einem Ziegelstein oder einer Betonoberfläche ablegen.
- **DAS ABKÜHLEN DER SONDE AUF KEINEN FALL BESCHLEUNIGEN**

Ein Austausch der Sonde sollte nur erfolgen, wenn der Ofen kein gefährliches Gas enthält.

7. Ofenatmosphäre

Die Arbeitsbedingungen der Sonde (hohe Temperaturen) und die Ofenatmosphäre während dieser Arbeit haben einen direkten Einfluss auf die Lebensdauer der Sonde.

Die folgenden Punkte sind wesentlich und für eine möglichst lange Lebensdauer der Sonde unbedingt zu beachten.

1. Die zu behandelnden Teile müssen frei von Fett oder Zinkverbindungen sein.
2. Reste von Härteöl bzw. Härtesalz sind unbedingt zu vermeiden.
3. Zur Aufnahme kleiner Teile keinen Korb auf Zinkbasis verwenden. Zink beschleunigt die Zerstörung des Messelements der Sauerstoffsonden.
4. Die Lebensdauer der Sonde kann sich auch vermindern, wenn der Ofen über längere Zeit an der Rußgrenze betrieben und dieser nicht in regelmäßigen Abständen verbrannt wird.
5. Quecksilber und andere Schwermetalle sind ebenfalls verhängnisvoll für das Messelement der Sauerstoffsonde und sind weitestgehend zu vermeiden.

8. Instandhaltung

Die folgenden Arbeitsschritte sind dem empfohlenen Wartungsplan entsprechend durchzuführen, um eine korrekte Funktion und eine lange Lebensdauer der Sonde zu gewährleisten. Für weiterführende Informationen, siehe Kapitel „8. Fehlerbehebung“.

Beschreibung	Intervall
Referenzluft der Sonde und Durchsatz überprüfen - <i>CarboProbe ZS pro standard</i> : 0.5 - 1l/h - <i>CarboProbe ZI pro</i> : 30 - 50 l/h	1x pro Woche
Den Zustand des Silcagel-Filters und die Reinheit der Referenzluft kontrollieren	2x pro Monat
Einen Spül- und Rußverbrennungszyklus starten, um das Messelement von Verunreinigungen zu befreien. - Spülluftdurchsatz: 150l/h - Umwälzer sollte ausgeschaltet sein	Alle 4 Stunden
Wenn die Rußverbrennung nicht effektiv erscheint, die Sonde ausbauen, abkühlen lassen und den Ruß mit Druckluft entfernen.	1x pro Woche
Die korrekte Funktion der Waschmaschinen für die zu behandelnden Teile kontrollieren.	2x pro Monat

9. Fehlerbehebung

Einleitung

Bestehen Zweifel an der korrekten Funktion einer Sonde, lässt sich das Problem während des Betriebs, anhand weniger einfacher Tests diagnostizieren. Die meisten Kohlenstoffpegelregler zeigen die Temperatur und das von der Sonde kommende mV-Signal an. Überprüfen Sie anhand des Reglers, ob diese angezeigten Werte plausibel sind, um zu bestimmen, ob die Temperatur oder das mV-Signal in Frage gestellt wird.

Überprüfung der Sondenimpedanz

Einen Widerstand von 50kOhm über die Pin-Kontakte des mV-Signals (3 und 4) legen. Das mV-Signal muss abfallen. Fällt das Signal um weniger als 20% des ursprünglichen Werts, besteht kein Problem. Fällt das Signal jedoch um mehr als 50%, muss die Sonde wahrscheinlich repariert werden, ist das Messelement vermutlich kontaminiert.

Referenzluft und Dichtheit prüfen

Zunächst die Referenzluftversorgung vom Sondenkopf trennen und kontrollieren, ob Luft zugeführt wird. Referenzluft wieder anschließen. Überprüfen, ob der Referenzluft-Versorgungsschlauch tatsächlich am entsprechenden Anschluss angeschlossen ist. Führen Sie nun, je nach Sondentyp, folgende Schritte durch:

CarboProbe ZS pro und ZS standard

Während des Betriebs der Sonde, Referenzluftversorgung abrupt unterbrechen (mit dem Finger abklemmen). Das Ausgangssignal müsste daraufhin innerhalb einer Minute schrittweise um einige mV fallen. Beträgt die Veränderung mehr als 25 mV, hat die Sonde wahrscheinlich einen Riss und liefert falsche Werte. In diesem Fall muss die Sonde repariert werden. Den Schlauch wieder loslassen, die angezeigte Spannung muss den ursprünglich angezeigten Wert sofort wieder erreichen.

CarboProbe ZI pro

Während des Betriebs der Sonde, Referenzluftversorgung abrupt unterbrechen (mit dem Finger abklemmen). Der mV-Wert muss langsam um maximal 20 mV in 5 Sekunden fallen; Schlauch wieder loslassen, die angezeigte Spannung muss den ursprünglich angezeigten Wert sofort wieder erreichen. Fällt die Spannung der Sonde abrupt, um mehr als 20 mV in 10 Sekunden, ist die Dichtheit der Sonde unzureichend. In diesem Fall muss die Sonde repariert werden.

Reaktivierung des Filters

Hat das absorbierende Trockenmittel Silicagel (blaue Körner) seine Sättigungsgrenze erreicht, verfärbt es sich weißrosa. Der Filter muss nun unbedingt reaktiviert werden. Hierzu:

1. Den Behälter im Gegenuhrzeigersinn abschrauben.
2. Das Silicalgel entfernen.
3. Das Silicagel durch Trocknen bei einer Temperatur von ca. 150°C während 60 Minuten regenerieren.
4. Die Filterpatrone mit Alkohol und den Kunststoffbehälter mit Seifenwasser reinigen.
5. Alle Teile wieder einbauen und dabei auf den korrekten Sitz des leicht gefetteten Dichtrings achten.

Prüfen des Thermoelements

Das Verbindungskabel lösen und mit einem mV-Meter das Ausgangssignal des Thermoelements prüfen. Vom Regler ausgehend schrittweise in Richtung der Klemmen der Sonde zurückgehen, anschließend von den Drähten des Thermoelements ins Innere des Sondenkopfes. Führen Sie mehrere Messungen entlang dieses Verlaufs durch, um den Fehler zu lokalisieren. Liegt der Fehler des Thermoelements im Inneren der Sonde, muss diese repariert werden.

Auf Wunsch kann ECONOX auch Umrechnungstabellen von Millivolt und Temperatur für die Thermoelemente des Typs S, R und K liefern.

Überprüfen des Sauerstoffsignals

Wenn die Sonde ein Sauerstoffsignal erzeugt, das Signal Ihnen jedoch nicht korrekt erscheint, führen Sie folgende Prüfungen durch, die alle während des Aufenthaltes der Sonde im Ofen möglich sind. Diese Prüfungen stellen keine Eichung dar, sondern geben Auskunft über den Zustand der Sonde.

1. Das mV-Sauerstoffsignal messen. Lassen Sie das mV-Meßgerät an den Klemmen angeschlossen und schließen Sie die mV-Sauerstoffklemmen der Sonde (**max. 20s**) kurz. Heben Sie den Kurzschluss wieder auf. Das mV-Signal muss sofort wieder erscheinen (<30 sek.). Wenn es langsam wieder erscheint (>3 min.), ist dies ein Zeichen, dass die Sonde fehlerhaft ist und ausgetauscht werden sollte.
2. Das Verbindungskabel lösen und mit einem mV-Meter das mV-Signal prüfen. Vom Regler ausgehend schrittweise in Richtung der Klemmen der Sonde zurückgehen. Führen Sie mehrere Messungen entlang dieses Verlaufs durch, um den Fehler zu lokalisieren. Liegt der Fehler im Inneren der Sonde, muss diese repariert werden.

Die Wirksamkeit einer Spülung kontrollieren

Kontrollieren Sie das Sauerstoffsignal während eines Spülzyklus (Verbrennung). Hinsichtlich des erforderlichen Spülluftdurchsatzes kann keine allgemeine Empfehlung gegeben werden. Der entscheidende Parameter ist nicht die Referenzluftmenge, sondern das Ansprechen auf diese. Der richtige Durchsatz ist der, der erforderlich ist, um das mV-Signal während einer Minute unter 250 mV zu bringen.

Der Spülluftdurchsatz ist so zu wählen, dass er zu keinen extremen Temperaturunterschieden führt. Die Rußverbrennung mit einem Thermoelement kontrollieren, um eine zu starke Überhitzung des Messelements zu vermeiden. Möglicherweise ist es erforderlich, die Sonde aus dem Ofen zu nehmen und Rußreste mit Druckluft zu entfernen (nachdem die Sonde sich auf die Umgebungsluft abgekühlt hat).

Eine vollständige Rußverbrennung hat stattgefunden, wenn die Spannung nahe 0mV ist.

10. Reparatur der Sonde

Die Sonden *CarboProbe* sind High-Tech-Messinstrumente, die unter Umständen schwierigen Arbeitsbedingungen ausgesetzt sind. Die Lebensdauer einer Sonde hängt zu einem großen Teil von den Bedingungen ab, unter denen sie eingesetzt wird. Wenn Sie eine Fehlfunktion der Sonde vermuten und dieses Problem anhand des Kapitels Fehlerbehebung nicht lösen konnten, bedarf die Sonde vermutlich einer Reparatur.

Wenn Sie die Sonde zur Reparatur einschicken, verpacken Sie diese sorgfältig in der Originalverpackung, kennzeichnen Sie das Paket als „Zerbrechliches Instrument“ und senden Sie es an:

ECONOX

Rue de l'église 25
2942 Alle – Switzerland
T: ++41 32 465 10 00
F: ++41 32 465 10 01

www.econox.ch
info@econox.ch