



Handbuch Goldsonde

Inhaltsverzeichnis

- ◇ Einleitung
- ◇ Technische Daten

- ◇ Eigenschaften

- ◇ Theoretische Grundlagen

- ◇ Einbau

- ◇ Wartung

- ◇ Fehlersuche

- ◇ Steuersysteme

- ◇ Garantie

AVION Europa GmbH & Co. KG
Profilstraße 9
58093 Hagen
Deutschland

Tel.: +49 (0)2331 488 411
Fax: +49 (0)2331 488 413
e-Mail: info@avion-europe.de
Web: www.avion-europe.de

Handbuch Goldsonde

Einleitung

Vielen Dank dass Sie sich für die Goldsonde zur Steuerung Ihrer (Ofen)Atmosphäre entschieden haben.

Die Goldsonde stellt den neuesten Stand der Technik der Kohlenstoffsensortechnologie dar. Sie wurde entwickelt zur Verwendung in Kohlenstoff-Sensorsystemen für die Anwendung sowohl bei der Steuerung des Kohlenstoffgehaltes in Atmosphärenöfen als auch des Taupunktes in endothermischen Generatoren.

Mit seinem einzigartigen Messelektrodenaufbau ist die Goldsonde das Produkt eines Teams von Designern und Anwendungstechnikern, wobei jeder einzelne über mehr als 20 Jahre Erfahrung in der Atmosphärensteuerung verfügt. Dem SSI Technikteam ist seit langem bewusst, dass der Sensor die kritischste Komponente im Atmosphären-Steuerungssystem ist und schon immer das schwächste Glied war. Mit dem Einbau der Goldsonde in Ihr Steuerungssystem erzielen Sie jetzt Zuverlässigkeit, Wiederholbarkeit und Genauigkeit.

Technische Daten

- Anwendbarer Kohlenstoffbereich - 0,01 bis 1,6%
- Temperaturbereich - 649°C bis 1093°C
- Messgenauigkeit - innerhalb +/- 1mV
- Impedanz - weniger als 10 kOhm bei 927°C
- Nutzleistung - 0 bis 1250 mV
- Länge - 546 mm, 654 mm, 889 mm
- Gewicht - 1,7 kg, 1,8 kg, 2,6 kg
- Einsatztiefe - 363 mm, 472 mm, 508 mm, 706 mm
- Anschlussgewinde - 25,4 mm
- Schutzhülse - Durchmesser 21 mm, 13 mm Rohr

Handbuch Goldsonde

Eigenschaften

Ein typischer Zirkonium Kohlenstoffsensor besteht aus einem Rohr mit geschlossenem Ende, wobei das Sensorteil an der Spitze ist. Das Rohr kann vollständig aus Zirkonium bestehen, oder es kann ein Stück Zirkonium in der Spitze eingelassen sein. Abb. 1 zeigt das Design der Goldsonde, wobei Details aus Gründen der Übersichtlichkeit weggelassen wurden.

Die Spitze des Rohrs steht unter Federspannung mit der Schutzhülse, welche auch als äußere Elektrode dient. Die innere Elektrode steht unter Federspannung mit der inneren Zirkoniumoberfläche. Ein Thermoelement ist nahe der Oberfläche der inneren Elektrode positioniert und Referenzluft umspült die Sensoroberfläche.

Für den Messtechniker sieht die Sonde wie eine Batterie aus (siehe Abb. 2). Sie zeigt eine Spannung (E_c) an, mit der der Kohlenstoffgehalt berechnet werden kann. Das Thermoelement der Sonde ist neben der Sensorelektrode dargestellt.

Der Wert des inneren Widerstandes kann, wie in Abb. 3 gezeigt, gemessen werden indem ein Nebenschlusswiderstand an die Sonde angeschlossen, die sich ergebende Spannung (E_m) gemessen und die gezeigte einfache Kalkulation durchgeführt wird.

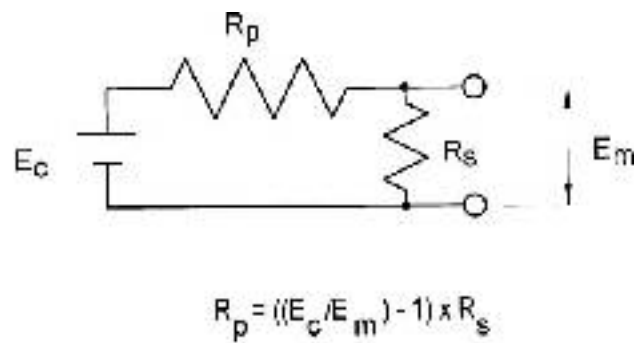
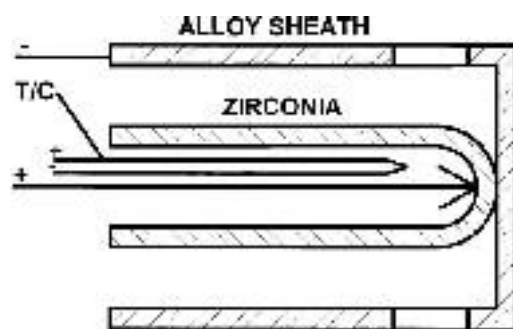


Abb. 1 Schutzhülse (Legierung)
Zirkonium

Abb. 3

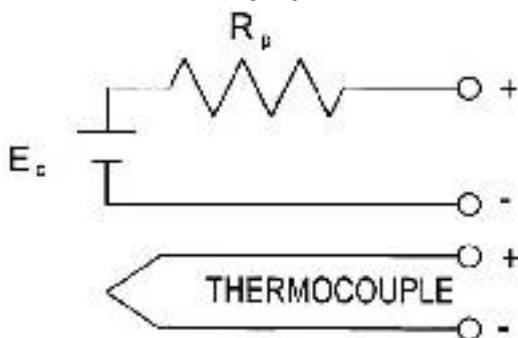


Abb. 2 Thermoelement

Handbuch Goldsonde

Theoretische Grundlagen

Der Kohlenstoffgehalt eines konventionellen Ofens wird definiert als %C Wert der an einer Stahl-Unterlegscheibe gemessen und mit der Ofenatmosphäre abgeglichen wird. Unglücklicherweise ist die Abgleichdauer hoch; deswegen ist es unmöglich die Atmosphäre auf Grund von Scheibenmessungen kontinuierlich zu steuern. Ein Zirkoniumsensor kann jedoch zur genauen Messung und Steuerung des Kohlenstoffgehalts verwendet werden, und das auf kontinuierlicher Basis.

Genau genommen ist die Zirkoniumsonde überhaupt kein Kohlenstoffsensor. Sie ist ein Sauerstoffsensor mit einer mV Leistung wie in Gleichung 1 beschrieben.

Glücklicherweise besteht eine empirische (experimentelle) Beziehung zwischen Sauerstoffkonzentration und Kohlenstoffgehalt, und diese Beziehung wurde seit den frühen siebziger Jahren in Instrumenten zur Kohlenstoffsteuerung verwendet. Die Gleichung, die heute von den meisten Herstellern verwendet wird, wird durch Gleichung (2) dargestellt. Sie besagt dass es nur **drei** Variablen gibt die die gemessene Millivoltspannung beeinflussen. Da die tatsächlich verwendete Gleichung einigermaßen komplex ist, wird sie hier nicht wiedergegeben. Eine vollständige Beschreibung der Sondentheorie finden Sie im (SSi) technischen Blatt T4401 (Zirkonium Sensor Theorie).

Alle vergleichbaren Sonden stimmen innerhalb von ein oder zwei Millivolt überein, wenn man sie der gleichen Atmosphäre unter Abgleichbedingungen aussetzt. Unterschiede zwischen Werten, die von Sondenanbietern aufgeführt werden, beziehen sich auf Unterschiede in den Quelldaten der Hersteller, aber der eigentliche Vorteil der Zirkoniumsonde liegt in der Wiederholgenauigkeit.

Handbuch Goldsonde

Einbau

Für den Fall dass Ihre neue Sonde in einen bestehenden Sondeneinsatz eingebaut werden soll, weisen wir darauf hin dass aus Garantiegründen die Sonde nicht mehr als 100 mm in den Ofenraum hineinragen sollte. Der Grund hierfür ist dass die Schutzhülse bei Betriebstemperaturen so weit absacken kann dass das Zirkonium-Sensorelement beschädigt wird.

Für Neuinstallationen muss eine Einsatzöffnung in der Ofenwand vorhanden sein die es erlaubt, dass die die Sonde zwischen 50 und 100 mm in den Ofenraum ragen kann. Im weiteren sind mehrere zu berücksichtigende Bedingungen für die Wahl einer Platzierung der Einsatzöffnung aufgeführt. Die meisten dieser Bedingungen erlauben Kompromisslösungen und stellen im besten Fall Empfehlungen dar.

Eine Vielzahl von Befestigungen ist verwendet worden um eine 1" NPT Einsatzöffnung zu erhalten. Die einfachste ist die 38 mm Kupplung, wie in Abb. 4 gezeigt.

Der Ofen wird vorbereitet indem ein Loch mit 38 mm Durchmesser durch die Wand und die Isolierung gebohrt wird. Das Loch muss rechtwinklig zur Wand sein um Behinderung beim Einführen der Sonde zu vermeiden. Die Befestigung wird dann an die Wand geschweißt oder geschraubt um einen gasdichten Einsatz zu erhalten.

Ihre Goldsonde wurde mit einer Klemmringdichtung geliefert, mit der Sie den Einsatz anpassen können. Ein manuelles Anziehen der Schraubkappe ist für seitliches Anbringen vorgesehen. Für vertikales Anbringen sollte ein Schraubenschlüssel verwendet werden um sicherzustellen dass sich die Sonde nicht bewegt. Bei Einbau in einen heißen Ofen setzen Sie die ersten 100 mm direkt ein, dann mit einer Rate von 50 mm pro Minute um Bruch durch thermischen Schock zu verhindern.

Anmerkung: Ihre Goldsonde wurde in unserem Ofen mit kontrollierter Atmosphäre gründlich geprüft. Die Schutzhülse weist deshalb thermische Verfärbungen auf.

Platzierung der Einsatzöffnung

- in oberem Drittel des Arbeitsbereiches
- nahe dem Steuerungs-Thermoelements
- Entfernt von Strahlrohren/Beheizungen
- Entfernt von Trägergaseinlässen
- unbehindert von Arbeitskörben

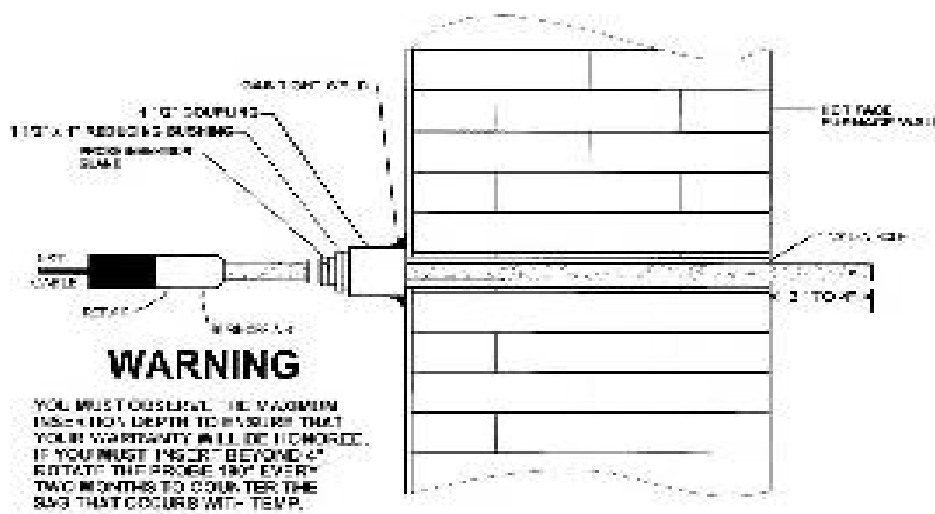
Achtung

Zirkonium ist empfindlich gegenüber thermischen Schocks. Setzen Sie die Sonde daher bei heißen Ofen nach den ersten 100 mm nicht um mehr als 50 mm pro Minute ein (nach den ersten 100 mm).

Handbuch Goldsonde

Einbau (Fortsetzung)

Wenn sie bereits ein Steuerungssystem für Ihren Kohlenstoffsensor besitzen, verfügen Sie bereits über eine Zufuhr für Referenzluft und eventuell ebenfalls über ein Einstellungssystem für die Sonde (siehe Abb. 6). Es ist wichtig sicherzustellen dass die Referenzluft sauber und trocken ist. Brennstoffe und Feuchtigkeit führen zu niedrigen Messwerten, was zu hohem Aufkohlen führt. Vermeiden Sie den Einsatz von verunreinigter Betriebs-Druckluft. Der Luftanschluss zum Sensor sollte mit Silikon Gummischläuchen erfolgen um Probleme hinsichtlich hoher Temperaturen, die üblicherweise am Anschlussblock auftreten, zu vermeiden.



Ihre endgültige Installation sollte in etwa der in Abb. 4 entsprechen.

Handbuch Goldsonde

Wartung

Die zerstörerische Wirkung von Kohlenstoff und hohen Temperaturen wird von solchen Herstellern eingeräumt, die normalerweise "**sanftes Ausbrennens**" favorisieren. Techniker von SSi haben eine noch schonendere Vorgehensweise entwickelt die die Zeit verkürzt, die der Ofen nach abgeschlossenem Ausbrennen zum Erreichen des Betriebszustandes benötigt. Wir empfehlen für das Ausbrennen folgendeVorgehensweise: stellen Sie die Temperatur auf 815°C ein, schließen Sie die Zufuhr von Trägergas, und geben Sie Luft in einer Rate zu, die nicht zu großem Temperaturanstieg führt. Eine Fließrate von etwa 10% des normalen Flusses von Trägergas gilt als angebracht. Die Ausgangsleistung der Goldsonde wird schließlich auf 200 mV sinken. Schließen Sie an diesem Punkt die Luftzufuhr und beobachten Sie die Leistungsabgabe der Sonde. Wenn diese in weniger als 15 Minuten auf 250 mV steigt, führen Sie wieder Luft zu und wiederholen Sie den Vorgang, bis die mV Anzeige für mehr als 15 Minuten unter 250 bleibt. Das Ausbrennen ist abgeschlossen. Siehe Abb. 5.

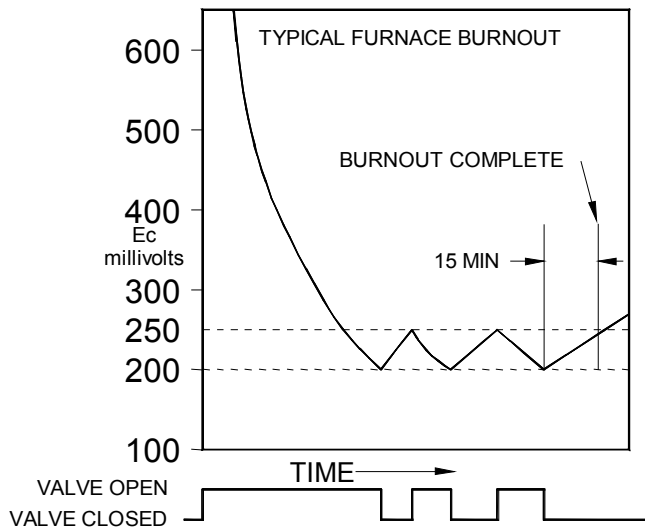


Fig. 5

Gasdichte Verschweißung
1 1/2" Verbindung
1 1/2" x 1" Reduzierstück
Sondeneinsatzstopfen
Warmseite des Ofens
1 1/2" Ø Öffnung
Installationskabel
Referenzluft
Abbrandluft

Achtung

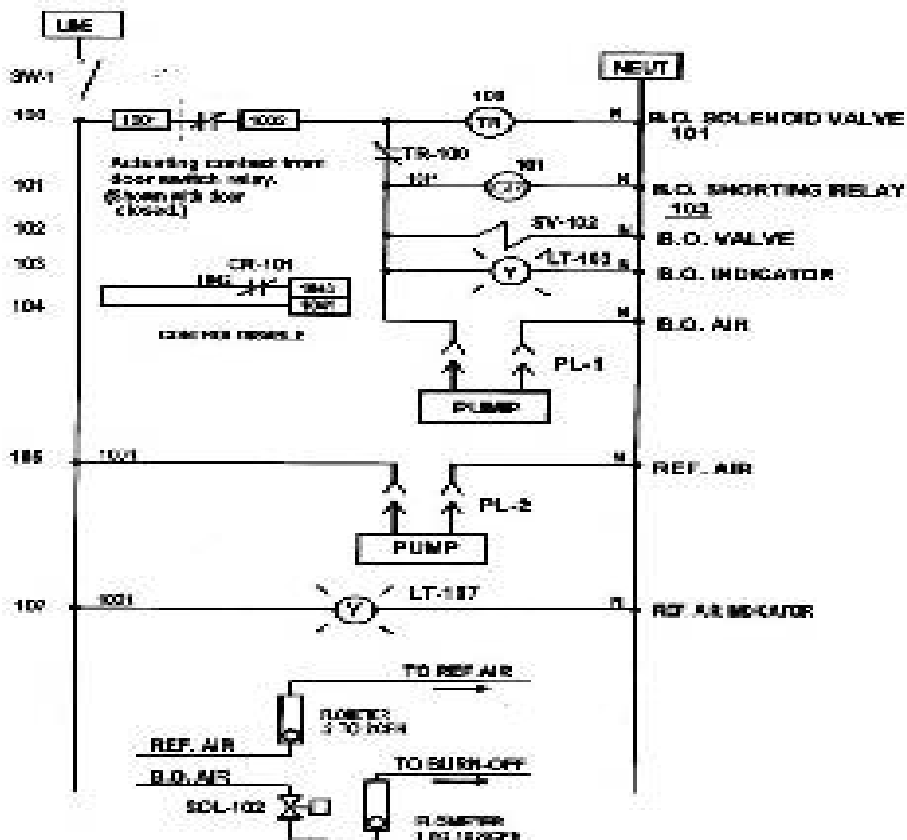
ZUR ANERKENNUNG IHRER GARANTIE MUSS DIE MAXIMALE EINBAUTIEFE EINGEHALTEN WERDEN. MUSS DIESE ÜBER 100 MM HINAUS ÜBERSCHRITTEN WERDEN, DREHEN SIE DIE SONDE ALLE ZWEI MONATE UM 180° UM EINEM TEMPERATURBEDINGTEM ABSACKEN ENTGEGENZUWIRKEN.

Handbuch Goldsonde

Der Grund für die Überlegenheit dieser Technik liegt darin dass der Kohlenstoff, der in den Poren des Abbrandes zurückgehalten wird, den Betriebszustand definiert. Ein vollständiges Ausbrennen, wie immer schonend, entfernt diesen Kohlenstoff, und erfordert eine erneute Zugabe während des Hochfahrens am Montag Morgen, um optimale Betriebsbedingungen zu erreichen.

Einstellen der Sonde: Während periodisches Ausbrennen des Ofens wünschenswert ist, dauert der Prozess, bei dem fester Kohlenstoff oder "Ruß" in der Sonde abgelagert wird, an. Der Ruß muss häufiger entfernt werden, um die Sonde im optimalen Betriebszustand zu halten. SSi Techniker haben Pionierarbeit geleistet um Techniken hierfür zu entwickeln. Russablagerung erfolgt an zwei kritischen Stellen; am Ringspalt zwischen der Schutzhülse und der Messoberfläche, und an dem Messkontakt zwischen dem Zirkonium und der Kontaktstelle mit der Schutzhülse, der Messelektrode. Die Sonde wird ausgebrannt indem Luft durch das vorhandene Ausbrennstück in diesen Spalt strömt. Der Luftdurchsatz muss so reguliert sein, dass die Temperatur nicht um mehr als 38°C ansteigt. Wenn möglich muss der Luftdurchsatz hoch genug eingestellt sein um den Effekt des Brennkammerlüfters zu überwinden und die Voltleistung deutlich unter 800 MV abzusenken, vorzugsweise < 200 MV. Wird dieser Prozesses für eine Dauer von 90 Sekunden vor oder nach jeder Charge, bzw. bei einem Durchlaufofen alle sechs bis zwölf Stunden, ausgeführt, lässt sich in den meisten Fällen eine ausreichende Einstellung erzielen.

Abb. 6Typisches Sonden-Ausbrennsystem



Handbuch Goldsonde

Fehlersuche

Bei Störungen in einem Ofensteuerungssystem ist es wichtig die Fehlerquelle zu ermitteln; die Sonde, Signalübertragungswege, die Steuerinstrumente oder der Ofen selbst. Einige einfache Tests können dazu beitragen das Problem schnell einzugrenzen. Zunächst ist es sehr wichtig die Art des Fehlers zu verstehen. Abgesehen von ungleichmäßigem Verhalten wie überschreiten oder Nichterreichen des Sollwertes, ist das häufigste Symptom die Nichtübereinstimmung der Werkstücke mit den Spezifikationen der Qualitätsanforderung.

Empfohlene Mittel zur Einschätzung der meisten Fehler sind:

1. ein gutes 3 ½ ziffriges Spannungsmessgerät mit mindestens 10 Megohm Eingangsimpedanz und 0 bis 1999 mV Bereichsanzeige,
2. ein Temperatur-Kalibrator. und
3. ein Simulator mit 0 bis 1300 Millivolt Leistungsabgabe bei weniger als 50 Megohm Ausgangsimpedanz.

Sonden-Fehlersuche: um die Ursache des Fehlers in Ihrer Installation festzustellen, **widerstehen Sie zunächst der Versuchung die Goldsonde aus dem Ofen zu entfernen.** Alle der folgenden sinnvollen Fragen müssen beantwortet werden während die Goldsonde (oder jeder andere Kohlenstoffsensor) im Ofen installiert ist, und zwar bei Betriebstemperatur und der normalen Atmosphäre bei manueller Steuerung.

<u>Symptom</u>	<u>Mögliche Ursache</u>
Hoher %C	◇ Niedrige Anzeige auf Grund von <ul style="list-style-type: none">• Hohem Sondenwiderstand• Riss im Zirkonium• Verschmutzter Referenzluft• Instrumenten-Kalibrierung/Berechnung• Undichtigkeit an der Abbrandbefestigung• Undichtigkeit des Ofens im Sondenbereich ◇ Verölte Teile oder verrußter Ofen ◇ <u>Falsches Verhältnis Zeit/Temperatur</u>
Niedriger %C	◇ Hohe Anzeige auf Grund von <ul style="list-style-type: none">• Sonde mit Ruß verstopft• Instrumenten-Kalibrierung/Berechnung ◇ <u>Falsches Verhältnis Zeit/Temperatur</u>
Schwankungen	◇ Fehlerhaftes Signal auf Grund von <ul style="list-style-type: none">• Schlechter Sensorverbindung• Quelle für elektrisches Rauschen• Leck am Strahlrohr• Schlechtes, nicht aufgespaltenes Endogas• Einstellung des Mischerventils• <u>Einstellung der Instrumente</u>
Verrußer Ofen	◇ Endogas ist nicht aufgespalten (zu niedrige Temperatur im Generator oder nicht aktiver Katalysator)

Handbuch Goldsonde

1. Bestätigt ein Alnor Taupunktwert (oder eine Folienmessung) den angezeigten Wert der Sonde? Wenn eine realistische Korrelation besteht, ist die Sonde NICHT die Fehlerursache.
2. Sind die Verbindungen der Verlängerungskabel des Thermoelements sauber und fest mit der (richtigen) Sonde und den Endpunkten der Steuerinstrumente verbunden? Beachten Sie dass der Abschirmdraht im Sensorkabel nur an der Masse am Ende des Steuerinstruments angeschlossen sein sollte.
3. Ist der CO oder H₂ Faktor auf den entsprechenden Wert eingestellt? Verschiedene Hersteller bezeichnen diesen "Faktor" als Zonenfaktor, Prozessfaktor, Gas, Ofenfaktor, CO Faktor, Kalibrierungsfaktor, etc. Dieser Faktor kann eine Anpassung erforderlich machen damit der berechnete %C Wert oder Taupunkt mit anderen Messwerten übereinstimmt.
4. Stimmt die tatsächliche Temperatur der Sonde und das O₂ mV Signal, laut Messung mit dem Temperaturkalibrator und digitalem Spannungsmesser, mit den angezeigten Werten des Steuerinstrumentes überein? Falls nicht, liegt wahrscheinlich ein Problem mit der Instrumentenkalibrierung vor.
5. Liegt die Impedanz der Sonde bei Temperaturen oberhalb 843°C unter 50 Kiloohm? Führen Sie den Test unter Abb. 3 durch indem Sie einen Nebenschlusswiderstand mit mehr als 50 Kiloohm verwenden. Messen Sie die Spannung E_C bevor Sie den Widerstand parallel schalten, danach E_M mit geschaltetem Widerstand. Berechnen Sie R_P. Falls dieser Wert 50 Kiloohm übersteigt, fahren Sie mit Schritt 8 weiter unten fort.
6. Wie schnell reagiert die Sonde auf eine Veränderung der O₂ Konzentration? Lesen Sie den Millivoltwert der Sonde mit dem Controller oder dem digitalen Spannungsmesser ab. Schließen Sie die Sonde für 5 Sekunden kurz, heben Sie das Kurzschließen auf und messen Sie die Zeit um auf 1% des ursprünglichen Messwertes zurückzukommen. Dauert dies länger als 30 Sekunden, fahren Sie mit Schritt 8 weiter unten fort.
7. Besteht eine Undichtigkeit im Zirkonium-Substrat? Um dies zu prüfen schließen Sie die Zufuhr von Referenzluft für eine Minute. Messen Sie den mV-Wert der Sonde gemäß Anzeige des Controller oder digitalen Spannungsmessers. Öffnen Sie die Zufuhr von Referenzluft wieder und messen Sie den mV-Wert erneut. Beträgt der Unterschied mehr als 25 mV, tauschen Sie die Sonde aus.

Handbuch Goldsonde

8. Sind der Sondenwiderstand oder Reaktionszeiten zweifelhaft, wie in Schritten 5 und 6 angegeben, empfehlen wir das Abbrennen der Sonde. Führen Sie dem Abbrandstück der Sonde 10 bis 15 CFH über eine Dauer von 90 bis 120 Sekunden zu, und wiederholen Sie die Messung. Sollten weiterhin Probleme bestehen, kann ein gründliches Ausbrennen des Ofens erforderlich sein damit jede Verunreinigung, die zum Problem beiträgt entfernt wird. Und zwar sowohl bei allen Teilen des Ofens als auch an der Sonde. Das Ausbrennen der Sonde ist für das Produkt nicht schädlich, vorausgesetzt die Sondentemperatur übersteigt 1093°C während des Ausbrennvorgangs nicht.
9. Sollte der Ausbau der Sonde aus einem heißen Ofen notwendig sein, gehen sie vorsichtig vor. **Unter keinen Umständen** sollte die Sonde schneller als 50 mm pro Minute entfernt werden.
10. Sollten Sie nicht in der Lage sein Ihre Fehler hinsichtlich der Ofenatmosphäre zu lösen, steht Ihnen als unserem Kunden unsere technischer Service von bis unter der Rufnummer zur Verfügung.

Steuerungssysteme

Falls Sie die Goldsonde als Austausch in einem bestehenden System verwenden, werden Sie feststellen dass die Leistung genau so gut oder besser ist als Sie gewohnt sind. Wenn Sie die Anschaffung eines neuen Systems zur Aufrüstung Ihrer Steuerung planen, können Sie darauf vertrauen dass AVION Ihnen genau das liefert, was Sie benötigen. Von der einfachsten Ein/Aus-Steuerung bis zur anspruchvollsten Prozesssteuerung mit Computer Interface, Messwerverfassung, Fertigungsverfolgung, Rezepturvorgaben, Terminplanung, Berichten, integrierte Auftragseingabe und Rechnungsstellung. Abb. 7 und 8 zeigen einfache Steuerungs- und Sonden-Einstellsysteme die von Super Systems geliefert werden. SSi ist in der Lage ein "plug and play" System zu liefern dass anwenderfreundlich ist. Zubehör wie Ventile, Durchflussmessgeräte, Kabel und Rohre werden mit jedem SSi System mitgeliefert so dass weitere Suche und Beschaffung beim Einbau entfällt.

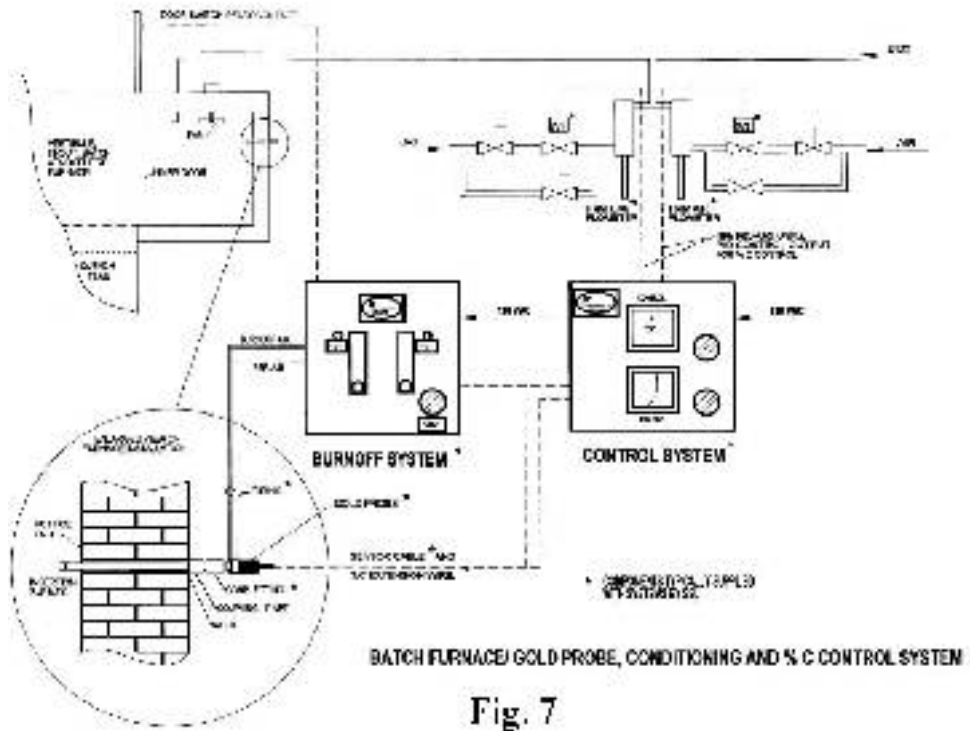
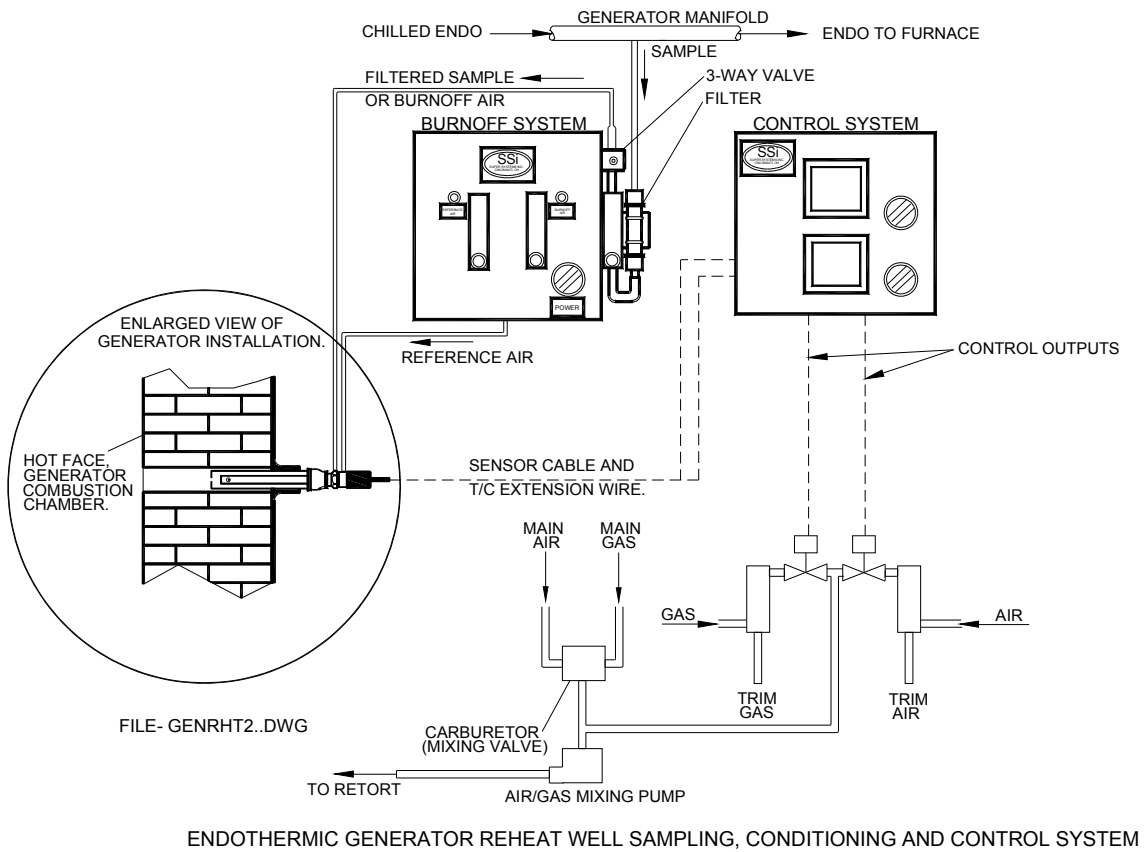


Abb. 7

Abb. 8



Handbuch Goldsonde

Garantie / Gewährleistung

Super Systems Inc. (SSi), gewährleistet als Hersteller der Goldsonde, dass das Produkt frei ist von Material- und Verarbeitungsfehlern unter normaler Verwendung und Service. SSi's Verpflichtung unter dieser Gewährleistung ist beschränkt auf die Reparatur oder den Ersatz des hierunter beschriebenen Sensors, nach seiner Wahl, sollte ein Fehler innerhalb der einjährigen Gewährleistungsfrist auftreten. Die Gewährleistungsfrist beginnt mit Einbau des Sensors, bestätigt durch den Empfang der portofreien Registrierungskarte die dem Sensor beiliegt. Bei vorzeitigem Ausfall muss der Sensor, zusammen mit der Meldung des Gewährleistungsanspruchs, in der vollständigen Originalverpackung an SSi zurückgeschickt werden. Nach Erhalt führt SSi eine Untersuchung zur Fehlerursache durch wonach entsprechende Handlung veranlasst wird.

Gewährleistungen, seien sie ausdrücklich oder implizit, durch Vertriebspartner oder Vertreter der Goldsonde, sind ausgeschlossen, mit Ausnahme der oben gemachten Gewährleistung gegen Defekte. Eine Gewährleistung im Falle des Bruchs durch thermischen oder mechanischen Schock ist ausgeschlossen. Weiter ist eine Gewährleistung ausgeschlossen für eine Sonde hinsichtlich falscher Behandlung, Fahrlässigkeit oder Unfall.

Für Sonden, die bei erhöhten Temperaturen betrieben werden, wird die Gewährleistungsfrist in der Art aufgeteilt, dass volle Gewährleistung gewährt wird für einen Betrieb unter 1010°C; sechs Monate Gewährleistung für Temperaturen zwischen 1010°C und 1065°C; drei Monate Gewährleistung für Temperaturen zwischen 1065°C und 1121°C, und keine Gewährleistung für Temperaturen über 1121°C.

Diese Gewährleistung kann nicht gewährt werden wenn die Registrierungskarte nicht vor der Meldung des Gewährleistungsanspruchs bei SSi eingeht, und die Verwendung und der Einbau nicht gemäß den Techniken und Verfahrenweisen gemäß der Beschreibung des Goldsonde Handbuchs erfolgen. SSi ist in keiner Weise haftbar für besondere oder Folgeschäden in Verbindung mit der Verwendung dieses Sensors.

CARBON vs. DEW POINT WITH TEMPERATURE

%CO = 20.0 %H₂ = 40.0 Af = 1.00 **Note: Dewpoint shown in degrees Farenheit.**

TEMP → % C ↓	1450F (788C)	1475F (802C)	1500F (815C)	1525F (829C)	1550F (843C)	1575F (857C)	1600F (871C)	1625F (885C)	1650F (899C)	1675F (913C)	1700F (927C)	1725F (940C)	1750F (954C)
0.05	142	137	133	129	124	120	117	113	109	106	103	99	96
0.10	117	113	108	104	101	97	94	90	87	84	81	78	75
0.15	103	99	95	91	88	84	81	77	74	71	68	66	63
0.20	93	89	86	82	78	75	72	69	66	63	60	57	55
0.25	86	82	78	75	71	68	65	62	59	56	53	51	48
0.30	80	76	73	69	66	63	60	57	54	51	48	46	43
0.35	75	71	68	64	61	58	55	52	49	46	44	41	39
0.40	71	67	64	60	57	54	51	48	45	43	40	37	35
0.45	67	63	60	57	53	50	47	45	42	39	37	34	32
0.50	64	60	57	53	50	47	44	41	39	36	34	31	29
0.55	60	57	54	50	47	44	41	39	36	33	31	28	26
0.60	58	54	51	48	45	42	39	36	33	31	28	26	24
0.65	55	52	48	45	42	39	36	34	31	28	26	24	21
0.70	53	49	46	43	40	37	34	31	29	26	24	21	19
0.75	50	47	44	41	38	35	32	29	27	24	22	19	17
0.80	48	45	42	39	36	33	30	27	25	22	20	18	15
0.85	46	43	40	37	34	31	28	25	23	20	18	16	14
0.90	44	41	38	35	32	29	26	24	21	19	16	14	12
0.95	42	39	36	33	30	27	25	22	19	17	15	12	10
1.00	41	37	34	31	28	26	23	20	18	15	13	11	9
1.05	39	36	33	30	27	24	21	19	16	14	12	9	7
1.10	37	34	31	28	25	22	20	17	15	12	10	8	6
1.15	36	32	29	26	24	21	18	16	13	11	9	6	4
1.20	34	31	28	25	22	19	17	14	12	10	7	5	3
1.25	33	29	26	24	21	18	15	13	11	8	6	4	2
1.30	31	28	25	22	19	17	14	12	9	7	5	2	0
1.35	30	27	24	21	18	15	13	10	8	6	3	1	-1
1.40	28	25	22	19	17	14	11	9	7	4	2	0	-2
1.45	27	24	21	18	15	13	10	8	5	3	1	-1	-3
1.50	26	23	20	17	14	11	9	7	4	2	0	-2	-5

Compliments of Super Systems, Inc., Cincinnati, OH 45249 800-666-4330
For use with SSi Models DP2000 and DPC2500

CARBON vs. MILLIVOLTS WITH TEMPERATURE

%CO= 20.0 **Note: Dewpoint shown in degrees Farenheit**

TEMP → % C ↓	1450F (788C)	1475F (802C)	1500F (815C)	1525F (829C)	1550F (843C)	1575F (857C)	1600F (871C)	1625F (885C)	1650F (899C)	1675F (913C)	1700F (927C)	1725F (940C)	1750F (954C)
------------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------

0.05	961	963	965	967	968	970	972	974	976	978	979	981	983
0.10	993	996	998	1000	1002	1005	1007	1009	1011	1014	1016	1018	1020
0.15	1012	1015	1018	1020	1023	1025	1028	1030	1033	1035	1038	1040	1043
0.20	1026	1029	1032	1034	1037	1040	1042	1045	1048	1050	1053	1056	1059
0.25	1037	1040	1043	1046	1048	1051	1054	1057	1060	1063	1065	1068	1071
0.30	1046	1049	1052	1055	1058	1061	1064	1067	1070	1073	1076	1078	1081
0.35	1054	1057	1060	1063	1066	1069	1072	1075	1078	1081	1084	1087	1090
0.40	1061	1064	1067	1070	1073	1076	1079	1082	1086	1089	1092	1095	1098
0.45	1067	1070	1073	1076	1079	1083	1086	1089	1092	1096	1099	1102	1105
0.50	1072	1075	1079	1082	1085	1089	1092	1095	1098	1102	1105	1108	1112
0.55	1077	1080	1084	1087	1091	1094	1097	1101	1104	1107	1111	1114	1117
0.60	1082	1085	1089	1092	1095	1099	1102	1106	1109	1113	1116	1119	1123
0.65	1086	1090	1093	1097	1100	1104	1107	1110	1114	1117	1121	1124	1128
0.70	1090	1094	1097	1101	1104	1108	1111	1115	1119	1122	1126	1129	1133
0.75	1094	1098	1101	1105	1108	1112	1116	1119	1123	1126	1130	1134	1137
0.80	1098	1102	1105	1109	1112	1116	1120	1123	1127	1131	1134	1138	1141
0.85	1101	1105	1109	1112	1116	1120	1123	1127	1131	1134	1138	1142	1146
0.90	1105	1109	1112	1116	1120	1123	1127	1131	1135	1138	1142	1146	1149
0.95	<i>1108</i>	1112	1116	1119	1123	1127	1131	1134	1138	1142	1146	1149	1153
1.00	<i>1111</i>	<i>1115</i>	1119	1123	1126	1130	1134	1138	1142	1145	1149	1153	1157
1.05	<i>1114</i>	<i>1118</i>	<i>1122</i>	<i>1126</i>	1130	1133	1137	1141	1145	1149	1153	1157	1160
1.10	<i>1117</i>	<i>1121</i>	<i>1125</i>	<i>1129</i>	<i>1133</i>	<i>1137</i>	1141	1144	1148	1152	1156	1160	1164
1.15	<i>1120</i>	<i>1124</i>	<i>1128</i>	<i>1132</i>	<i>1136</i>	<i>1140</i>	<i>1144</i>	1148	1151	1155	1159	1163	1167
1.20	<i>1123</i>	<i>1127</i>	<i>1131</i>	<i>1135</i>	<i>1139</i>	<i>1143</i>	<i>1147</i>	<i>1151</i>	1155	1159	1162	1166	1170
1.25	<i>1126</i>	<i>1130</i>	<i>1134</i>	<i>1138</i>	<i>1142</i>	<i>1146</i>	<i>1150</i>	<i>1154</i>	<i>1158</i>	<i>1162</i>	1166	1170	1174
1.30	<i>1128</i>	<i>1132</i>	<i>1136</i>	<i>1140</i>	<i>1144</i>	<i>1149</i>	<i>1153</i>	<i>1157</i>	<i>1161</i>	<i>1165</i>	<i>1169</i>	1173	1177
1.35	<i>1131</i>	<i>1135</i>	<i>1139</i>	<i>1143</i>	<i>1147</i>	<i>1151</i>	<i>1155</i>	<i>1159</i>	<i>1164</i>	<i>1168</i>	<i>1172</i>	<i>1176</i>	<i>1180</i>
1.40	<i>1134</i>	<i>1138</i>	<i>1142</i>	<i>1146</i>	<i>1150</i>	<i>1154</i>	<i>1158</i>	<i>1162</i>	<i>1166</i>	<i>1171</i>	<i>1175</i>	<i>1179</i>	<i>1183</i>
1.45	<i>1136</i>	<i>1140</i>	<i>1144</i>	<i>1149</i>	<i>1153</i>	<i>1157</i>	<i>1161</i>	<i>1165</i>	<i>1169</i>	<i>1173</i>	<i>1178</i>	<i>1182</i>	<i>1186</i>
1.50	<i>1139</i>	<i>1143</i>	<i>1147</i>	<i>1151</i>	<i>1155</i>	<i>1160</i>	<i>1164</i>	<i>1168</i>	<i>1172</i>	<i>1176</i>	<i>1180</i>	<i>1185</i>	<i>1189</i>

COMPLIMENTS OF SUPER SYSTEMS INC., CINCINNATI, OH 45249 800-666-4330

Note: mV values in italic bold correspond to saturation limits of carbon in steel

