

# BETRIEBSANWEISUNG

## FÜR DAS AKTIV-VAKUUMMETER

# CVM-211 mbar/bar

## "STINGER"



### ARTIKEL-NUMMERN

CVM211-GBA-B-L, CVM211-GBA-B-NL,  
CVM211-GEA-B-L, CVM211-GEA-B-NL

**DIESE BETRIEBSANWEISUNG GILT NUR IN ZUSAMMENHANG MIT DER BEILIEGENDEN BETRIEBSANWEISUNG IN ENGLISCHER SPRACHE. DER INHALT DIESER BETRIEBSANWEISUNG IST ZU BEACHTEN, BEVOR DAS GERÄT EINGEBAUT ODER BENUTZT WIRD.**

Für Unterstützung beim Betrieb oder dem Service dieses Gerätes kann mit folgender Adresse Kontakt aufgenommen werden:

**VACOM**  
**Vakuum Komponenten & Messtechnik GmbH**  
Gabelsbergerstraße 9  
D-07749 Jena  
TEL. 0 36 41 - 42 75 - 0  
FAX 0 36 41 - 42 75 - 82  
EMAIL [info@vacom.de](mailto:info@vacom.de)  
[www.vacom.de](http://www.vacom.de)

**BEACHTEN SIE DIE WARNHINWEISE AUF DEN FOLGENDEN SEITEN UND DEN ENTSPRECHENDEN ABSCHNITTEN IN DIESER ANLEITUNG.**

Betriebsanweisung Katalog Nr. CVM211-BA-01  
Juli 2006.

**INHALTSVERZEICHNIS****SEITE****Einleitung/ Allgemeine Informationen**

<u>Beschreibung</u>	<u>3</u>
<u>Technische Daten</u>	<u>3</u>
<u>Zubehör und Optionen</u>	<u>3</u>

**Sicherheitshinweise**

<u>Allgemeines</u>	<u>4</u>
<u>Wartung und Betrieb</u>	<u>4</u>
<u>Elektrik</u>	<u>4</u>
<u>Erdung</u>	<u>4</u>
<u>Überdruck</u>	<u>4</u>
<u>Andere Gase als N2 oder Luft</u>	<u>5</u>
<u>Entzündliche/Explosive Gase</u>	<u>5</u>

**Einbau**

<u>Mechanischer Anschluss</u>	<u>5</u>
<u>Einbaulage</u>	<u>5</u>
<u>Schwingungen</u>	<u>5</u>
<u>Vakuuman schlüsse</u>	<u>5</u>
<u>Elektrischer Anschluss</u>	<u>6</u>
<u>Stecker und Anschlussbelegung</u>	<u>6</u>

**Bedienung und Betrieb**

<u>Bediener-Schnittstelle</u>	<u>7</u>
<u>Einstellung der Parameter</u>	<u>7</u>
<u>Zurücksetzen auf werkseitige Einstellungen</u>	<u>8</u>

**Service**

<u>Kalibrierung</u>	<u>8</u>
<u>Wartung</u>	<u>8</u>
<u>Reinigung</u>	<u>8</u>
<u>Fehlersuche/-behebung</u>	<u>8</u>
<u>Austausch von Elektronik oder Sensor</u>	<u>9</u>
<u>Werkseitiger Kundendienst und Unterstützung</u>	<u>9</u>

**Warenzeichen und Schutzrechte**

9

**Anhang**

- A. Ablaufdiagramm Bediener-Schnittstelle
- B. Betrieb mit verschiedenen Gasarten
- C. Kontamination und Reinigung

## Einleitung / Allgemeine Informationen

### Beschreibung

Das Aktiv-Vakuummeter CVM-211 „Stinger“ verarbeitet das Messsignal eines Konvektions-Pirani-Vakuumsensors und stellt die grundlegenden Funktionen eines vollwertigen Vakuummessgerätes zur Verfügung. Es hat je nach Ausführung einen nichtlinearisierten oder einen log.-linearen analogen Spannungsausgang und ein Prozesskontrollrelais mit programmierbarem Schaltpunkt. Die integrierte LED-Anzeige zeigt je nach Betriebszustand den aktuellen Messwert oder die eingestellten Parameter.

### Technische Daten

Messbereich (Signal)	1 x 10 <sup>-4</sup> mbar bis 1.33 bar
Anzeige	3-stell. LED von 1.33 bar bis 1.00 X 10 <sup>-3</sup> mbar 2-stell. LED von (0,9 mbar bis 0,1 mbar) X (10 <sup>-3</sup> mbar)
Materialien im Vakuum	Wolfram vergoldet, Edelstahl 304/316, Glas, Nickel, PTFE
Inneres Volumen	26 cm <sup>3</sup>
Innere Oberfläche	60 cm <sup>2</sup>
Gewicht	136 g
Gehäuse	Kunststoff
Vakuuman schlüsse	1/8"NPT-1/2" Rohr, 4VCR, 8VCR, DN16CF, DN35CF, DN16KF, DN25KF, DN40KF
Betriebstemperatur	0 bis +40 °C
Lagertemperatur	-40 bis +70 °C
Ausheiztemperatur	max. +70 °C
Relative Luftfeuchtigkeit	0 bis 95% nicht kondensierend
Einbaulage	waagrecht empfohlen
Ausgangssignale	1) nicht-linear analog S-förmig 0,375 bis 5,659 Vdc (Helix/GP kompatibel) oder 2) log.-linear 1 bis 8 Vdc, 1V/Dekade
Betriebsspannung	11 bis 30 Vdc, geschützt vor Polaritätsumkehr, Einschaltspitzen und Überspannungen
Relais	1 einpoliger Umschalter (SPDT)
Schaltleistung	1 A bei 30 Vdc oder AC nicht induktiv
elektrischer Anschluss	9-polig SUB-D-Stecker
HF/EMP-Schutz	CE-konform

### Zubehör und Optionen

Artikelnummer :PS-12VDC-SUBD9

Netzadapter 100/230 VAC auf 12 VDC  
mit Auskopplung der Ausgangssignale

Anschluss: 9-polig SUB-D  
für Aktiv-Vakuumsensoren  
- CVM-211 "STINGER" bzw.  
- CVM-201 "SUPER BEE"



## Sicherheitshinweise

Dieses Gerät ist für einen sicheren und zuverlässigen Betrieb konstruiert worden, unter der Voraussetzung, dass es gemäß den Vorschriften dieser Bedienungsanleitung betrieben wird. Bitte lesen und befolgen Sie alle Warnungen und Anweisungen! Die Nichtbeachtung dieser Sicherheitsanweisungen kann schwere körperliche Verletzungen (einschließlich Tod) und/oder schwere Sachschäden verursachen. Die Nichtbeachtung verletzt die Sicherheitsstandards für den Einbau und den Betrieb des Gerätes. Die VACOM GmbH lehnt jede Verantwort für Schäden ab, die sich aus der Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise durch den Anwender ergeben.

Obwohl alle Anstrengungen vorgenommen wurden, die wahrscheinlichen Anwendungsmöglichkeiten zu berücksichtigen, ist es nicht möglich, alle Eventualfälle für Einbau, Betrieb oder Wartung des Gerätes vorherzusehen. Sollten Sie Fragen zum sicheren Einbau und Betrieb dieses Gerätes haben, wenden Sie sich bitte an die Adresse auf dem Deckblatt dieser Anleitung.

### Wartung und Betrieb:

Ersetzen Sie keine Geräteteile und nehmen Sie keine Veränderungen vor. Zum Erhalt der Gerätesicherheit bitten wir Sie, das Gerät bei notwendigen Reparaturen oder Serviceleistungen an den Kundendienst zu senden. Betreiben Sie das Gerät nicht, wenn es von Unbefugten verändert wurde!

Stellen Sie sicher, dass nach Arbeiten am Gerät alle Sicherheitsprüfungen von qualifiziertem Personal ausgeführt werden. Es dürfen nur vom Hersteller genehmigte Ersatzteile verwendet werden. Nicht genehmigte oder ungeeignete Ersatzteile können Brände, elektrische Schläge oder andere Schäden verursachen.

Zur Verhinderung von Bränden und elektrischen Schlägen, darf das Gerät weder Regen noch Feuchtigkeit ausgesetzt werden. Das Gerät ist nicht wasserfest und muss vor Spritzwasser oder anderen Flüssigkeiten geschützt werden.

Unter bestimmten Umweltbedingungen kann Korrosion nicht ausgeschlossen werden, und die Gerätesicherheit nach einiger Zeit beeinflussen. Das Gerät muss in regelmäßigen Abständen auf ungewöhnliche Geräuschbildung, ordnungsgemäße elektrische Anschlüsse und Erdung geprüft werden. Betreiben Sie das Gerät nicht, wenn die elektrischen Anschlüsse oder die Erdung beeinträchtigt sind.

### Elektrik:

**Gefahrenhinweis:** Werden Hochspannungen in einer Vakuumanlage eingesetzt, besteht die Gefahr von lebensbedrohlichen elektrischen Schlägen, wenn nicht alle elektrisch leitenden Anlagenteile ordnungsgemäß geerdet sind.

**Gefahrenhinweis:** Elektrische Entladungen in Gasen können gefährliche Hochspannungen auf Anlagenteile übertragen, wenn diese nicht ordnungsgemäß geerdet sind. Personen können ernsthaft verletzt oder getötet werden, wenn sie mit Hochspannung führenden nicht geerdeten Anlagenteilen in Kontakt kommen.

### Ordnungsgemäße Erdung:

Stellen Sie sicher, dass der Vakuumanschluss an der Anlage, wo das Gerät angeschlossen werden soll, elektrisch geerdet ist. Gehäuse und Sensor müssen geerdet sein. Versehen Sie gegebenenfalls den Flansch mit einem Erdungskabel.

### Überdruck:

**Warnung:** Statten Sie die Vakuumanlage mit Schutzvorrichtungen gegen Überdrücke aus, die Überdrücke auf die Druckfestigkeit der Anlage beschränken. Der Sensor soll nicht bei Drücken größer als 1,33 bar eingesetzt werden

### Verwendung anderer Gase außer Stickstoff (N<sub>2</sub>):

Das Gerät ist kalibriert für den Einsatz mit Stickstoff (N<sub>2</sub>) bzw. Luft. Setzen Sie das Gerät nicht zur Messung von anderen Gasarten wie z.B. Argon (Ar) oder Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) ein, wenn Ihnen keinen korrekten Umrechnungsdaten dafür bekannt sind. Für eine weitergehende Diskussion dieser Problemstellung verweisen wir auf Anhang B dieser Anleitung.

Das Gerät darf nicht betrieben werden in explosiven Atmosphären oder bei Vorhandensein von brennbaren Gasen oder Dämpfen.

Das Gerät darf nicht zur Druckmessung von explosiven oder entflammenden Gasen oder ihren Gemischen verwendet werden. Der Sensordraht hat eine Betriebstemperatur von 125 °C. Im Falle einer Fehlfunktion jedoch, kann er die Zündtemperatur von brennbaren Gemischen erreichen.

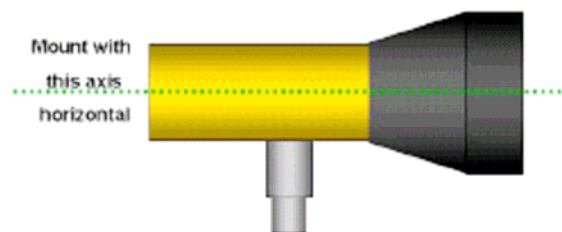
### Einbau – Mechanischer Anschluss -

Installieren Sie das Gerät so nah wie möglich an der zu messenden Stelle der Anlage. Lange Rohre oder enge Leitungen zwischen Prozess und Sensor verursachen Messfehler und verlängern die Antwortzeiten des Gerätes bei Druckänderungen.

Bauen Sie das Gerät nicht in der Nähe von Heizungen oder Kühlungen ein.

#### Einbaulage:

Installieren Sie das Gerät mit waagerechter Achse (siehe Abbildung rechts). Oberhalb von 1,33 mbar sind ansonsten Messfehler möglich. Unterhalb von 1,33 mbar hat die Ausrichtung der Achse geringen bis keinen Einfluss.



Installieren Sie das Gerät wenn möglich mit nach unten weisendem Vakuumanschluss, um das Eindringen von Partikeln oder Kondensation zu verringern.

#### Schwingungen:

Bauen Sie das Gerät nicht in direkter Nähe von mechanischen Schwingungsquellen, wie z.B. Drehschieberpumpen ein. Mechanische Schwingungen können Rauschen der Messungen hervorrufen, da der Sensordraht dadurch abgekühlt wird.

#### Vakuuman schlüsse:

Beachten Sie die Empfehlungen der Hersteller der Vakuuman schlüsse und beachten Sie ausserdem:

- NPT-Anschlüsse: Umwickeln Sie das Gewinde mit PTFE-Band (Teflon® o.Ä.), und drehen Sie den Anschluss handfest in das Gegenstück. Verwenden Sie keinen Schlüssel oder andere Werkzeuge, die das Gerät beschädigen könnten.

## Einbau – Elektrischer Anschluss -

Vergewissern Sie sich, dass der Vakuumsensor und der Rest des Vakuumsystems ordnungsgemäß geerdet sind, um Personen vor elektrischen Schlägen und Verletzungen zu schützen. Seien Sie sich bewusst, dass manche Vakuumverbindungen, insbesondere mit O-Ringen, keinen guten elektrischen Kontakt zwischen Sensor und Vakuumkammer erzeugen.

Es wird empfohlen, elektrische Geräte auszuschalten und vom Netz zu trennen, bevor sie aus- oder eingebaut werden.

Der Aktiv-Vakuumsensor CVM-211 kann als direkter Ersatz für Sensoren der Serie 275 Mini-Convectron® mit 9-poligem Sub-D-Anschluss von Granville-Phillips eingesetzt werden. Vorhandene Kabel und Steuerelektroniken können unverändert genutzt werden.

Die Belegung der Kontakte an der 9-poligen Sub-D-Steckerbuchse sind:

Kontakt Nummer	Beschreibung
1	Relais 1 – stromlos offen
2	Relais 1 – stromlos geschlossen
3	Betriebsspannung (11- 30 Vdc)
4	Betriebsspannung – Masse
5	Analogausgang (Kennlinie siehe unten)
6	Relais 1 – Masse
7	Relais-Deaktivierung (wenn auf elektrischem Potential „Low“)
8	Analogausgang – Masse
9	Nicht belegt

### LED-Anzeige

Auf der 3-stelligen grünen 7-Segment-LED-Anzeige wird der Druck angezeigt. Es gibt 3 Anzeigemodi die durch rote und grüne LED definiert sind.

Anzeigemodus Nr. 1

Druckanzeige: 1,33 bis 1,00 bar

Die rote LED vor der Bezeichnung „Bar“ leuchtet.

Anzeigemodus Nr. 2

Druckanzeige: 999 bis 0,10 mbar

Die grüne LED vor der Bezeichnung „mbar“ leuchtet

Anzeigemodus Nr. 3

Druckanzeige: (99 bis 00,1) X 10<sup>-3</sup> mbar

Die rote und die grüne LED leuchten. Der angezeigte Zahlenwert muss mit dem Faktor 1.0 x 10<sup>-3</sup> bzw. 0,001 multipliziert werden. Die Druckeinheit ist mbar.

## Bedienung und Betrieb

### Bediener-Schnittstelle

Die Bediener-Schnittstelle ist für die einfache Eingabe der Parameter entwickelt worden. Ein vollständiger Ablaufplan ist in Anhang A zu finden. Dieser Abschnitt bietet hingegen nur eine kurze Übersicht .



Das Gerät bietet 4 Einstellungsmöglichkeiten, die vom Bediener mit dem seitlichen Schalter, der über 3 Schalterstellungen verfügt, eingegeben werden können. Direktes Drücken entspricht der Auswahlfunktion, im Folgenden <select> genannt. Den Schalter nach oben bzw. nach unten zu drücken, erhöht oder verringert Parameter, im Folgenden <up> oder <down> genannt. Während der Eingabe sind die Anzeigen der mbar/bar LEDs zu beachten.

### Einstellung der Parameter

1. Wenn das Gerät im Normalzustand ist, <select> für 3 Sekunden drücken und halten.
2. Die Anzeige zeigt den Einschaltwert des Prozesskontroll-Relais an. Das Relais wird aktiviert, wenn der Druck unter den angezeigten Wert fällt (Werkseinstellung = 0,1 mbar).
- 3a. <select> drücken um den Wert beizubehalten und zum nächsten Schritt zu springen.
- 3b. <up> oder <down> drücken zum Erhöhen oder Senken des Einschaltwertes, danach <select> drücken um zu speichern und zum nächsten Punkt zu springen.
4. Die Anzeige zeigt den Ausschaltwert des Prozesskontroll-Relais an. Das Relais wird deaktiviert, wenn der Druck über den angezeigten Wert steigt (Werkseinstellung = 0,2 mbar).
- 5a. <select> drücken um den Wert beizubehalten und zum nächsten Schritt zu springen.
- 5b. <up> oder <down> drücken zum Erhöhen oder Senken des Ausschaltwertes, danach <select> drücken um zu speichern und zum nächsten Punkt zu springen.
6. Die Anzeige zeigt „000“ um den Nullpunkt-Kalibrierzustand anzuzeigen. Um das Gerät zuverlässig zu kalibrieren, muss die Vakuumanlage einen Druck  $< 1.0 \times 10^{-4}$  mbar erreicht haben (Werkseinstellung = 000 mbar). Bitte beachten: Der Nullpunkt („Vakuum“) wurde werkseitig mit Stickstoff kalibriert. Nehmen Sie nur dann eine Neueinstellung vor, wenn Sie glauben, dass es ein Problem mit der Nullpunkt-Kalibrierung gibt. Verwenden Sie ausschließlich Stickstoff oder Luft für die Nullpunkt-Kalibrierung, auch wenn das Gas, das Sie messen wollen, nicht Stickstoff oder Luft ist. **VORSICHT! – Falls Sie beabsichtigen, ein anderes Gas außer Stickstoff oder Luft zur Nullpunkt-Kalibrierung zu verwenden – STOP! Kontaktieren Sie den Hersteller!**
- 7a. Falls die Vakuumanlage nicht bis  $< 1.0 \times 10^{-4}$  mbar evakuiert ist, <select> drücken um zum nächsten Schritt zu gelangen ohne neu zu kalibrieren.
- 7b. Falls die Vakuumanlage bis  $< 1.0 \times 10^{-4}$  mbar evakuiert ist, <down> drücken um neu zu kalibrieren und Rückkehr zum Normalbetrieb. **VORSICHT! – beachten Sie Punkt 6 bevor Sie fortfahren!**
8. Die Anzeige zeigt den derzeitigen „Atmosphären“-Wert. Ändern Sie den Wert nur, wenn Sie glauben, dass es ein Problem mit der Atmosphären-Kalibrierung gibt. Um den Wert zu ändern, muss die Vakuumanlage mit Stickstoff oder Luft bis zu einem bekannten Absolutdruck von  $> 500$  mbar belüftet werden. Verwenden Sie ausschließlich Stickstoff oder Luft für die Atmosphären-Kalibrierung, auch wenn das Gas, das Sie messen wollen, nicht Stickstoff oder Luft ist. (Falls der barometrische Druck bekannt ist, kann das Gerät gegen den tatsächlichen Atmosphärendruck kalibriert werden.) (Werkseinstellung = 1.01 bar) **VORSICHT! - Falls Sie beabsichtigen, ein anderes Gas außer Stickstoff oder Luft zur Atmosphären-Kalibrierung zu verwenden – STOP! Kontaktieren Sie den Hersteller!**
- 9a. Wenn der Druck unbekannt ist, kurz <select> drücken um ohne Speichern zum Normalbetrieb zurückkehren.
- 9b. Wenn der Druck bekannt ist, mit <up>/<down> einstellen. Danach <select> 3 Sekunden drücken und halten, um zu speichern und zum Normalbetrieb zurückzukehren.

### Zurücksetzen auf werkseitige Einstellungen:

Die vom Bediener vorgenommenen Einstellungen können auf die werkseitigen Werte zurückgesetzt werden, indem <up> 5 Sekunden gehalten wird. Die Anzeige zeigt nach 5 Sekunden durch „dEF“ an, dass die Werkseinstellungen wieder aktiv sind. Danach springt die Anzeige in den Normalbetrieb zurück. Wird <up> kürzer als 5 Sekunden gehalten, werden die Parameter nicht zurückgesetzt.

## Service

### Kalibrierung:

Jedes Gerät wird vor dem Versand im Werk mit Stickstoff kalibriert. Die Nullpunkt- und Atmosphären-Kalibrierung kann mit den im Vorhergehenden beschriebenen Schritten ausgeführt werden. Die Kalibrierung beeinflussen die Druckanzeige und das Ausgangssignal. Vorsicht ist geboten bei Verwendung von anderen Gasen als Stickstoff oder Luft. – Siehe hierzu Anhang B.

### Wartung:

Bei normalem Betrieb ist das Gerät wartungsfrei. Es wird empfohlen in regelmäßigen Abständen das Gerät gegenüber einem anerkannten Standard neu zu kalibrieren.

### Reinigung:

Die Hauptursache für Fehlfunktionen von Vakuummetern ist die Kontamination der Sensoren. Kontamination heißt entweder Reaktion von Prozessgasen mit dem Sensor oder die Ablagerung von Materialien im Sensor. Sensoren, die durch chemische Reaktionen ausfallen, sind üblicherweise nicht reparierbar. Sensoren mit Ablagerung können unter Umständen wieder hergestellt werden. – Siehe hierzu Anhang C.

### Fehlersuche/-behebung

<b>Problem</b>	<b>Mögliche Ursache</b>	<b>Mögliche Lösung</b>
Anzeige ist dunkel bzw. leer	keine Betriebsspannung	Leitungen prüfen und sicherstellen das Spannung anliegt
Messwert weicht stark vom erwarteten Wert ab	Das Prozessgas entspricht nicht dem zum Kalibrieren verwendeten Gas.  Das Gerät ist nicht oder falsch kalibriert.	Korrigieren der Druckanzeige um die thermische Leitfähigkeit des Fremdgases. Siehe Anhang B  Prüfen ob Nullpunkt und Atmosphärenpunkt korrekt kalibriert sind
Messwert zeigt Rauschen oder schwankende Werte	Kabel- oder Steckverbindungen nicht fest  Kontamination	Verbindungen prüfen und sichern.  Auf Kontamination prüfen, z.B. Partikel, Ablagerungen, Verfärbungen im Sensorinneren. Wenn möglich reinigen.
Gerät lässt sich nicht kalibrieren – Nullpunkt und Atmosphäre	Kontamination  Andere Ursache für Sensorfehler	Siehe Abschnitt über Reinigung  Ersetze Geräte
Prozesskontrollrelais schaltet nicht	Falsche Schaltwerte	Schaltwerte prüfen

**Austausch von Elektronik oder Sensor:**

Die Elektronik des Aktiv-Vakuummeters CVM-211 ist kalibriert für den eingebauten Sensor. Da jeder Sensor und jede Elektronik unterschiedlich sind, ist ein Austausch des Sensors nicht möglich. Im Fehlerfall muss das gesamte Gerät ausgetauscht werden. Aufgrund seines günstigen Preises ist das CVM-211 als Verbrauchsmaterial anzusehen. Falls das Gerät einen Elektronikfehler hat und es zur Reparatur eingesandt werden soll, fordern Sie bitte eine Rücksendenummer wie unten beschrieben an.

**Werkseitiger Kundendienst und Unterstützung:**

Falls Sie Hilfe bei Einstellung oder Betrieb des Gerätes benötigen, erreichen Sie uns werktags von Montag bis Freitag unter Tel. +49-(0)3641-4275-0 oder unter [info@vacom.de](mailto:info@vacom.de).

Falls eine Rücksendung für Kundendienst oder Kalibrierung notwendig werden sollte, fordern Sie bitte eine Rücksendenummer an. Aus Gründen der Arbeitssicherheit ist jedem Gerät eine Kontaminationserklärung beizufügen. Geräte ohne Kontaminationserklärung oder die mit giftigen Stoffen in Verbindung gekommen sind, können nicht angenommen werden.

**Warenzeichen und Schutzrechte**

Die folgenden Warenzeichen, die in dieser Anleitung genutzt werden, sind Eigentum der aufgeführten Unternehmen:

Convectron® und Mini-Convectron® sind Handelsmarken der Helix Technology Corp..

Conflat® und Mini-Conflat® sind Handelsmarken von Varian Vacuum Technology.

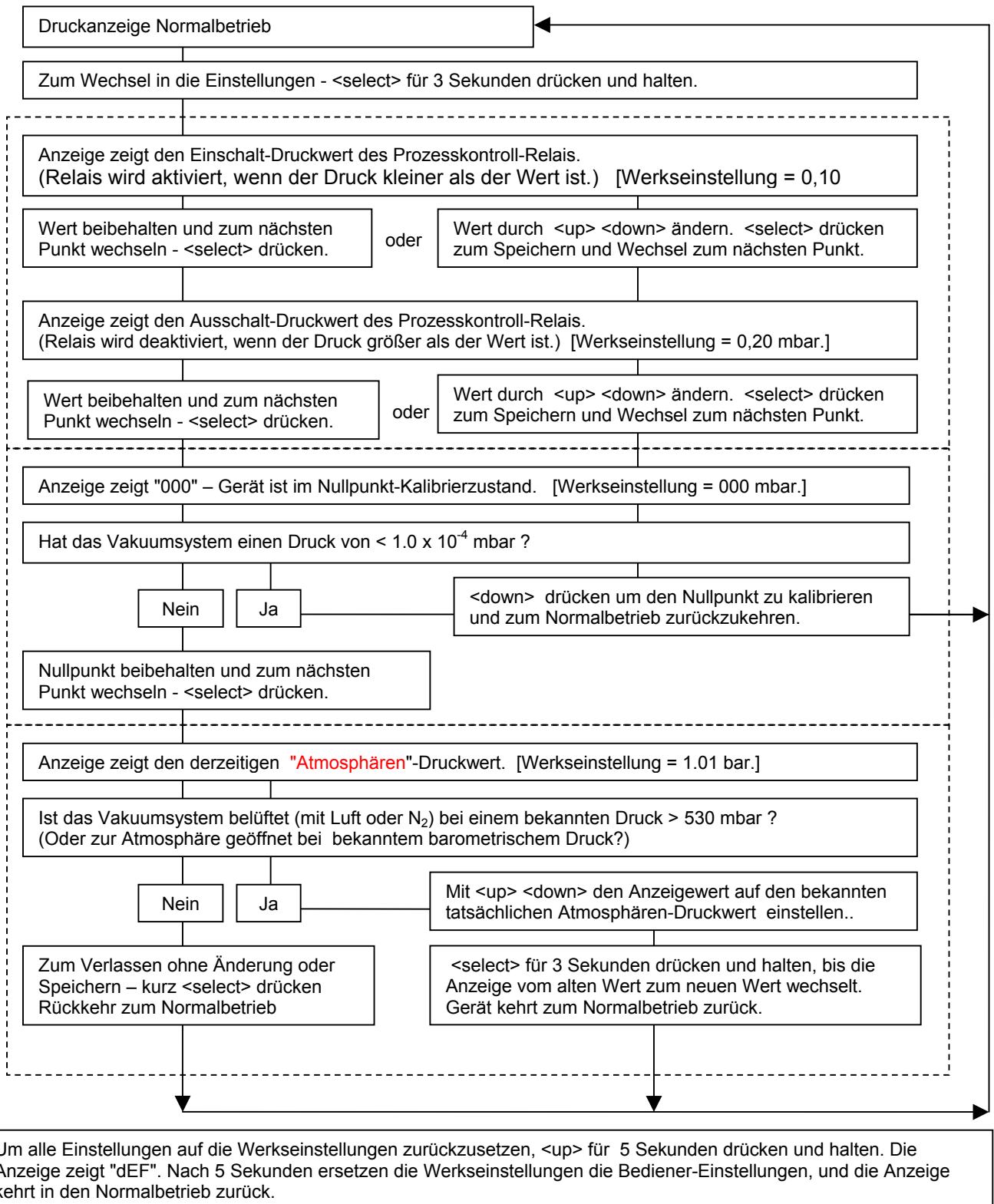
Cajon® und VCR® sind Handelsmarken der Swagelok Company.

Teflon® ist Handelsmarke von DuPont.

**Anhänge**

- A. Ablaufdiagramm Bediener-Schnittstelle
- B. Betrieb mit verschiedenen Gasarten
- C. Kontamination und Reinigung

## Anhang A: CVM-211 Ablaufdiagramm Bediener-Schnittstelle



## Anhang B: Wärmeleitungs-Vakuummeter und verschiedene Gasen

### Funktionsprinzip

Wärmeleitungs-Vakuummeter messen den Druck indirekt, indem sie den Wärmeverlust eines Sensors an das umgebende Gas messen. Je größer der Druck des umgebenden Gases, umso mehr Wärme gibt der Sensor ab. Pirani-Vakuummeter haben üblicherweise einen Sensordraht, der elektrisch beheizt auf konstanter Temperatur gehalten und die Heizleistung gemessen wird. Standard-Pirani-Vakuummeter haben Messbereiche von ca.  $10^{-4}$  bis 10 mbar. Nutzt man Konvektionseffekte, die oberhalb von ca. 1 mbar einsetzen, kann mit Konvektions-Pirani-Vakuummeter der Messbereich bis über Atmosphärendruck vergrößert werden.

### Ausgangssignale und Anzeige

Ein Vakuumsensor selbst erzeugt weder Ausgangssignale noch Druckanzeigen. Erst elektronische Signalverarbeitung erzeugt aus einem Wärmeverlust ein nutzbares Signal und/oder eine Druckanzeige. Beachten Sie, dass das Ausgangs-Spannungssignal nicht gleich der Druckanzeige ist. Tabelle 3 auf Seite 17 zeigt die unterschiedlichen Druckanzeigen für ausgewählte Gase.

### Nicht-linearisierter Analogausgang

Die ersten Granville-Phillips Convector® Vakuummeter erzeugten ein nicht-linearisiertes Ausgangssignal von 0,375 bis 5,659 VDC von 0 bis 1000 Torr für N<sub>2</sub>, ähnlich einer S-Kurve (siehe rechts). GP verwendete diese Kennlinie für fast alle Mini-Convector® Module and Steuergeräte mit nicht-linearisiertem Ausgang.

Der nicht-linearisierte Ausgang des CVM-211 Konvektions-Pirani-Vakuummeter liefert exakt die original S-förmige Kennlinie von 0.375 bis 5.659 VDC von 0 to 1000 Torr.

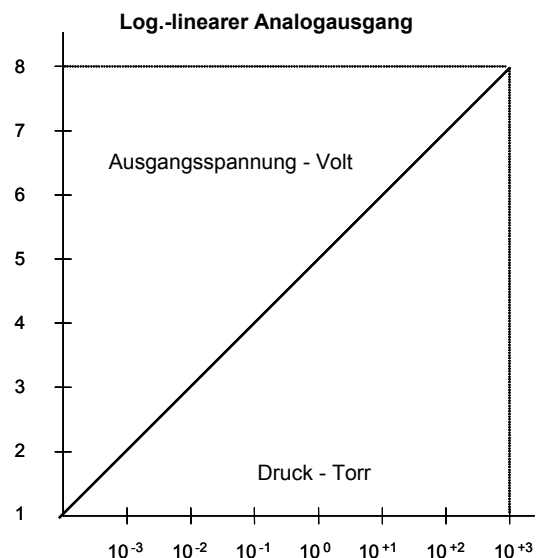
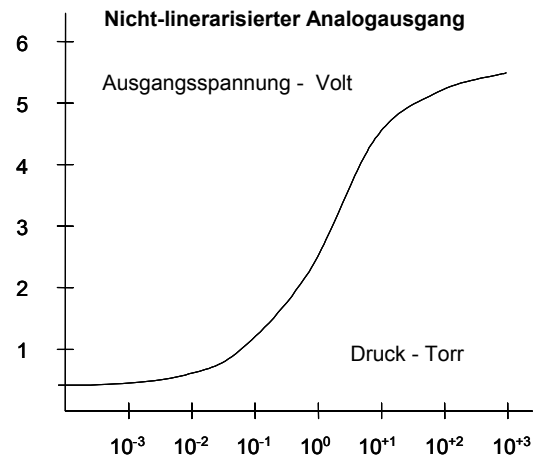
Tabelle 1 auf Seite 14 enthält Daten zur Umrechnung der nicht-linearisierten Ausgangsspannung in Druckwerte.

### Log.-linearer Analogausgang

Als Alternative zum oben beschriebenen nicht-linearisierten Analogausgang ist ein logarithmisch-linearer Analogausgang lieferbar. Dieser Ausgang liefert ein Gleichspannungssignal von 1 Volt pro Dekade, das leicht mit automatischer Datenerfassung weiterverarbeitet werden kann.

Tabelle 2 auf Seite 15 die Daten und Formeln zur Umrechnung der log.-linearen Spannungswerte in Druckwerte.

Die oben beschriebenen Ausgangssignale setzen voraus, dass es sich bei dem zu messenden Gas um Stickstoff handelt. Die folgende Diskussion erläutert, wie andere Gase die Messwerte und Ausgangssignale von Wärmeleitungs-Vakuummeter beeinflussen.



**Einfluss unterschiedlicher Gase auf Messsignal und angezeigten Druck**

Ein Wärmeleitungs-Vakuummeter misst einen Wärmeverlust, der von der Wärmeleitfähigkeit des den Sensor umgebenden Gases abhängt. Da unterschiedliche Gase und Gemische auch unterschiedliche Wärmeleitfähigkeiten haben, sind die angezeigten Messwerte und Ausgangssignale ebenfalls unterschiedlich. Das CVM-211 Konvektions-Pirani-Vakuummeter ist wie fast alle Wärmeleitfähigkeits-Vakuummeter für das Gas Stickstoff kalibriert. Wird ein anderes Gas außer Stickstoff verwendet, sind Korrekturen durchzuführen, die den Unterschied zwischen den Wärmeleitfähigkeiten der Gase berücksichtigen. Die folgenden Grafiken und Tabellen zeigen, wie verschiedene Gase die Anzeigewerte und Ausgangssignale des CVM-211 Konvektions-Pirani-Vakuummeters beeinflussen.

Für Stickstoff (N<sub>2</sub>) zeigt die Grafik sehr gute Übereinstimmung zwischen angezeigtem und tatsächlichem Druck über den ganzen Messbereich von  $1,0 \times 10^{-4}$  mbar bis 1,33 bar. Bei Drücken < 1,33 mbar zeigen die Kalibrierkurven einen sehr ähnlichen Verlauf. Die Differenz ist ein konstanter Faktor als Funktion des Unterschiedes zwischen den Wärmeleitfähigkeiten der verschiedenen Gase.

Bei Drücken oberhalb von 1,33 mbar können die Messwerte stark vom tatsächlichen Druck abweichen. Bei diesen höheren Drücken werden Konvektionsströmungen zur Hauptursache des Wärmeverlustes am Sensor. Die Kalibrierung wird Abhängig von der Sensorgeometrie, der Einbaulage und den Gaseigenschaften.

Im Allgemeinen kann für Stickstoff und Luft die gleiche Wärmeleitfähigkeit angenommen werden. Allerdings zeigen auch sie bei höheren Drücken kleine Unterschiede. Wird z.B. eine Vakuumanlage mit reinem Stickstoff belüftet und danach offen der Atmosphärenluft ausgesetzt, beobachtet man nach einiger Zeit eine scheinbare Druckänderung um 40 – 50 mbar, weil der Stickstoff durch andere Gase aus der Luft teilweise verdrängt wird.

Für die meisten anderen Gase ist der Effekt viel größer und kann zu gefährlichen Situationen führen, wie im Folgenden näher beschrieben.

**Weitere Betrachtungen beim Einsatz anderer Gase außer N<sub>2</sub>***Brennbare oder explosive Gase:*

Dieses Gerät ist nicht geeignet und nicht zugelassen für die Messung oder den Gebrauch in explosionsgefährdeten Bereichen und/oder mit brennbaren oder explosiven Gasen oder Dämpfen.

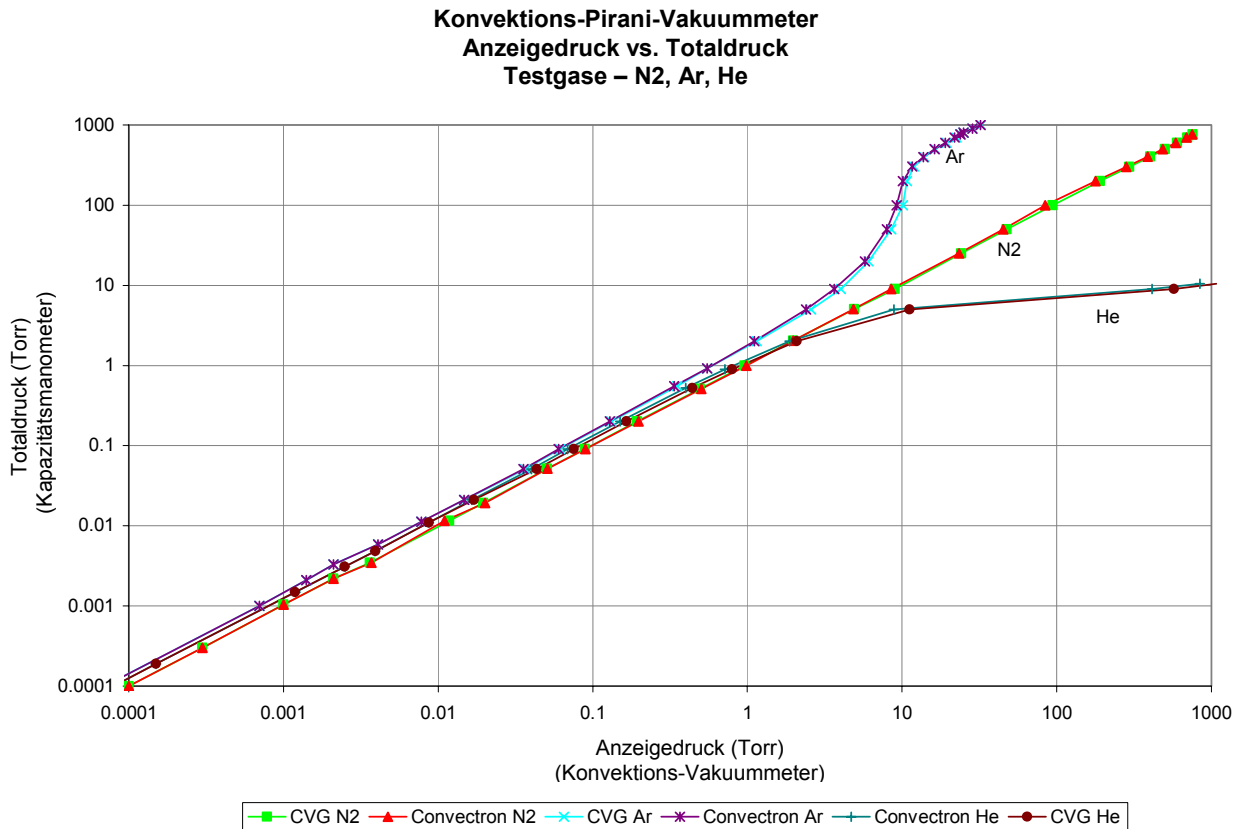
Im Normalfall sind die in diesen Geräten verwendeten elektrischen Spannungen und Ströme zu niedrig, um brennbare Gase zu entzünden. Im Störfall kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass die Energie ausnahmsweise ausreicht, um brennbare Dämpfe oder Gase zu entzünden oder explodieren zu lassen.

*Feuchtigkeit / Wasserdampf:*

Bei manchen Vakuumprozessen, wie z.B. der Gefriertrocknung, ändert sich die Gaszusammensetzung nicht wesentlich, mit Ausnahme des Feuchtigkeitsgehaltes. Wasserdampf kann die Druckmessung mit Wärmeleitungs-Vakuummeter merklich beeinflussen. Wie für andere Gase auch ist eine Korrektur der gemessenen und angezeigten Werte notwendig.

*Andere Verunreinigungen:*

Falls Gase im Sensor kondensieren, ihn beschichten oder korrodieren lassen, ändern sich die Kalibrierung und die Messwerte des Vakuummeters. Wenn das Gerät neu auf Nullpunkt und den Atmosphärenwert kalibriert werden kann, sind die Effekte üblicherweise gering genug, um vernachlässigt werden zu können. Falls eine Neukalibrierung nicht möglich ist, sollte der Sensor ersetzt oder gereinigt werden. (siehe hierzu Anhang C).



### Gas-Korrektur-Diagramm

Die Y-Achse des Diagramms zeigt den tatsächlichen Totaldruck des Vakuumsystems, gemessen mit einem gasartunabhängigen Kapazitätsmanometer.

Die X-Achse zeigt den angezeigten Druck des getesteten Konvektions-Pirani-Vakuummeters.

Das Diagramm zeigt Messwerte für die Konvektions-Vakuummeter CVM-211 (CVG) und Granville-Phillips Convector®. Für gleiche Gase ist der Anzeigedruck beider Vakuummeter ununterscheidbar. (Vorsicht: Übertragen Sie diese Ergebnisse nicht auf andere Konvektions-Vakuummeter. Die Ergebnisse können, müssen aber nicht vergleichbar sein.)

Bitte beachten Sie Tabelle 3 auf Seite 6. Falls das Testgas N<sub>2</sub> ist, wird bei einem Totaldruck von 133 mbar ein Druck von ebenfalls 133 mbar angezeigt.

Ist das Testgas Ar, dann zeigt das Vakuummeter bei einem Totaldruck von 133 mbar nur einen Wert von 11,7 mbar an. Falls die Vakuumanlage mit Ar bis auf Atmosphärendruck belüftet wird, zeigt das Vakuummeter bei einem Totaldruck von 1,01 bar nur einen Anzeigewert von etwa 30 mbar. Wenn danach weiter belüftet wird, um den Anzeigewert auf 1,01 zu erhöhen, besteht die Gefahr großer Überdrücke und des Berstens der Vakuumanlage!

Beim Testgas He zeigt die Anzeige bereits 1,33 bar an, wenn der Totaldruck erst 13,3 mbar beträgt. Eine Berstgefahr besteht nicht, aber das vorzeitige Öffnen der Anlage kann andere Gefahren für Personen und Produkte bedeuten. Diese Beispiele machen deutlich, dass ohne entsprechende Sicherheitsvorkehrungen, **der Einsatz verschiedener Gase zu Personen- und/oder Sachschäden führen kann.**

Empfohlene Vorkehrungen beim Einsatz von Gasen außer N<sub>2</sub>

Installieren Sie Überdruckventile oder Berstscheiben um die Anlage vor Überdrücken zu schützen.

Befestigen Sie Warnhinweise am Vakuummeter, „Achtung! \_\_\_\_\_ bar Anzeigedruck nicht überschreiten!“ (Leerfeld bitte ausfüllen), damit ein Nutzer der Anlage den zulässigen sicheren Druckwert nicht überschreitet.

**Tabelle 1 - Nicht-linearisierte Analog-Ausgangsspannung vs. Totaldruck, für ausgewählte Gase**

Total Druck	N2	Ar	He	O2	CO2	Kr	Freon 12	Freon 22	D2	Ne	CH4
0 x 10 <sup>-3</sup> mbar	0.3751	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375
0.1 x 10 <sup>-3</sup> mbar	0.3759	0.3757	0.376	0.376	0.376	0.376	0.376	0.376	0.376	0.3757	0.3766
0.3 x 10 <sup>-3</sup> mbar	0.3768	0.376	0.377	0.377	0.377	0.377	0.378	0.378	0.377	0.3763	0.378
0.6 x 10 <sup>-3</sup> mbar	0.3795	0.378	0.379	0.38	0.381	0.377	0.382	0.381	0.381	0.3782	0.3825
1.33 x 10 <sup>-3</sup> mbar	0.384	0.381	0.382	0.384	0.385	0.379	0.388	0.388	0.386	0.381	0.3896
2.67 x 10 <sup>-3</sup> mbar	0.3927	0.387	0.389	0.392	0.395	0.384	0.401	0.4	0.396	0.388	0.403
6.67 x 10 <sup>-3</sup> mbar	0.4174	0.403	0.409	0.417	0.412	0.395	0.437	0.432	0.425	0.405	0.438
13.3 x 10 <sup>-3</sup> mbar	0.4555	0.429	0.441	0.453	0.462	0.415	0.488	0.48	0.47	0.433	0.492
26.6 x 10 <sup>-3</sup> mbar	0.5226	0.477	0.497	0.521	0.536	0.451	0.581	0.566	0.549	0.484	0.584
66.6 x 10 <sup>-3</sup> mbar	0.6819	0.595	0.637	0.679	0.705	0.544	0.778	0.764	0.727	0.608	0.796
0.13 mBar	0.878	0.745	0.814	0.868	0.9	0.668	1.009	0.99	0.944	0.768	1.053
0.26 mBar	1.1552	0.962	1.068	1.141	1.179	0.847	1.315	1.291	1.265	1.002	1.392
0.66 mBar	1.6833	1.386	1.589	1.664	1.668	1.194	1.826	1.805	1.914	1.469	2.014
1.33 mBar	2.2168	1.818	2.164	2.195	2.172	1.536	2.257	2.247	2.603	1.976	2.632
2.66 mBar	2.8418	2.333	2.939	2.814	2.695	1.921	2.647	2.666	3.508	2.631	3.313
6.66 mBar	3.6753	3.028	4.387	3.672	3.316	2.429	3.029	3.09	5.059	3.715	
13.3 mBar	4.2056	3.48	5.774	4.225	3.67	2.734	3.204	3.33	6.361	4.605	4.699
26.6 mBar	4.5766	3.801	7.314	4.62	3.903	2.966	3.308	3.414		5.406	5.172
66.6 mBar	4.8464	4.037		4.916	4.071	3.075	3.43	3.509		6.159	5.583
133 mBar	4.9449	4.122		5.026	4.154	3.134	3.618	3.66		6.483	5.72
266 mBar	5.019	4.192		5.106	4.336	3.269	3.827	3.883		6.661	5.86
400 mBar	5.1111	4.283		5.2	4.502	3.384	3.938	4.005		6.726	
533 mBar	5.2236	4.386		5.315	4.621	3.466	4.016	4.088		6.767	6.103
666 mBar	5.3294	4.477		5.422	4.708	3.526	4.076	4.151		6.803	
800 mBar	5.4194	4.55		5.515	4.775	3.573	4.124	4.203		6.843	6.342
933 mBar	5.4949	4.611		5.592	4.83	3.613	4.166	4.247		6.89	
1.01 Bar	5.534	4.643		5.633	4.86	3.632	4.19	4.271		6.92	
1.06 Bar	5.5581	4.663		5.658	4.877	3.645	4.203	4.286		6.942	6.519
1.19 Bar	5.6141	4.706		5.713	4.919	3.674	4.237	4.321		7	
1.33 Bar	5.6593	4.745		5.762	4.955	3.69	4.27	4.354		7.056	6.642

Hinweis: die Werte sind identisch mit den Ausgangswerten von Helix/Granville-Phillips Convectron® Vakuummetern, Mini-Convectron® Modulen und Steuergeräten, und damit austauschbar gegen diese ohne Prozesse oder Programme zu beeinflussen.

**Hinweis: das CVM-211 Aktiv-Vakuummeter wird mit nicht-linearisiertem oder logarithmisch-linearem Analogausgang ausgeliefert.**

- 1) Entspricht die Artikelnummer dem Format CVM211.... -B-NL, besitzt das Gerät einen nicht-linearisierten Analogausgang. Die Daten auf dieser Seite beziehen sich darauf.
- 2) Entspricht die Artikelnummer dem Format CVM211..... -B-L, besitzt das Gerät einen log-linearen Analogausgang. Siehe hierzu Seite 15 und 16.

**Tabelle 2- Log.-lineare Analogausgangsspannung vs. Totaldruck, für ausgewählte Gase**

Total Druck (mbar)	N2	Ar	He	O2	CO2	KR	Freon12	Freon22	D2	Ne	CH4
0.0001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.0002	1.301	1.301	1.301	1.301	1.301	1.301	1.301	1.301	1.301	1.301	1.301
0.0005	1.699	1.699	1.699	1.699	1.699	1.523	1.699	1.699	1.699	1.699	1.699
0.0010	2.000	1.903	1.938	2.000	2.028	1.668	2.125	2.125	2.080	1.903	2.167
0.0020	2.301	2.146	2.204	2.301	2.355	1.970	2.487	2.487	2.392	2.166	2.523
0.0050	2.699	2.524	2.602	2.699	2.672	2.370	2.883	2.855	2.778	2.551	2.893
0.0100	3.000	2.820	2.908	2.991	3.012	2.675	3.172	3.136	3.082	2.849	3.186
0.0200	3.301	3.188	3.208	3.294	3.345	2.979	3.473	3.434	3.385	3.150	3.484
0.0500	3.699	3.512	3.607	3.693	3.741	3.372	3.863	3.837	3.779	3.543	3.886
0.1000	4.000	3.809	3.928	3.989	4.033	3.671	4.157	4.136	4.082	3.844	4.197
0.2000	4.301	4.103	4.217	4.288	4.325	3.963	4.445	4.424	4.393	4.148	4.500
0.5000	4.699	4.495	4.634	4.686	4.696	4.341	4.798	4.783	4.828	4.553	4.893
1.0000	5.000	4.784	4.962	4.987	4.982	4.614	5.044	5.037	5.174	4.867	5.201
2.0000	5.301	5.064	5.324	5.288	5.249	4.865	5.250	5.255	5.579	5.192	5.517
5.0000	5.699	5.404	6.070	5.695	5.550	5.141	5.447	5.471	7.288	5.696	5.877
10.0000	6.000	5.633	8.125	6.008	5.743	5.309	5.556	5.602	8.125	6.252	6.374
20.0000	6.301	5.815	8.125	6.337	5.886	5.433	5.621	5.675	8.125	7.608	7.409
50.0000	6.699	5.969	8.125	6.862	6.002	5.514	5.680	5.722	8.125	8.125	7.930
100.0000	7.000	6.045	8.125	7.282	6.065	5.548	5.751	5.780	8.125	8.125	8.125
200.0000	7.301	6.093	8.125	7.526	6.157	5.606	5.851	5.877	8.125	8.125	8.125
300.0000	7.477	6.131	8.125	7.625	6.253	5.654	5.918	5.950	8.125	8.125	8.125
400.0000	7.602	6.178	8.125	7.705	6.353	5.679	5.962	6.000	8.125	8.125	8.125
500.0000	7.699	6.237	8.125	7.786	6.448	5.710	5.996	6.038	8.125	8.125	8.125
600.0000	7.778	6.295	8.125	7.861	6.532	5.734	6.025	6.070	8.125	8.125	8.125
700.0000	7.845	6.349	8.125	7.928	6.611	5.754	6.050	6.097	8.125	8.125	8.125
760.0000	7.881	6.380	8.125	7.965	6.658	5.765	6.063	6.112	8.125	8.125	8.125
800.0000	7.903	6.399	8.125	7.988	6.687	5.772	6.072	6.122	8.125	8.125	8.125
900.0000	7.954	6.488	8.125	8.042	6.766	5.787	6.092	6.146	8.125	8.125	8.125
1000.0000	8.000	6.494	8.125	8.092	6.847	5.799	6.111	6.167	8.125	8.125	8.125
1100.0000	8.041	6.539	8.125	8.125	6.936	5.812	6.128	6.187	8.125	8.125	8.125
1200.0000	8.079	6.580	8.125	8.125	7.028	5.822	6.146	6.204	8.125	8.125	8.125
1300.0000	8.114	6.624	8.125	8.125	7.140	5.828	6.164	6.222	8.125	8.125	8.125
1333.0000	8.125	6.636	8.125	8.125	7.169	5.830	6.169	6.228	8.125	8.125	8.125

Das log-lineare Ausgangssignal und der Druck sind über folgende Formeln miteinander verbunden:

$$P = 10^{(V - 5)} \quad V = \log_{10}(P) + 5$$

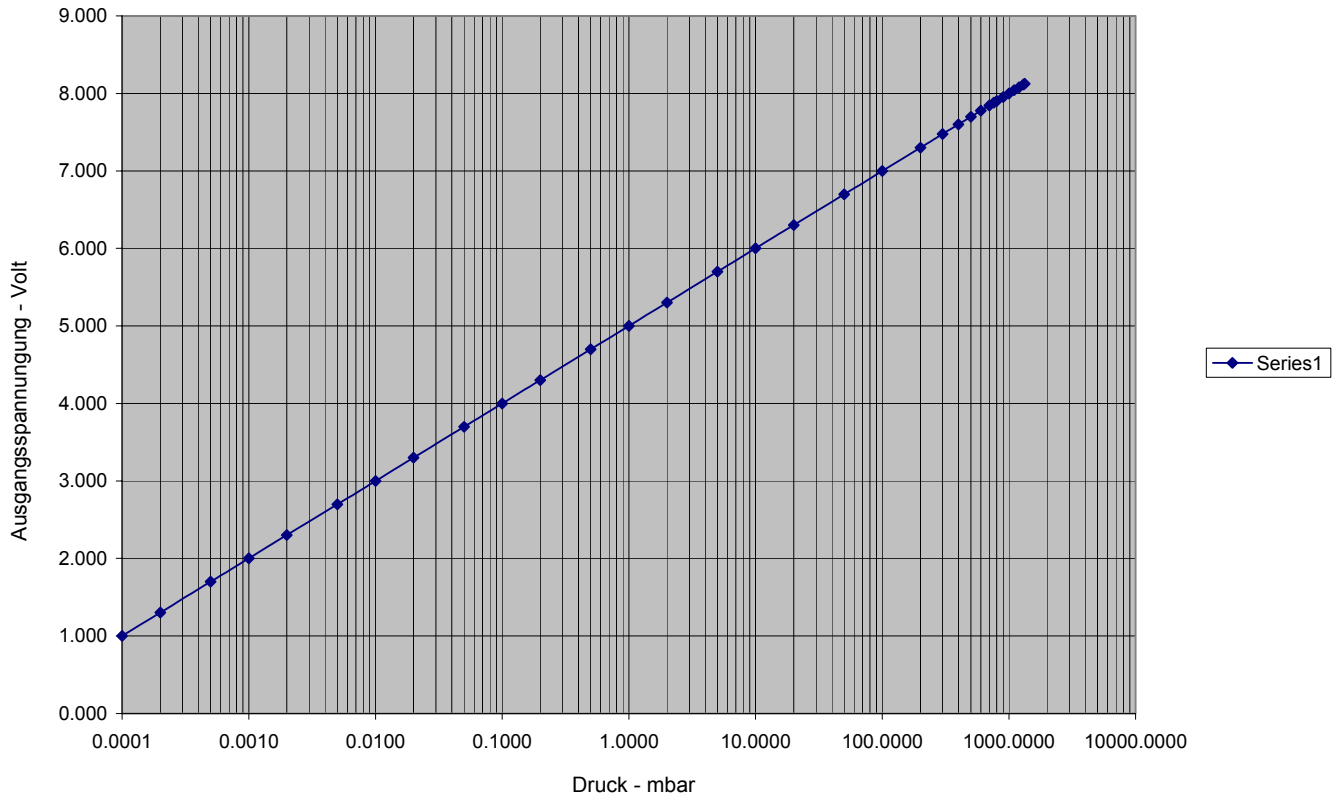
Wobei P dem Druck in der Einheit Torr entspricht und V der Spannung des Ausgangssignals in Volt. (1 Torr = 1,33 mbar)

Das Diagramm auf der folgenden Seite zeigt graphisch den Verlauf der obigen Tabelle und der Formeln. Der Druck ist auf der X-Achse eingezeichnet mit logarithmischer Skala; das Ausgangssignal auf der Y-Achse mit linearer Skala.

**Hinweis: das CVM-211 Aktiv-Vakuummeter wird mit nicht-linearisiertem oder logarithmisch-linearem Analogausgang ausgeliefert.**

**Entspricht die Artikelnummer dem Format CVM211.....-B-L, besitzt das Gerät einen log.-linearen Analogausgang. Die Daten auf dieser Seite beziehen sich darauf.**

### Log.-lineare Analogausgangsspannung vs. Druck



Dieses Diagramm zeigt graphisch die Daten und Formeln von Seite 15.

Tabelle 3 - Angezeigter Druck vs. Totaldruck, für ausgewählte Gase

Total Druck	N2	Ar	He	O2	CO 2	KR	Freon1 2	Freon2 2	D2	Ne	CH4
0 x 10 <sup>-3</sup> mbar	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.1 x 10 <sup>-3</sup> mbar	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
0.3 x 10 <sup>-3</sup> mbar	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
0.6 x 10 <sup>-3</sup> mbar	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
1.33 x 10 <sup>-3</sup> mbar	1.3	0.9	1.06	1.33	1.46	0.5	2.00	2.00	1.73	0.9	2.26
2.67 x 10 <sup>-3</sup> mbar	2.7	1.86	2.13	2.66	3.06	1.33	4.13	4.13	3.19	2.00	4.39
6.67 x 10 <sup>-3</sup> mbar	6.7	4.40	5.33	6.66	5.86	3.06	10.1	9.33	7.99	4.66	10.2
13.3 x 10 <sup>-3</sup> mbar	13.3	8.79	10.7	12.9	14.6	6.39	19.5	17.9	16.1	9.46	20.3
26.6 x 10 <sup>-3</sup> mbar	26.6	17.4	21.4	26.3	29.5	12.6	39.8	36.2	32.3	18.7	40.5
66.6 x 10 <sup>-3</sup> mbar	66.6	43.1	53.9	65.5	73.1	31.3	96.6	91.9	79.9	46.3	0.10
<b>0.13 mBar</b>	<b>0.13</b>	<b>85.7</b>	<b>0.11</b>	<b>0.12</b>	<b>0.14</b>	<b>62.3</b>	<b>0.19</b>	<b>0.18</b>	<b>0.16</b>	<b>0.1</b>	<b>0.21</b>
<b>0.26 mBar</b>	<b>0.26</b>	<b>0.16</b>	<b>0.21</b>	<b>0.25</b>	<b>0.27</b>	<b>0.12</b>	<b>0.36</b>	<b>0.34</b>	<b>0.33</b>	<b>0.18</b>	<b>0.41</b>
<b>0.66 mBar</b>	<b>0.66</b>	<b>0.41</b>	<b>0.57</b>	<b>0.64</b>	<b>0.65</b>	<b>0.28</b>	<b>0.81</b>	<b>0.79</b>	<b>0.91</b>	<b>0.47</b>	<b>1.04</b>
<b>1.33 mBar</b>	<b>1.33</b>	<b>0.79</b>	<b>1.25</b>	<b>1.29</b>	<b>1.26</b>	<b>0.53</b>	<b>1.39</b>	<b>1.38</b>	<b>2.06</b>	<b>0.99</b>	<b>2.13</b>
<b>2.66 mBar</b>	<b>2.66</b>	<b>1.51</b>	<b>2.95</b>	<b>2.58</b>	<b>2.27</b>	<b>0.93</b>	<b>2.15</b>	<b>2.21</b>	<b>5.5</b>	<b>2.11</b>	<b>4.43</b>
<b>6.66 mBar</b>	<b>6.66</b>	<b>3.26</b>	<b>17.9</b>	<b>6.63</b>	<b>4.45</b>	<b>1.70</b>	<b>3.26</b>	<b>3.49</b>	<b>327</b>	<b>6.98</b>	<b>10.0</b>
<b>13.3 mBar</b>	<b>13.3</b>	<b>5.33</b>	OP	<b>13.7</b>	<b>6.62</b>	<b>2.37</b>	<b>3.94</b>	<b>4.51</b>	OP	<b>28.6</b>	<b>37.1</b>
<b>26.6 mBar</b>	<b>26.6</b>	<b>7.73</b>	OP	<b>29.7</b>	<b>8.78</b>	<b>3.05</b>	<b>4.42</b>	<b>4.95</b>	OP	<b>778</b>	<b>473</b>
<b>66.6 mBar</b>	<b>66.6</b>	<b>10.4</b>	OP	<b>103</b>	<b>10.9</b>	<b>3.42</b>	<b>5.05</b>	<b>5.51</b>	OP	OP	<b>1.12</b>
<b>133 mBar</b>	<b>133</b>	<b>11.7</b>	OP	<b>278</b>	<b>12.3</b>	<b>3.65</b>	<b>6.23</b>	<b>6.54</b>	OP	OP	OP
<b>266 mBar</b>	<b>266</b>	<b>13.0</b>	OP	<b>393</b>	<b>16.3</b>	<b>4.42</b>	<b>7.98</b>	<b>8.55</b>	OP	OP	OP
<b>400 mBar</b>	<b>400</b>	<b>15.0</b>	OP	<b>506</b>	<b>22.5</b>	<b>4.78</b>	<b>9.18</b>	<b>10.0</b>	OP	OP	OP
<b>533 mBar</b>	<b>533</b>	<b>17.9</b>	OP	<b>646</b>	<b>29.8</b>	<b>5.25</b>	<b>10.1</b>	<b>11.2</b>	OP	OP	OP
<b>666 mBar</b>	<b>666</b>	<b>21.4</b>	OP	<b>805</b>	<b>38.2</b>	<b>5.61</b>	<b>11.03</b>	<b>12.2</b>	OP	OP	OP
<b>800 mBar</b>	<b>800</b>	<b>25.0</b>	OP	<b>973</b>	<b>48.5</b>	<b>5.91</b>	<b>11.8</b>	<b>13.2</b>	OP	OP	OP
<b>933 mBar</b>	<b>933</b>	<b>29.0</b>	OP	<b>1.14</b>	<b>61.4</b>	<b>6.19</b>	<b>12.5</b>	<b>14.2</b>	OP	OP	OP
<b>1.01 Bar</b>	<b>1.01</b>	<b>31.5</b>	OP	<b>1.25</b>	<b>71.8</b>	<b>6.33</b>	<b>13.0</b>	<b>14.7</b>	OP	OP	OP
<b>1.06 Bar</b>	<b>1.06</b>	<b>33.4</b>	OP	<b>1.32</b>	<b>79.1</b>	<b>6.45</b>	<b>13.2</b>	<b>15.1</b>	OP	OP	OP
<b>1.19 Bar</b>	<b>1.19</b>	<b>37.9</b>	OP	OP	<b>105</b>	<b>6.65</b>	<b>13.9</b>	<b>16.0</b>	OP	OP	OP
<b>1.33 Bar</b>	<b>1.33</b>	<b>43.3</b>	OP	OP	<b>147</b>	<b>6.77</b>	<b>14.7</b>	<b>16.9</b>	OP	OP	OP

Hinweise:

1) OP = Überdruck

2) Anzeige schaltet automatisch den Bereich um von bar nach mbar.

Werte in normaler (blauer) Schrift x 10<sup>-3</sup> mbar. Hinweis: beide LEDs grün und rot leuchten.

Werte in fetter Schrift in mbar. Hinweis: nur die grüne LED leuchtet.

Werte in normaler (roter) Schrift und grauem Hintergrund in bar. Hinweis nur die rote LED leuchtet.

---

## Anhang C: Kontamination und Reinigung

---

Die Hauptursache für die Fehlfunktion von Vakuummetern ist die Kontamination der Sensoren. Rauschen oder schwankende Messwerte, Schwierigkeiten beim Abgleich auf Nullpunkt oder Atmosphärendruck oder der Totalausfall sind Anzeichen dafür.

Kontamination heißt entweder A) Reaktion von Prozessgasen mit dem Sensor oder B) die Ablagerung von Stoffen im Sensor. Sensoren, die durch chemische Reaktionen ausfallen, sind üblicherweise nicht wieder reparierbar. Sensoren die durch Ablagerungen wie z.B. Kondensate, Beschichtungen oder Partikel kontaminiert sind, können unter Umständen mit den folgenden Reinigungsmethoden C) wieder hergestellt werden.

### A) Reaktive Gase

Falls Prozessgase chemisch mit dem Sensormaterial reagieren, führt dies nach einiger Zeit zu Korrosion und zur Auflösung des Sensors. Plasmaätzen und andere chemische Halbleiterprozesse sind beispielhaft für diese Fehlerquelle. Da der Sensor zerstört ist, kann nur ein Austausch den Fehler beheben.

Falls dieser Fehler bei einer Anwendung nach kurzer Zeit oder regelmäßig wiederkehrend auftritt, sollte der Einsatz einer anderen Art Vakuummeter in Betracht gezogen werden. Wärmeleitungs-Vakuummeter, die andere Sensormaterialien verwenden, könnten verfügbar sein. Stattdessen könnte auch ein Kapazitätsmanometer nützlich sein, das nur Edelstahl und Keramik-Materialien dem Prozess aussetzt.

Es gibt keine universell chemisch resistenten Werkstoffe. Bei der Auswahl eines Vakuummeters (wie auch bei allen anderen Teilen einer Vakuumanlage) sollten potentiell immer Reaktionen zwischen den Prozessgasen und den Konstruktionswerkstoffen berücksichtigt werden. Auch die Reaktion mit Wasser mit den Prozessgasen sollte immer berücksichtigt werden, da beim Belüften immer geringe Mengen Wasser in die Anlage gelangen.

### B) Kondensation, Beschichtung und Partikel

Falls die Fehlfunktion durch die Ablagerung von Stoffen im Sensor verursacht wird, kann das Vakuummeter eventuell durch Reinigung wieder funktionsfähig werden. Ursachen für Kontaminationen können einfach kondensiertes Wasser oder komplizierter feste Partikel sein.

Kondensation: Manche Gase (z.B. Wasserdampf) können auf den Sensorflächen kondensieren und Flüssigkeitsfilme bilden, die die Wärmeleitung des Sensors und damit die Kalibrierung ändern. Oftmals genügt ein Abpumpen des Sensors zwischen den Prozesszyklen, um diesen Fehler zu beheben. Die Verwendung von trockenem  $N_2$  als Spülgas kann die Trocknung beschleunigen. Ebenso kann leichtes Ausheizen des Sensors hilfreich sein, vorausgesetzt, die zulässigen Höchsttemperaturen werden nicht überschritten (150°C bei demontiertem Kabel und Elektronik).

Beschichtungen: Manche Gase kondensieren auf den Sensor und bilden feste Schichten, was wiederum die Wärmeleitung und die Kalibrierung beeinflusst. Einige Beschichtungen lassen sich mit geeigneten Lösungsmitteln entfernen, bei Befolgung der weiter unten beschriebenen Verfahren.

Partikel: Im Prozess erzeugte Partikel können während des Prozesses oder beim Belüften der Anlage in den Sensor gelangen, was ebenfalls die Wärmeleitung des Sensors stören kann. Das beschriebene Verfahren kann eventuell helfen, die Partikel zu entfernen. Kontaminationen mit Partikeln sind am schwierigsten zu entfernen, da diese sehr hartnäckig im Sensorinneren gebunden sein können.

Bei manchen Verfahren werden Partikel während des Prozesses in der gesamten Vakuumkammer einschließlich des Vakuumsensors erzeugt. Kühlere Oberflächen, wie z.B. ein Vakuumsensor bei Raumtemperatur, fördern die Bildung von Partikeln. Durch Beheizen des Vakuumsensors während des Prozesses (innerhalb der technischen Spezifikationen) kann dieser Effekt vermindert werden.

Weiter verbreitet ist das Eindringen von Partikeln in den Sensor während des Belüftens der Anlage. Das CVM-211 Vakuummeter besitzt ein Drahtgitter am Vakuumanschluss, das grobe Partikel fernhält. Bei sehr schmutzigen Verfahren oder bei Erzeugung sehr kleiner Teilchen, kann ein zusätzlicher Filter vor dem Einlass die Lebensdauer des Sensors verlängern.

### C) Reinigungsverfahren

**VORSICHT: Reinigungs-Chemikalien und ihre Handhabung bieten eine Vielzahl von Problemen in Bezug auf Gesundheit, Sicherheit und Umweltschutz. Schützen Sie sich selbst, ihre Mitarbeiter und ihre Umgebung durch Verwendung von Schutzkleidung (Schutzhandschuhe, Schutzbrillen usw.), Ausführung der Arbeiten in gut gelüfteten Räumen und durch fachgerechte Entsorgung von Müll und Abwässern.**

Reinigungslösungen:

Wählen Sie ein Reinigungsmittel das für die Entfernung der vermuteten Kontamination geeignet ist. Das Mittel muss ebenfalls mit den Werkstoffen des Vakuumsensors verträglich sein. Alkohol und Wasser können empfohlen werden, da sie mit den meisten Vakuumsystemen und -komponenten verträglich sind und außerdem viele in Vakuumanlagen übliche Kontaminationen, wie z.B. Pumpenöl, entfernen. In Abhängigkeit von der tatsächlichen Kontamination, kann es jedoch notwendig sein, aggressivere Reinigungsmittel einzusetzen.

Reinigung:

1. Füllen Sie das Reinigungsmittel in den nach oben zeigenden Vakuumananschluss des Sensors bis er voll ist.

Hinweis: das Drahtgitter des Anschlusses kann verhindern, dass die Flüssigkeit in den Sensor gelangt. In diesem Falle schieben Sie vorsichtig mit einem kleinen Schraubendreher das Gitter ein wenig (< 1 mm) von der Rohrwand weg, bis die Flüssigkeit hineinlaufen kann. Stellen Sie sicher, dass der Schraubendreher nicht aus Werkstoffen mit hohem Dampfdruck besteht oder beschichtet ist (z.B. Zink).

2. Lassen Sie das Reinigungsmittel einige Zeit einwirken (ca. 10 - 20 Minuten). Leichtes Schwenken kann helfen, die Lösung besser im Sensor zu verteilen, starkes Schütteln jedoch sollten Sie vermeiden. (Das Gerät ist zwar robust konstruiert, jedoch nicht für die Kräfte die sich bewegende Flüssigkeiten ausüben können)

3. Gießen Sie die Flüssigkeit mit nach unten zeigendem Vakuumananschluss aus und lassen Sie es mehrere Stunden trocknen. Erwärmen des Sensors oder Abpumpen kann die Trocknungszeit verkürzen.

4. Wenn Sie sicher sind, dass das Gerät völlig getrocknet ist, schließen Sie es wieder an die Vakuumanlage an und schalten die Betriebsspannung ein. Danach führen Sie eine Neukalibrierung durch. Pumpen Sie die Anlage bis  $< 1,0 \times 10^{-4}$  mbar und justieren den Nullpunkt. Wenn dies möglich ist, erhöhen Sie den Druck in der Anlage und justieren den Atmosphärenwert.

5a. Wenn beide Justierungen erfolgreich möglich sind, ist das Gerät gereinigt und wieder betriebsbereit.

5b. Falls Nullpunkt oder Atmosphärenwert nicht justiert werden können, ist die Kontamination nicht entfernbar und das Gerät muss ausgetauscht werden. (Ein weiterer Reinigungsversuch kann nützlich sein, die Erfahrung zeigt jedoch, dass dies meistens nicht erfolgreich ist.)



**VACOM Vakuum Komponenten & Messtechnik GmbH**  
Gabelsbergerstrasse 9 ▪ 07749 Jena ▪ Germany  
Tel. +49 3641 4275-0 ▪ Fax +49 3641 4275-24  
[info@vacom.de](mailto:info@vacom.de) ▪ [www.vacom.de](http://www.vacom.de)