

# Fortschritt in der Vakuum-Messtechnik

Progress in vacuum measurement technique

Heinz Plöching

## Zusammenfassung

Minimaler Leistungsverbrauch, erweiterter Messbereich, verbesserte Auflösung, hervorragende Stabilität, digitale Abgleichmöglichkeit, verringerte Baugröße: Dies sind, kurz zusammengefasst, die erstaunlichen Merkmale des soeben als Weltneuheit vorgestellten Pirani-Vakuum-Transmitters.

## Summary

Minimum power consumption, enlarged measurement range, improved resolution, excellent stability, digital adjustment possibility, lower volume: these are - briefly - the features of the recently introduced innovative Pirani-Vacuum-Transmitter.

## Beschreibung und Arbeitsweise

Der Messzweig ist der erste Vertreter einer Reihe von Sensoren mit dem neuen Prinzip, das man in der modernen Chirurgie „minimal-invasiv“ nennt: Der Eingriff in das Messobjekt wird auf das unbedingt notwendige Maß beschränkt, das zur Gewinnung ausreichender, zuverlässiger Mess-Signale erforderlich ist.

In einigen Messtechnik-Bereichen ist eine derartige Zielsetzung bereits weitgehend verwirklicht. Als Beispiele seien genannt die hohe Eingangsimpedanz von Spannungs-Messgeräten oder auch der niedrige Mess-Strom bzw. getaktete Mes-

sung bei Widerstands-Thermometern zur Temperaturerfassung, um Eigenerwärmung zu minimieren.

In der Vakuum-Messtechnik jedoch ist es nach wie vor üblich, die Messröhren auf einen „eingeschwungenen Zustand“ hochzufahren und während der gesamten Gebrauchsdauer ständig Leistung zuzuführen, um diesen Zustand aufrecht zu erhalten.

Mein Konzept, für das beim Deutschen und beim Europäischen Patentamt Schutzrechte beantragt sind, sieht dagegen vor, auf den „eingeschwungenen Zustand“ mit dem resultierenden hohen Leistungsverbrauch auch bei Vakuum-Sensoren zu verzichten.

Dem neuartigen Verfahren liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die gewünschte Information über den Zustand des Messobjektes bereits im Anfahrverhalten des jeweiligen Sensors enthalten ist.

Am Beispiel des Pirani-Wärmeleitungs-Vakuumsensors ist dies gut zu beobachten:

Abb. 2 zeigt drei Temperaturverläufe über die Zeit an einem Pirani-Messfaden bei 3 verschiedenen Umgebungsdrücken, wenn der Messfaden mit konstanter Leistung betrieben wird. Dabei wird die Temperatur  $T_a$  beim niedrigsten, die Temperatur  $T_c$  beim höchsten Druck erreicht. Aus der Darstellung Abb. 2 ist zu erkennen, dass die einzelnen Kurven bereits kurz nach dem Einschalten unterschiedliche Steilheit aufweisen. Dies ist nachvollziehbar, denn eine geringere Anzahl von wärmeabfüh-



Abb. 1

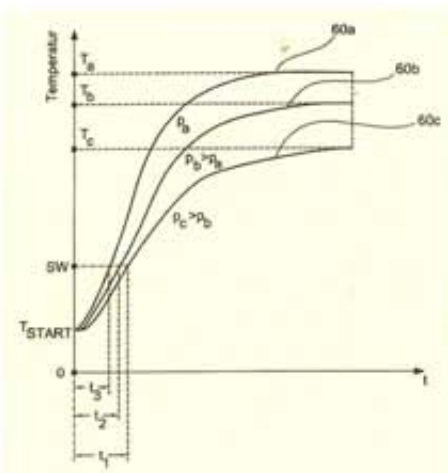


Abb. 2

renden Molekülen in der Umgebung des Messdrahtes lässt eine schnellere Eigenerwärmung zu und umgekehrt.

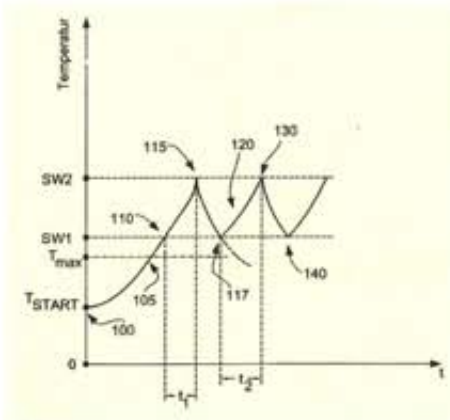


Abb. 3

Es ist offenbar, dass im zeitlichen Verhalten des Sensors ebenfalls eine Information über den Umgebungsdruck enthalten ist. Bei gleichen Startbedingungen würde demnach die Interpretation der unterschiedlichen Kurvensteilheit genügen, um ein Maß für den Umgebungsdruck zu erhalten. Legt man einen Schwellwert SW fest, sind die Zeiten  $t_1$  bis  $t_3$  ein Maß für die Kurvensteilheit und somit für den Druck. Man hat bereits bei Erreichen des Schwellwertes SW die gewünschte Information und kann sofort die Energiezufuhr unterbrechen, ohne weiter den „eingeschwungenen Zustand“ abzuwarten.

Der Leistungsverbrauch und somit die Eigenerwärmung der Messanordnung kann somit erheblich reduziert werden.

In Abb. 3 ist ein idealisierter Temperaturverlauf über der Zeit an einem Messfaden dargestellt, bei dem die Unterbrechung des Aufheizvorganges an einem weiteren Schwellwert SW 2 erfolgt. Der Schwellwert SW1 dient hier zum Starten der Zeitmes-

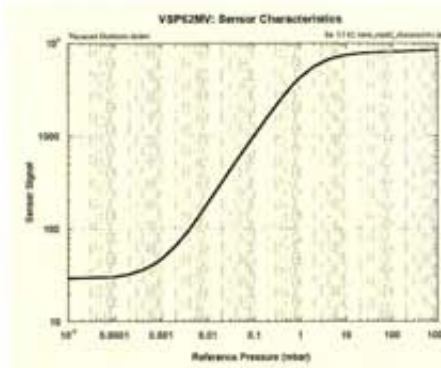


Abb. 4

sung auf einem vordefinierten Niveau. Dadurch lässt sich der Einfluß der Startbedingungen (z. B. Umgebungstemperatur bis zu einer bestimmten Höhe  $T_{max}$ ) weitgehend ausblenden.

Nach Abschalten der Energiezufuhr am Punkt SW 2 sinkt die Fadentemperatur auf ein Niveau von SW1 oder darunter, bevor ein neuer Messzyklus gestartet wird. Die Spanne zwischen dem Durchlauf SW1 bis zum Erreichen SW2 genügt als Mess-Signal und ist einfach zu erfassen. Im Beispiel Abb. 3 hätte sich der Druck während eines Messzyklus erhöht ( $t_2 > t_1$ ).

Ein Beispiel einer geeigneten Steuer- und Auswerteschaltung zeigt schematisch Abb. 5:

Über eine Spannungsteilerkette R1-R3 werden Schwellenspannungen für die Schwellwerte bereitgestellt. Ein Mikroprozessor startet die Messung mittels einer definierten Leistungszufuhr an „R meß“. Die Komparatoren 340 und 350 erfassen den Durchlauf der Anstiegskurve durch

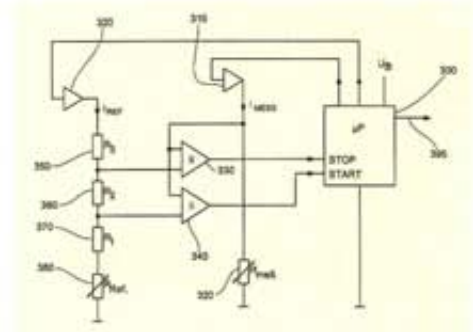


Abb. 5

SW1 und das Erreichen von SW2. Im Mikroprozessor ist zunächst bei SW2-Aktivierung die Unterbrechung der Leistungszufuhr, danach die Umwandlung der erfassten Zeitdifferenz SW1-SW2 nach Formel bzw. Tabelle in ein Ausgangs-PWM-Signal oder eine Ausgangsfrequenz programmiert. Nach Unterschreiten von SW1 wird der Messzyklus erneut gestartet.

Der Verzicht auf die üblichen Regelschaltungen und A/D-Wandler erweist sich als weiterer Vorteil des neuartigen Messverfahrens. Fehlereinflüsse aus Regelabweichung und Messkette können weitgehend eliminiert werden.

Da auch Bausteine zur Erfassung sehr kurzer Zeiten mittlerweile erschwinglich sind, ist die Dynamik und Auflösung des neuen Verfahrens ausgezeichnet. Dies zeigt bereits die Kennlinie Sensorsignal/Zeitdifferenz über den Druck.

Diese Aussagen werden bestätigt durch die hervorragenden technischen Daten des THYRACONT-Vakuum-Transmitters VSP62 (Bild 1):

„Echter“ Messbereich: 1000 bis  $1.0 \times 10^{-4}$  mbar/Torr

Auflösung (in Verbindung mit Anzeigergerät Thyracont VD9):

- a) 1000 –  $1.0 \times 10^{-3}$  mbar zweistellig
- b)  $< 1.0 \times 10^{-3}$  mbar  $0.50 \times 10^{-4}$

Genauigkeit:

- a) Im Bereich 1000 – 10 mbar ca. 30 % v. Messwert
- b) 10 –  $1.0 \times 10^{-3}$  mbar ca. 10 % v. Messwert
- c)  $< 1.0 \times 10^{-3}$  mbar bis Faktor 2 v. Messwert

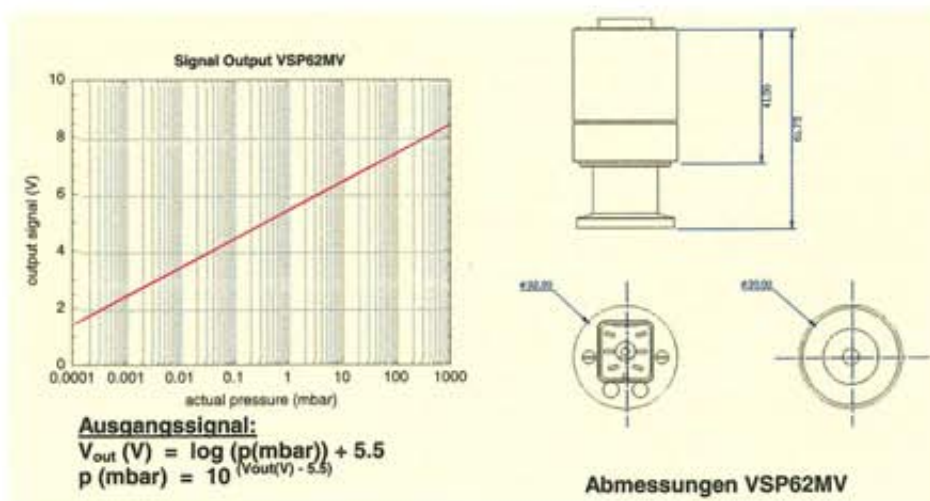


Abb. 6



**Ausgang:**  
logarithmisch 1.5 - 8.5 V (1V/Dekade);  
auch andere Skalierung mögl.

**Leistungsverbrauch:**  
< 0,2 W (dadurch minimierter Einfluss auf  
das Messobjekt)

**Versorgungsspannung:** 15 - 30 V DC

**Nachjustierung:**  
digital, per Knopfdruck auf Atmosphären-  
druck und  $5 \times 10^{-5}$  mbar

**Abmessungen:** 32 × 62 mm

Dank dieser Daten sind vielfältige Anwendungen möglich. Als Beispiele seien genannt: Aufdampfanlagen, Gefriertrockner, Analysegeräte, Lecksucher, Bildschirm- und Lampenherstellung, Halbleiter-Technologie und vieles mehr.

Das Grundprinzip des neuen Messverfahrens lässt sich bei vielen weitere Sensoraufbauten für unterschiedlichste physikalische Parameter anwenden.

Im Bereich der Vakuum-Messtechnik hat der Hersteller als nächstes die als „Energiefresser“ bekannten Ionisations-Messröhren mit heißer Kathode im Visier.

## **Autor**

*Heinz Plöching*, stammt aus Mauth im Bayerischen Wald. In München studierte er Elektrotechnik. Als junger Ingenieur war er bei einem Elektronik-Bauteile-Hersteller bereits mit Messtechnik befasst.

Danach arbeitete er in der Entwicklung und Technischen Beratung für ein Mess- und Regeltechnik-Unternehmen und leitete zuletzt deren Münchner Niederlassung.

1970 gründete er ein Unternehmen: Die THY-RACONT GmbH hat sich zum weltweit agierenden Spezial-Anbieter für Vakuum-Messtechnik weiterentwickelt.

Seit einigen Jahren betreibt H. Plöching zudem die Patentverwertung „Ploechinger Patent“ in Freinberg, OÖ, die bislang ausschließlich mit der Vermarktung eigener Schutzrechte befasst ist.