

Vakuum-Messung

Universell einsetzbare
aktive Sensoren für
Applikationen von
2000 mbar bis 10^{-10} mbar



Messprinzipien passend zu Ihrer Anwendung

Vakuum-Druckmessung und Messprinzipien

Der messbare Vakuumdruckbereich erstreckt sich von 2000 mbar bis 10^{-12} mbar, also über 16 Zehnerpotenzen.

Aus physikalischen Gründen gibt es keinen Vakuumsensor, der über den gesamten Druckbereich quantitativ messen kann. Daher bietet Leybold eine Reihe an Sensoren unterschiedlicher Bauart, von denen jeder einen charakteristischen Messbereich besitzt, der sich meist über einige Zehnerpotenzen erstreckt.

Es kann zwischen so genannten direkten und indirekten Druckmessungen unterschieden werden.

Direkte, gasart-unabhängige Druckmessung

Vakuumsensoren:

- **CERAVAC** Kapazitäts-Manometer ausgestattet mit unterschiedlich sensiblen Membranen zur präzisen Abdeckung der Druckbereiche 10^{-5} mbar bis 1333 mbar (1000 Torr).
- **DI/DU** kapazitive und Piezo-Drucksensoren mit einem Druckbereich von 10^{-1} mbar bis 2000 mbar in Absolutdruckmessungen und von -1000 mbar bis +1000 mbar in Relativdruckmessungen.

Die direkte (absolute) Druckmessung ist von der Art des zu messenden Gases unabhängig.

Die Messung erfolgt mechanisch über den auf eine Membranfläche wirkenden Druck.

Indirekte, gasart-abhängige Druckmessung

Vakuumsensoren:

- **THERMOVAC** Wärmeleitungs-Vakuummeter nach Pirani
- **PENNINGVAC** Kaltkathoden-Ionisations-Vakuummeter nach dem Prinzip des invertierten Magnetrons
- **IONIVAC** Heißkathoden-Ionisations-Vakuummeter nach Bayard-Alpert für Drücke von 10^{-10} mbar bis 1000 mbar.

Die indirekte Druckmessung ermittelt den Druck als Funktion einer druckabhängigen Eigenschaft des Gases (z.B. Wärmeleitfähigkeit, Ionisierungswahrscheinlichkeit) und der molaren Masse und ist damit gasartabhängig. Die Messwertanzeige bezieht sich auf Luft oder Stickstoff als Messgas, bzw. über Korrekturfaktoren für andere Gase.

Der Messbereich entscheidet über den geeigneten Vakuum-Sensor

Einfache Auswahl von Sensor und Messgerät:

Messprinzip	Messbereich [mbar]														Messgeräte							
	2000	1000	100	10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	10^{-12}	GRAPHIX ONE	GRAPHIX TWO	GRAPHIX THREE	DISPLAY ONE	DISPLAY TWO
Direkte Sensoren	Kapazitiv / Piezo	DI/DU 200 / 2000 / 2001 Reihe																				
		DI/DU 2001 rel.																				
		CERAVAC CTR 100 N Reihe																				
Direkte Sensoren	Kapazitiv	CERAVAC CTR 101 N Reihe																				
		THERMOVAC TTR 91 N / 96 N Reihe																				
Indirekte Sensoren	Wärmeleitung (Pirani)	THERMOVAC TTR 101 N Reihe																				
		PENNINGVAC PTR 225 N / 237 N																				
	Kaltkathoden-Ionisation (Penning)	PENNINGVAC PTR 90 N Reihe																				
	Pirani und Kaltkathoden-Ionisation	IONIVAC ITR 90 / 200 S																				
	Pirani und Heißkathoden-Ionisation (Bayard-Alpert)																					

Der ideale Vakuumsensor für Ihre Anforderungen

Applikation	Sensoren:	CERAVAC CTR	Lineare Druck- sensoren DI/DU	THERMOVAC TTR	PENNINGVAC PTR	IONIVAC ITR
Forschung und Entwicklung		■	■	■	■	■
Chemie / Chemische Prozesse		■	■	■	■	
Metallurgie / Ofenbau		■	■	■	■	■
Automobilindustrie		■	■	■	■	
Weltraumsimulation		■	■	■	■	■
Analysentechnik		■	■	■	■	■
Kälte- / Klimatechnik			■	■		
Chemie- und Forschungslabore		■	■	■	■	■
Hochvakuum-Pumpsysteme		■		■	■	■
Maschinenbau		■	■	■	■	■
Sputter-Anlagen		■	■	■	■	■
Prozessindustrie		■	■	■	■	■
Solarindustrie		■	■	■		

Weitere Anwendungsbeispiele im Leybold Gesamtkatalog, Kapitel „Vakuum messen, steuern, regeln“.

Die Leybold Transmitter zur Vakuummessung sind speziell zur Integration in Anlagen geeignet.

Unsere hochpräzisen Vakuumsensoren erfüllen Ihre Anforderungen:

- Hohe Zuverlässigkeit
- Einfache Bedienung
- Hohe Reproduzierbarkeit der Messungen
- Mehrere Messpunkte zur ständigen Überwachung
- Einfache, kosten- und platzsparende Installation
- Direkter Datentransfer an SPS/Computer über Digital-/Anlogschnittstelle
- Lange Übertragungswege (bis zu 100 m) zwischen Messort und Auswertestation möglich
- Erhöhte Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
- Erfüllung internationaler Normen und Standards (CE, RoHS, WEEE usw.)

Aktive Sensoren / Vakuum Transmitter

Kapazitäts-Manometer (CDG)



CERAVAC Transmitter

CTR 100 N / CTR 101 N

CERAVAC Transmitter eignen sich für den Einsatz in korrosiven Prozessen.

Vorteile

- Neue Messzelle: die verschweißten Inconel® Sensoren sind äußerst robust
- Exzellente Messgenauigkeit und Reproduzierbarkeit
- Hohe Langzeitstabilität und Zuverlässigkeit durch hohe Überdruckspezifikationen

Messprinzip

Kapazitäts-Vakuummeter

Mess-/Anzeigebereich

Im Bereich von 10^{-5} bis 1000 Torr, modellabhängig

Lineare Drucksensoren

DI/DU 200/201, DI/DU 2000/2001, DI/DU 2001 rel.

Diese Sensoren bieten ein exzellentes Überlastverhalten, hohe Korrosionsbeständigkeit und Vibrationsfestigkeit.

Vorteile

- Weiter Messbereich durch die Kombination von Messprinzipien
- Sehr kompakte Bauweise
- Zwei-in-Eins-Sensor: kosten- und platzsparende Lösung

Messprinzip

Kapazitiver Keramik-Membransensor, piezoresistiver Membransensor

Mess-/Anzeigebereich

Absolutdruck-Messbereiche:

0,1 bis 200 mbar oder 1 bis 2000 mbar

Relativdruck-Messbereich:

-1000 mbar bis +1000 mbar

Wärmeleitungs-Vakuummeter (Pirani)



THERMOVAC Transmitter

THERMOVAC-Transmitter basieren auf dem Wärmeleitfähigkeitsprinzip nach Pirani. Verschiedene Modelle verfügen über Schaltrelais zur besseren Prozesskontrolle.

Die THERMOVAC Reihe ist mit einem LED-Ring (360°) zur Betriebsstatusanzeige ausgestattet.

Vorteile

- Robuste MEMS-Pirani Messzelle
- Schnelle Reaktion und hohe Genauigkeit: zeitsparend und sehr zuverlässiger Betrieb
- Optimiertes Preis-/Leistungsverhältnis

TTR 91 N(S) / TTR 96 N

Messprinzip

Wärmeleitfähigkeit nach Pirani

Mess-/Anzeigebereich

$5 \cdot 10^{-5}$ bis 1000 mbar

TTR 911 N(C/S) / TTR 916 N

Die TTR 911 und TTR 916 sind mit einem berührungsempfindlichen Display und/oder digitalen Schnittstellen erhältlich.

Für chemische oder aggressive Anwendungen sind Versionen mit einem Parylene HT®-beschichteten Sensor erhältlich.

Messprinzip

Wärmeleitfähigkeit nach Pirani

Mess-/Anzeigebereich

$5 \cdot 10^{-5}$ bis 1000 mbar

TTR 101 N(S)

Die THERMOVAC TTR 101 N Modelle besitzen eine robuste Kombination aus MEMS Pirani und Piezo-Halbleitersensoren. Sie sind widerstandsfähig gegenüber Vibrationen und Stoßbelastung.

Diese Messzellen ermöglichen eine überlegene Genauigkeit und erlauben Druckmessungen unabhängig von der Gasart im Bereich zwischen 10 mbar und 1500 mbar.

Vorteile

- Zwei-in-Eins-Sensor: kosten- und platzsparende Lösung
- Weiter Messbereich und zeitsparende Messungen

Messprinzip

Wärmeleitfähigkeit nach Pirani kombiniert mit Piezo

Mess-/Anzeigebereich

$5 \cdot 10^{-5}$ bis 2000 bei Modellen mit RS 232 / Display / EtherCAT

Hohe Belastbarkeit, reproduzierbare Messergebnisse

Kaltkathoden-Ionisation



PENNINGVAC Transmitter

PTR 90 N

PENNINGVAC Transmitter sind die perfekten Messgeräte für viele Anwendungsbereiche.

Vorteile

- Robuste Kombination aus MEMS-Pirani / Kaltkathode für kosten- und zeitsparende Messungen
- Vollständige Abdeckung des Messbereichs von 1×10^{-8} mbar bis Atmosphäre mit einem Transmitter
- Automatische Zündung der Kaltkathode durch den MEMS-Pirani: Bedienerfreundlich und prozessstabil
- Modularer Aufbau für leichte Wartung

Messprinzip

Kaltkathoden-Ionisation nach dem Inverted-Magnetron-Prinzip, kombiniert mit Wärmeleitfähigkeit (MEMS Pirani)

Mess-/Anzeigebereich

$1 \cdot 10^{-8}$ bis 1000 mbar

PTR 225 N / PTR 237 N

Einfache Systemintegration und ausgezeichnete Prozesskontrolle, selbst in rauen Anwendungen.

Vorteile

- Robuste Kaltkathoden-Messzelle: zuverlässige Messergebnisse und hohe Prozessqualität
- Geringe Betriebskosten, einfache und günstige Wartung durch modulares Design der Kaltkathode

Messprinzip

Kaltkathoden-Ionisation nach dem Inverted-Magnetron-Prinzip

Mess-/Anzeigebereich

$1 \cdot 10^{-8}$ bis $5 \cdot 10^{-3}$ mbar

Sensoren mit Mehrfachfunktionen



Absolut / Differenzdruck Sensoren

TTR 200 N

PTR 200 N

Die TTR 200 N und PTR 200 N vereinen verschiedene Messtechnologien in einem Gehäuse. Dadurch sind diese Sensoren ideal für den Einsatz in Vakuumschleusenkammern.

Vorteile

- Kombination von Absolutdruck- und Differenzdruckmessung ist hervorragend geeignet zur Steuerung von Schleusenkammern
- Differenzdruckbereich (bezogen auf den Umgebungsdruck): -1013 bis 1013 mbar
- Der höchst präzise Differenzdrucksensor ist unempfindlich gegenüber Atmosphärendruckbedingungen und damit ideal für die Steuerung von Schleusenkammern
- Mehr Durchsatz und optimierte Zykluszeiten durch eine effiziente Schleusenkommersteuerung

Messprinzip

Bis zu drei Sensoren in einem Gehäuse für einen weiten Messbereich

Mess-/Anzeigebereich

TTR 200: $5 \cdot 10^{-5}$ mbar bis 1500 mbar
PTR 200: $1 \cdot 10^{-8}$ mbar bis 1500 mbar
Gasartunabhängige Druckmessungen von 50 mbar bis 1300 mbar

Heißkathoden-Ionisation



IONIVAC Transmitter

ITR 90 / ITR 90 PB

ITR 200 S / ITR 200 SP

Die IONIVAC-Transmitter erlauben als kombinierte Heißkathoden-Ionisationsmeter mit einem Pirani-Sensor Vakuumdruckmessungen von nicht entzündlichen Gasen und Gasmischungen in einem weiten Messbereich.

Optional ist der ITR mit einem integrierten Display verfügbar, das eine direkte Druckanzeige am Sensor ermöglicht.

Vorteile

- Die Kombination aus Pirani/Heißkathoden-Ionisation erlaubt kontinuierliche Druckmessungen
- Ein einziger Sensor genügt zur Abdeckung eines weiten Messbereichs
- Kosten- und platzsparende Lösung
- Hohe Prozesssicherheit der ITR 200 durch 2 Katoden

Messprinzip

Heißkathoden-Ionisations-Vakuummeter nach Bayard-Alpert kombiniert mit Wärmeleitung nach Pirani

Mess-/Anzeigebereich

$5 \cdot 10^{-10}$ bis 1000 mbar

Hochpräzise Vakuummessung

Technische Daten		CERAVAC		Lineare Drucksensoren		
Vakuum Transmitter		CTR 100 N	CTR 101 N	DI / DU 200 / 201	DI / DU 2000/2001/2001 rel.	TTR 91 N(S) TTR 96 N
Messprinzip		Kapazitives Membranvakuummeter Membran aus Inconel®	Kapazitives Membranvakuummeter Membran aus Inconel®	Kapazitiver Keramik Membransensor	Piezoresistiver Keramik-Membransensor	TTR 91 N(S): MEMS-Pirani TTR 96 N: Beschichtetes MEMS-Pirani
Mess- / Anzeigebereich	mbar	1000 / $1 \cdot 10^{-1}$ Torr* 100 / $1 \cdot 10^{-2}$ Torr 20 / $2 \cdot 10^{-3}$ Torr 10 / $1 \cdot 10^{-3}$ Torr 1 / $1 \cdot 10^{-4}$ Torr 0,1 / $1 \cdot 10^{-5}$ Torr	1000 / $1 \cdot 10^{-1}$ Torr* 100 / $1 \cdot 10^{-2}$ Torr – 10 / $1 \cdot 10^{-3}$ Torr 1 / $1 \cdot 10^{-4}$ Torr 0,1 / $1 \cdot 10^{-5}$ Torr	0,1 bis 200	1 bis 2000 DI/DU 2001 rel.: -1000 bis +1000 Relativdruck	$5 \cdot 10^{-5}$ - 1000
Messunsicherheit	mbar	0,2% vom Messwert ± Temperatureinflüsse 0,5% vom Messwert ± Temperatureinflüsse (0,1 Torr)	0,12% vom Messwert ± Temperatureinflüsse 0,15% vom Messwert ± Temperatureinflüsse (0,1 Torr)	0,25 % vom Vollausschlag Linearität, Reproduzierbarkeit und Hysterese		$5 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ ±10 % vom Messwert $1 \cdot 10^{-3}$ bis 100 ±5 % vom Messwert 100 bis atm ±25 % vom Messwert
Statusanzeige		LED		–		LED-Ring (360°)
Max. Ausheiztemperatur	°C	nicht ausheizbar		70		85, außer Betrieb
Überdruckfestigkeit	bar	3,1		6	5	6
Schutzklasse	IP	40		54		40
Schaltpunkte		0	2	–	–	0 bei TTR 91 N 2 bei TTR 91 NS 2 bei TTR 96 N
Max. Kabellänge Elektrischer Anschluss	m	30 (Typ C) Sub-D, 15polig		25 DI: 7 pol. Diodenstecker (5 m) / DU: FCC 68 (5 m)		100 (Typ A) FCC 68 / RJ45
Schnittstellen		RS 232		DI: 4 - 20 mA / DU: 2 - 10 V		– –
Anzeige- und Betriebsgeräte		GRAPHIX Serie		DI: GRAPHIX und DISPLAY Serie über Signalkonverter DU: DISPLAY und GRAPHIX Serie		DISPLAY und GRAPHIX Serie

* 1 Torr = 1.333 mbar

** Beispielwerte. Detaillierte Informationen entnehmen Sie bitte dem Katalogteil.

von 2000 mbar bis 10^{-10} mbar

THERMOVAC		PENNINGVAC		Loadlock (Schleusen) Kombinationen		IONIVAC	
TTR 911 N(C/S) TTR 916 N	TTR 101 N(S)	PTR 90 N	PTR 225 N PTR 237 N	TTR 200 N	PTR 200 N	ITR 90	ITR 200 S
TTR 911 N: MEMS-Pirani TTR 911 N/C / TTR 916 N: Beschichtetes MEMS-Pirani	MEMS-Pirani und Piezo	Kaltkathode nach Inverted- Magnetron- Prinzip und MEMS Pirani	Kaltkathode nach Inverted- Magnetron- Prinzip	MEMS-Pirani und Diff. Piezo	Kaltkathode, MEMS-Pirani und Diff. Piezo	Heißkatode und Pirani	
$5 \cdot 10^{-5} - 1000$	$5 \cdot 10^{-5} - 2000$ (RS 232 / Display / EtherCAT)	$1 \cdot 10^{-8} - 1000$	$1 \cdot 10^{-8} -$ $5 \cdot 10^{-3}$	Absolut: $5 \cdot 10^{-5} - 1500$ ** Differenziell [RS 232]: -1013 bis 1013	Absolut: $1 \cdot 10^{-8} - 1500$ ** Differenziell [RS 232]: -1013 bis 1013	$5 \cdot 10^{-10} - 1000$	
$5 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ ± 10 % vom Messwert $1 \cdot 10^{-3}$ bis 100 ± 5 % vom Messwert 100 bis atm ± 25 % vom Messwert	$5 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ ± 10 % vom Messwert ** $1 \cdot 10^{-3}$ bis 11 ± 5 % vom Messwert ** 11 bis 1333 ± 0.75 % vom Messwert **	$1 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ ± 10 % vom Messwert ** $1 \cdot 10^{-3}$ bis 100 ± 5 % v.Mw ** 100 bis 1000 ± 25 % v.Mw ** $1 \cdot 10^{-8}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ ± 30 % v.Mw**	± 30 % bei $1 \cdot 10^{-8}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ mbar	MEMS-Pirani: $1 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ ± 10 % vom Messwert ** Diff. Piezo: -10 bis 10 ± 10 % vom Messwert ± 0.67 mbar **	Kaltkathode: $1 \cdot 10^{-8}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ ± 30 % vom Messwert ** MEMS-Pirani: $1 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ ± 10 % vom Messwert ** Diff. Piezo: -10 bis 10 ± 10 % vom Messwert ± 0.67 mbar **	15% bei $1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-2}$ mbar > 15% bei $10^{-1} - 1000$ mbar	
LED-Ring (360°)	LED-Ring (360°)	LED-Ring (360°)		LED-Ring (360°)	LED-Ring (360°)	-	
85, außer Betrieb	85, außer Betrieb	85, außer Betrieb		85, außer Betrieb	85, außer Betrieb	150 mit Ausheiz- verlängerung	80
6	2	2		2	2	2	
40	40	40		40	40	30	
2 [Profibus / EtherCAT / Display] 3 [RS 232]	2 3 [RS 232]	0 3 (RS 232)	0 3 (RS 232) 2 (EtherCAT)	3	3	-	1 - 2
100 (Typ A) FCC 68 / RJ45	100 (Typ A) 1 x FCC 68 oder 2 x FCC 68 + 1 x Sub-D 15polig	100 (Typ A) FCC 68 / RJ 45	100 (Typ A) FCC 68 / RJ 45 EtherCat: RS 232	20 (Typ A) Sub-D, 15polig	20 (Typ A) Sub-D, 15polig	100 (Typ C) Sub-D, 15polig male	
TTR 911 N Display: - TTR 911 N S: RS 232 TTR 911 N/C: EtherCAT/ Profibus TTR 916 N Display: -	RS 232 / Display / EtherCAT / Profibus	RS 232 EtherCAT	RS 232 EtherCAT	RS 232	RS 232	RS 232 C Profibus	
DISPLAY und GRAPHIX Serie	DISPLAY und GRAPHIX Serie	DISPLAY und GRAPHIX Serie	DISPLAY TWO DISPLAY THREE GRAPHIX Serie			GRAPHIX Serie	

Anzeige- und Betriebsgeräte

Bestellinformation

Anzeige- und Betriebsgeräte

für aktive Sensoren der Reihen
passende Anschlussleitungen, 5 m

Modell	P/N	CTR	DI DU	ITR	TTR	PTR 90 N	PTR 225/237 N
	DISPLAY ONE	230 001	-	✓ vorinstalliert	-	✓ 124 26	✓ 124 26
	DISPLAY TWO	230 024	-	✓ vorinstalliert	-	✓ 124 26	✓ 124 26
	DISPLAY THREE	230 025	-	✓ vorinstalliert	-	✓ 124 26	✓ 124 26
	GRAPHIX ONE	230680V01	✓ 124 55	✓ vorinstalliert	✓ 124 55	✓ 124 26	✓ 124 26
	GRAPHIX TWO	230681V01	✓ 124 55	✓ vorinstalliert	✓ 124 55	✓ 124 26	✓ 124 26
	GRAPHIX THREE	230682V01	✓ 124 55	✓ vorinstalliert	✓ 124 55	✓ 124 26	✓ 124 26

Bestellinformation (Auszug aus dem Programm)

Sensortyp	Modell	Beschreibung	Druckbereich	Kat.-Nr.
CERAVAC	CTR 100N	DN16 ISO-KF	1 x 10 ⁻¹ Torr - 1000 Torr	230300V02
	CTR 101N	DN16 ISO-KF	1 x 10 ⁻¹ Torr - 1000 Torr	230320V02
Lineare Drucksensoren	DI 200	DN 16 ISO-ISO-KF, inkl. 5 m Verbindungs- kabel	0,1 - 200 mbar	15812V01
	DU 200	DN 16 ISO-ISO-KF, inkl. 5 m Verbindungs- kabel	0,1 - 200 mbar	230500V01
THERMOVAC	TTR 91N	DN 16 ISO-KF	5 x 10 ⁻⁵ mbar - 1000 mbar	230035V02
	TTR 91N	DN 16 ISO-KF, 2 Schaltpunkte	5 x 10 ⁻⁵ mbar - 1000 mbar	230040V02
	TTR 96N C	DN 16 ISO-KF, 2 Schaltpunkte	5 x 10 ⁻⁵ mbar - 1000 mbar	230045V02
	TTR 911 N	DN 16 ISO-KF, 2 Schaltpunkte und Display	1,2 x 10 ⁻⁴ mbar - 1000 mbar	89654V02
	TTR 916N C	DN 16 ISO-KF, 2 Schaltpunkte und Display	5 x 10 ⁻⁴ mbar - 1500 mbar	89656V02
	TTR 101N	DN 16 ISO-KF	5 x 10 ⁻⁵ mbar - 1500 mbar	230350V02
PENNINGVAC	PTR 90N	DN 25 ISO-KF	1 x 10 ⁻⁸ - 1000	230070V02
	PTR 90N	DN 25 ISO-KF, Display	1 x 10 ⁻⁸ - 1000	230085V02
	PTR 225N	DN 25 ISO-KF	1 x 10 ⁻⁸ - 5 x 10 ⁻³	15734V02
Absolut-/Differenzdruck- sensoren	THERMOVAC TTR 200N	DN 16 ISO-KF, 3 Schaltpunkte	5 x 10 ⁻⁵ mbar - 1500 mbar	230365V02
	PENNINGVAC PTR200N	DN 25 ISO-KF, RS232, ATM		230087V02
IONIVAC	ITR 90	DN 25 ISO-KF	5 x 10 ⁻¹⁰ mbar - 1000 mbar	120 90
	ITR 200 S	DN 25 ISO-KF	5 x 10 ⁻¹⁰ mbar - 1000 mbar	230 250

Das komplette Produktsortiment entnehmen Sie bitte dem Leybold Gesamtkatalog, Kapitel „Vakuum messen, steuern, regeln“.

Leybold

Leybold GmbH
Bonner Str. 498 · D-50968 Köln
T +49 (0) 221-347-0
F +49 (0) 221-347-1250
info@leybold.com

www.leybold.com

