

PIEZORESISTIVE OEM DRUCKAUFNEHMER

MIT LASERGESCHWEISSTER TRENNMEMBRANE

Die Serie 3 L...10 L zeichnet sich aus durch die Vielfalt verschiedener Grössen bis hinunter zu einem Aussendurchmesser von 9,5 mm, bei einer Bauhöhe von nur etwas über 4 mm. Durch die konsequente Weiterentwicklung von bekannten Laserschweisverfahren wurde es möglich, die sehr dünne, lediglich 0,02 mm dicke Edelstahlmembrane absolut spaltfrei mit dem Gehäusekörper zu verschweissen. Diese Schweissttechnologie bei Trennmembranen verbessert neben der Beständigkeit gegen Spaltkorrosion auch die sprichwörtliche Stabilität der KELLER Sensoren.

Die Druckaufnehmer bestehen aus einem piezoresistiven Sensor, einem Siliziumchip mit diffundierten Widerständen, dessen mittlerer Bereich zu einer Membrane abgedünnt und rückseitig mit einer Glasplatte verschlossen ist. Das eigentliche Sensorelement ist auf eine Glasdurchführung aufgebaut, die Kontaktierung erfolgt mittels Aluminium- oder Goldbonddrähten. Unter Öl wird diese Glasdurchführung in das Gehäuse eingeschweisst, welches gegen das zu messende Medium mit der lasergeschweissten Membran abgeschlossen ist. In der Anwendung wird der Mediendruck praktisch widerstandsfrei über diese Stahlmembrane und das Koppelmedium auf den Sensor übertragen.

Die Druckaufnehmer werden in automatisierten Testanlagen Druck- und Temperaturzyklen unterworfen. Jeder Aufnehmer wird mit einem Kalibrierschein ausgeliefert, auf dem die Werte für die Empfindlichkeit, die Linearität, die Nullpunktverschiebung über die Temperatur, sowie die Werte der Kompensationswiderstände für Nullpunkt und die Nullpunktverschiebung über Temperatur angegeben sind.

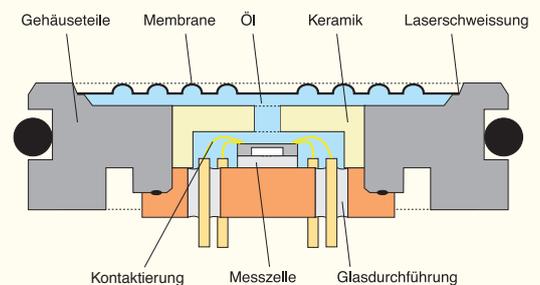
Die Druckaufnehmer sind für eine schwimmende Montage mit O-Ring vorgesehen. Dieser Einbau garantiert, dass die in den Prüfanlagen gemessenen Werte erhalten bleiben. Werden die Aufnehmer verspannt eingebaut, können sich die gemessenen Werte und die Stabilität der Sensoren verändern.

Nachstehende Tabelle zeigt die Abmessungen der Standard-Typen der Reihe „L“ Druckaufnehmer sowie die Druckbereiche, in denen sie die technischen Daten auf der Rückseite dieses Blattes erfüllen. Die Einschränkung der Gehäuse mit kleineren Durchmessern auf höhere Bereiche ist nicht etwa bedingt durch den Übertragungswiderstand der Stahlmembrane auf den Sensor, sondern durch die volumetrische Ausdehnung des Öls, die von der Membrane aufgefangen werden muss und einen temperaturbedingten Innendruck erzeugt, der vom Sensor registriert wird. Je kleiner der Durchmesser der Membrane, desto schwieriger wird es, diesen Innendruck zu kompensieren. Bei geringen Temperaturschwankungen in der Anwendung lassen sich die Bereiche nach unten erweitern. Die grössere Länge der Druckaufnehmer für hohe Drücke ist eine konstruktive Folge aufgrund der grösseren Stärke der Glasdurchführung, die den hohen Drücken widerstehen muss.

SERIE 3 L BIS 10 L



Typ	Dimensionen (mm)	Bereiche (bar)	Version
3 L	Ø 9,5 x 4,2	20...200	abs.
4 L	Ø 11 x 4,2	10...200	abs.
5 L	Ø 12 x 4,5	10...200	abs.
6 L	Ø 13 x 4,5	20...200	abs.
6 L HP	Ø 13 x 8	200...1000	abs.
7 L	Ø 15 x 5	10...200	abs. / rel. (< 50 bar)
7 L HP	Ø 15 x 8	200...1000	abs.
8 L	Ø 17 x 7	0,2...200	abs. / rel. (< 50 bar)
9 L	Ø 19 x 5	0,2...200	abs. / rel. (< 50 bar)
PD-9 L	Ø 19 x 15	0,1...50	diff. / nass-nass
10 L	Ø 19 x 15	0,1...100	abs. / rel.
10 L HP	Ø 19 x 15	200...1000	abs. / rel. (< 50 bar)
PD-10 L	Ø 19 x 26	0,1...50	diff. / nass-nass





KELLER

Spezifikationen

Speisung I = 1 mA

Serie 3 L...10 L	Standard Druckbereiche (FS) in bar																			
PR	-1	-0,5	-0,2	-0,1	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20								
PD					0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50							
PAA					0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20								
PA								1	2	5	10	20	50	100	200	400	600	1000		
Ausgangssignal typ.* [mV]	75	50	25	15	15	30	60	100	140	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Überdruck	-1	-1	-1	-1	2,5	2,5	2,5	3	4	7	15	30	100	200	300	600	900	1100		
PD, neg. Überdruck [-]					1	1	1	2	3	5	7	10	10							
PD-9 L, max. Basisdruck													50							
PD-10 L, max. Basisdruck													200 ⁽¹⁾							

PR: Referenzdruck PAA: Absolutdruck. Nullpunkt bei Vakuum PA: Absolutdruck. Nullpunkt bei Umgebungsluftdruck (bei Kalibrierung) PD: Differenzdruck * ± 40%

Brückenwiderstand @ 25 °C	3,5 kΩ	± 20%
Konstantstrom-Speisung	1 mA nominal	3 mA max.
Isolation @ 500 VDC	100 MΩ	
Kompensierter Bereich ⁽¹⁾	0...50 °C (3 L...5 L)	-10...80 °C (6 L...10 L)
Lager-/Betriebstemperatur	-10...80 °C (3 L...5 L)	-20...100 °C (6 L...10 L)
Vibration (20 bis 5000 Hz)	20 g	
Lastwechsel @ 25 °C	> 10 Mio. FS Zyklen	
Gehäuse und Membrane	Rostfreier Stahl Typ 316L ⁽¹⁾	
Dichtring	3 L, 5 L: Nitril 4 L, 6 L...10 L: Viton® ⁽¹⁾	
Ölfüllung	Silikonöl ⁽¹⁾	
Totvolumenänderung @ 25 °C	< 0,1 mm ³ / FS	
Elektr. Anschlusslitzen (PD-9 L, PD-10 L, 10 L)	0,09 mm ² (12 x Ø 0,1 mm), Silikonmantel Ø 1,2 mm, Länge: 7 cm (10 L), 10 cm (PD-9 L, PD-10 L)	

	Komp. Bereich 0...50 °C		Komp. Bereich -10...80 °C	
	TK (NP) max. ⁽⁴⁾ [mV/°C]	Stabilität typ. [mV]	TK (NP) max. [mV/°C]	Stabilität typ. [mV]
Serie 3 L / 4 L	0,0375	0,75	—	—
Serie 5 L	0,025	0,50	—	—
Serie 6 L / 7 L / 8 L	0,025	0,50	0,050	0,75
Serie 9 L	0,0175	0,50	0,0375	0,75
Serie 10 L	0,0125	0,25	0,025	0,50

Genauigkeit ⁽²⁾	0,25 %FS typ. ⁽¹⁾	0,5 %FS max.
Offset bei 25 °C	< 5 mV (kompensierbar mit R5 von 20 Ω ⁽³⁾)	
Temperaturkoeffizient Empfindlichkeit ⁽⁵⁾	0,02 %/°C typ. (0...50 °C)	0,05 %/°C typ. (-10...80 °C)
Einfluss Basisdruck	< 0,0125 mV/bar (PD-9 L, PD-10 L)	
Eigenfrequenz (Resonanzen)	> 30 kHz	

Die Sensorcharakteristik kann durch den Einbau beeinflusst werden. Bitte Installationshinweise auf unserer produktspezifischen Webseite beachten.

- Andere auf Anfrage.
- Einschliesslich Linearität, Hysterese und Reproduzierbarkeit. Linearität berechnet als beste Gerade durch Null. Hinweis: Bei Einsatz im Bereich 0...50 %FS verbessern sich Genauigkeit und Überdruck generell um Faktor 2 bis 4.
- Externe Kompensation; Potentiometer wird nicht mitgeliefert.
- Temperatur-Koeffizienten des Nullpunkts
- Auf Anfrage kann ein maximaler TKE garantiert oder der Wert für den Kompensationswiderstand (Rp) angegeben werden.

Optionen

- Membrane und Gehäuse aus Hastelloy C-276, Inconel 718 oder Titan; vergoldete Membrane
- Öl für tiefe Temperaturen. Öl für Einsatz in Sauerstoffatmosphäre. Olivenöl
- Integrierter Temperatursensor (Version PA, PAA, PR)
- Besondere Eigenschaften: Linearität, Überdruck, tieferer TK-Nullpunkt bzw. TK-Empfindlichkeit
- Erweiterter Temperaturbereich zwischen -55 und 150 °C (7 L...10 L)
- Alle Druckbereiche zwischen 0,1 und 1000 bar; Serie 10 L: Druckbereiche bis 2000 bar
- Serie PD-10 L: Basisdruck bis 600 bar
- Kompensations-Print
- Mathematisches Modell: Siehe Datenblätter der Serie 30 X

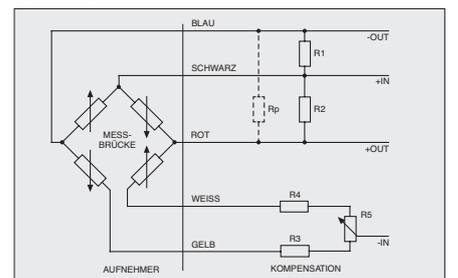
PA-10L/20 BAR/81838.3 ⁽¹⁾ SN E133755 ⁽²⁾				
⁽³⁾ Temp [°C]	⁽⁴⁾ Zero [mV]	⁽⁵⁾ +1000 [mV]	⁽⁶⁾ Comp [mV]	⁽⁷⁾ dZero [mV]
-9.8	0.0	-2.6	0.4	0.2
-0.6	0.1	-2.6	0.4	0.1
21.8	0.2	-2.8	0.2	0.0
49.4	0.5	-2.9	0.0	-0.2
79.6	0.8	-3.2	-0.2	-0.4
COMP R1	1000 kOhm ⁽⁸⁾	R4	12.0 Ohm ⁽⁸⁾	
RB	3465 Ohm ⁽⁸⁾			
ZERO	0.2 mV ⁽⁹⁾	P_atm	965 mbar ⁽¹⁰⁾	
SENS	8.43 mV/bar at 1.000 mA⁽¹¹⁾			
⁽¹²⁾ [bar]	⁽¹³⁾ [mV]	⁽¹⁴⁾ Lnorm [%FS]	⁽¹⁵⁾ Lbfs [%FS]	
0.000	0.0	0.00	-0.11	
5.000	42.4	0.14	0.07	
10.000	84.5	0.15	0.11	
15.000	126.5	0.04	0.04	
20.000	168.3	-0.15	-0.11	
Long Term Stability Ok ⁽¹⁶⁾				
Lot 70590 ⁽¹⁷⁾				
Test 500 Volt ok ⁽¹⁸⁾				
Supply 1.000 mA⁽¹⁹⁾				
20.06.15 ⁽²⁰⁾ ----- PH02.A03Dqk ⁽²⁰⁾				

Jedem Sensor wird ein Kalibrierblatt mit folgenden Angaben beigelegt:

- Typ (PA-10L) und Messbereich (20 bar) des Drucksensors
- Seriennummer des Drucksensors (nicht standard)
- Testtemperaturen
- Unkompensierte Nullpunktswerte in mV
- Nullpunktswerte, in mV, mit Testwiderstand (1000 kΩ) (nur für werksinterne Kompensationskalkulation)
- Nullpunkt, in mV, mit ermitteltem Komp.-Widerständen
- Temp. Nullpunktfehler, in mV, mit Komp.-Widerständen
- Kompensations-Widerstände R1/R2 und R3/R4, RB: Brückenwiderstand
- Offset mit Kompensations-Widerständen R1/R2 und R3/R4. Feinabgleich des Nullpunktes mit R5 Potentiometer in Schaltung
- Atmosphär. Druck, Nullpunktsreferenz für Abs.-Sensoren < 20 bar
- Empfindlichkeit des Drucksensors
- Drucktestpunkte
- Signal bei Drucktestpunkten
- Linearität (beste Gerade durch Null)
- Linearität (beste Gerade)
- Auswertung Langzeitstabilität
- Lot-Typ (auf Verlangen Identifikation der Silizium-Scheibe)
- Spannungsfestigkeit
- Speisung (Konstantstrom)
- Testdatum -----Testanlage

Vermerke:

- Die angegebenen Spezifikationen gelten nur bei Speisung mit Konstantstrom von 1 mA. Der Sensor sollte nicht mit mehr als 3 mA gespeist werden. Die Ausgangsspannung ist proportional zum Speisestrom. Bei einer Speisung abweichend der Kalibrierung kann es zu Signalverschiebungen kommen.
- Bei extremen Temperaturen sind Kompensations-Widerstände mit Temperaturkoeffizienten < 50 ppm/°C zu verwenden. Hinweis: Sensor und Widerstände können unterschiedlichen Temperaturen ausgesetzt sein.
- Die Kompensations-Widerstände werden auf Wunsch zugelötet (Aufpreis).



Änderungen vorbehalten

Serie 3 L - 10 L

06/2016

KELLER AG für Druckmesstechnik
KELLER Ges. für Druckmesstechnik mbH

St. Gallerstrasse 119
Schwarzwaldstrasse 17

CH-8404 Winterthur
D-79798 Jestetten

Tel. +41 (0)52 - 235 25 25
Tel. +49 (0)7745 - 9214 - 0

Fax +41 (0)52 - 235 25 00
Fax +49 (0)7745 - 9214 - 80



KELLER

STANDARDISIERTE PREMIUM-LINIE

Die vorgehenden beiden Seiten bieten eine Vielfalt an Möglichkeiten in Bauform, Druckbereichen, Genauigkeiten, Materialien und Herstellungsverfahren für die Serie 3 L - 10 L. Durch die individuelle Fertigung dieser einzigartigen, piezoresistiven OEM-Druckaufnehmer sind die Vorteile standardisierter Prozesse nur bedingt umsetzbar. Aus diesem Grunde wurden aus der bestehenden L-Reihe Varianten ausgewählt und von unseren Ingenieuren in eine „Standardisierte Premium-Linie“ weiter entwickelt – angefangen bei der Serie 10 L.

Die Bildung dieses Standards bringt grosse Vorteile mit sich. So wurden optimierte, schlanke und einheitliche Prozessverfahren sowie vorausschauende Lagerhaltung (und somit kürzere Lieferzeiten) möglich und die Erkenntnisse bzw. Vorteile der verschiedensten Versionen von Druckaufnehmern konnten zusammengeführt werden. Den Ingenieuren ist es mit dieser „Kanalisierung“ auf einen Standard mit ausgewählten Druckbereichen und Bauformen gelungen, die stabilsten Sensoren noch weiter zu verbessern, indem die Reproduzierbarkeit durch den einheitlichen Sensorchip-Aufbau, durch ein ausgewähltes Set an Sensorchips und durch die Optimierung der Membranenprägung und des Ölvolumens verbessert wurde.

Leistungsmerkmale

- Höchste Langzeitstabilität
- Robustes Gehäuse aus Edelstahl
- Frontbündige, spaltfrei verschweisste Membrane
- Hohe Überlastfestigkeit
- Optimiertes Temperaturverhalten
- Druckbereiche von 0,3 bar bis 30 bar, ab Lager lieferbar



Serie PR-10 L



Serie PA(A)-10 L



Serie PD-10 L

Spezifikationen Serie 10 L (der „Standardisierten Premium-Linie“)

		Druckbereiche (FS)						
PR-10 L		0,3	1	3	10	30		bar
		±0,3	±1	-1...3	-1...10	-1...30		bar
PD-10 L		0,3	1	3	10	30		bar
		±0,3	±1					bar
PAA-10 L		0,3	1	3	10	30	100	bar
PA-10 L			1	3	10	30	100	bar
Empfindlichkeit typ.* @ Speisung 1 mA		135	48	48	16	5,5	1,6	mV/bar
Überdruck max.	PR, PAA, PA	3	9	9	30	90	300	bar
	PD pos.	3	12	12	35	100		bar
	PD neg.	2	6	6	20	60		bar

PAA: Absolutdruck. Nullpunkt bei Vakuum PA: Absolutdruck. Nullpunkt bei Umgebungsluftdruck (bei Kalibrierung) PR: Referenzdruck PD: Differenzdruck grau: in Entwicklung * max. ±25 %

Serie 10 L
PR, PAA, PA

Glasdurchführungs-Pins Ø 0,45 mm, L = 4 ± 0,5 mm,
45°-Raster auf Ø 5,08 mm (0,2")
Ref-Röhrli Ø 1,2 mm

Serie 10 L
PD

Litzen 0,09 mm² (12 x Ø 0,1 mm),
Silikonmantel Ø 1,2 mm, Länge 10 cm

Anschlussbelegung
Halboffene Brücke

Label	Bezeichnung	Litzen
+IN	Pos. Supply**	BK
+OUT	Pos. Output	RD
-OUT	Neg. Output	BU
-IN _{+OUT}	Neg. Supply	WH
-IN _{-OUT}	Neg. Supply	YE

** Top of Bridge (TOB)

Änderungen vorbehalten

Serie 3 L - 10 L

06/2016

KELLER AG für Druckmesstechnik
KELLER Ges. für Druckmesstechnik mbH

St. Gallerstrasse 119
Schwarzwaldstrasse 17

CH-8404 Winterthur
D-79798 Jestetten

Tel. +41 (0)52 - 235 25 25
Tel. +49 (0)7745 - 9214 - 0

Fax +41 (0)52 - 235 25 00
Fax +49 (0)7745 - 9214 - 60



KELLER

Performance

Langzeitstabilität	0,25 mV typ.	
Genauigkeit ⁽¹⁾	0,25 %FS typ.	0,5 %FS max.
Einfluss Basisdruck	< 0,0125 mV/bar (PD)	

Elektrische Eigenschaften

Konstantstrom-Speisung	1 mA nominal	3 mA max.
Brückenwiderstand @ 25 °C	3,5 kΩ	± 20%
Isolation @ 500 VDC	100 MΩ	

Materialien

Gehäuse und Membrane	Rostfreier Stahl 1.4435	
Dichtring	Ø 15,6 x 1,78 mm	FKM (Viton® Typ A, -20...200 °C)
	Bei Betrieb unter -20 °C (auf Verlangen)	VMQ (Silikon) / FVMQ (Fluorsilikon)
Ölfüllung	Silikonöl	

Temperaturverhalten

Kompensierter Bereich	-10...80 °C	
Lager-/Betriebstemperatur	-30...100 °C (PR, PAA, PA)	-40...120 °C (PD)
Temperatur-Koeffizient		
- Nullpunkt (R1/R2 vorkompensiert) TKN	0,025 mV/°C max.	
- Empfindlichkeit TKE ⁽²⁾	0,06 %/°C typ.	0,03 %/°C max. (Rp vorkompensiert)
- Gesamtbrückenwiderstand	2200 ppm/°C typ.	

Dynamik

Vibration (20 bis 5000 Hz)	20 g	
Eigenfrequenz (Resonanzen)	> 30 kHz	
Lastwechsel @ 25 °C	> 10 Mio. FS Zyklen	
Totvolumenänderung @ 25 °C	< 0,1mm ³ / FS	
Gewicht	25 g (PR, PAA, PA)	36 g (PD)

Optionen (gegen Aufpreis und nicht ab Lager)

- Auswertung auf Teildruckbereiche ⁽³⁾, wie 0,1 / 0,2 / 0,5 / 1 bar etc., oder nach DIN 0,1 / 0,16 / 0,25 / 0,4 / 0,6 / 1 bar etc.
- Andere Temperaturbereiche, Ölfüllungen, Dichtringe, elektrische Anschlüsse (bspw. 7 cm Litzen)
- Membrane und Gehäuse aus Hastelloy C-276
- Membrane und Gehäuse aus Titan nur für PA(A)-/PR-Version
- Integrierter Temperatur- oder Absolutdrucksensor nur für PD-Version
- Mathematisches Modell: Siehe Datenblätter der Serie 30 X
- Anpassungen an kundenspezifische Anwendungen

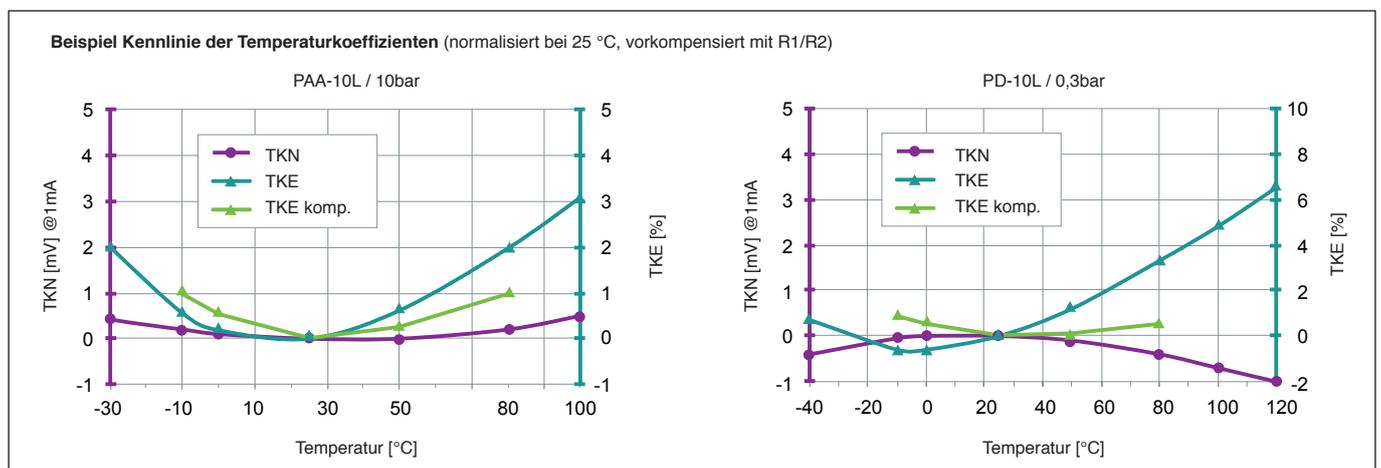
Die Sensorcharakteristik kann durch den Einbau beeinflusst werden. Bitte Installationshinweise auf unserer produktspezifischen Webseite beachten.

⁽¹⁾ Einschliesslich Linearität, Hysterese und Reproduzierbarkeit. Linearität berechnet als beste Gerade durch Null.

Hinweis: Bei Einsatz im Bereich 0...50 %FS verbessern sich Genauigkeit und Überdruck generell um Faktor 2 bis 4.

⁽²⁾ Auf Anfrage kann ein maximaler TKE garantiert oder der Wert für den Kompensationswiderstand (Rp) angegeben werden.

⁽³⁾ Durch Zero-Drift-OPAMPs, hochauflösende ADCs und digitale Signalverarbeitung ist ein analoges oder digitales Signal-Zooming um Faktor 3 mit guten Stabilitätswerten umsetzbar. Die piezoresistive Technologie ist durch den hohen „Gauge Factor“ und das resultierende hohe Ausgangssignal prädestiniert für Downscaling.



Änderungen vorbehalten

Serie 3 L - 10 L

06/2016

KELLER AG für Druckmesstechnik
KELLER Ges. für Druckmesstechnik mbH

St. Gallerstrasse 119
Schwarzwaldstrasse 17

CH-8404 Winterthur
D-79798 Jestetten

Tel. +41 (0)52 - 235 25 25
Tel. +49 (0)7745 - 9214 - 0

Fax +41 (0)52 - 235 25 00
Fax +49 (0)7745 - 9214 - 60