

Anwendungen:

- Primärnormal für die Messgröße Druck, bis max. 100 bar, pneumatisch
- Referenzgerät für Werks- und Kalibrierlaboratorien zum Prüfen, Justieren und Kalibrieren von Druckmessgeräten aller Art
- Autarkes Komplettsystem, auch für vor-Ort-Einsatz geeignet

Besonderheiten:

- Gesamtmessunsicherheit bis 0,008% vom Messwert
- Serienmäßig mit Werkskalibrierschein (Option: UKAS-(DKD/DAkkS)- Kalibrierschein)
- Sehr hohe Langzeitstabilität, empfohlene Rekalibrierung nur alle 5 Jahre
- Massensatzscheiben aus Edelstahl, Anpassung an lokale Fallbeschleunigung ohne Mehrpreis möglich
- Schnelles und sicheres Austauschen des Kolbenzylindersystems durch optionales Schnellspannsystem

**Beschreibung:****Bewährtes Primärnormal**

Kolbenmanometer sind die genauesten am Markt verfügbaren Geräte zur Kalibrierung von elektronischen oder mechanischen Druckmessgeräten. Die direkte Messung des Druckes ($p = F/A$), sowie der Einsatz hochwertiger Materialien ermöglichen eine sehr kleine Messunsicherheit in Verbindung mit einer ausgezeichneten Langzeitstabilität von 5 Jahren (Empfehlung gemäß des Deutschen Kalibrierdienstes DKD/DAkkS). Druckwaagen / Kolbenmanometer finden seit Jahren ihren Einsatz in Werks- und Kalibrierlaboratorien der Industrie, nationaler Institute und Forschungsanstalten.

Autarke Arbeitsweise

Aufgrund der integrierten Druckerzeugung sowie dem rein mechanischen Messprinzip, ist das LR-Cal LDW-P Kolbenmanometer auch ideal für den Einsatz vor Ort, in der Wartung und im Service geeignet.

KOSTENLOS:

Download-Link für eine MS Excel Tabelle zur Korrekturberechnung von Umgebungseinflüssen, wie z.B. Luftdichte, Kolbentemperatur usw. sowie Massen/Druck-Berechnung:

<http://www.lr-cal.net/dwt-corrections.zip>

Grundprinzip

Druck ist definiert als der Quotient aus Kraft und Fläche. Das Herzstück der LR-Cal LDW-P Druckwaage bildet dementsprechend ein sehr präzise gefertigtes Kolbenzylindersystem, das zur Erzeugung der einzelnen Prüfpunkte mit Massenauflagen belastet wird.

Die Massenaufgabe ist proportional zum angestrebten Druck und wird durch optimal abgestufte Scheibengewichte erreicht. Diese Scheibengewichte werden standardmäßig auf die Norm-Fallbeschleunigung von $9,80665 \text{ m/s}^2$ gefertigt, können aber auch ohne Mehrpreis auf ihren speziellen Einsatzort abgestimmt und auch DKD-/DAkkS-kalibriert werden.

Einfache Funktionsweise

Die Einstellung des Druckes erfolgt je nach Geräteausführung (abhängig vom Messbereich) entweder über eine integrierte Pumpe oder über eine externe Druckversorgung mittels Dosierventilen. Zur Feineinstellung ist eine sehr präzise regulierbare Spindelpumpe mit innenlaufender Präzisionsspindel eingebaut.

Das Kolbenzylindersystem

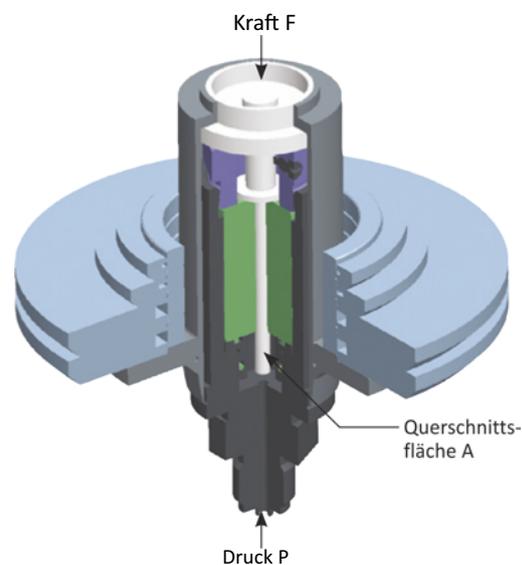
Sowohl der Kolben als auch der Zylinder sind aus Wolframcarbid gefertigt. Wolframcarbid hat im Vergleich zu anderen Materialien sehr geringe Druck- und Temperatursdehnungskoeffizienten, was eine sehr gute Linearität der effektiven Kolben-Querschnittsfläche und eine hohe Genauigkeit mit sich bringt.

Kolben und Zylinder sind in einem massiven Gehäuse aus Edelstahl sehr gut geschützt gegen Berührung, Stöße oder Verschmutzung von außen. Gleichzeitig ist eine Überdrucksicherung integriert, die das vertikale Herausdrücken des Kolbens und damit eine Beschädigung des Kolbenzylindersystems im Falle der Entfernung von Scheibengewichten unter Druck verhindert.

Die Scheibengewichte werden auf eine Glocke gestapelt, die auf den Schaft des Kolbens aufgelegt wird. Die Konstruktion der Glocke sorgt für einen sehr tiefen Schwerpunkt der aufgelegten Gewichte, wodurch die Querkräfte auf das Kolbenzylindersystem und die Reibung minimiert werden. Für kleinere Startdrücke kann an Stelle der Glocke auch ein leichter Aluminiumteller verwendet werden.

Die Gesamtkonstruktion der Kolbenzylindereinheit und die äußerst präzise Fertigung von Kolben und Zylinder stehen für ausgezeichnete Laufeigenschaften mit einer hohen freien Drehdauer und geringen Sinkraten und für eine sehr hohe Langzeitstabilität. Der empfohlene Rekalibrierungszyklus beträgt daher 5 Jahre, abhängig von den Betriebsbedingungen. Der Anschluss des Kolbenzylindersystems ist standardmäßig ein M30 x 2 Außengewinde. Optional ist ein Schnellverschluss zum einfachen Kolben- (= Messbereichs-) Wechsel ohne Werkzeug erhältlich.

Sobald sich dann das Messsystem im Schwebезustand befindet, herrscht ein Kräftegleichgewicht zwischen Druck und Masseauflagen. Aufgrund der hervorragenden Verarbeitung des Systems steht dieser Druck stabil über mehrere Minuten, so dass problemlos die Druckwerte zur Vergleichsmessung abgelesen oder auch längere Justagearbeiten am Prüfling vorgenommen werden können.



Leistungsstarkes Grundgerät der LR-Cal LDW-P

Bei Messbereichen bis 10 bar (150 psi) verfügt das Grundgerät über eine integrierte Druckerzeugung über Vordruckpumpe und Spindelpumpe.

Bei Messbereichen ab 20 bar (bis 100 bar / 1500 psi) verfügt das Grundgerät über einen Anschluss für eine externe Druckversorgung und ein zusätzliches Einlass-Dosierventil.

Standardmäßig sind alle Grundgeräte mit einem Anschluss für das Kolbenzylindersystem mit M30 x 2 Innengewinde ausgestattet.

Die optional integrierbare Schnellspannaufnahme ermöglicht einen schnellen und sicheren Wechsel des Kolbens und damit des Messbereichs ohne Werkzeug. Somit lässt sich ein preisoptimiertes Komplettsystem aus einem universellen Grundgerät und bis zu drei Kolbenzylindersystemen verschiedener Messbereiche aufbauen, die mit nur einem Massensatz betrieben werden können.

Massenscheiben zur LR-Cal LDW-P

Der Standardmassensatz wird in einem Holzkoffer mit Schaumstoffeinlage geliefert. Hierin enthalten sind die in den nachfolgenden Massentabellen aufgeführten Massenstücke aus nicht-magnetischem Edelstahl, die optimal auf den täglichen Einsatz abgestimmt sind. Wenn kleinere Zwischenwerte erzeugt werden sollen, ist die Verwendung eines Feinmassensatzes der Klasse M1 oder F1 aus dem Zubehör zu empfehlen.



Massentabellen

Die folgenden Tabellen zeigen für die jeweiligen Messbereiche die Anzahl der Massenstücke innerhalb eines Massensatzes mit ihren nominalen Massewerten und den daraus resultierenden Nenndrücken. Sollten Sie das Gerät nicht unter Referenzbedingungen einsetzen (Umbegungstemperatur 20°C, Luftdruck 1.013 mbar, relative Luftfeuchte 40%), müssen entsprechende Korrekturen angebracht werden.

Die Scheibengewichte werden standardmäßig auf die Normfallbeschleunigung von 9,80665 m/s² gefertigt, können aber auch auf ihren speziellen Einsatzort abgestimmt werden (ohne Mehrpreis).

Messbereich Messbereich "bar"	ext. Vers.		Integrierte Druckversorgung		externe Versorgung					
	-0,03...-1		0,03...2		0,2...10		0,4...50		0,4...100	
	Anzahl	Nenndruck je Stück [bar]	Anzahl	Nenndruck je Stück [bar]	Anzahl	Nenndruck je Stück [bar]	Anzahl	Nenndruck je Stück [bar]	Anzahl	Nenndruck je Stück [bar]
Kolben	1	0,03	1	0,03	1	0,2	1	0,4	1	0,4
Glocke	-	-	1	0,16	1	0,8	1	4	1	4
Kolbenteller	1	0,07	1	0,01	1	0,05	1	0,25	1	0,25
Massen 4 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Massen 2 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	5	10
Massen 1 kg	-	-	9	0,2	9	1	9	5	9	5
Massen 0,5 kg	8	0,1	1	0,1	1	0,5	1	2,5	1	2,5
Massen 0,25 kg	1	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-
Massen 0,2 kg	-	-	1	0,04	1	0,2	1	1	1	1
Massen 0,12 kg	-	-	1	0,024	1	0,12	1	0,6	1	0,6
Massen 0,1 kg	2	0,02	1	0,02	1	0,1	1	0,5	1	0,5
Massen 0,07 kg	-	-	1	0,014	1	0,07	1	0,35	1	0,35
Massen 0,05 kg	1	0,01	1	0,01	1	0,05	1	0,25	1	0,25

HINWEIS:
Bei Verwendung mit Vakuum-Kolben ist in jedem Fall eine externe Vakuumquelle (z.B. LR-Cal LPP 40 oder LR-Cal 2941) erforderlich sowie die Basement-Ausführung mit Anschluss für externe Versorgung.

Messbereich Messbereich "psi"	ext. Vers.		Integrierte Druckversorgung		externe Versorgung							
	-0,435...-14		0,435...30		2,9...150		5,8...500		5,8...1000		5,8...1500	
	Anzahl	Nenndruck je Stück [psi]	Anzahl	Nenndruck je Stück [psi]	Anzahl	Nenndruck je Stück [psi]	Anzahl	Nenndruck je Stück [psi]	Anzahl	Nenndruck je Stück [psi]	Anzahl	Nenndruck je Stück [psi]
Kolben	1	0,435	1	0,435	1	2,9	1	5,8	1	5,8	1	5,8
Glocke	-	-	1	2,22	1	11,1	1	55,5	1	55,5	1	55,5
Kolbenteller	1	0,565	1	0,22	1	1,1	1	5,5	1	5,5	1	5,5
Massen 3,5 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Massen 1,4 kg	-	-	5	4	5	20	-	-	5	100	8	100
Massen 1 kg	-	-	2	3	2	15	2	75	2	75	2	75
Massen 0,7 kg	4	2	4	2	4	10	4	50	4	50	9	50
Massen 0,35 kg	4	1	3	1	3	5	3	25	3	25	3	25
Massen 0,19 kg	-	-	1	0,548	1	2,74	1	13,7	1	13,7	1	13,7
Massen 0,175 kg	1	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Massen 0,14 kg	-	-	1	0,4	1	2	1	10	1	10	1	10
Massen 0,12 kg	-	-	1	0,345	1	1,725	1	8,625	1	8,625	1	8,625
Massen 0,07 kg	2	0,2	1	0,2	1	1	1	5	1	5	1	5
Massen 0,035 kg	1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Technische Daten LR-Cal LDW-P

Messbereich	bar 1)	-0,03...-1	0,03...2	0,2...10	0,4...50	0,4...100	
Erforderliche Massen	kg	5	10	10	10	20	
Kleinster Step	bar 2)	0,01	0,01	0,05	0,25	0,25	
Nominale Kolbenquerschnittsfläche	cm ²	5	5	1	0,2	0,2	
Messbereich	psi 1)	-0,435...-14	0,435...30	2,9...150	5,8...500	5,8...1000	5,8...1500
Erforderliche Massen	kg	5	10	10	7	13	20
Kleinster Step	psi 2)	0,1	0,2	1	5	5	5
Nominale Kolbenquerschnittsfläche	cm ²	5	5	1	0,2	0,2	0,2
Genauigkeit 3)	% v.Mw. 0,015 / optional: 0,008						

Ausführung

für Bereiche bis 10 bar	mit interner Druckversorgung, bis max. 10 bar / 150 psi
für Bereiche über 10 bar	für externe Versorgung, bis max. 100 bar / 1500 psi, und Vakuum

Anschlüsse / Medien

Anschluss Kolbenzylindersystem	M30 x 2 Außengewinde / optional: Schnellanschluss
Prüflingsanschluss	Schnellanschluss G 1/2 Innengewinde, freilaufend, wechselbar
Druckübertragungsmedium	saubere, trockene, nicht korrosive Gase (z.B. Luft oder Stickstoff)
Externer Druckanschluss	6 mm SWAGELOK® Rohrverschraubung, max. 110% des eingesetzten Messbereiches (nur bei Ausführung für externe Druckversorgung)

Werkstoffe

Kolben	Wolframcarbid
Zylinder	Wolframcarbid
Massensatz	Edelstahl 1.4305 und Aluminium, nicht-magnetisch
Verrohrung im Grundgerät	Ausf. mit integ. Druckversorgung: Polyurethanschlauch 4 x 0,75 mm Ausf. für externe Druckversorgung: Edelstahl 1.4571, 3 x 1 mm

Einsatzbedingungen

Betriebstemperatur	°C	18...28
--------------------	----	---------

Gewicht

Grundgerät		18,0 (19,0 mit optionalem Schnellverschluss)
Kolbenzylindersystem	kg	1,5 (5,7 inkl. Glocke u. Kolbenteller, in optionalem Tragekoffer)
BAR Vakuummassensatz	kg	13,1 (inkl. Kolbenzylindersystem im Tragekoffer)
BAR Basismassensatz	kg	16,2 (inkl. Tragekoffer)
BAR Erweiterungsmassensatz	kg	14,0 (inkl. Tragekoffer)
PSI Vakuummassensatz	kg	13,0 (inkl. Kolbenzylindersystem im Tragekoffer)
PSI Basismassensatz	kg	12,5 (inkl. Tragekoffer)
PSI Erweiterungsmassensatz 1	kg	11,0 (inkl. Tragekoffer)
PSI Erweiterungsmassensatz 2	kg	18,5 (inkl. Tragekoffer) nur für Bereich 1.500 psi

Abmessungen

Grundgerät	mm	B400 x T375 x H265
Tragekoffer für Basismassensatz	mm	B400 x T310 x H310
Tragekoffer für Erweiterungsmassensatz	mm	B215 x T310 x H310
Optionaler Tragekoffer für Kolbenzylindersystem	mm	B300 x T265 x H205

Zertifikat

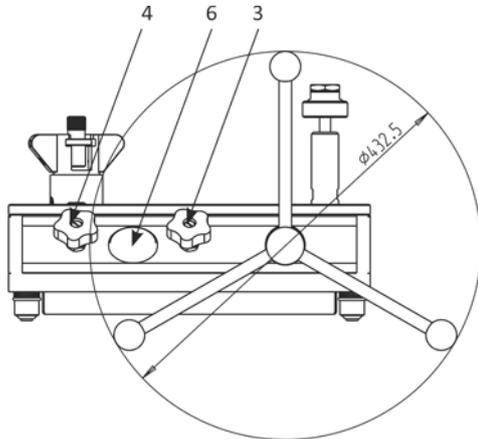
Kalibrierung	Werkskalibrierschein (optional: DKD-/DAKS-Kalibrierschein)
--------------	--

- 1) Theoretischer Startwert; entspricht dem durch den Kolben (aufgrund seines Eigengewichtes) erzeugten Druckwert. Zur Optimierung der Laufeigenschaften sollten weitere Massen aufgelegt werden.
- 2) Der kleinste Druckänderungswert, der aufgrund des Massensatzes erreicht wird. Zur Reduzierung ist optional ein Feinmassensatz lieferbar.
- 3) Die Genauigkeit wird ab 10% des Messbereiches auf den Messwert bezogen. Im unteren Bereich gilt ein Festfehler, bezogen auf 10% des Bereiches.
- 4) Messunsicherheit bei Referenzbedingungen (Umgebungstemperatur 20°C, Luftdruck 1013 mbar, relative Luftfeuchte 40%). Es müssen ggf. Korrekturen angebracht werden.

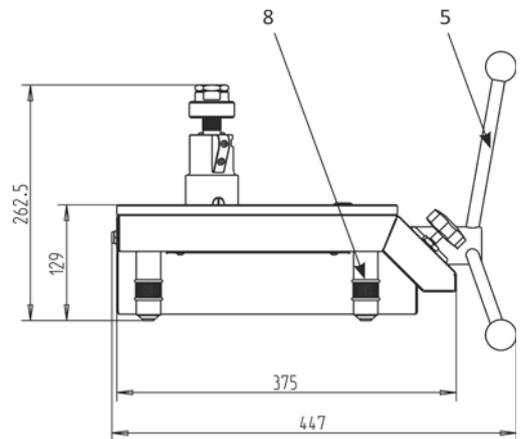
Abmessung (mm) LR-Cal LDW-P

Die Abbildungen zeigen ein **LR-Cal LDW-P** Grundgerät in der Ausführung für externe Druckversorgung (Bereiche über 10 bar sowie Vakuum) mit dem optionalen Schnellverschluss für das Kolbenzylindersystem. Die Ausführung mit integrierter Druckversorgung (Bereiche bis 10 bar) unterscheidet sich davon maßlich nicht, jedoch in der Anordnung der Bedienelemente.

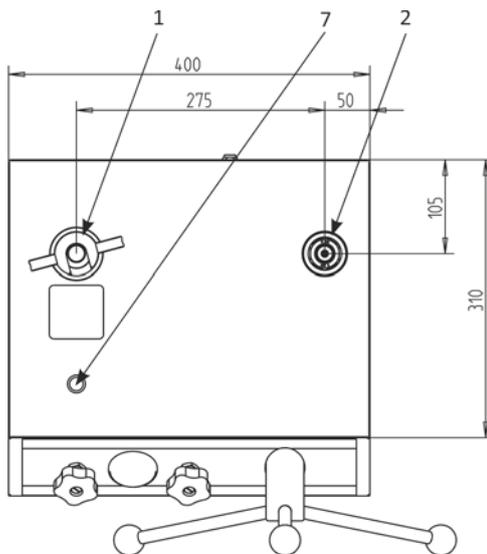
Ansicht von vorne



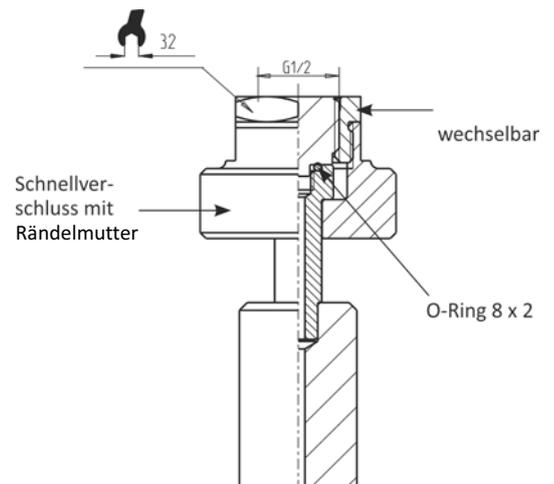
Ansicht von der Seite



Ansicht von oben

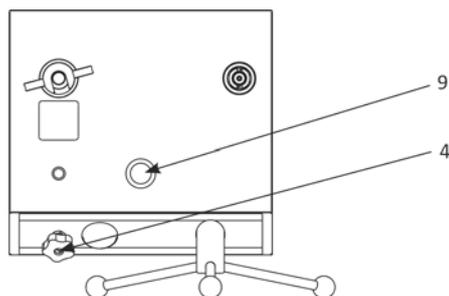


Prüflingsanschluss



Ausführung (bis 10 bar) mit integrierter Druckversorgung

Ansicht von oben



- (1) Aufnahme Kolbenzylindersystem
- (2) Anschluss für Prüfling
- (3) Einlass-Ventil (nur Ausführung über 10 bar)
- (4) Auslass-Ventil
- (5) Spindelpumpe mit Drehkreuz, abnehmbar
- (6) Kontrollmanometer
- (7) Wasserlibelle, zum Ausrichten des Prüfstands
- (8) Höhenverstellbare FüÙe, zum Ausrichten des Prüfstands
- (9) Vordruckpumpe (nur Ausführung bis 10 bar)

Lieferumfang LR-Cal LDW-P

- Grundgerät, mit höhenverstellbaren Füßen
- Vordruckpumpe (nur Ausführung bis 10 bar)
- Anschluss für externe Druckversorgung (nur Ausführung ab 50 bar)
- Spindelpumpe (Druckaufbau, Feineinstellung)
- Kolbenaufnahme mit M30x2 Innengewinde
- Schnellanschluss G 1/2 innen für Prüfling
- Kolbenzylindersystem, mit Glocke

- Massensatz in Tragekoffer (Umfang abhängig vom Messbereich)
- Betriebsanleitung in Deutsch und Englisch
- Werkskalibrierschein, rückführbar auf nationalen Standard

Optionen:

- DKD-/DAkS-Kalibrierschein (Mehrpreis)
- Massensatz gefertigt auf lokale Fallbeschleunigung

Optionales Zubehör zur LR-Cal LDW-P**Feinmassensatz M1 und F1**

Die im Standardmassensatz enthaltenen Massen sind optimal auf den täglichen Einsatz abgestimmt. Wenn noch kleinere Zwischenwerte erzeugt werden sollen, empfehlen wir einen Feinmassensatz der Klasse M1

oder F1 mit folgenden Gewichtsstücken:

- 1 x 50 g, 2 x 20 g, 1 x 10 g, 1 x 5 g, 2 x 2 g, 1 x 1 g,
- 1 x 500 mg, 2 x 200 mg, 1 x 100 mg, 1 x 50 mg,
- 2 x 20 mg, 1 x 10 mg, 1 x 5 mg, 2 x 2 mg, 1 x 1 mg



Feinmassensatz M1 / F1

Winkelanschlussstück 90°

**Prüflingsanschluss**

Mit dem standardmäßig vorhandenen Prüflingsanschluss können Prüflinge mit radialer Anschlusslage aufgespannt werden. Für Geräte mit rückseitiger Anschlusslage ist ein Winkelanschlussstück 90° erhältlich.

Trennvorlagen

Die Trennvorlage (ohne Membran) ist speziell für Messgeräte konzipiert, die mit einem flüssigen Medium (z.B. Wasser) beaufschlagt werden sollen, zum Betrieb mit der pneumatischen Druckwaage

LR-Cal LDW-P.

Trennvorlage (ohne Membran)
(max. 1000 bar)

Adapterset

**Adaptersets für Schnellanschluss**

Die Druckwaage ist standardmäßig mit einem Schnellanschluss zur Aufnahme des Prüflings ausgestattet. Hierfür stehen leicht zu wechselnde Gewindeeinsätze zur Verfügung. Im Satz sind auch Ersatz-O-Ringe sowie ein Schlüssel SW32 und SW 14 enthalten (zum Tausch der Adaptereinsätze).

Artikel-Nummer	Bezeichnung / Ausführung
LDW-FMS-F1	Feinmassensatz (1 mg bis 50 g), Klasse F1
LDW-FMS-M1	Feinmassensatz (1 mg bis 50 g), Klasse M1
CPB5000-ADS	Adapterset für Schnellanschluss im Etui mit Gewindeeinsätzen G 1/4, G 3/8, 1/2" NPT, 1/4" NPT und M20x1,5 zur Aufnahme in die Rändelmutter am Prüflingsanschluss
CPB5000-ADS-NPT	Adapterset "NPT" für Schnellanschluss im Etui mit Gewindeeinsätzen 1/8" NPT, 1/4" NPT, 3/8" NPT und 1/2" NPT zur Aufnahme in die Rändelmutter am Prüflingsanschluss
CPB5000-WA90	Winkelanschlussstück 90° für Prüflinge mit rückseitigem axialem Anschluss
CPB5000-TV-1000	Trennvorlage (ohne Membran), max. 1000 bar (nur für Ausführung mit Anchl. für externe Druckversorgung, Bereiche über 10 bar)
CPB5000-R-SET	O-Ring-Set bestehend aus 5 St. 8 x 2 und 5 St. 4 x 2,2
CPB5000-PN-RS	Reinigungsset für LR-Cal LDW-P Kolbenzylindersysteme

Weitere LR-Cal Druckwaagen/Kolbenmanometer:

Modell LR-Cal LDW-H

Hydraulisch

Einkolbenmodelle

Bereiche von 1...120 bis 2...300 bar
bzw. von 10...1600 bis 30...4000 psi

Doppelkolbenmodelle

Bereiche von 1...60 / 10...700 bar bis
1...60 / 20...1400 bar
bzw. von 10...800 / 100...10000 psi bis
10...800 / 200...20000 psi

Genauigkeit $\pm 0,015\%$ bzw. $\pm 0,006\%$ vom Messwert



Modell LR-Cal LDW-HK

Hydraulisch (kompakte Bauform)

Bereiche von 1...120 bis 10...1200 bar
bzw. von 10...1600 bis 100...16000 psi

Genauigkeit $\pm 0,05\%$ bzw. $\pm 0,025\%$ vom Messwert



Modell LR-Cal CPB5000-HP

Hochdruck, hydraulisch

Bereiche von 25...2500 bis 25...5000 bar
bzw. von 350...40.000 bis 350...70000 psi

Genauigkeit $\pm 0,025\%$ bzw. $\pm 0,02\%$ vom Messwert



Modell LR-Cal CPB5600-DP

Differenzdruck, pneumatisch

Bereiche von 0,03...2 bis 0,4...100 bar
bzw. von 0,435...30 bis 5,8...1500 psi

Differenzdruck, hydraulisch

Bereiche von 0,2...60 bis 2...1000 bar
bzw. von 2,9...1000 bis 29...14500 psi

Genauigkeit $\pm 0,015\%$ bzw. $\pm 0,008\%$ vom Messwert

