

Kolbenmanometer

Automatische Ausführung bis 5.000 bar [72.500 lb/in²]

Typ CPB9500



WIKA Datenblatt CT 32.06

Anwendungen

- Kombination aus Automatisierung und hochpräzisem Primärkolbenmanometer
- Leistungsfähige Lösung zur Prüfung und Kalibrierung hochwertiger Drucksensoren
- Automatische Kalibrierung und Überprüfung von Druckgeräten
- Kalibrierungen großer Volumina

Leistungsmerkmale

- Gesamt-Messunsicherheit bis zu 30 ppm vom Messwert
- Erhältlich bis 5.000 bar [72.500 lb/in²] hydraulisch
- Automatisches Massenaufsystem mit einer Auflösung von bis zu 0,1 g
- Automatische Druckerzeugung

Beschreibung

Referenzprimärnormale

Kolbenmanometer sind fundamentale Drucknormale von höchster Präzision, welche die Druckskala direkt anhand der Grundeinheiten von Masse, Länge und Zeit nach der Formel $p = F/A$ bestimmen. Die direkte Messung des Drucks mit einem Kolbenmanometer in Kombination mit dem Know-how von DH-Budenberg garantiert die besten metrologischen Spezifikationen auf dem Markt.

- Hochwertige Kolbenzylindersysteme (hohe freie Drehdauer und Langzeitstabilität)
 - Schutz und einfache Handhabung des Massensatzes
- Diese Art von Kolbenmanometern ist erfolgreich in nationalen Instituten, Kalibrierlaboratorien und in vielen industriellen Anwendungen getestet worden.

Großvolumige Kalibrierung

Das CPB9500 wurde entwickelt, um nicht nur die bestmöglichen messtechnischen Spezifikationen bereitzustellen, sondern auch um die Anforderungen aus der Industrie zu erfüllen.



Automatisches Kolbenmanometer, Typ CPB9500

Dank der hohen MTBF-Werte kann das Druckerzeugungssystem des CPB9500 auch Drücke für große Testvolumina erzeugen und regeln.

Automation und Messtechnik

Die servogesteuerte Spindelpumpe zur Druckerzeugung kombiniert mit der eingebauten optischen Erkennung zur Messung der Kolbenposition bietet eine feine und zuverlässige Druckregelung. Der Massensatz, der in einem Rack geschützt ist, wird sorgfältig behandelt und gewährleistet somit höchste Stabilität. Schließlich wird der Druck unter Berücksichtigung aller Umgebungsparameter vollkommen automatisch korrigiert.

Das CPB9500 ist mit einem hydraulischen Feinmassen-Handhabungssystem erhältlich. Zur optimalen Erfüllung spezieller Anforderungen steht eine breite Palette an Kolbenzylindersystemen zur Verfügung.

Automatisches Kolbenmanometer mit Druckerzeugungssystem

Das komplette Kolbenmanometer CPB9500 besteht aus vier miteinander verbundenen Systemen, die in zwei getrennten Rackgehäusen eingebaut sind.

- ① **Die elektronische Schnittstelle**
Mit dem Elektronikmodul erfolgt die Steuerung der Massenauflage, Kolbenposition und Druckerzeugung sowie die Anzeige des aktuellen Systemstatus.
- ② **Das Kolbenmanometer**
Bestehend aus dem Massensatz, einer Aufnahme für Kolben und Zylinder sowie dem austauschbaren Kolbenzylindersystem aus Wolframcarbid.
- ③ **Druckerzeugungssystem**
Das Automatiksystem arbeitet mit einer servogesteuerten Spindelpumpe, inklusive einer Vorfluteinheit, mit dem das Normal mit größeren Volumina arbeiten kann.
- ④ **Das Pneumatikmodul**
Enthält mehrere Magnetventile, mit denen die Pneumatikzylinder zur Steuerung der Massenauflage betrieben werden.



Die Steuereinheit

Die Steuerung und Überwachung des Kolbenmanometers kann auf zwei verschiedene Arten erfolgen:

- Über das eingebaute Multitouch-Control-Panel
- Über Command-Befehle mittels RS-232-Schnittstelle

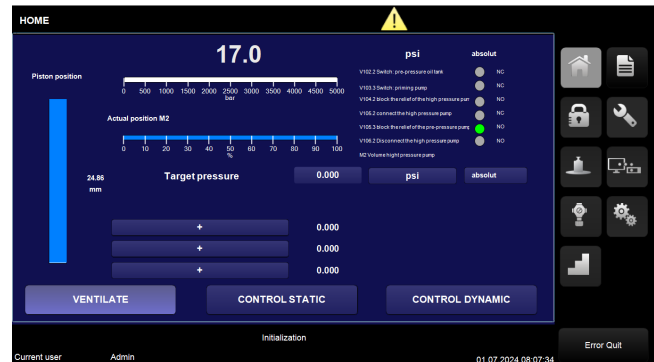
Mit dem rechnerbetriebenen Regler werden alle Überwachungs- und Steuerungsfunktionen bereitgestellt sowie alle messtechnischen Korrekturen der Einflussfaktoren vorgenommen, so dass der angezeigte Druck dem tatsächlichen Druck entspricht.

Die Steuerung erfolgt über einen Touchscreen mit weitem Sichtwinkel.

Der Anwender gibt den Sollwert ein, für den der Rechner anschließend den erforderlichen Massenwert unter Berücksichtigung der Einflussfaktoren bestimmt. Das System kann mit einer der 39 Standarddruckeinheiten arbeiten.

Die Anlage umfasst ein **EMM** (Umweltüberwachungsmodul) mit Sensoren für Umgebungstemperatur, Luftfeuchte und Luftdruck. Mit diesen Sensoren werden die Luftdichte bestimmt und Korrekturen für Luftauftriebs-effekte durchgeführt. Ebenfalls wird die Temperatur des Kolbenzylindersystems und die Öl-Temperatur gemessen, sowie entsprechende Korrekturen vorgenommen.

Mit dem an eine RS-232-Schnittstelle angeschlossenen Luftdrucksensor kann das Gerät im Absolutdruckmodus betrieben werden, wodurch sich hochgenaue Absolutdruckmessungen oberhalb des Umgebungsdrucks realisieren lassen.



Am Display können kritischen Parameter individuell eingestellt werden:

- Der tatsächliche Druck
- Kolbengleichgewichtsstatus
- Kolbenstabilitätszone
- Drucksollwert
- Massensollwert
- Die berechnete tatsächlichen Masse
- Die verwendete Druckeinheit

Die variable Volumenposition und die Kolbenposition der Spindelpumpe werden grafisch auf dem Touchscreen dargestellt.

Über eine Display-Port-Schnittstelle kann ein zusätzlicher Bildschirm zur Spiegelung des Touchscreens verbunden werden.

Das Kolbenzylindersystem

Kn-Umrechnungsfaktor

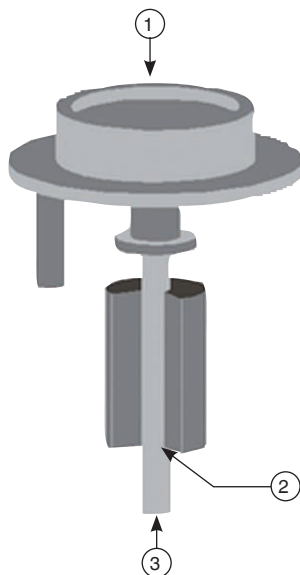
Was ist der Kn-Faktor?

Alle Kolbenzylindersysteme und die Massenaufgaben für die Kolbenmanometer Typ CPB9500 sind für einen nominalen Masse-Kraft-Umwandlungskoeffizienten Kn konzipiert. Die nominale Querschnittsfläche einer jeden Kolbenzylinderbaugröße ist so ausgelegt, dass unter Standardbedingungen der Kolben mit einer Massenaufgabe von 1 kg bei einem ganzzahligen Druckwert im Schwebезustand befindet.

Alle Massenwerte, einschließlich der Masse des Kolbens, sind so abgestimmt, dass sie entweder ganzzahligen Vielfachen oder Teilern von 1 Kilogramm entsprechen.

Der für einen Typ CPB9500 definierte Nenndruck wird als Kn, multipliziert mit der aufgelegten Masse in kg, berechnet. Kn-Korrekturen werden vorgenommen, um den definierten Druck innerhalb der Messunsicherheit für das verwendete Normal CPB9500 zu berechnen.

Die Verwendung von Kn und ganzzahligen Massen hat keine Auswirkung auf die herkömmliche Druckgleichung oder die Faktoren, die eine Druckmessung mit einem Kolbenmanometer beeinflussen. Der Kn bildet beim CPB9500 die Grundlage eines kohärenten Verhältnisses zwischen Masse, Querschnittsfläche und Druck. Die Berechnung der Massenaufgaben und der gemessenen Drücke ist so vereinfacht worden, dass es seltener zu Verwechslungen und Fehlern seitens der Anwender kommt.



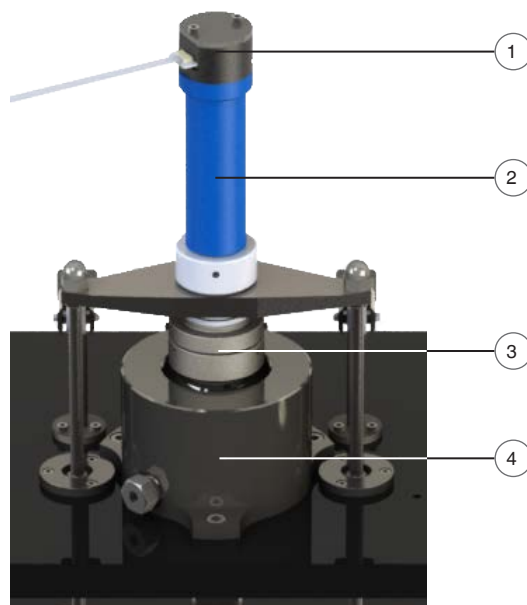
Grundprinzip der Kolbenzylindersysteme $p = F/A$

- ① Kraft F
- ② Querschnittsfläche A
- ③ Druck p

Der Kolbenzylinder, das „Herzstück des Systems“

Das Kolbenzylindersystem ist das Herzstück des Kolbenmanometers. Es besteht aus Wolframcarbid und ist zur Erzielung einer kritischen Geometrie von unter 0,1 µm gehont und geläpft. Das Kolbenzylindersystem ist in verschiedenen Größen erhältlich, womit der Bereich von 20 ... 5.000 bar [290...72.500 lb/in²] abgedeckt wird. Je nach Kolbendurchmesser werden sie in verschiedenen Montagegehäusen eingebaut.

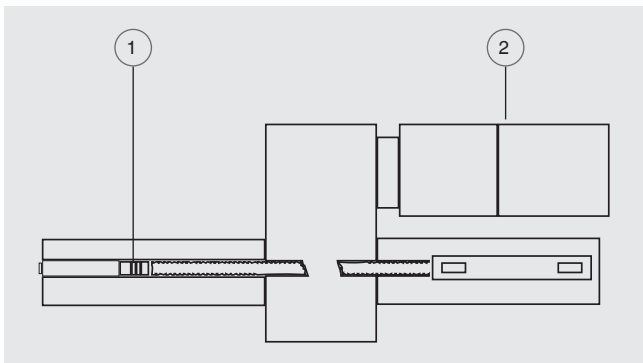
Die Kolbenzylindersysteme sind innerhalb desselben Montagesäulentyps leicht austauschbar. Der RTD-Temperaturfühler ist ebenfalls in der Montagesäule enthalten.



- ① Kolbenpositionssensor
- ② Kolbenzylindersystem-Drehmotor
- ③ Kolbenzylindersystem
- ④ Kolbenzylindersystem-Gehäuse

Druckerzeuger, hydraulisch

Der Druck wird über eine servogesteuerte Spindelpumpe erzeugt. Ein Kolben ① bewegt sich in einer Kammer um Flüssigkeit zu komprimieren. Dieser Kolben wird durch einen bürstenlosen Motor ② gesteuert und ist mit der Position des Messkolbenzylinders verbunden.



- ① Kolben
- ② Motor

Der Vordruck kann durch Beaufschlagung der Ölvorlage mit Antriebsluft oder durch Verwendung eines Vordruck-Racks mit Hydropneumatikpumpe und mehreren Ventilen erzeugt werden.

Mit der Vorfluteinheit lassen sich außerdem mehrere Kompletthübe der Spindelpumpe durchführen. Nach Beendigung des Hubs mit der Spindelpumpe wird der Testkreislauf abgesperrt und die Spindelpumpe wieder geladen. Diese Eigenschaft ist bei großem Testvolumen von Nutzen. Die Steuerung erfolgt vollständig über die elektronische Schnittstelle des Massenauflage-Racks.

Bei der Entwicklung dieses Druckerzeugers wurde auf gute Zugänglichkeit für den Anwender im Wartungsfall geachtet. Alle Baugruppen sind durch einfaches Öffnen einer Tür von vorne zugänglich.

Zusätzlich ist die Anlage mit einem Fernwartungsmodul ausgestattet, um eine schnelle Fehlerferndiagnose, eine Fehlerbehebung oder eine Systemwartung online durchzuführen.

Der Massensatz und Massenauflagemechanismus

Der Massensatz des CPB9500 mit hoher Auflösung ist weltweit einmalig. Er besteht aus austenitischem, nicht-magnetischem CrNi-Stahl AISI 316 und setzt sich aus mehreren Massen zusammen, die Vielfachen oder Teilern von 1 kg in binärer Progression entsprechen.

Die kleinste beträgt 0,1 g und die größte 16.384 g. Dank dieses einzigartigen Konzepts kann die Maschine jede Masse mit einem Wert zwischen 2 kg (Startpunkt der Maschine) und 100 kg in Schritten von 0,1 g auflegen. Hierdurch ergibt sich eine mechanische Auflösung von 1 ppm.

Jede Masse wird mit einem Einzelaktor auf dem Kolben aufgelegt oder wieder entnommen. Der gesamte Auflage- bzw. Entnahmeprozess eines Massenwerts erfolgt innerhalb von 10 Sekunden.

Jede Masse ist kalibriert und auf eine Toleranz von bis zu 10 ppm ihres Nennwerts eingestellt. Alle Werte werden im Schaltschrank zur Berechnung gespeichert. Die Hauptmassen werden mit einem pneumatischen Aktor verbundenen Armen aufgelegt oder wieder entnommen.



Automatisches Massenhandhabungssystem

Kleine Massen werden mit einem kleinen Aktor direkt aufgelegt oder wieder entnommen. Die Massen von 16 g bis 1.024 g bestehen aus 2 Massen mit halbem Gewicht (d. h. 32 g = 2 Massen zu jeweils 16 g), die sich gegenüber liegen, damit der Kolben gut zentriert ist und keine seitliche Störkraft ausgeübt wird.



Automatische Feinmassenhandhabung

Das Kilogramm

Die verwendete Einheit der Masse ist immer das Kilogramm, da das Kilogramm die SI-Einheit sowie der nationale und internationale Standard für die Masse ist, aus dem sich alle anderen Masseinheiten ableiten. Das Kilogramm hat auch den Vorteil, dass es auf dem Dezimalsystem beruht, was das Aufsummieren der Massen und die Datenreduzierung vereinfacht.

Massentabelle

Die folgende Tabelle zeigt die Anzahl der Massenstücke innerhalb eines Massensatzes mit ihren nominalen Massenwert.

Anzahl	Einzelgewicht in Gramm
5	16.384
1	8.192
1	4.096
1	2.048
2	512
2	256
2	128
2	64
2	32
2	16
3	8
1	4
1	2
1	1
1	0,8
1	0,2
1	0,1

Technische Daten

Basisinformationen			
Gerät			
Geräteausführung	Racksystem		
Gewicht	CPB9500 ohne Massensatz	620 kg [1.367,10 lb]	
	Massensatz	100 kg [220,50 lb]	
Druckanschluss	M16 x 1,5		
Digitaldisplay			
Displaybereich	15,6"-TFT-Farbdisplay mit kapazitivem Touchscreen		
Displayauflösung	Auflösung 1366 x 768 (16:9)		
Zeilenanzahl, Stellen	4 ... 6 Stellen, je nach Bereich und Einheit		
Menüsprache	<ul style="list-style-type: none"> ■ Deutsch ■ Englisch ■ Weitere auf Anfrage 		
Einheit	39 Standarddruckeinheiten		
Druckübertragungsmedium	Sebacate-Öl		
Schmiermittel	Sebacate-Öl		
Druckbereiche	<ul style="list-style-type: none"> ■ 20 ... 1.000 bar [290...14.500 lb/in²] ■ 40 ... 2.000 bar [580...29.000 lb/in²] ■ 100 ... 5.000 bar [1.450...72.500 lb/in²] 		
Pneumatische Versorgung			
Antriebsluftversorgung	8 ... 10 bar [116 ... 145 psi]		
Qualität der Luft	Aufbereitet, öl- und wasserfrei		
Werkstoff			
Kolbenzylindersystem	Wolframcarbid		
Massensatz	Austenitischer, nicht-magnetischer CrNi-Stahl AISI 316		
Massensatz			
Gewicht	100 kg in binärer Progression		
Massensatzauflösung	100 mg		

Genauigkeitsangaben/Wiederholbarkeit			
Druckübertragungsmedium	Sebacate-Öl		
Kolbenzylindersystem / Kn	P_{max}	Typische Empfindlichkeit des Messwerts ¹⁾ in 1,0E-6 x P (ppm)	Typische Messunsicherheiten ¹⁾ in ppm
1 MPa/kg bzw. 10 bar/kg	1.000 bar	10	30
2 MPa/kg bzw. 20 bar/kg	2.000 bar	10	30
5 MPa/kg bzw. 50 bar/kg	5.000 bar	15	50

1) Die angegebenen Unsicherheitswerte für den wirksamen Querschnitt und für die Massewerte entsprechen der erweiterten Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ ergibt. Sie wurde gemäß EA-4/02 M ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Werteintervall. Ein Anteil für die Langzeitstabilität ist nicht enthalten.

Ausgangssignal	
Kommunikation	
Schnittstelle	<ul style="list-style-type: none"> ■ RS-232 ■ Ethernet ■ USB-A ■ Display-Port
Kommunikationsprotokoll	<ul style="list-style-type: none"> ■ EtherCAT ■ IO-Link ■ Seriell
Befehlssätze	<ul style="list-style-type: none"> ■ SCPI ■ GPIB

Spannungsversorgung und Leistungsdaten	
Betriebsspannung	AC 240 V, 50/60 Hz ¹⁾
Leistungsaufnahme	AC 230 V / 16 A
Sicherung	16 A Schmelzsicherung träge
Anschluss	
Anzahl der Phasen	1/N/PE
Anschlussquerschnitt	<ul style="list-style-type: none"> ■ Min. 1,5 mm² ■ Max. 4 mm²
Anschlussart	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anschlussklemmen im Schaltschrank ■ Festanschluss ohne FI

1) Bei Ländern mit AC 110 V ist ein Netztrafo erforderlich.

Einsatzbedingungen	
Einsatzort	Labor
Betriebstemperatur	18 ... 28 °C [64 ... 82 °F]
Feuchte	15 ... 85 % relative Feuchte
Betauung	Keine Betauung
Feuchte (Lagerort)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 35 ... 85 % relative Feuchte für Gerätebasement und Massensatz ■ 35 ... 65 % relative Feuchte für Kolbenzylindersystem
Betauung (Lagerort)	Keine Betauung
Geräuschemission	LpA: < 70 dB(A)

Zulassungen

Im Lieferumfang enthaltene Zulassungen

Logo	Beschreibung	Land
CE	EU-Konformitätserklärung	Europäische Union
	Druckgeräterichtlinie	
	Niederspannungsrichtlinie	
	Maschinenrichtlinie	

Zertifikate/Zeugnisse

Beschreibung	
Kalibrierung	
Gesamtgerät CPB9500	3.1-Abnahmeprüfzeugnis nach DIN EN 10204 (Werkskalibrierung)
Massensatz	DAkS-Kalibrierzertifikat (Masse-Kalibrierung)
Feinmassensatz	DAkS-Kalibrierzertifikat (Masse-Kalibrierung)
Kolbenzylindersystem	COFRAC-Kalibrierzertifikat
Empfohlenes Kalibrierintervall	1 bis 5 Jahre (abhängig von den Nutzungsbedingungen)

→ Zulassungen und Zertifikate siehe Internetseite

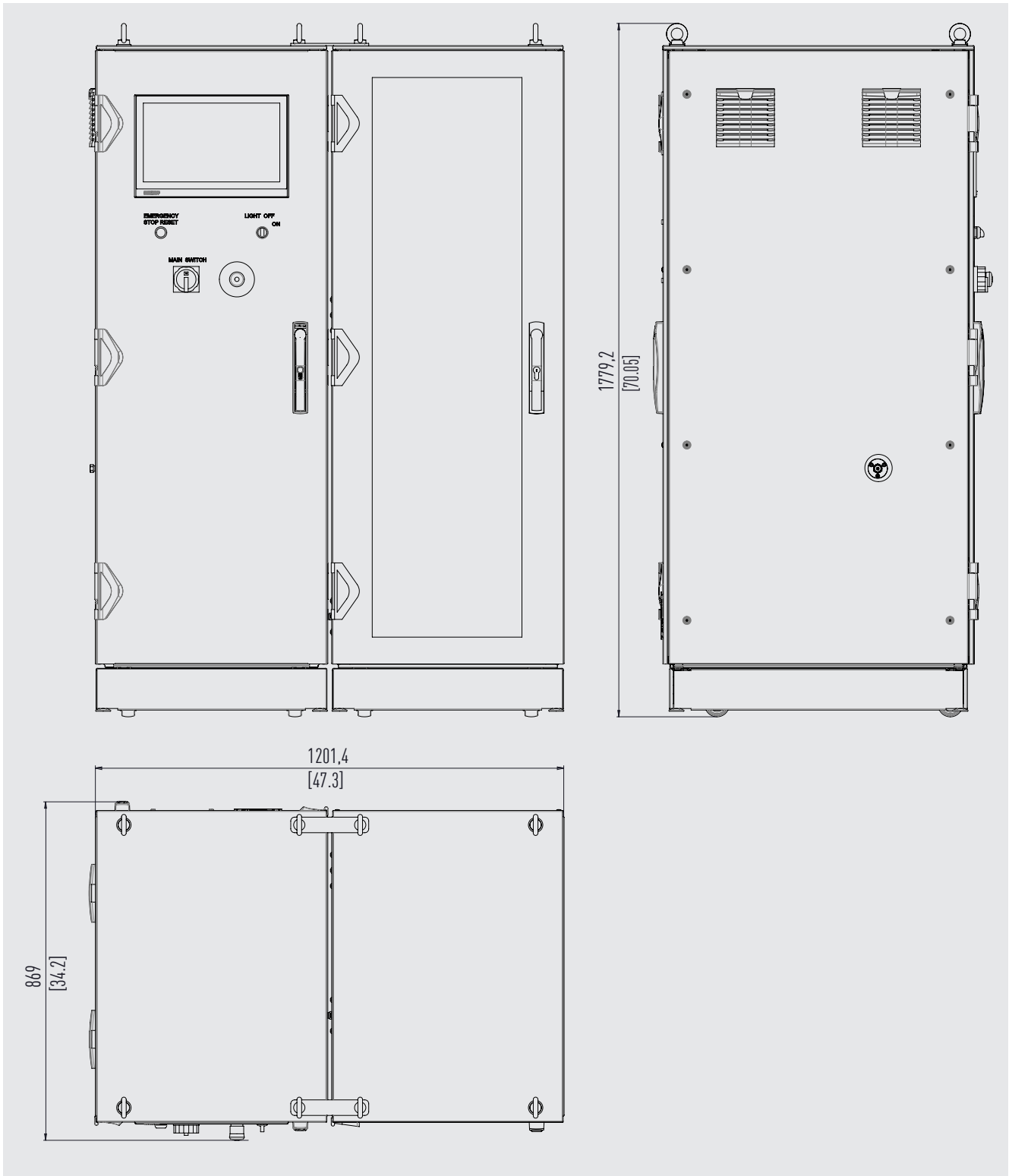
Transportmaße für Gesamtgerät

Das Gesamtgerät in Standardausführung und Standardlieferumfang besteht aus mehreren Packstücken. Einem Paket für den Gewichteschränk ohne Gewichte, einem Paket für den Pumpenschränk und einem Paket für den Massensatz und das Zubehör.

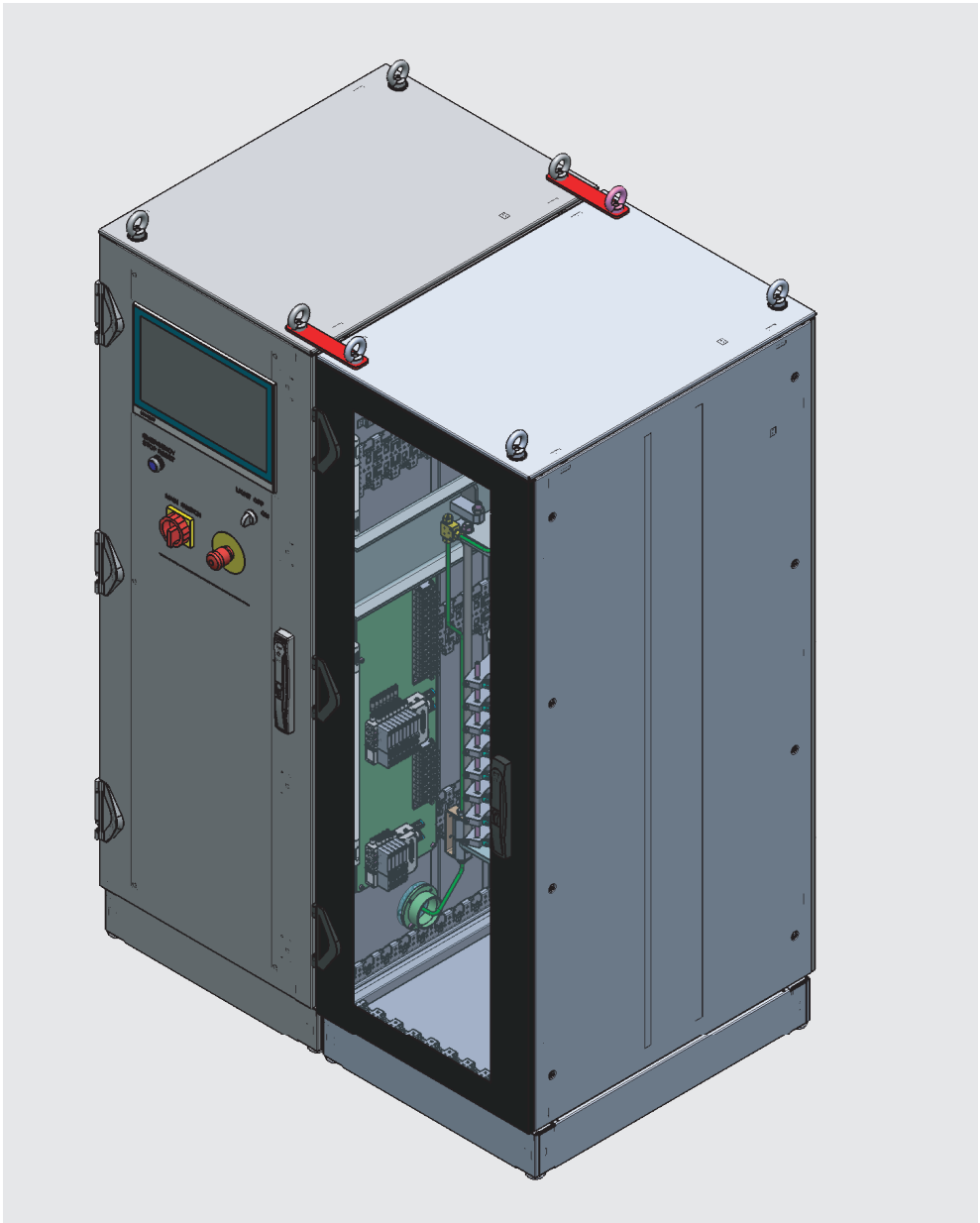
Die Gesamtabmessungen und das Gesamtgewicht ist abhängig vom Massensatz und Zubehör.

Paket mit	Abmessungen	Gewicht
Gewichteschränk ohne Gewichte	1.070 x 770 x 2.070 mm [42,13 x 30,32 x 81,5 in]	Ca. 500 kg [1.102,50 lb]
Pumpenschränk	1.070 x 1.070 x 2.070 mm [42,13 x 42,13 x 81,5 in]	Ca. 320 kg [705,60 lb]
Massensatz und Zubehör	Je nach Zubehör	Je nach Zubehör

Abmessungen in mm [in]



Isometrische Ansicht



Zubehör und Ersatzteile

Beschreibung	Bestellnummer
Hydraulikflüssigkeit Sebacate-Öl In Kunststoffflasche, Inhalt 0,5 Liter	14770504
Getriebeöl Typ Renolin EP150 In Kunststoffflasche, Inhalt 1 Liter	14771072
Kunststoffflasche 1 Liter ohne Inhalt	0510408

Lieferumfang

- Kolbenmanometer, automatische Ausführung, Typ CPB9500
- 100 kg Massensatz in einem 5er-Tragekoffer
- Kolbenzylindersystem
- Werkzeug für Kolbentausch
- Betriebsanleitung
- 3.1-Abnahmeprüfzeugnis nach DIN EN 10204 (Werkskalibrierung)

Kolbenzylindersystem ¹⁾

- Kolbenzylindersystem im eigenen Aufbewahrungskoffer
- COFRAC-Kalibrierzertifikat

Massensatz ¹⁾

- Massensatz in mehreren Aufbewahrungskoffern
- DAkkS-Kalibrierzertifikat für die Hauptgewichte
- DAkkS-Kalibrierzertifikat für den Feinmassensatz

1) Je nach Ausführung kann das Kolbenmanometer auch ohne Massensatz und Kolbenzylindersystem geliefert werden.

Bestellangaben

Typ / Kolbenzylindersystem / Massensatz / Zubehör und Ersatzteile / Zusätzliche Bestellangaben

© 09/2025 WIKA Alexander Wiegand SE & Co. KG, alle Rechte vorbehalten.
Die in diesem Dokument beschriebenen Geräte entsprechen in ihren technischen Daten dem derzeitigen Stand der Technik.
Änderungen und den Austausch von Werkstoffen behalten wir uns vor.

