

# Modell 2465

## Gaskolbenmanometer



## Technische Daten

### Leistungsmerkmale

- Mit Autofloat-Regler und manuell betätigte Systeme erhältlich
- Druckbereich: -1 bis 70 bar (g) (-14,5 bis 1.000 psig)  
14 mbar bis 70 bar (a) (0,2 bis 1.000 psia)
- Gesamtmessunsicherheit 0,0010% (10 ppm) vom Messwert
- Genauigkeit besser als 3 ppm
- Stabilität besser als 1,5 ppm über zwei Jahre
- Betriebsarten für Über- und Absolutdruck, Vakuum- (negativer Überdruck) und Niederdruck

Das Gaskolbenmanometer Modell 2465 wird seit über 40 Jahren erfolgreich in den Laboren für nationale Normen, in gewerblichen ebenso wie staatlichen Organisationen als primärer Druckstandard eingesetzt. Seit seiner ersten Einführung haben fortlaufende Verbesserungen die Leistung weiter erhöht und den Arbeitsaufwand für den Bediener verringert. Die Konfiguration mit Autofloat-Regler ist ein aktuelles Beispiel, wie der Bereich Sensing von Fluke Calibration seinem Anspruch gerecht wird, für Anwender auf dem Gebiet der Druckkalibrierung und Messtechnik einen benutzerfreundlichen, leistungsfähigen Primärstandard bereitzustellen. Mit dem Modell 2465 können Drücke bis 7 bar (100 psi) mit einer erweiterten Gesamtunsicherheit von 10 ppm und bis 70 bar (1.000 psi) mit 26 ppm erzeugt werden.

Das Modell 2465 ist je nach individuellen Anforderungen in einer Vielzahl von Konfigurationen erhältlich. Die drei Grundkomponenten des Modells 2465 sind das Basis-Messgerät, eine oder mehrere Kolben-/Zylinderbaugruppen und eine einzige Massenaufgabe. Zur Minimierung des Arbeitsaufwands und der erforderlichen

Qualifikationen des Bedieners kann das System zusätzlich mit dem Autofloat-Regler oder mit einem preiswerten Druckregelpaket ausgestattet werden. Letztendlich entscheiden Sie, welches Zubehör und welche Optionen benötigt werden.

### Basis-Messgerät

Bei der Entwicklung des Basis-Messgeräts wurde besonders auf Funktionalität, Wirtschaftlichkeit und platzsparende Anordnung geachtet. Um Fehler durch thermische Effekte und Magnetfelder auszuschließen, sind alle Elektronikkomponenten außerhalb des Basis-Messgeräts untergebracht. Der wärmeisolierte Motorantrieb ist mit dem Zylinder verbunden. Dies vermeidet Druckschwankungen und sorgt für maximale Produktivität. Eine robuste Acrylglocke ermöglicht sowohl Absolutdruck- als auch Vakuumbetrieb. Zur Vereinfachung der Installation und für niedrige Referenzdrücke wird ein KF16-Anschluss bereitgestellt.

### Kolben-/Zylinderbaugruppen

Die Kolben- und Zylinderbaugruppen sind aus bewährten Werkstoffen gefertigt, die über Jahrzehnte ihre herausragende Festigkeit, Haltbarkeit, geringe Verzerrung, niedrigen

Temperaturkoeffizienten und praktisch nicht nachweisbare Hysterese unter Beweis gestellt und sich durch eine unerreichte Langzeitstabilität ausgezeichnet haben. Für alle Kolben und Zylinder wird Wolframkarbid verwendet, außer dort, wo der geforderte exakte Niederdruck durch den Einsatz von hochwertigem Edelstahl erfüllt wird (Kolben für den unteren Bereich). Die geringere Dichte von Stahl erleichtert die Erzeugung von niedrigen Drücken bis 14 mbar (0,2 psi).

Um Drücke über den gesamten Bereich des Systems zu erzeugen, sind nun vier Kolben/Zylinder-Kombinationen erhältlich. Die maximale Sinkrate für jeden Kolben/Zylinder beträgt 0,38 cm/Minute (0,15 Zoll/Minute). Für ggf. geforderte niedrigere Sinkraten eignet sich das Gaskolbenmanometer Modell 2468.

## Massenaufgabe

Jede Masse wird auf einen Nennwert bearbeitet und zur Gewährleistung von Langzeitstabilität und Unempfindlichkeit gegenüber Magnetfeldern aus nichtmagnetischen Werkstoffen hergestellt. Die gesamte Massenaufgabe wiegt insgesamt nur 6 kg, eine einzelne Scheibe nur 1 kg und ist somit einfach zu handhaben. Zum Lieferumfang gehört auch eine Abgleich-Massenaufgabe in Laborqualität, um jeden Druckanstieg innerhalb des Bereichs und mit der geforderten Auflösung der Kolben/Zylinderbaugruppe einstellen zu können.

## Autofloat-Regler

Mit dem Autofloat-Regler kann der Arbeitsaufwand für den Bediener reduziert und gleichzeitig die mit dem Modell 2465 mögliche, unübertroffene Leistung erreicht werden. Der Bediener legt die Masse einfach entsprechend den Anweisungen der Software auf und wählt anschließend das Autofloat-Symbol in der Menüleiste. Der Autofloat-Regler erzeugt automatisch den für die Festlegung der korrekten Kolbenposition des Kolbens gewünschten Druck. Eine dreifarbige Statusleiste unten in der Bildschirmansicht der Software zeigt an, wann der Kolben innerhalb zulässiger Grenzwerte befindet und ein Messwert vom Prüfling eingegeben werden kann.

Nachdem der Druck festgelegt ist, überwacht der Autofloat-Regler die Geschwindigkeit der Kolbendrehung und schaltet automatisch nach Bedarf den Motor des Modells 2465 zu. Da der Motor den Zylinder dreht, können Messwerte sogar bei laufendem Motor ermittelt und zeitraubende Verzögerungen vermieden werden.

Der Autofloat-Regler überwacht außerdem Kolbentemperatur, Kolbenposition, Referenzvakuum in der Glocke und die Sinkrate sowie Umgebungstemperatur, -druck und -feuchtigkeit, um bei Verwendung mit dem optionalen LEM die Luftdichte zu bestimmen. Diese Daten werden an die Software übertragen, die alle von den Umgebungsbedingungen abhängigen Korrekturen vornimmt und den erzeugten Druck in Echtzeit aktualisiert. Bei Bedarf aktiviert der Autofloat-Regler außerdem die Vakuumpumpe.

Für die Bereitstellung von Zusatzfunktionen ist der Autofloat-Regler mit einem barometrischen Referenzsensor ausgestattet, damit das System in Betriebsarten mit Absolutdruck, Vakuum (negativer Überdruck) und Niederdruck arbeiten kann.

Der Autofloat-Regler kommuniziert über eine RS-232C-Schnittstelle mit der leistungsfähigen Kalibriermanagement-Software WinPrompt®. Der Benutzer kann Prozedurdateien definieren, die aus einer Tabelle der zur Kalibrierung eines bestimmten Gerätes erforderlichen Drücke bestehen. Jedes Mal, wenn das Gerät kalibriert werden muss, öffnet der Bediener die Prozedurdatei, erzeugt die einzelnen Drucksollwerte, gibt den Messwert vom Gerät ein und speichert danach die Ergebnisse als Kalibrierdatei. Kalibrierberichte können aus WinPrompt gedruckt werden.

Für eine benutzerdefinierte Anpassung unterstützt WinPrompt die DDE-Funktion (Dynamic Data Exchange) von Windows, so dass alle Daten zur automatischen Berichterstellung und Analyse problemlos in Textverarbeitungs- und Tabellenkalkulationsprogramme übertragen werden können.

## Manuelle Druckregelung

Für den manuellen Betrieb kann das Modell 2465 statt mit Autofloat-Regler auch mit einem Druckregelpaket für manuelle Betätigung geliefert werden, um Systemdruck und Kolbenposition des Kolbens manuell zu regulieren und zu steuern. Der optionale Kolbenmanometer-Monitor Modell 2456 und die Software WinPrompt erweitern den Funktionsumfang des manuellen Systems (weitere Informationen und technische Daten sind dem gesonderten Datenblatt für das Modell 2456 zu entnehmen).

### Betriebsarten

Das Modell 2465 kann im Überdruck-, Absolutdruck- und Unterdruckbetrieb (Vakuum) arbeiten.

**Überdruckbetrieb:** Der Druck wird einfach durch Auflegen der geeigneten Masse auf die Oberseite des Kolbens erreicht.

**Absolutdruckbetrieb:** Eine Vakuumpumpe kann über Standard-Vakuumschlüsse (KF16) mit dem Referenzdruck-Anschluss verbunden werden. Die geeignete Masse wird aufgelegt und die Glocke auf dem Basis-Messgerät platziert. Die Vakuumpumpe evakuiert die Glocke, und der Restdruck wird entweder automatisch mit dem Autofloat-Regler (oder in der manuellen Konfiguration mit dem Manometer mit Druckkompensation Modell 2456) gemessen.

**Vakuumbetrieb:** Hierbei wird ein Druck unter Atmosphärendruck mit dem Modell 2465 und dem Autofloat-Regler unter Verwendung des internen, hochpräzisen barometrischen Referenzsensors erzeugt. Das System subtrahiert den erzeugten Druck vom barometrischen Referenzsensor und zeigt das Ergebnis an: ein Vakuum (negativer Überdruck).

**Niederdruckbetrieb:** Ermöglicht den Betrieb im Niederdruckbereich bis 0 psig. Dies wird erreicht, indem ein Absolutdruck auf oder über Atmosphärendruck unter Verwendung des barometrischen Referenzsensors in der Autofloat-Konfiguration erzeugt wird.

### Zubehör

**Kolbenmanometer-Monitor Modell 2456 und Software WinPrompt:** Für Benutzer, die keine Autofloat-Regelung benötigen, aber dennoch Automatisierungsfunktionen in Verbindung mit dem Modell 2465 nutzen möchten. Das Modell 2456 überwacht kontinuierlich Kolbentemperatur, Kolbenposition und Sinkrate, optional auch noch Luftdichte und Referenzvakuum. Die Software WinPrompt berechnet die Werte für das Verhältnis Masse/Druck und Druck/Masse, liest automatisch die Parameter des Kolbenmanometers und zeigt sie in Echtzeit an.

**Leitungs- und Anschluss-Kits:** Die verfügbaren Leitungs- und Anschluss-Kits stellen sicher, dass Sie alle benötigten Komponenten zur Hand haben, um mit der Installation des Systems und den Kalibrierungen beginnen zu können.

**Vakuumpumpen:** Für Anwendungen, in denen Kalibrierungen im Absolutdruck- oder Unterdruckbetrieb durchgeführt werden müssen, werden zwei Vakuumpumpen benötigt. Jede Pumpe sollte eine Nennleistung von mindestens 85 Litern pro Minute haben und ein Endvakuum von 2E-03 mbar (1,5E-03 Torr) erreichen. In der Autofloat-Konfiguration muss jede Pumpe mit einem Ventil zum automatischen Belüften ausgerüstet sein, damit die Vakuumleitung nach dem Ausschalten der Pumpe auf Atmosphärendruck belüftet wird. Fluke Calibration bietet hochwertige Vakuumpumpen an, die diese Anforderungen erfüllen. Von Fluke Calibration gelieferte Pumpen verfügen außerdem über einen Rückstromfilter zur Vermeidung einer Kontamination des Modells 2465 und des Prüflings sowie über einen Schalldämpfer für einen leisen Betrieb.

## Technische Daten

Allgemeine Daten	
Druckbereich	Überdruckbetrieb: 14 mbar bis 70 bar (0,2 psig bis 1.000 psig) Absolutdruckbetrieb: 14 mbara bis 70 bara (0,2 psig bis 1.000 psia) Unterdruckbetrieb: -1.000 bis 0 mbar (-14,5 psig bis 0 psig) <sup>a</sup>
Temperatur	Betrieb: -15 °C bis 29 °C (7 °F bis 92 °F) Lagerung: -20 °C bis 70 °C (-4 °F bis 158 °F)
Spannungsversorgung	115/230 V AC, 50/60 Hz, 15 W
Luftfeuchtigkeit	Luftfeuchtigkeit (Betrieb): 20 % bis 75 % rF, ohne Kondensation Luftfeuchtigkeit (Lagerung): 0 % bis 90 % rF, ohne Kondensation
Druckmedium	Hochreiner Stickstoff oder trockene Reinfluft mit weniger als 0,5 ppm Kohlenwasserstoff- und weniger als 5 ppm H <sub>2</sub> O-Gehalt, Taupunkt kleiner oder gleich -50 °C (-58 °F) und Partikelgröße kleiner als 50 Mikron. Verwendung von Gas in geringerer Qualität ist möglich, erfordert aber eine häufigere Reinigung von Kolben/Zylinder.
Kolben-/Zylinderbaueinheit	
Unterer Bereich	Nennfläche: 3,4 cm <sup>2</sup> (0,52 in <sup>2</sup> ) Druckbereich: 14 mbar bis 1,7 bar (0,2 psi bis 25 psi) Autofloat-Mindestdruck: 70 mbar (1 psi) Gesamtmessunsicherheit: 0,001 % v.M. oder 0,00001 psi (Druckschwellenwert 1 psi) <sup>c</sup> Werkstoffe: Kolben aus Edelstahl 440C, Zylinder aus Wolframkarbid mit Zementbindemittel Temperaturkoeffizient: 1,5E-05/°C
Unterer mittlerer Bereich	Nennfläche: 0,84 cm <sup>2</sup> (0,13 in <sup>2</sup> ) Druckbereich: 117 mbar bis 7 bar (1,7 psi bis 100 psi) Autofloat-Mindestdruck: 350 mbar (5 psi) Gesamtmessunsicherheit: 0,001 % v.M. oder 0,00004 psi (Druckschwellenwert 4 psi) <sup>c</sup> Werkstoffe: Kolben und Zylinder aus Wolframkarbid mit Zementbindemittel Temperaturkoeffizient: 9,1E-06/°C
Oberer mittlerer Bereich	Nennfläche: 0,168 cm <sup>2</sup> (0,026 in <sup>2</sup> ) Druckbereich: 0,14 bar bis 35 bar (2 psi bis 500 psi) Autofloat-Mindestdruck: 1,4 bar (20 psi) Gesamtmessunsicherheit: 0,0026 % v.M. oder 0,0004 psi (Druckschwellenwert 16 psi) <sup>c</sup> Werkstoffe: Kolben und Zylinder aus Wolframkarbid mit Zementbindemittel Temperaturkoeffizient: 9,1E-06/°C
Hoher Bereich	Nennfläche: 0,084 cm <sup>2</sup> (0,013 in <sup>2</sup> ) Druckbereich: 0,14 bar bis 70 bar (2 psi bis 1.000 psi) Autofloat-Mindestdruck: 2,4 bar (35 psi) Gesamtmessunsicherheit: 0,0026 % v.M. oder 0,0004 psi (Druckschwellenwert 16 psi) <sup>c</sup> Werkstoffe: Kolben und Zylinder aus Wolframkarbid mit Zementbindemittel Temperaturkoeffizient: 9,1E-06/°C
Autofloat-System	
Autofloat-Regler	Regler mit positiver Abschaltung erzeugt Druck automatisch und hält Kolbenposition des Kolbens auf gewünschtem Druck. Software WinPrompt im Lieferumfang enthalten.
Autofloat-Bereich	Kolben/Zylinder für unteren Bereich: 70 mbar bis 1,7 bar (1 psi bis 25 psi) Kolben/Zylinder für unteren mittleren Bereich: 350 mbar bis 7 bar (5 psi bis 100 psi) Kolben/Zylinder für oberen mittleren Bereich: 1,4 bar bis 35 bar (20 psi bis 500 psi) Kolben/Zylinder für hohen Bereich: 2,4 bar bis 70 bar (35 psi bis 1000 psi)
Kolbenposition	Induktiver Sensor Auflösung Kolbenposition: 0,002 cm (0,001 in) Auflösung Sinkrate: 0,001 cm/min (0,001 in/min)
Kolben-temperatur <sup>d</sup>	4-Leiter: 100 Ω PRT Fehlergrenze: ± 0,1 °C (± 32,18 °F) Auflösung: 0,01 °C (32,018 °F)
Laboratory Environment Monitor (LEM) <sup>d</sup>	<b>Sensorarten</b> Temperatur: Dünnfilm-Platin-RTD, 1000 Ω Feuchtigkeit: kapazitiver IC-Feuchtigkeitssensor Luftdruck: piezoresistiver, monolithischer Silizium-Druckwandler <b>Fehlergrenze</b> Temperatur: ± 2 °C (± 32,216 °F) Feuchtigkeit: ± 15 % Druck: ± 5 mmHg
Vakuummodul	Temperatur-Sensor Fehlergrenze: 10 % vom Messwert oder 10 mTorr Auflösung: 1 mTorr
Barometrischer Referenzsensor	Fehlergrenze: Besser als 0,14 mbar (± 0,002 psi) pro Jahr Fehlergrenze im Niederdruckbetrieb: ± 0,03 mbar (0,0004 psi) Auflösung: 0,01 mbar (0,00015 psi)

<sup>a</sup> Erreichter Vakuumdruck abhängig vom örtlichen Luftdruck

<sup>b</sup> Angabe der Werte mit Zuverlässigkeitslevel von 95 % (2)

<sup>c</sup> Der jeweils größere Wert

<sup>d</sup> Gilt auch für Modell 2465 bei Ausrüstung mit Kolbenmanometer-Monitor Modell 2456. Weitere Informationen in der Literatur zu Modell 2456.

Leistung	
Genauigkeit (Unsicherheit Typ A)	Besser als 3 ppm <sup>b</sup>
Langzeitstabilität	Besser als 1,5 ppm über zwei Jahre <sup>b</sup>
Auflösung	1 ppm oder 1 mg
Massenaufgabe	
Gesamtmasse	6 kg (13,2 lb)
Maximale Scheibenmasse	1 kg (2,2 lb)
Abgleich-Masseauflagen im Lieferumfang enthalten	
PC-Schnittstelle	
Anforderungen	Pentium-Prozessor, RS-232C-Schnittstelle, Bildschirm, Maus oder anderes Zeigergerät, Tastatur; Programm benötigt 2 MB freien Festplattenspeicher; Windows 95 oder höher

### Fluke Calibration. Präzision, Leistung, Vertrauen

**Fluke Calibration**  
PO Box 9090, Everett, WA 98206 U.S.A.

**Fluke Europe B.V.**  
PO Box 1186, 5602 BD  
Eindhoven, Niederlande

**Weitere Informationen erhalten Sie telefonisch:**  
USA: (800) 443-5853 oder  
Fax: (425) 446-5116  
In Europa/Nahost/Afrika: +31 (0) 40 2675 200 oder  
Fax: +31 (0) 40 2675 222  
In Kanada (800)-36-FLUKE oder  
Fax: (905) 890-6866.  
Andere Länder: +1 (425) 446-5500 oder  
Fax: +1 (425) 446-5116  
Internet-Adresse: <http://www.fluke.com>

©2010 Fluke Calibration.  
Änderungen der technischen Daten vorbehalten.  
Gedruckt in den USA. 8/2010 11740-ger

Dieses Dokument darf nicht ohne die schriftliche Genehmigung von Fluke Calibration geändert werden.