

# Modell 2468

## Ruska Pitot-Primärnormal

## Technische Daten



### Leistungsmerkmale

- Automatisiertes Primärnormal zur Kalibrierung statischer Pitot-Prüfsysteme
- Druckbereich: 13,54 bis 3488 mbar (0,4 bis 103 inHg), optionaler Bereich von 115,14 bis 13546 mbar (3,4 bis 400 inHg)
- Genauigkeit bis  $\pm 152,4$  mm ( $\pm 0,5$  ft), 0,0015 m/s (0,003 Knoten)
- Ideal zum Kalibrieren von RVSM-konformen Prüfsystemen
- Absolut- und Messwertkalibrierungen für die Bereiche Ps, Pt und Qc
- Kalibrierungen sind in einer Vielzahl von Einheiten einschließlich Fuß, Meter, Knoten, inHg, mbar und vielen weiteren Einheiten möglich.

Das statische Pitot-Primärnormal Modell 2468 wurde speziell zur Kalibrierung der neuesten leistungsstarken Fluglinien- und Luftdaten-Prüfsysteme entwickelt. Durch den neuen Autofloat-Regler muß der Bediener nur noch die Massen, gemäß Aufforderung durch die WinPrompt®-Software auflegen. Die WinPrompt-Software berücksichtigt sämtliche Korrekturfaktoren in Echtzeit. Dies ermöglicht eine bestmögliche Leistung des Gaskolbenmanometers. Der Einsatz eines Gaskolbenmanometers ist für die Kalibrierung der heutigen RVSM-konformen Prüfsysteme erforderlich. Das Modell 2468 ist eine Weiterentwicklung des beliebten Gaskolbenmanometers Modell 2465. Das Modell 2465 ist bereits mehr als 40 Jahre in Laboren für nationale Normung und in der kommerziellen Industrie- sowie Regierungsorganisationen als primäres Drucknormal im Einsatz. Durch den Einsatz von bewährten Werkstoffen, handwerklichem Können und zahlreichen Vergleichsprüfungen mit Laboren für nationale Normung, sowie die Kombination mit der

neuesten Technologie wurde das Primärnormal Modell 2468 entwickelt. Mit diesem Hintergrund entscheiden sich Anwender weltweit für das Pitot-Primärnormal Modell 2468, wenn es um die Kalibrierung von Luftdaten-Prüfsystemen geht.

### Automatisierung des Normal

Der Autofloat-Regler kommuniziert über eine RS-232C-Schnittstelle mit der WinPrompt-Software, einer leistungsstarken, Windows-basierten Kalibriermanagementsoftware. WinPrompt automatisiert alle erforderlichen Funktionen, die für eine einfache und präzise Kalibrierung erforderlich sind. Da es sich um eine Windows-basierte Anwendung handelt, kann sie über die Funktion Dynamic Data Exchange (DDE) mit anderen Windows-Anwendungen kommunizieren, zum Beispiel einem Textverarbeitungsprogramm. Auf diese Weise ermöglicht es die Erstellung individueller Kalibrierungsberichte. Es besteht auch die Möglichkeit, Daten in eine Tabellenanwendung zur Durchführung einer graphischen oder numerischen Analyse zu übertragen.

Der Prozess beginnt mit der Erstellung einer Verfahrensdatei. Diese enthält Informationen zum Ablauf der Erfassung von Höhen oder Luftgeschwindigkeiten in Abhängigkeit vom jeweiligen statischen Pitot-Prüfsystem. Auch wenn diese Instrumente üblicherweise die Höhe in Fuß und die Luftgeschwindigkeit in Knoten anzeigen, müssen sie in der Regel in linearen Druckeinheiten wie inHg oder mbar kalibriert werden. WinPrompt ermöglicht die Einrichtung der Verfahrensdatei in Einheiten der Luftfahrt wie Fuß, Meter, Knoten oder Druckeinheiten wie inHg, mbar, kPa und vielen anderen. Nach der Erstellung und Speicherung der Verfahrensdatei kann sie nach Belieben zur Kalibrierung des jeweiligen Prüfsystems aufgerufen werden, dies minimiert die Einrichtungszeit.

Zu jedem zu erstellenden Messpunkt liefert WinPrompt dem Bediener eine Liste mit Massen (in jede Masse ist eine einmalige, laufende Nummer eingraviert), mit denen der Kolben von oben belastet werden muß. Der Bediener kann mitgelieferte spezifische Massen zur Erzielung präziser Werte verwenden oder den Nennwert nur unter Verwendung des Massen-Hauptsatzes übernehmen.

Nach Auswahl des ersten Messpunkts ruft der Bediener die Autofloat-Funktion durch Klicken auf das entsprechende Symbol in der Menüleiste auf. Die Software fordert den Benutzer anschließend auf sicherzustellen, dass die erforderlichen Massen aufgelegt wurden. Nach der Bestätigung durch den Benutzer erzeugt der Autofloat-Regler den gewünschten Druck, bis der Kolben „schwebt“. Sobald der Druck eingeregelt ist, überwacht der Autofloat-Regler alle Systemparameter und aktualisiert die Anzeige des Momentandrucks in Echtzeit. Wenn eine stabile Schwebestellung erreicht ist, ändert sich der Statusbalken im unteren Bereich des Bildschirms von rot in grün und zeigt damit an, dass der Messwert des Prüflings erfasst bzw. die Einstellung des Prüflings vorgenommen werden kann. Der Messwert des Prüflings kann zusammen mit Kommentaren in ein separates Textfeld eingegeben werden. WinPrompt zeichnet diese Informationen auf, zusammen mit dem Momentanwert des vom Modell 2468 erzeugten Drucks. Der Bediener arbeitet dann nacheinander alle übrigen Schritte ab, bis sämtliche Druckpunkte der Verfahrensdatei erzeugt worden sind.

Nach Abschluss der Kalibrierung kann die Kalibrierungsdatei unter einem einmaligen Dateinamen gespeichert werden. Außerdem

besteht die Möglichkeit, einen Kalibrierbericht auszudrucken. Da WinPrompt die Funktion Dynamic Data Exchange (DDE) von Windows unterstützt, können sämtliche Informationen in ein Tabellenkalkulationsprogramm exportiert werden. Dies ermöglicht es, mathematische und graphische Funktionen auszuführen und/oder die Informationen in ein Textverarbeitungsprogramm weiterzugeben, um individuelle Kalibrierberichte zu erstellen.

### Kolben-/Zylindereinheit

Zur Kalibrierung der meisten statischen Pitot-Prüfsysteme ist lediglich die mitgelieferte Standard-Kolben-/Zylindereinheit erforderlich. Die Standard-Kolben-/Zylindereinheit erzeugt im Autofloat-Modus Drücke von 47,40 bis 3488 mbar (1,4 bis 103 inHg) und sowie Drücke von 13,54 bis 3488 mbar (0,4 bis 103 inHg) bei Verwendung einer manuellen Vorrichtung zum Einstellen des Drucks. Damit ist ein effektiver Höhenmessbereich von -610 bis 19812 Meter (-2000 bis 65000 Fuß) im Autofloat-Modus bzw. -610 bis 27432 Meter (-2000 bis 90000 Fuß) bei Verwendung einer manuellen Vorrichtung zum Einstellen des Drucks abgedeckt. Außerdem ist das Gerät für Luftgeschwindigkeiten von über 1000 Knoten ausgelegt. Zur Erzeugung von Drücken von 115,14 bis 13546 mbar (3,4 bis 400 inHg) ist eine optionale Kolben-/Zylindereinheit erhältlich. Mit deren Hilfe ist die Kalibrierung anderer druckabhängiger Geräte wie z. B. Druckwandler möglich.

Sowohl die Standard- als auch die optionale Kolben-/Zylindereinheit sind aus bewährten Werkstoffen gefertigt. Die überlegene Festigkeit, Haltbarkeit, Verwindungssteifigkeit, geringe thermische Koeffizienten und praktisch nicht messbare Hysterese wurden in den vergangenen Jahrzehnten klar unter Beweis gestellt. Ihre Langzeitstabilität ist einzigartig. Sämtliche Kolben-/Zylindereinheiten lassen sich im Handumdrehen ohne Spezialwerkzeug auf die Drucksäule auflegen. Der Austausch der Kolben-/Zylindereinheit lässt sich in weniger als einer Minute vornehmen.

### Massensatz

Das Modell 2468 ist mit einem Einzelmassensatz ausgestattet, der mit der Standard- oder der optionalen Kolben-/Zylindereinheit verwendet werden kann. In jede

Das Modell 2468 wird zur Kalibrierung von ADTS-Systemen verwendet.



Masse sind eine einmalige, laufende Nummer sowie eine normale Seriennummer eingraviert. Der mitgelieferte Hartschalenkoffer ermöglicht die Aufbewahrung des Massensatzes und eines oder beider Kolben-/Zylindereinheiten. Jede Masse hat einen festen Nennwert und ist aus nichtmagnetischen Werkstoffen gefertigt. Alle Massen weisen daher eine hohe Langzeitstabilität auf und sind unempfindlich gegenüber magnetischen Feldern. Um eine leichte Handhabung zu gewährleisten, wiegt der gesamte Massensatz lediglich 12 Kilogramm (26,40 lb), wobei das Gewicht der schwersten Scheibe 1 Kilogramm (2,2 lb) beträgt. Mithilfe eines mitgelieferten spezifischen Massensatzes in Laborqualität lassen sich beliebige Drucksteigerungen innerhalb des Bereichs und der Auflösung der Kolben-/Zylindereinheit realisieren.

### **Basis**

Bei der Entwicklung der Basis standen Funktionalität, Wirtschaftlichkeit und geringer Platzbedarf im Vordergrund. Sämtliche elektronischen Komponenten befinden sich außerhalb der Basis, um Fehler aufgrund von thermischen Effekten und magnetischen Feldern auszuschließen. Der thermisch isolierte Motorantrieb ist mit dem Zylinder verbunden – dadurch werden Druckschwankungen vermieden und eine maximale Produktivität erreicht. Eine mitgelieferte Acrylglasglocke ermöglicht den Betrieb im Absolutdruckmodus zur Kalibrierung der Höhe sowie anderer Geräte zum Abgleich mit Absolutdruckreferenzen. Im Lieferumfang ist ein KF16-Anschlussstück enthalten, um die Installation zu vereinfachen und geringe Referenzdrücke zu ermöglichen.

### **Vakuumpumpen**

Um im gesamten Höhen- und Luftgeschwindigkeitsbereich arbeiten zu können, sind zwei Vakuumpumpen erforderlich. Eine Pumpe wird mithilfe eines KF16-Anschlussstücks mit dem Referenzanschluss des Modells 2468 verbunden. Auf diese Weise kann das Vakuum im Inneren der Glasglocke erzeugt werden, das für Höhenkalibrierungen erforderlich ist (Absolutdruckmodus). Eine zweite Vakuumpumpe wird an den Autofloat-Regler angeschlossen, der die automatische Einregelung von Absolutdrücken bis hinunter zu 47,40 mbar (1,4 inHg) ermöglicht. Zur Erzeugung von Überdrücken muss der Autofloat-Regler durch eine geregelte Gasversorgung mit sauberer, trockener Luft oder Stickstoff beaufschlagt werden. Ruska bietet Vakuumpumpen mit Auslegung für entsprechende

Vakuen an. Im Lieferumfang sind auch ein automatisches Entlüftungsventil und ein Filter für zurückströmendes Fluid zum Schutz vor Verunreinigung sowie ein Schalldämpfer für leisen Betrieb enthalten.

### **Anschluss von Leitungen und Anschlüsse**

Ruska bietet einen optionalen Satz Leitungen und Anschlussstücke an. Sämtliche für den Anschluss von Druck- und Vakuumversorgungen erforderlichen Leitungen einschließlich der entsprechenden Kabel und Adapter sind enthalten.

### **Luftdruckreferenz**

Das mit dem Autofloat-Regler ausgestattete Modell 2468 verfügt über einen Luftdruck-Referenzsensor, der den Betrieb des Systems im Absolutdruckmodus sowie in einem simulierten Absolutdruckmodus ermöglicht. Bei der Simulation ist das Erzeugen eines Glasglockenvakuums (Referenzvakuums) nicht erforderlich.

### **Computer**

Für die Nutzung des Autofloat-Systems ist ein gewöhnlicher Desktop-Computer oder ein Notebook erforderlich. Die Mindestanforderung ist ein Pentium-Prozessor, eine RS-232-Schnittstelle und ein Windows-95/98-Betriebssystem. Der Computer kann kundenseitig bereitgestellt werden. Alternativ bietet Ruska ein Notebook mit vorinstalliertem Windows 95 (oder höher) sowie vorinstallierter WinPrompt-Software an.

### **Manuelle Konfiguration**

Ruska bietet zudem ein manuell bedienbares Druckregelsystem zur Einstellung von Druck und Schwebestellung an. Diese Konfiguration kann ebenfalls zusammen mit der WinPrompt-Software und dem Manometer mit Druckkompensation, Modell 2456, verwendet werden. Das Modell 2456 überwacht permanent Temperatur, Schwebestellung und Senkgeschwindigkeit des Kolbens sowie optional Luftdichte und Referenzvakuum. WinPrompt berechnet die Masse-Druck- und Druck-Masse-Werte. Beim Modell 2456 liest die Software die Parameter des Kolbenmanometers automatisch und in Echtzeit aus. Zum Manometer mit Druckkompensation, Modell 2456, ist eine separate Broschüre erhältlich.

# Spezifikationen

Allgemeines				
Energieversorgung	115/230 VAC, 50/60 Hz, 15 W			
Temperatur	Betriebstemperatur: 15 °C bis 28 °C (59 °F bis 82 °F) Temperatur bei Lagerung: -20 °C bis 70 °C (-4 °F bis 158 °F)			
Luftfeuchtigkeit	Luftfeuchtigkeit (Betrieb): 20 % bis 75 % rF, nicht kondensierend Luftfeuchtigkeit (Lagerung): 0 % bis 90 % rF, nicht kondensierend			
Druckmedium	Hochreiner Stickstoff oder trockene, saubere Luft mit einem Anteil an Kohlenwasserstoff von weniger als 0,5 ppm und einem Anteil an H <sub>2</sub> O von weniger als 5 ppm, einem Taupunkt unterhalb von oder gleich -50 °C (58 °F) sowie einer Partikelgröße von weniger als 50 Mikrometern. Bei Verwendung von Gasen geringerer Qualität müssen die Kolben-/Zylindereinheiten häufiger gereinigt werden.			
Druckbereich				
Autofloat-Modus Standard-Kolben-/Zylindereinheiten	Höhe: -610 m bis 19812 m (-2000 ft bis 65000 ft) Luftgeschwindigkeit: 175 Knoten bis 1000 Knoten Druck: 47 mbar bis 3500 mbar (1,4 inHg bis 103 inHg) Relativ- oder Absolutdruck			
Manueller Modus Standard-Kolben-/Zylinder	Höhe: -610 m bis 28956 m (-2000 ft bis 95000 ft) Luftgeschwindigkeit: 100 Knoten bis 1000 Knoten Druck: 13,5 mbar bis 3500 mbar (0,4 inHg bis 103 inHg) Relativ- oder Absolutdruck			
	Optionaler Kolben-/Zylinderdruck: 115 mbar bis 13,5 bar (3,4 inHg bis 400 inHg) Relativ- oder Absolutdruck			
Genauigkeit	Höhe	Genauigkeit	Luftgeschwindigkeit	Genauigkeit
	0 m (0 ft)	0,16 m (0,5 ft)	100 kn	0,003 kn
	9144 m (30.000 ft)	0,3 m (1,0 ft)	500 kn	0,003 kn
	18288 m (60.000 ft)	1,2 m (3,8 ft)	1000 kn	0,006 kn
Kolben-/Zylindereinheit				
Standard-Kolben-/Zylindereinheit	Nennfläche: 3,4 cm <sup>2</sup> (0,52 in <sup>2</sup> ) Druck: 13,5 mbar bis 3500 mbar (0,4 inHg bis 103 inHg) Relativ- oder Absolutdruck Genauigkeit der Druckangabe: 0,0010 % RDG oder 0,001 mbar (0,00003 inHg) (es gilt der jeweils größere Wert) Druckstabilität: 3 ppm pro Jahr Werkstoffe: Kolben aus Edelstahl 440C, Zylinder aus Wolframkarbid mit Zementbindemittel Temperaturkoeffizient: 1,5E-05/°C			
Optionale Kolben-/Zylinderbaugruppe	Nennfläche: 0,84 cm <sup>2</sup> (0,13 in <sup>2</sup> ) Druckbereich: 115 mbar bis 13,5 mbar (3,4 inHg bis 400 inHg) Relativ- oder Absolutdruck Genauigkeit der Druckangabe: 0,0026 % RDG oder 0,028 mbar (0,0008 inHg) (es gilt der jeweils größere Wert) Druckstabilität: 3 ppm pro Jahr Werkstoffe: Kolben und Zylinder aus Wolframkarbid mit Zementbindemittel Temperaturkoeffizient: 9,1E-06/°C			
Massensatz				
Gesamtmasse	12 kg (26,4 lb)			
Max. Scheibenmasse	1 kg (2,2 lb)			
Inklusive einem Satz mit spezifischen Massen von 1 mg bis 20 g (0,0007 oz bis 0,70 oz) sowie einen Aufbewahrungskoffer				
Autofloat-System				
Regler mit positiver Abschaltung erzeugt Druck automatisch und hält Schwebestellung des Kolbens bei gewünschtem Druck.				
Schwebestellung <sup>a</sup>	Induktiver Sensor Auflösung Schwebestellung: 0,001 cm (0,001 in) Auflösung Senkgeschwindigkeit: 0,001 cm/min (0,001 in/min)			
Kolbentemperatur	4-Leiter: 100 Ω PRT Genauigkeit: ± 0,1 °C (± 32,18 °F) Auflösung: 0,01 °C (32,018 °F)			
Luftdichte <sup>a</sup>	Sensortypen Temperatur: Dünnfilm-Platin-RTD, 1000 Ω Feuchtigkeit: kapazitiver IC-Feuchtigkeitssensor Luftdruck: piezoresistiver, monolithischer Silizium-Druckwandler		Genauigkeit Temperatur: ± 2 °C (± 36 °F) Feuchtigkeit: ± 15 % Druck: ± 169,32 mbar (± 5 mmHg)	
Vakuumreferenz <sup>a</sup>	Thermosäulensensor Genauigkeit: 10 % vom Messwert oder 10 mTorr (es gilt der jeweils größere Wert) Auflösung: 1 mTorr			
Luftdruck-Referenzsensor	Genauigkeit: besser als ± 0,027091 mbar (± 0,0008 inHg) Auflösung: 0,010159 mbar (0,0003 inHg)			
PC-Schnittstelle				
Anforderungen	Pentium-Prozessor, RS-232C-Schnittstelle, Bildschirm, Maus oder anderes Zeigergerät, Tastatur; Programm benötigt 2 MB freien Festplattenspeicher; Windows 95 oder höher			

<sup>a</sup> Gilt auch für Modell 2468 bei Ausstattung mit Manometer mit Druckkompensation, Modell 2456. Die Unterlagen des Modells 2456 enthalten weitergehende Informationen.

Die Angabe der Messunsicherheit entspricht den Empfehlungen des ISO-Leitfadens „Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“ (GUM) zur Ermittlung der Unsicherheit für alle Bereiche des Messwesens.

## Manuelles Regelpaket

Für Benutzer, die ein manuell bedienbares System bevorzugen, ist das Modell 2468 auch mit einem manuellen Regelpaket anstelle des Autofloat-Reglers erhältlich.

Das manuelle Regelpaket beinhaltet Druck- und Vakuumeinlassventile, einen Präzisionsdruckregler zur Feineinstellung des Drucks sowie ein Referenzmessgerät und ein Entlüftungsventil.

**Fluke Calibration.**  
*Precision, performance, confidence.™*

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

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

**Weitere Informationen telefonisch unter:**  
in den USA (800) 443-5853 oder  
Fax (425) 446-5116

In Europa/Naher Osten/Afrika +31 (0) 40 2675 200  
oder Fax +31 (0) 40 2675 222  
In Kanada (800)-36-FLUKE oder  
Fax (905) 890-6866

Aus anderen Ländern +1 (425) 446-5500 oder  
Fax +1 (425) 446-5116

Internet: <http://www.fluke.com>

©2010 Fluke Kalibrierung.  
Änderungen der technischen Daten vorbehalten.  
Gedruckt in den USA. 8/2010 3833666A D-EN-N

pub-ID 11737-ger

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