

Flüssigkeitskalibrator für geringe Durchflüsse



Das primäre Verdrängungskolbenkalibrator-system für Flüssigkeiten. **TriFlow** der Produktreihe TF ist die ideale Lösung für Anwendungen, bei denen eine äußerst präzise Kalibrierung eines Durchflussmessgeräts erforderlich ist. Es bietet eine Kombination aus hoher Leistung, Effizienz und Komfort.

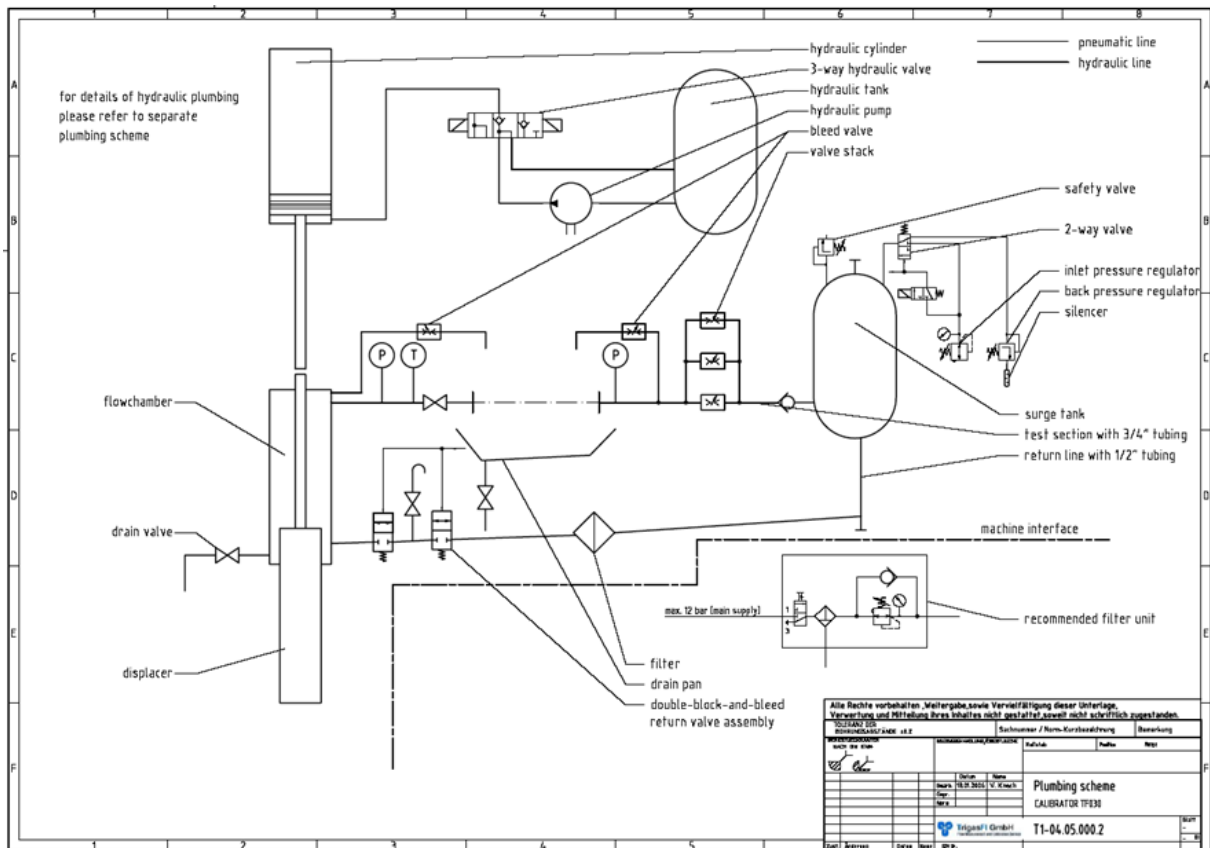
Durch die Verwendung eines präzise geschliffenen, verchromten Zylinders aus Edelstahl, der in einen Flüssigkeitsbehälter eingetaucht ist und ein genau bekanntes Volumen verdrängt, das schließlich zur Referenz für die Kalibrierung wird, werden außergewöhnliche Genauigkeiten und Stabilität erzielt.

TriFlow wird hydraulisch betrieben und basiert auf dem Funktionsprinzip der positiven Verdrängung, weshalb es nahezu jede Art von Durchflussmessgerät rasch und präzise kalibrieren kann. Um die Beschränkungen konventioneller Kolbenkalibratoren im kleinsten Durchflussbereich zu überwinden wurde ein innovatives, leistungssteigerndes

Verdrängungszylinderprinzip entwickelt. Durch das Eintauchen des Zylinders in einen Flüssigkeitsbehälter wird jenes Volumen einer Prüfungsflüssigkeit verdrängt, das dem Volumen des Zylinders entspricht. Die Bewegung des Verdrängerzylinders erzeugt durch die Verwendung eines linearen Encoders/Umsetzers, der an die Führungswelle des Zylinders angeschlossen ist, eine kontinuierliche Reihe von elektrischen Impulsen. Jeder Impuls steht für eine sehr kleine, jedoch äußerst präzise Menge der Flüssigkeit.

Positive Verdrängungskalibratoren sind nahezu immun gegen die Auswirkungen der Viskosität, Dichte und Komprimierbarkeit der Prüfungsflüssigkeit.

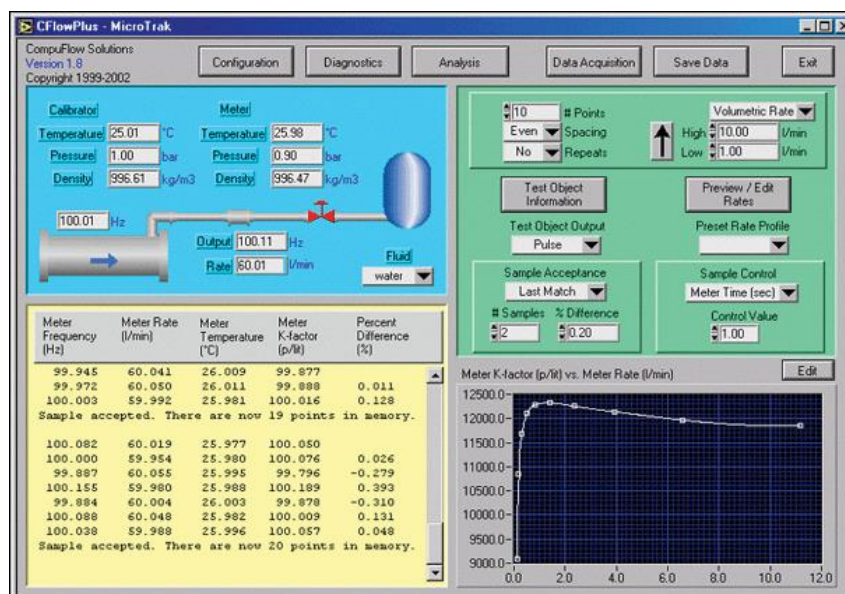
Durch die Verwendung eigener zertifizierter Standards in puncto Abmessungen und Temperatur kann die Rückverfolgbarkeit gemäß nationaler und internationaler Standards (PTB, LNE, NEL, NIST usw.) auf einfache Weise erzielt und aufrechterhalten werden.



Ausgeklügelte Datenerfassungs-, Datenanalyse- und Berichtfunktionen

Die beliebte, auf LabVIEW basierende Datenerfassungs- und Steuer-Software **CFlow+** gewährleistet eine optimale Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine sowie eine einfache Bedienung. Sie wurde eigens für die Durchflusskalibrierung konzipiert.

CFlow+ wird zurzeit von hunderten von Durchflusslaboren weltweit verwendet, einschließlich mehrerer nationaler Messinstitute. Es ist das Ergebnis jahrelanger Arbeit und umfassender Prüfungen, welche die Präzision der Algorithmen zur Durchflussberechnung gewährleisten, die nahtlos im Hintergrund laufen.



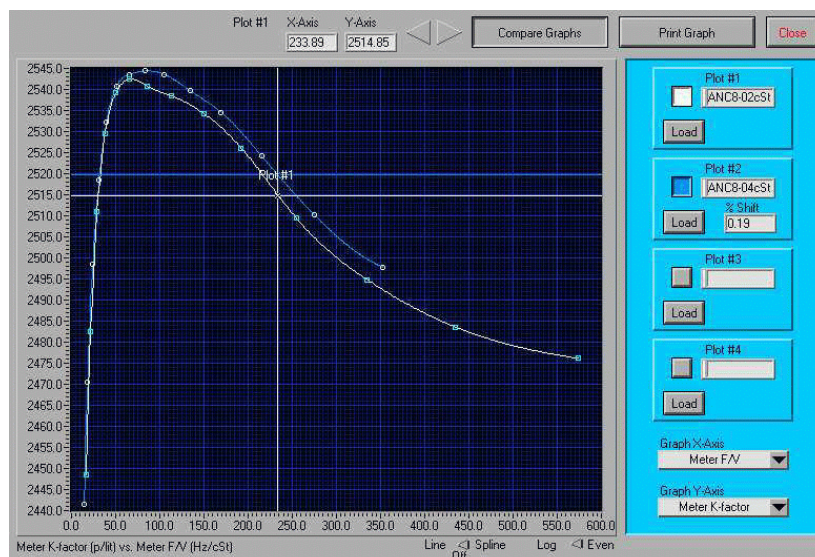
Die Funktionen beinhalten:

- Datenerfassungs-Benutzerschnittstelle, in der alle wichtigen Informationen auf einem Bildschirm abgelesen werden können.
- Umfassende Bibliothek für die Erstellung von Kalibrierscheinen.
- Kalibrierungsdateien werden im MS-Excel-Format gespeichert, um einfach individuell gestaltet und in andere Software-Programme importiert werden zu können.
- Temperatur- und Druckkorrekturen zur Kompensation der Auswirkungen äußerer Einflüsse auf den Kalibrator und das geprüfte Messgerät.
- Dichtigkeitskorrektur für Massendurchfluss-anwendungen.
- Kubische Spline-Kurvenanpassung zur Kompensation der Nichtlinearität von Druck- und Temperaturwandlern.
- Umfassende integrierte Diagnose-Tools unter Anwendung einer Grafikschnittstelle ermöglichen eine rasche und einfache Identifizierung von Prozessfehlern.
- Erweiterte grafische Darstellungen aller Kalibrierungsvariablen können auf einfache Weise erstellt werden.
- Die gleichzeitige grafische Darstellung von Verlaufsdaten ermöglicht eine einfache Bewertung von Prozessänderungen im Laufe der Zeit.

Erweiterte Hardware-Funktionen

Die Hardware TriFlow Calibrator IO wurde für eine präzise und zuverlässige Verwendung mit einem herkömmlichen Notebook oder Desktop-PC konzipiert, der als Steuerkonsole fungiert.

- **Die digitale und analoge (18 bit) Signalverarbeitung** wird im Hardware-Schnittstellengerät durchgeführt, welches über eine serielle Schnittstelle mit dem PC kommuniziert.
- Es werden die **Doppelchronometrie- und Quadraturmethode** angewendet, um Zeitmessfehler zu beseitigen und die Präzision zu verbessern.
- **Temperatureingänge** (Umgebung, Kalibrator und geprüftes Messgerät) werden zur Korrektur der Durchflussrate verwendet.
- **Druckeingänge** (Kalibrator und geprüftes Messgerät) werden zur Korrektur der Durchflussrate verwendet.
- **Automationsoptionen** bieten die Möglichkeit, den Kalibrierungsprozess vollständig zu programmieren und vom Computer steuern zu lassen.



Leistungsdaten

Durchflussbereiche:

<u>Modell</u>	<u>Standard-Durchflussbereich</u>	<u>Kleinster erreichbarer Durchfluss*</u>
TF200	0,1 bis 200 l/min	0,004 l/min (4 ml/min)
TF100	0,05 bis 100 l/min	0,002 l/min (2 ml/min)
TF030	0,015 bis 30 l/min	0,0005 l/min (0,5 ml/min)
TF004	0,002 bis 4 l/min	0,00005 l/min (0,05 ml/min)

* Der Mindestdurchfluss wird von der Schmierfähigkeit und Viskosität der verwendeten Flüssigkeit beeinflusst.

Präzision: $\pm 0,03\%$ des Messwerts

Wiederholbarkeit: $\pm 0,02\%$ des Messwerts, in Abhängigkeit der Art des zu prüfenden Durchflussmessers und der Anwendungsbedingungen

Druckbereich: Bis zu 12 bar (höhere Drücke möglich)

Temperaturbereich: 10-50 °C

Viskositätsbereich: Bis zu 10.000 mm²/s

Praktisch jede Art von Volumen-, Massen- oder Summenzähler- Durchflussmesser kann kalibriert werden:

- Durchflussmesser mit Frequenzgang:
Turbine, Coriolis, Zahnrad-/Ovalradzähler, Vortex usw.
- Durchflussmesser mit Analogausgang (0-20/4-20 mA, 0-5/0-10 VDC):
Magnet, Ultraschall, Venturi usw.
- Durchflussmesser mit visueller Anzeige:
Schwebekörper, Summenzähler usw.



Vorteile der Produktreihe TF gegenüber herkömmlichen Kolbenkalibratoren

Präzision der Durchflussmessung

- Die Produktreihe TF gewährleistet selbst bei den geringsten Durchflussraten eine Präzision von $\pm 0,03\%$, da die kritische Abmessung der Außendurchmesser des Verdrängerzylinders ist, der mit äußerst knappen Toleranzen hergestellt werden kann.
- Die Präzision des Kolbenkalibrators steht in Zusammenhang mit der Präzision des Innendurchmessers des Durchflusszylinders. Innendurchmesser sind grundsätzlich schwieriger mit engen Toleranzen herzustellen, da sie auch nur schwierig präzise zu messen sind. Toleranzen von $\pm 0,03-0,05\%$ sind bei größeren Leitungsdimensionen möglich, mit abnehmendem Durchmesser der Durchflussleitung können diese Toleranzwerte jedoch immer schwieriger aufrechterhalten werden.

Einfache Wartung und Rezertifizierung

- Das Design der Produktreihe TF, das eine positive Lecksuche ermöglicht, sowie die Einfachheit, mit der die kritischen Abmessungen des Verdrängerzylinders gemessen und überwacht werden können, ermöglichen es uns, den Kalibrator dimensional zu zertifizieren. Dies verringert die Anzahl regelmäßiger präventiver Wartungsarbeiten. Ein regelmäßiges Austauschen der Dichtungen ist nicht erforderlich; eine Ausliterung ist optional und wird nur für eine zusätzliche Bestätigung des zuverlässigen Betriebs durchgeführt.
- Kolbenkalibratoren sind versteckten Lecks ausgesetzt. Daher ist es erforderlich, das regelmäßige zeitintensive präventive Austauschen von Dichtungen und einer Ausliterung, um die ordnungsgemäße Funktion des Kalibrators sicherzustellen.

Durchflussstabilität

- In der Produktreihe TF wird der Verdrängerzylinder während der Datenerfassung vom Hydraulikzylinder angezogen, was zu einer sanfteren Bewegung führt.
- Bei Kolbenkalibratoren wird der Kolben gedrückt, wodurch er anfälliger für ungleichmäßige Bewegungen ist.

Leistung bei niedrigem Durchfluss

- Die positive Kraft des Hydraulikzylinders in TF-Kalibratoren beseitigt den Stick-Slip-Effekt von Dichtungen. Dadurch ist es möglich, den Kalibrator bei äußerst geringen Verdrängergeschwindigkeiten zu verwenden, was zu Reduzierverhältnissen von über 50.000:1 führt. Die Reduzierung wird nur von der Möglichkeit der Messung der Encoder-Frequenz eingeschränkt, wenn sich der Verdränger sehr langsam bewegt.
- Bei Kolbenkalibratoren wird der Kolben mittels Druckluft gedrückt, wodurch das System schwammig wird und bei geringen Durchflussraten zu einem Stick-Slip-Effekt führt. Der höchste zuverlässige Reduzierbereich ist für gewöhnlich nicht höher als 2.000:1, insbesondere bei nicht schmierenden Flüssigkeiten.

Lecksuche

- Die Verdrängerkalibratoren der Produktreihe TF weisen einen natürlichen, jedoch sehr wichtigen Vorteil auf: Das Design wurde so konzipiert, dass keine versteckten Lecks vorhanden sein können. Alle potenziellen Leckwege liegen frei und können einer einfachen Sichtprüfung unterzogen werden.
- Kolbenkalibratoren können hingegen innere Lecks aufweisen, die nicht mittels Sichtprüfung festgestellt werden können. Kolbendichtungslecks im Durchflusszylinder können nur mittels Leckprüfungen und Auslitern ermittelt werden. Eine Bestätigung ist nicht möglich, ohne die Hauptkomponente des Kalibrators vollständig zu zerlegen.

Luftbeseitigung aus der Kalibrierungsflüssigkeit

- Produktreihe TF: Die Konfiguration der vertikalen Durchflusskomponente ermöglicht eine positive Luftbeseitigung. Die Luft steigt nach oben und wird an der höchsten Stelle der Durchflusskammer einfach über ein Entlüftungsventil abgelassen.
- Kolbenkalibratoren: Ein horizontaler Durchflusszylinder macht die Luftbeseitigung schwierig und erfordert normalerweise, dass der Kalibrator geringfügig angehoben wird, damit sich die Luft an der höchsten Stelle sammeln und anschließend beseitigt werden kann.

Vorteile der Produktreihe TF gegenüber gravimetrischen Kalibratoren

Größe, Platzbedarf

- Die Produktreihe TF ist äußerst kompakt. Die Größe ergibt sich in erster Linie aus der Länge des benötigten Prüfungsabschnitts.
- Gravimetrische Durchflussskalibratoren, auch Catch-and-Weigh-Systeme genannt, benötigen große Tanks, eine Ableitung, Gewichtsanzeigen usw., weshalb sie viel größer als Volumenverdränger oder Kolbenkalibratoren und Normale mit gleicher Durchflussleistung sind.

Kosten – Herstellung und Wartung

- Das minimalistische Design der Produktreihe TF und die relativ einfache Herstellung der wichtigen Komponenten führen zu geringeren Produktions- und Wartungskosten.
- Gravimetrische Geräte, deren Leistung mit jener der Produktreihe TF vergleichbar ist, sind aufgrund ihrer Komplexität und Masse deutlich teurer in der Anschaffung, in der Anwendung und in der Wartung.

Flüssigkeitsanforderungen

- Die TF-Kalibratoren erfordern grundsätzlich nur geringe Flüssigkeitsmengen, um zu funktionieren. Das verdrängte Volumen des kleinsten Kalibrators der Produktreihe TF beträgt beispielsweise nur 0,5 Liter. Dies führt zu beträchtlichen Kostenvorteilen und ermöglicht einen raschen und effizienten Flüssigkeitswechsel.
- Gravimetrische Geräte erfordern für die Kalibrierung viel größere Flüssigkeitsvolumina. Daher kann der Flüssigkeitswechsel mehrere Stunden oder sogar Tage in Anspruch nehmen.

Erforderliche Zeit zur Datenerfassung

- Die Kalibratorproduktreihe TF kann Daten so schnell erfassen, wie es die Betriebsbedingungen des geprüften Durchflussmessgeräts zulassen. Die Geschwindigkeit der Datenerfassung wird nur von der Fähigkeit des geprüften Messgeräts eingeschränkt, ein stabiles Ausgangssignal zu erzielen und aufrechtzuerhalten. Zuverlässige Durchflussmessgeräte mit schneller Reaktion erfordern buchstäblich nur wenige Sekunden, um die Kalibrierungspunkte zu erlangen.
- Die gravimetrische Methode ist hingegen äußerst zeitintensiv, da die vollständige Probenmasse stets bei jedem Datenpunkt entnommen werden muss. Bei geringen Durchflussraten könnte die Durchführung des Catch-and-Weigh an der ganzen Probe mehrere Minuten oder Stunden in Anspruch nehmen.

Präzision der Durchflussmessung

- Die Kalibratoren der Produktreihe TF sind in der Lage, Messwerte von zu prüfenden Durchflussmessern praktisch in Echtzeit anzuzeigen. Die kurze Dauer der Datenpunkte minimiert das Risiko, dass instabile Durchflussbedingungen die Messwerte der Kalibrierung beeinträchtigen.
- Bei der gravimetrischen Methode wird eine durchschnittliche Durchflussrate während des gesamten Prüfungszeitraums berechnet, die bei geringen Durchflussraten sehr lang sein kann (siehe oben) und in weiterer Folge eine konstante Durchflussrate im selben Zeitraum benötigt, um die Zuverlässigkeit und Präzision der Messung zu gewährleisten.