

Der neue Trafag-Standard in der Gasdichteüberwachung

Die 87x9-Plattform als einheitliche Lösung
für aufkommende Isoliergasgemische



Der neue Trafag-Standard in der Gasdichteüberwachung

Die 87x9-Plattform als einheitliche Lösung für aufkommende Isoliergasgemische

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
SF ₆ -freie Referenzkammer für alle Isoliergasgemische.....	4
Hochpräzises Schalten für Betriebssicherheit.....	4
Eine einheitliche Plattform für sich entwickelnde Isoliergaskonzepte.....	4
Von der Sicherheitsschaltung bis zur vorausschauenden Wartung in einer Plattform.....	5
Langzeitstabilität des Messsystems	6
Grosses hochauflösendes Display für die präzise Anzeige des Betriebszustands	6
Integrierte Ventile für sichere Wartung ohne Ausbau.....	7
Konzipiert für flexible Integration.....	8
Fazit	8

Zusammenfassung

Gasisolierte Anlagen unterliegen erheblichen technischen und regulatorischen Veränderungen. Neue Isoliergaskonzepte, strengere Anforderungen an Leckagereduktion und Dokumentation sowie der zunehmende Einsatz zustandsbasierter Wartung erhöhen die Anforderungen an Gasdichteüberwachungssysteme.

Die Trafag 87x9-Plattform wurde als einheitliche technische Basis für diese Anforderungen entwickelt. Sie vereint das bewährte mechanische Dichteüberwachungsprinzip von Trafag mit optionaler kontinuierlicher Dichtemessung in einer skalierbaren Plattformarchitektur.

Die Plattform umfasst den mechanischen Gasdichtewächter 8719 sowie Hybridvarianten, die mechanisches Schalten mit kontinuierlicher Dichtemessung kombinieren. Dies ermöglicht deterministisches Schalten für sicherheitsrelevante Funktionen und, wo erforderlich, analoge oder digitale Dichtesignale für Trendüberwachung, Dokumentation, Fernüberwachung und Systemintegration.

Im Kern der 87x9-Plattform befindet sich ein dichtebasiertes Messsystem mit einer hermetisch abgeschlossenen Referenzkammer. Dies ermöglicht eine mechanische Temperaturkompensation und stellt sicher, dass das Schaltverhalten den tatsächlichen dielektrischen Zustand des Gasraums widerspiegelt – und nicht lokale Temperaturschwankungen oder temporäre Druckeffekte. Das Messprinzip bleibt plattformweit konsistent, während die einzelnen Gerätevarianten für den definierten Gastyp, das Mischungsverhältnis, die Nominaldichte und den Betriebsdruckbereich ausgewählt und kalibriert werden.

Der 8719 bietet deterministisches mechanisches Schalten auf Basis des hermetisch abgeschlossenen Referenzkammersystems. Hybridvarianten erweitern diese Funktion um einen unabhängigen kontinuierlichen Messpfad. Diese Dual-Pfad-Architektur erhält das kompromisslose mechanische Schalten und ergänzt es um Dichtedaten für Trendanalysen, Leckageerkennung, regulatorische Dokumentation, zustandsbasierte Wartung und zukünftige vorausschauende Wartungsstrategien.

Mit bis zu fünf Schaltepunkten für mechanische Überwachungsgeräte, bis zu vier Schaltepunkten für Hybridvarianten, einer Schaltgenauigkeit von ± 10 kPa bei 20 °C und einem Schaltbereich von bis zu 250 kPa ermöglicht die 87x9-Plattform präzise und differenzierte Überwachungskonzepte. Modulare Servicefunktionen für Prüfung, Probenahme, Evakuierung und Befüllung reduzieren den Eingriffsaufwand und das Leckagerisiko, während flexible mechanische und elektrische Schnittstellen die Integration in verschiedene gasisolierte Anlagendesigns erleichtern.

Das Ergebnis ist eine technisch robuste Gasdichteplattform für SF₆ und alternative Isoliergasgemische: deterministisch, wo Sicherheit gefordert ist, skalierbar, wo Daten benötigt werden, und stabil über den gesamten Anlagenlebenszyklus.



Eine einheitliche Plattform für sich entwickelnde Isoliergaskonzepte

Gasisolierte Anlagen entwickeln sich zunehmend in Richtung alternativer Isoliergase, die bei geringerer Dichte, jedoch bei deutlich höheren Drücken als SF_6 betrieben werden. Um diesen neuen Anforderungen gerecht zu werden, führt die 87x9-Plattform ein verbessertes Referenzkammer-Messsystem ein, das auf 40 Jahren Erfahrung von Trafag und mehr als 35 Jahren bewährter Referenzkammertechnologie basiert. Das Grundprinzip bleibt unverändert, da es weiterhin eine unerreichte Vibrationsfestigkeit, Langzeitstabilität und die beste Schaltpunktgenauigkeit über den gesamten Temperaturbereich bietet.

Was sich geändert hat, ist die Leistungsfähigkeit des Referenzsystems selbst. Die fortschrittliche Referenzkammer des 8719 ist für absolute Drücke bis zu 13 bar ausgelegt und ermöglicht präzises, dichtebasiertes Schalten sowohl für SF_6 als auch für moderne alternative Gasgemische. Diese Gase erfordern deutlich höhere Betriebsdrücke, um eine gleichwertige Isolationsleistung zu erzielen, und das neue Messsystem ist speziell darauf ausgelegt, diese Bedingungen ohne Einbussen bei Genauigkeit oder Zuverlässigkeit zu erfüllen.

Jede Gerätevariante wird für den vorgesehenen Gastyp, das Mischungsverhältnis, die Nenndichte und das thermodynamische Verhalten kalibriert. Dadurch bleibt das Messprinzip konsistent, während die jeweilige Variante an die spezifischen Eigenschaften des Gases angepasst ist. Das Ergebnis ist eine einheitliche Plattform, die ihre technische Integrität sowohl bei SF_6 als auch bei alternativen Gasen bewahrt, die Systemkomplexität reduziert und auch bei sich wandelnden Isoliergaskonzepten eine stabile und zuverlässige Dichteüberwachung gewährleistet.



Das Herzstück des 8719-Gasdichtewächters ist die weiterentwickelte Referenzkammer. Sie ist für Drücke bis zu 13 bar ausgelegt.

SF_6 -freie Referenzkammer für alle Isoliergasgemische

Ein wesentlicher Vorteil der 87x9-Generation ist, dass dessen Referenzkammer immer SF_6 -frei ist, selbst wenn das Gerät in Systemen eingesetzt wird, die noch mit SF_6 betrieben werden. Dies vereinfacht das End-of-Life-Handling, da die Referenzkammer nur Gase enthält, die ohne spezielle Verfahren entsorgt werden können. Dieser Vorteil gewinnt zunehmend an Bedeutung, da die Entsorgungsvorschriften für SF_6 weiter verschärft werden.

Das Messsystem selbst setzt das bewährte Referenzkammerprinzip der 87x6-Generation fort und behält die gleichen entscheidenden Designelemente und Fertigungsprozesse bei. Anstatt mit dem Systemgas befüllt zu werden, verwendet die neue Referenzkammer ein definiertes N_2/CO_2 -Gemisch, das ausgewählt wurde, um das isochore Verhalten des vorgesehenen Isoliergases nachzubilden. Während der Kalibrierung werden die Schaltpunkte und die Anzeigeskalierung exakt auf die Eigenschaften des jeweiligen Gasgemisches im Kompartiment abgestimmt. So kann jede Gerätevariante die thermodynamischen Eigenschaften ihres Zielgases widerspiegeln, während das zugrunde liegende Messprinzip unverändert bleibt.

Hochpräzises Schalten für Betriebssicherheit

Betriebssicherheit hängt von einem zuverlässigen, klar definierten und reproduzierbaren Schaltverhalten ab. Die 87x9-Generation erweitert den Bereich der Schaltkonfigurationen erheblich. Mechanische Überwachungsgeräte können mit bis zu fünf Schaltpunkten ausgestattet werden, während Hybridvarianten bis zu vier Schaltpunkte unterstützen.

Diese erweiterte Schaltkapazität ermöglicht differenziertere Überwachungskonzepte, einschließlich Voralarm, Hauptalarm, Verriegelung und Überdruckfunktionen. Im Vergleich zu früheren Generationen bietet dies eine grössere Flexibilität bei der Definition von Systemgrenzen und Sicherheitsreaktionen.

Mit einer Schaltgenauigkeit von ± 10 kPa bei 20 °C und stabiler Leistung über den spezifizierten Temperaturbereich hinweg liefert die 87x9-Plattform ein reproduzierbares Schaltverhalten unter anspruchsvollen Betriebsbedingungen. Der erweiterte Schaltbereich von bis zu 250 kPa bietet mehr Flexibilität und Robustheit bei der Auslegung von Überwachungsstrategien.

Im praktischen Betrieb unterstützt dies stabile Alarmschwellen, ein reduziertes Risiko von Fehlalarmen und eine verbesserte Kontrolle der Betriebsreserven. Das System erkennt nicht nur definierte Grenzwerte, sondern gewährleistet auch unter realen Bedingungen zuverlässig das erforderliche Schaltverhalten.

Von der Sicherheitsschaltung bis zur vorausschauenden Wartung in einer Plattform

Die Gasdichteüberwachung hat sich über ihre ursprüngliche Rolle als reine Alarmfunktion hinaus entwickelt. Moderne gas-isolierte Anlagen müssen einen stabilen Betrieb gewährleisten, den Gasumgang dokumentieren und nachvollziehbar belegen, dass die Gasräume während ihrer gesamten Lebensdauer innerhalb definierter Grenzwerte bleiben. Gleichzeitig verlagern sich Wartungsstrategien von festen Intervallen hin zu zustandsbasierten und vorausschauenden Ansätzen, die auf zuverlässigen Langzeitdaten zur Gasdichte beruhen. Langsame Leckagen, ungewöhnliche Dichteverläufe und Abweichungen vom erwarteten Verhalten müssen erkannt werden, lange bevor Alarmschwellen erreicht werden.

Die 87x9-Plattform begegnet diesen Anforderungen mit einer einheitlichen mechanischen Architektur und skalierbarer Überwachungstiefe.

Der 8719 bietet deterministisches mechanisches Schalten auf Basis des hermetisch abgeschlossenen Referenzkammersystems. Hybridvarianten erweitern diese Grundlage um einen zusätzlichen, unabhängigen Messpfad für analoge oder digitale Ausgänge. Dadurch können kontinuierliche Dichteinformationen bereitgestellt werden, ohne das zugrunde liegende mechanische Schaltverhalten zu verändern.

Der kontinuierliche Messpfad ersetzt das mechanische Schaltsystem nicht. Er ergänzt es. Das mechanische Schalten bleibt für definierte sicherheitsrelevante Schwellen verantwortlich, während die kontinuierliche Messung das für die Überwachung, Diagnose und Systemintegration erforderliche Dichtesignal liefert.



Das komplette Portfolio: Gasdichtewächter 8719 mit bis zu fünf Schaltausgängen, hybrider Gasdichtewächter 8729 mit zusätzlichem Analogausgang sowie hybrider Gasdichtewächter 8739 mit zusätzlichem Digitalausgang (Modbus/RS485).

Alle Varianten basieren auf derselben mechanischen Kernarchitektur. Dies ermöglicht konsistente Schnittstellen, vorhersehbares Funktionsverhalten und eine vereinfachte Integration in verschiedene Anwendungen. Die Überwachungstiefe kann daher von diskretem Schalten bis hin zu kontinuierlichen Analogausgängen oder digitaler Kommunikation skaliert werden, ohne das grundlegende dichtebasierte Schutzprinzip zu verändern.

Diese Architektur ist besonders relevant für OEMs und Betreiber, die innerhalb einer einheitlichen Plattformstruktur verschiedene Gaskonzepte, Überwachungsphilosophien und Systemintegrationsstufen realisieren müssen.

Langzeitstabilität des Messsystems

Langzeitstabilität ist eine grundlegende Voraussetzung für jedes dichtebasierte Überwachungssystem, insbesondere in gasisolierten Geräten, die für einen jahrzehntelangen Betrieb ausgelegt sind.

Die 87x9-Plattform erreicht dies durch eine Kombination aus mechanischer Konstruktion, Materialauswahl und der hermetisch abgeschlossenen Referenzkammerarchitektur von Trafag. Die Referenzkammer hält ihre internen Bedingungen über die gesamte Lebensdauer des Geräts konstant. Da sie vom Prozessmedium isoliert ist, ist sie weder prozessseitigen Verunreinigungen noch dem Eindringen von Feuchtigkeit oder gasspezifischen Alterungseffekten ausgesetzt.

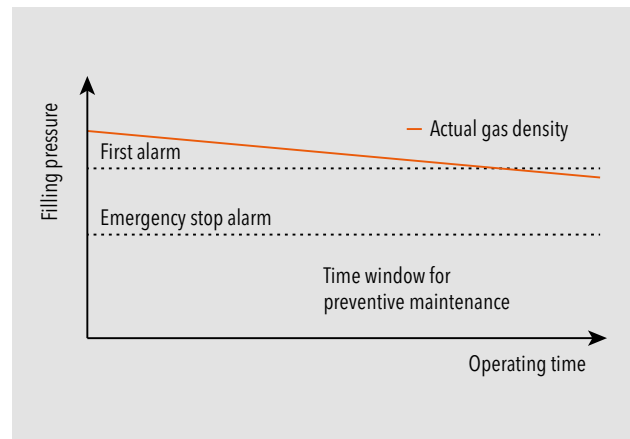
Dies stellt sicher, dass der Dichtevergleich auch bei Änderungen der Prozessgasbedingungen, Betriebsdrücke oder Anwendungsanforderungen über die gesamte Lebensdauer hinweg stabil bleibt.

Das mechanische Temperaturkompensationssystem ist so ausgelegt, dass es Ermüdung, Kriechen und Materialdrift widersteht. Die Komponenten arbeiten innerhalb stabiler elastischer Grenzen und gewährleisten dadurch stabile Schaltpunkte auch bei langfristigen Temperaturzyklen und Druckschwankungen. Die Geometrie des Kompensationssystems ist darauf ausgelegt, die Empfindlichkeit gegenüber lokalen Temperaturgradienten zu minimieren, sodass das Schaltverhalten mit den tatsächlichen Dichtebedingungen und nicht mit kurzfristigen thermischen Effekten verknüpft bleibt.

In Hybridvarianten wird die Langzeitüberwachungsfähigkeit durch einen Quarz-Stimmgabelsensor erweitert, der gegen eine Vakuumreferenz arbeitet. Der Sensor liefert ein stabiles, frequenzbasiertes Messsignal mit minimalen Drift und ermöglicht über Jahrzehnte hinweg einen nahezu driftfreien Betrieb. Je nach Variante wird dieses Signal als Analogausgang oder als digitaler Modbus-Wert ausgegeben.

Dieser kontinuierliche Messpfad ist vollständig unabhängig vom mechanischen Schaltmechanismus. Das sicherheitsrelevante Schaltverhalten bleibt dadurch unbeeinträchtigt, während kontinuierliche Dichtedaten für Trendanalysen, die Leckageerkennung und die zustandsbasierte Wartung zur Verfügung stehen.

Durch die Erkennung kleiner Dichteänderungen über lange Zeiträume liefert der Quarz-Stimmgabelsensor zusätzliche Informationen, die die deterministische Schaltfunktion des mechanischen Systems ergänzen.



Die kontinuierliche Gasdichtemessung ermöglicht die frühzeitige Erkennung langsamer Dichteverluste, lange bevor Alarmschwellen erreicht werden, und schafft so ein Zeitfenster für vorbeugende Wartungsmassnahmen.

Grosses hochauflösendes Display für die präzise Anzeige des Betriebszustands

Präzises Schalten ist nur dann wirksam, wenn der Betriebszustand vor Ort schnell und korrekt interpretiert werden kann. Ein entscheidender Vorteil der auf Referenzkammern basierenden Gasdichtewächter von Trafag ist die inhärent „vergrösserte“ Darstellung des Betriebsbereichs. Die Skala zeigt den sicherheitsrelevanten Bereich von leicht unterhalb der niedrigsten Alarmschwelle bis oberhalb des Überdruck-Alarmpunkts mit deutlich höherer Auflösung. Dadurch lassen sich selbst kleine Abweichungen leicht erkennen, was eine schnelle und sichere Interpretation bei Inbetriebnahme, Inspektion und Wartung unterstützt.



Die ideale Anzeige für jede Anwendung: Vollbereichsanzeige, Teilbereichsanzeige oder Trendanzeige ohne Skala.

Der Niederdruckbereich, der sich vom Vakuum bis etwa 4 bar erstreckt und während Lagerung, Transport und früher Inbetriebnahme genutzt wird, bleibt vollständig sichtbar, wird jedoch bewusst kompakter dargestellt, damit der Fokus auf dem Betriebszustand bleibt.

Im Vergleich zur vorherigen 87x6-Generation bietet die neue 87x9-Anzeige zwei bemerkenswerte Verbesserungen. Die Anzeige ist grösser und optisch an das vertraute Layout klassischer Manometer angelehnt, was das Ablesen vor Ort intuitiver macht. Zudem wird der Niederdruckbereich nicht mehr auf einer separaten Skala mit eigenem Zeiger dargestellt. Stattdessen ist er in eine einzige Vollbereichsanzeige integriert, die den Betriebsbereich, den Niederdruckbereich und den dazwischenliegenden Übergangsbereich in einer einzigen Darstellung vereint. Diese einheitliche Darstellung bietet einen klareren Überblick über das gesamte Dichtespektrum und bewahrt gleichzeitig die hohe Auflösung im relevanten Betriebsbereich.

Integrierte Ventile für sichere Wartung ohne Ausbau

In gasisolierten Systemen kann jede zusätzliche Gasschnittstelle das Leckagerisiko, die Servicekomplexität und den Installationsaufwand erhöhen. Externe Ventile, temporäre Prüfadapter und das Entfernen von Geräten zur Überprüfung führen zu zusätzlichen Dichtstellen und erhöhen das Risiko von Eingriffen am System. Mit steigenden Anforderungen an die Funktionsprüfung und Dokumentation von Gasdichtewächtern werden Serviceeinsätze zu einem regelmässigen Bestandteil des Anlagenlebenszyklus und nicht mehr zu gelegentlichen Eingriffen.

Die 87x9-Plattform begegnet diesen Anforderungen, indem sie Servicefunktionen direkt in das Gerät integriert. Je nach Anwendung können Prüf-, Gasentnahme-, Evakuierungs- und Füllventile als Teil des Monitors konfiguriert werden. Die Ventiloptionen sind modular aufgebaut und können je nach Anforderung konfiguriert oder weggelassen werden. Ihre Positionierung ist flexibel, sodass auch bei beengten oder komplexen Montagesituationen eine installationsspezifische Platzierung möglich ist.



Integrierte Ventile ermöglichen Prüfung, Service und Befüllung vor Ort.

Routineprüfungen können durchgeführt werden, ohne den Monitor aus dem Gasraum auszubauen oder zu demontieren. Dies reduziert die Anzahl der Dichtstellen, minimiert den Gasumschlag und unterstützt wiederholbare Serviceabläufe. Das kompakte Design reduziert zudem den Platzbedarf und verkürzt den mechanischen Hebelarm zwischen Gerätemasse und Befestigungspunkt, was insbesondere bei Schaltvorgängen mit starken Vibrationen von Bedeutung ist. Ein kürzerer Hebelarm verringert die mechanische Belastung, minimiert den Verschleiss, verhindert Kontaktprellen und verbessert die langfristige Funktionsstabilität.

Über die gesamte Lebensdauer der Anlage verbessert dies die Wartungseffizienz, vereinfacht regulatorische Prüfungen und reduziert die mit Serviceeinsätzen verbundenen Risiken.

Konzipiert für flexible Integration

Die Einbaubedingungen in gasisolierten Geräten werden häufig durch Platzverhältnisse, mechanische Gegebenheiten, Zugänglichkeit und Verkabelungsanforderungen eingeschränkt. Die 87x9-Plattform ist so konzipiert, dass sie sich diesen Anforderungen anpasst, ohne das Überwachungskonzept zu verändern.

Konfigurierbare Gasanschlüsse und anpassbare elektrische Schnittstellen ermöglichen die Integration des Geräts in eine Vielzahl von Systemkonfigurationen. Dies unterstützt eine konsistente Umsetzung über unterschiedliche Gerätekonzepte hinweg und reduziert den Bedarf an anwendungsspezifischen Anpassungen.

Der Einsatz eines separaten Steckverbindergehäuses ermöglicht die Vorbereitung der Verkabelung unabhängig von der Geräteinstallation. Da die Verkabelung oft einer der zeitaufwendigsten Schritte bei der Montage ist, können Vorverdrahtung und Prüfung der Leitungen die Installationsabläufe verbessern, den Aufwand vor Ort reduzieren und standardisierte Produktionsprozesse unterstützen.

Diese Flexibilität trägt dazu bei, Unterschiede bei der Installation zu reduzieren, und unterstützt eine zuverlässige Integration auch in kompakten oder komplexen Einbausituationen.



Optimale Zugänglichkeit in jeder Einbaulage: Modulares Design in axialer (links) und radialer (rechts) Ausführung mit Anschlüssen in den Winkelpositionen 0°, 90°, 180° und 270°.



Vormontiertes Anschlussgehäuse ermöglicht eine einfache Verkabelung.

Fazit

Die Gasdichteüberwachung ist zu einer strategischen Funktion in modernen gasisolierten Anlagen geworden. Sie muss die Betriebssicherheit gewährleisten, auch bei sich weiterentwickelnden Isoliergaskonzepten stabil bleiben, regulatorische Anforderungen unterstützen und zunehmend die für zustandsbasierte und vorausschauende Wartung benötigten Daten liefern.

Die Trafag 87x9-Plattform erfüllt diese Anforderungen durch eine einheitliche technische Architektur. Sie vereint ein bewährtes dichtebasiertes Messprinzip, gasspezifische Gerätevarianten, langfristige Referenzkammerstabilität, präzises mechanisches Schalten, hybride Messfunktionen, modulare Servicefunktionen und flexible Integration.

Das mechanische Schalten bietet weiterhin deterministischen Schutz mit hoher Langzeitstabilität. Hybride Varianten liefern kontinuierliche Gasdichtedaten für Trendüberwachung, Dokumentation, Ferndiagnose und zukünftige Wartungsstrategien.

Da beide Messpfade innerhalb einer Plattform unabhängig voneinander arbeiten, können Betreiber etablierte Sicherheitskonzepte beibehalten und gleichzeitig die für die nächste Generation gasisolierter Anlagen erforderlichen Datenfunktionen nutzen.

Die 87x9-Plattform ist damit Trafags neuer technischer Standard für die Gasdichteüberwachung: präzise, stabil, skalierbar und bereit für Anwendungen mit SF₆ und alternativen Isoliergasen.

Laden Sie die Produktbroschüre herunter

Scannen Sie den QR-Code,
um Ihr Exemplar herunterzuladen



Über uns

Trafag mit Hauptsitz in der Schweiz wurde 1942 gegründet und verfügt über ein breit ausgebautes Vertriebs- und Servicenetzwerk in mehr als 40 Ländern weltweit. Trafag entwickelt, fertigt und vertreibt präzise, robuste und wartungsfreie Messinstrumente zur Überwachung von SF₆ und alternativen Isoliergasen in Hoch- und Mittelspannungsschaltanlagen. Trafag steht für hochpräzise und äusserst schockresistente Instrumente mit dem breitesten auf dem Markt verfügbaren Temperaturbereich. Darüber hinaus bietet Trafag ein umfangreiches Produktportfolio für die Druck- und Temperaturüberwachung. Dank der Entwicklung und Fertigung aller wesentlichen Komponenten im eigenen Haus kann Trafag sowohl Grossserien als auch Kleinserien effizient produzieren. Ein konsequentes Qualitätsmanagement nach ISO 9001, modernste Produktionsanlagen unter Reinraumbedingungen sowie streng überwachte Fertigungsprozesse stellen sicher, dass Trafag-Produkte höchsten Qualitätsstandards entsprechen.

Wesentliche Leistungsmerkmale der 87x9-Plattform

Schaltpunkte	Bis zu 5 bei mechanischen Wächtern; bis zu 4 bei Hybridvarianten
Schaltgenauigkeit	±10 kPa bei 20 °C
Schaltbereich	Bis zu 250 kPa
Messprinzip	Wächter: Dichtebasiertes System mit hermetisch abgeschlossener Referenzkammer Sensor: Dichtebasiertes System mit Quarzoszillator
Gasverträglichkeit	Kalibriert für definierte SF ₆ - oder alternative Gasgemische
Hybride Messung	Unabhängiger kontinuierlicher Dichtemesspfad
Ausgabeoptionen	Analoge oder digitale Dichtesignale, je nach Variante
Servicefunktionen	Optionale Prüf-, Gasentnahme-, Evakuierungs- und Füllventile
Integration	Flexible Gasanschlüsse, einstellbare elektrische Schnittstellen und separate Steckergehäuseventile

Nehmen Sie Kontakt mit uns auf:

Trafag AG
Industriestrasse 11
8608 Bubikon
Schweiz
Telefon +41 44 922 32 32
trafag@trafag.com

