

Coriolis-Durchflussmesstechnik für die Ölindustrie

Zertifizierte Lösungen für Ihre
eichpflichtigen Anwendungen –
kostensparend und präzise





Endress+Hauser Prozessautomation

Lösungen für die Ölindustrie

Endress+Hauser ist ein weltweit führender Anbieter von Messgeräten, Dienstleistungen und Lösungen für die industrielle Verfahrenstechnik. Wir bieten ein breites Spektrum an Messtechnologien, um die Anforderungen in der Ölindustrie optimal zu erfüllen – sei es im Bereich Exploration, Produktion, Raffinerie, Eichverkehr oder Logistik.

Unsere Geräte für Füllstand, Druck, Durchfluss, Temperatur, Analyse und Registrierung werden nach höchsten Qualitätsstandards hergestellt. Endress+Hauser steht für Kontinuität, branchenspezifisches Know-how und langfristige Kundenbeziehungen.

Die praktischen und qualitativen Anforderungen im eichpflichtigen Geschäftsverkehr mit Kohlenwasserstoffen sind anspruchsvoll. Vertrauen durch praktikable Lösungen zu schaffen ist deshalb unser vorrangiges Ziel. Unser globales Netzwerk von über 600 Experten und Fachberatern stellt zu-dem sicher, dass bei Ihnen alles rund läuft.

Durchflussmesstechnik als Kompetenz

Innerhalb der Endress+Hauser Firmengruppe zählt die Endress+Hauser Flowtec AG international zu den führenden Herstellern industrieller Durchflussmessgeräte für Flüssigkeiten, Gase und Dampf. Als Kompetenzzentrum haben wir uns seit über 40 Jahren eine Spitzenposition im weltweiten Markt erarbeitet. Endress+Hauser Flowtec beschäftigt zur Zeit mehr als 1800 Mitarbeitende an sechs Produktionsstandorten in Reinach (Schweiz), Cernay (Frankreich), Greenwood (USA), Aurangabad (Indien), Suzhou (China) und Itatiba (Brasilien).



Reinach, Schweiz



Cernay, Frankreich



Greenwood, USA



Aurangabad, Indien



Suzhou, China



Itatiba, Brasilien



Mehr über Endress+Hauser unter:
www.endress.com



Mehr über Ihre Industrie unter:
www.endress.com/oil-gas



Ihr Partner für den Eichverkehr

Zeit und Geld sparen – durch präzises Messen und genaues Abrechnen

Weltweit beträgt der Verbrauch an Erdöl und raffinierten Kohlenwasserstoffen über 90 Millionen Barrel oder 14,4 Milliarden Liter pro Tag. Dies entspricht dem Volumen einer Rohrleitung mit 1 Meter Durchmesser und 18 200 Kilometer Länge.

Ob im Off- oder Onshore-Bereich: Diese riesige Menge an Kohlenwasserstoffen wird transportiert, zwischengelagert, behandelt, empfangen und schließlich an unterschiedlichste Kunden verkauft. Der Transport zu Tanklagern, Raffinerien oder Exporthäfen erfolgt mit Öltankern, Lkws, Bahnkesselwagen oder über Pipelines. Jede Transaktion innerhalb dieser Prozess- und Lieferketten erfolgt dabei mit einer gewissen Messabweichung. Das Aufdecken von möglichen Verlusten – und damit das hochgenaue Abrechnen gelieferter bzw. emp-

fangener Produktmengen – hat in der Ölindustrie deshalb höchste Priorität.

Das „Herzstück“ jeder eichpflichtigen (verrechnungspflichtigen) Messstelle ist somit ein Messgerät, das über Jahre hinweg – unabhängig von Umwelteinflüssen und Mediumseigenschaften – den Durchfluss hochgenau erfasst. Denn jede noch so kleine Messungenauigkeit führt zu enormen Fehlbeträgen beim Lieferanten oder beim Käufer. Und genau bei solchen Anwendungen können Sie voll und ganz auf Endress+Hauser als Ihren Partner vertrauen:

- Langjährige Erfahrung bei der Beratung und beim Engineering eichpflichtiger Messsysteme
- Hochpräzise Coriolis-Durchflussmesstechnik – optimiert für Ihre Anwendung
- Rückführbare und akkreditierte Hightech-Kalibrier-einrichtungen – auch für viskose Kohlenwasserstoffe
- Weltweites Servicenetz für die Betreuung eichpflichtiger Messsysteme über den gesamten Lebenszyklus



Index

- 4 Ihre Fragen – unsere Antworten
- 6 Coriolis-Durchflussmesstechnik
- 10 Automatische Reynoldszahl-Korrektur
- 11 Kalibrieren mit Kohlenwasserstoffen
- 16 Vertrauen dank Rückführbarkeit
- 18 Messsysteme für den Eichverkehr
- 19 Zweiphasige Kohlenwasserstoffe messen
- 20 Eichverkehr in der Ölindustrie (Messstellen)
- 22 Weltweiter Service

Durchflussmesstechnologie

„Welche Durchflussmesstechnologie bietet Endress+Hauser für den Eichverkehr im Öl- und Gasgeschäft an?“

Unsere Coriolis-Durchflussmessgeräte passen exakt in Ihre Anwendung und gewährleisten eine hohe Messgenauigkeit und Robustheit.

► Seite 6

Planen von Messsystemen für den Eichverkehr

„Die Planung eichpflichtiger Messsysteme verlangt sehr viel Know-how. Kennt sich Endress+Hauser damit aus?“

Wir begleiten Sie von der Planung bis zur schlüsselfertigen Messstelle und über den gesamten Lebenszyklus.

► Seite 18–21

Viskosität und Reynoldszahl

„Jede Durchflussmessung wird von verschiedenen Mediumseigenschaften beeinflusst. Wie geht Endress+Hauser mit dem Einfluss der Reynoldszahl um, beispielsweise bei sehr viskosen Kohlenwasserstoffen?“

Alle unsere Coriolis-Durchflussmessgeräte besitzen eine patentierte Reynoldszahl-Korrektur.

► Seite 10



Ihre Fragen – unsere Antworten

Planung – Messtechnik – Service

Werkskalibrierung mit Kohlenwasserstoffen

„Häufig verlangen gesetzliche Vorschriften, dass eichpflichtige Messsysteme unter hohem Kosten- und Zeitaufwand mit Öl verifiziert werden – sei es direkt vor Ort oder durch eine externe offizielle Kalibrierstelle.

Hat Endress+Hauser dafür eine bessere Lösung?”

Minimieren Sie Kosten und Projektrisiko durch unsere hochmoderne Kohlenwasserstoff-Durchflusskalibrierung ab Werk (Reinach/Schweiz).

► Seite 11–13

„Welchen Leistungsumfang bietet die neue Kohlenwasserstoff-Kalibrieranlage von Endress+Hauser?”

Unsere Kalibrieranlage ist akkreditiert, rückführbar und ermöglicht Messungen bei verschiedenen Viskositäten (15...300 cSt) und Durchflussraten (2...1200 m³/h).

► Seite 15–17

Service weltweit

„Besitzt Endress+Hauser akkreditierte Kalibriereinrichtungen, um die Messgenauigkeit meines eichpflichtigen Messsystems auch vor Ort verifizieren zu können?”

Ja! Endress+Hauser verfügt über ein dichtes Netz an akkreditierten Durchfluss-Kalibriereinrichtungen und ist an über 50 Standorten weltweit für Sie da.

► Seite 22

Prüfung mittels „Volume Prover“

„Zurzeit setze ich im Eichverkehr Turbinen- und Verdrängungszähler ein. Kann ich meine bestehende Infrastruktur zur Vor-Ort-Verifikation auch für Coriolis-Durchflussmessgeräte von Endress+Hauser verwenden?”

Dank schnellster Signalverarbeitung können unsere Coriolis-Durchflussmessgeräte ohne Probleme mit einem Volume Prover überprüft werden.

► Seite 13

Coriolis-Durchflussmesstechnik

Präzise, robust, langzeitstabil – unabhängig von den Mediumseigenschaften

Jedes eichpflichtige Messsystem in der Ölindustrie stellt eine Art „Registrierkasse“ dar. Denn gerade hier geht es um sehr viel Geld. Langzeitstabilität, hohe Wiederholbarkeit, Genauigkeit und Robustheit – dies sind nur einige der Vorteile, weshalb im Eichverkehr immer häufiger Coriolis-Durchflussmessgeräte zum Einsatz kommen.

Obwohl die Eigenschaften flüssiger Kohlenwasserstoffe wie Dichte oder Viskosität stark variieren und so die Genauigkeit beeinflussen können, hat sich die Coriolis-Messtechnologie von Endress+Hauser als das derzeit beste Messverfahren herausgestellt, um viskose Medien oder Medien mit Gas-einschlüssen zuverlässig zu erfassen. Aus diesen Gründen wird die Coriolis-Technologie immer häufiger für das Verifizieren von bereits installierten Durchflussmessgeräten verwendet und von Metrologiebehörden sogar als Transfernormal bei Vor-Ort-Kalibrierungen eingesetzt.

Vorteile auf einen Blick

- Höchste Wiederholgenauigkeit und Langzeitstabilität
- Multifunktional – gleichzeitiges Messen von Masse, Volumen, Dichte und Temperatur
- Verlässliche Messtechnik – unempfindlich gegenüber schwankenden Prozessbedingungen, Rohrleitungs-vibrationen und äußeren Rohrkräften
- Wartungsfrei – kostensparender Messbetrieb
- Sicher – keine Blockagen oder Messwertdrifts wie bei mechanischen Messgeräten
- Heartbeat Technology – rückführbare Geräteverifikation im laufenden Messbetrieb (TÜV-geprüft)
- Flexibel einsetzbar – vollständig kompatibel zu den vor Ort installierten Kalibrierreferenzen wie Messkolben (Volume Prover), Eichgefäßen usw.





Promass F Für den universellen Einsatz

- Exzellente Messleistung für flüssige Kohlenwasserstoffe auch bei schwankenden Prozessbedingungen
- Hohe Betriebsbewährung: seit 1999 über 400 000 Messgeräte installiert
- DN 8...250 (3/8...10")
- Geeignet für den eichamtlichen Verkehr



Promass Q Für anspruchsvolle Anwendungen

- Höchste Masse-, Volumen- und Dichte-Messgenauigkeit
- Multi-Frequenz-Technologie für unerreichte Genauigkeit in schwierigen Anwendungen, z.B. bei Medien mit Gaseinschlüssen
- DN 25...250 (1...10")
- Geeignet für den eichamtlichen Verkehr



Promass X Für maximalen Durchfluss (bis 4100 t/h)

- Vierrohr-Messgerät mit übertragender Leistung im On- und Offshore-Bereich
- Profitable und hochpräzise Messung großer Mengen mit einem einzigen Gerät
- DN 300...400 (12...16")
- Geeignet für den eichamtlichen Verkehr



Promass O Für höchste Prozessdrücke

- Robustes Hochdruck-Messgerät (PN 250/CI 1500) für Anwendungen im On- und Offshore-Bereich
- Höchste Korrosionsbeständigkeit: Rohrwerkstoff aus H₂S-beständigem Werkstoff
- DN 80...250 (3...10")
- Geeignet für den eichamtlichen Verkehr



Promass Q – Der Top-Spezialist für anspruchsvolle Anwendungen

Coriolis-Massedurchflussmessgeräte werden meistens nur für einphasige Medien eingesetzt, weil sich herausgestellt hat, dass die Messgenauigkeit durch eine Zweiphasenströmung beeinträchtigt werden kann. Es ist bekannt, dass in solchen Fällen verschiedene Fehlerquellen auftreten, beispielsweise durch die deutlich höhere Komprimierbarkeit einer Flüssigkeit mit Gaseinschlüssen. Bei der Messung von hochviskosen Heizölen, Rohölen oder kryogenen Flüssigkeiten (z.B. Flüssig-Erdgas) kann der ungewollte Eintrag von gelöstem Gas bzw. von Luft aber häufig nicht 100-prozentig ausgeschlossen werden.

Deshalb hat Endress+Hauser mit Promass Q einen völlig neuartigen Coriolis-Messaufnehmer entwickelt, der durch Gaseinschlüsse verursachte Messfehler dank innovativer Multi-Frequenz-Technologie (MFT) nahezu vollständig kompensiert – z.B. Fehlmessungen durch Gaseinträge infolge undichter Pumpendichtungen, Fallleitungen oder Ausgasung durch Druckentlastung.



Zum Promass Q Film



Heartbeat Technology – Geräteverifikation ohne Prozessunterbrechung

Oftmals werden eichpflichtige Durchflussmessgeräte in definierten Zeitintervallen vor Ort verifiziert, um ihre Integrität sicherzustellen. Dazwischen jedoch gibt es oftmals keinerlei Informationen über die Funktionstüchtigkeit eines Messgerätes. Mögliche Messfehler aufgrund von auftretenden Fehlfunktionen bleiben dann unerkannt.

Mit Heartbeat Technology bietet Endress+Hauser die Möglichkeit, Proline Durchflussmessgeräte schnell und sicher im laufenden Betrieb zu verifizieren – ohne Prozessunterbrechung. Diese fest in die Proline Messelektronik integrierte Funktion ermöglicht eine ganzheitliche Überprüfung der gesamten Messsignalkette. Abweichungen innerhalb der Verifikationsintervalle werden sofort erkannt und mögliche Fehlmengen dadurch vermieden:

- TÜV-geprüfte Verifikation
- Keine Präsenz im Feld notwendig – Verifikation z.B. via Schaltwarte aktivierbar
- Rückführbare Verifikation
- Dokumentation gemäß ISO 9001 erstellbar







Osborne Reynolds (1842–1912)

Britischer Physiker und Ingenieur

Osborne Reynolds wurde als Sohn eines Lehrers und Schulleiters in Belfast (Nordirland) geboren. Nach einem Mathematikstudium am Queen's College der Universität Cambridge (UK) arbeitete er ein Jahr lang in einem Ingenieurbüro in London, bevor er 1868 eine Professur für Civil and Mechanical Engineering am Owens College, der späteren Universität Manchester, erhielt. Durch seine bahnbrechenden Forschungsarbeiten wurde er zu einem der weltweit führenden Wissenschaftler für Strömungsmechanik.

Nach ihm benannt ist die sogenannte Reynoldszahl, die vor allem in der Strömungsmechanik verwendet wird, um Strömungsmuster in Rohrleitungen zu charakterisieren (laminar, turbulent). Die Reynoldszahl berücksichtigt nicht nur den Durchfluss und die Fließgeschwindigkeit, sondern auch Mediumseigenschaften sowie Abmessung und Form des Durchflussmessgerätes.

Die Reynoldszahl (Re) wird definiert als das Verhältnis zwischen Fließgeschwindigkeit (v), Rohrdurchmesser (D) sowie der kinematischen Viskosität (ν) – d.h. dem Verhältnis zwischen dynamischer Viskosität (μ) und der Dichte (ρ) des Mediums.

$$Re = v \cdot D / \nu = v \cdot D \cdot \rho / \mu$$

Unterschiedliche Medien wie Wasser oder Kohlenwasserstoffe können also trotz unterschiedlicher Dichte, Viskosität und Fließgeschwindigkeit miteinander verglichen werden, falls sie dieselbe Reynoldszahl aufweisen. In einem solchen Fall sind auch entsprechende Messunsicherheiten – beispielsweise bei einer Kalibrierung mit Wasser oder mit Kohlenwasserstoffen – miteinander vergleichbar bzw. übertragbar.

Automatische Reynoldszahl-Korrektur

Für Promass-Durchflussmessgeräte

Für eichpflichtige Messsysteme in der Ölindustrie verlangen nationale und internationale Standards (OIML R117, API usw.), dass ein Durchflussmessgerät mit einem Medium kalibriert wird, dessen Eigenschaften identisch mit dem Medium am Einsatzort sind. Dadurch soll gewährleistet werden, dass die maximal zulässige Fehlergrenze (Maximum Permissible Error, MPE) in der betreffenden Anwendung eingehalten wird. Jedes Durchflussmessprinzip ist aber mit einer Messabweichung behaftet, die von Prozessparametern wie Fließgeschwindigkeit, Temperatur, Druck, Dichte und Viskosität des Mediums abhängt. Die „Summe“ dieser Prozessparameter kann durch die sogenannte Reynoldszahl beschrieben werden (siehe Infokasten „Osborne Reynolds“).

Automatische Reynoldszahl-Korrektur

Im Gegensatz zu anderen Durchflussmesstechnologien war man lange Zeit der Meinung, dass die Genauigkeit von Coriolis-Durchflussmessgeräten nicht von den Eigenschaften des Mediums und den Installationsbedingungen beeinflusst wird. Neuere Untersuchungen – getrieben durch den Wunsch der Ölindustrie nach noch höherer, technisch bestmöglicher Messperformance – haben jedoch gezeigt, dass auch die Genauigkeit von Coriolis-Durchflussmessgeräten durch tiefe Reynoldszahlen beeinflusst wird. Diese Tatsache gilt insbesondere für sehr anspruchsvolle, viskose Medien, wie sie im Eichverkehr der Ölindustrie häufig vorkommen – beispielsweise bei Roh- und Schwerölen.

Endress+Hauser hat deshalb über Jahrzehnte hinweg umfangreiche Testmessungen auf zertifizierten Kohlenwasserstoff-Kalibrieranlagen durchgeführt, um den möglichen Einfluss der Reynoldszahl bei Medien mit unterschiedlicher Dichte und Viskosität zu quantifizieren. Als Ergebnis daraus hat Endress+Hauser eine patentierte Methode zur Reynoldszahl-Korrektur entwickelt, die standardmäßig in jedes ihrer Coriolis-Durchflussmessgeräte integriert ist.

Mit dieser automatischen Korrektur wird die Reynoldszahl durch gleichzeitiges Messen aller Einflussgrößen – Durchfluss, Temperatur, Dichte und Viskosität – ständig berechnet und in die Messung miteinbezogen. Dadurch ist garantiert, dass die sehr strengen Anforderungen der OIML R117 nach einer maximal zulässigen Fehlergrenze kleiner $\pm 0,2\%$ eingehalten werden, ohne dass das Durchflussmessgerät zuvor mit Öl kalibriert wurde.



Diesen Sachverhalt hat die niederländische Metrologiebehörde NMI Certin B.V. als benannte Stelle im Rahmen eines „Evaluation Certificate“ bestätigt und zertifiziert.

Kalibrieren mit Kohlenwasserstoffen

Unsere Dienstleistung ab Werk – maßgeschneidert für Ihr Medium

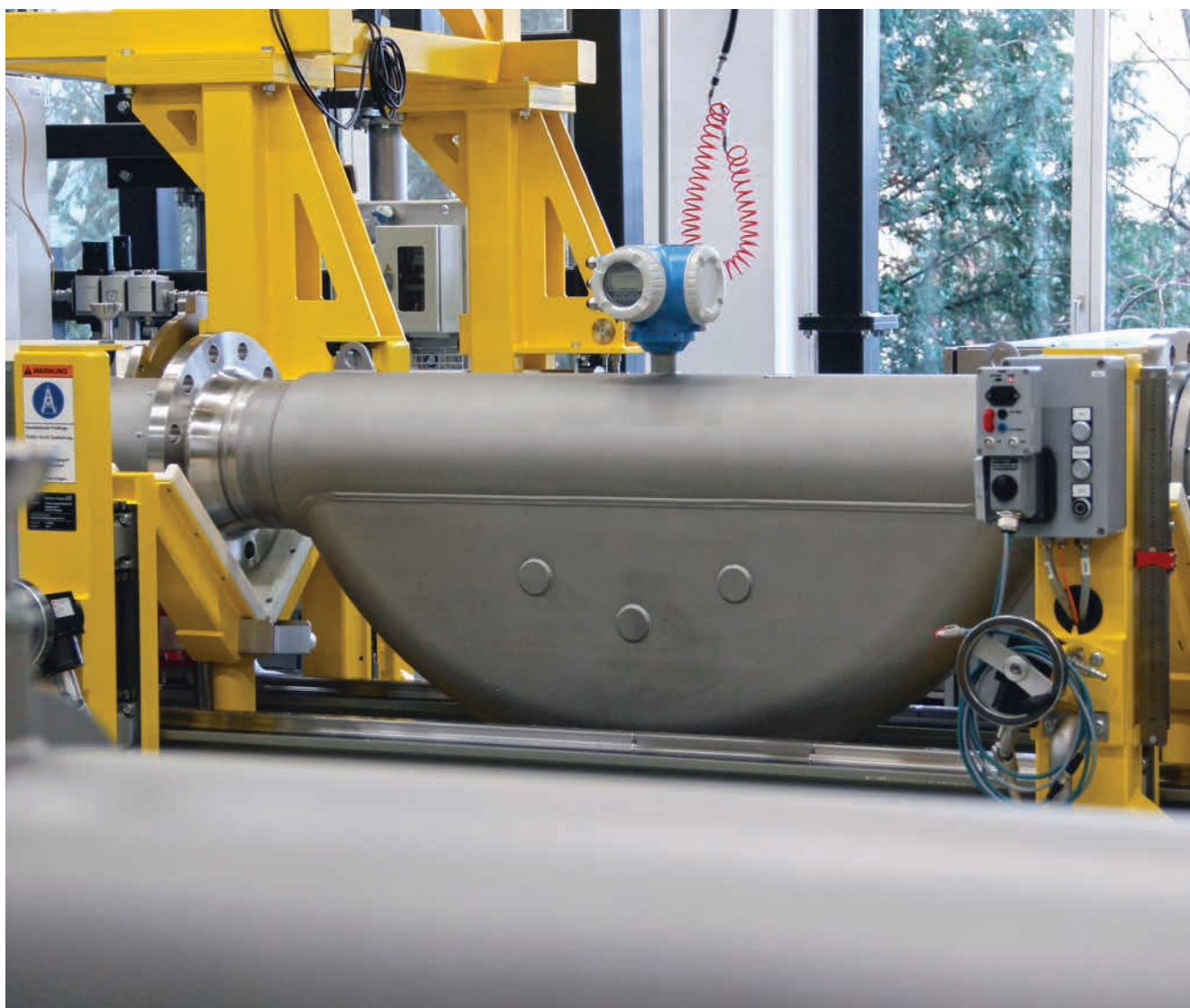


Aufgrund nationaler Eichgesetze sowie internationaler Standards (OIML R117, API usw.) ist es in der Ölindustrie gängige Praxis, dass eichpflichtige Messsysteme gegenüber einer Referenz vor Ort verifiziert werden – zum Beispiel gegenüber einem Master-Messgerät, einem Volume Prover oder einer Lkw-Waage. Je nach Kapazität und Örtlichkeit der Messstelle sind solche Verifikationen aufwendig, kostspielig oder aus praktischen Gründen nicht möglich.

Falls ein Durchflussmessgerät zudem eine Verifikation nicht besteht, führt dies zu unerwünschten Projektverzögerungen. Deshalb verlangen Kunden in der Ölindustrie oftmals eine vorausgehende Kalibrierung mit Kohlenwasserstoffen. Als einer der wenigen Hersteller von Durchflussmessgeräten offeriert Endress+Hauser solche Kalibrierungen mit Kohlenwasserstoffen direkt ab Werk (Reinach/CH).

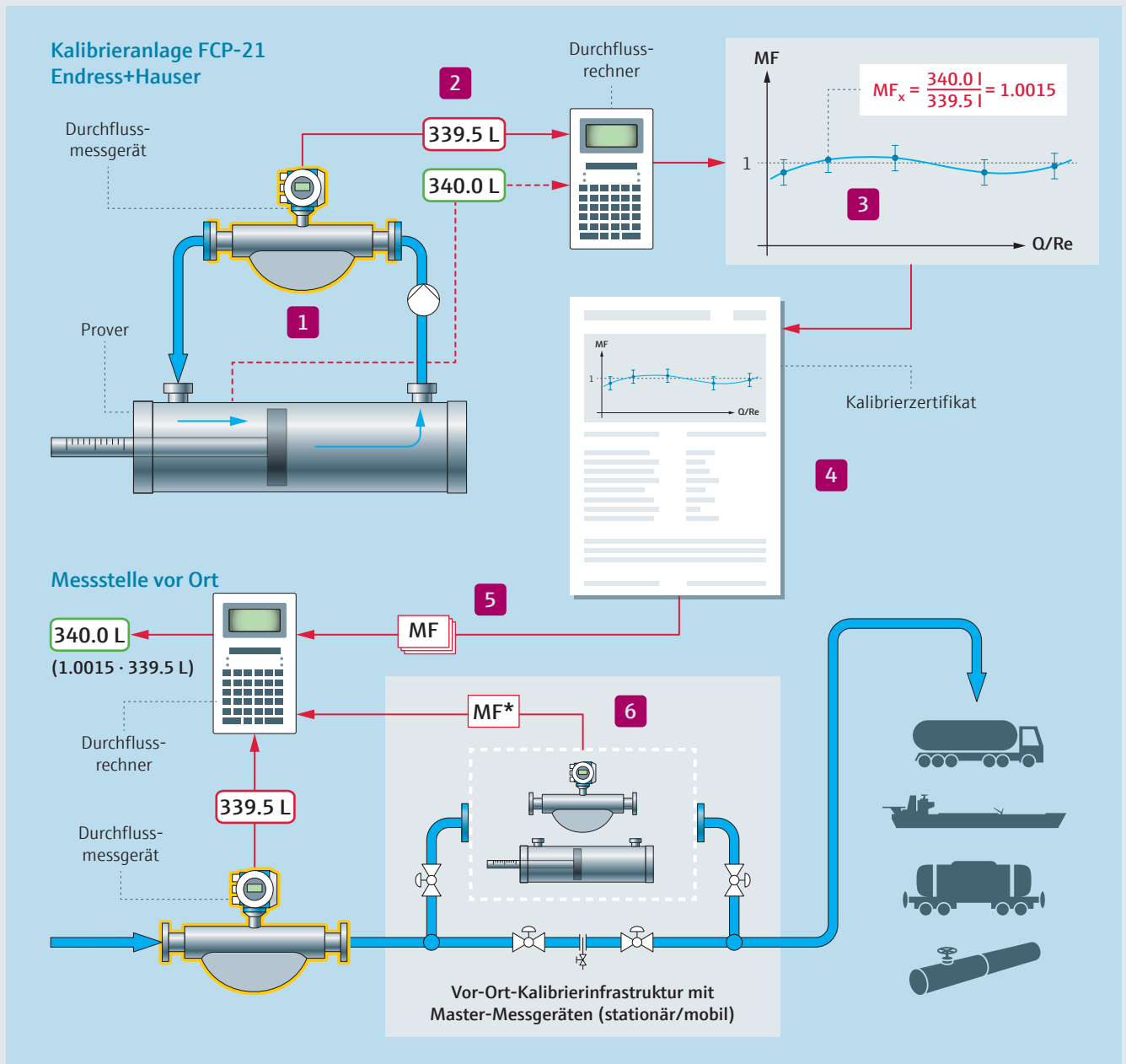
Vorteile auf einen Blick

- Massive Kosten- und Zeitersparnis gegenüber Vor-Ort-Verifikationen, insbesondere in Anwendungen mit großen Durchflussvolumina (Be-/Entladen von Schiffen, Mengenmessung in Pipelines usw.)
- Bestmögliche Messperformance durch eine gerätespezifische Abstimmung mit Öl als Kalibriermedium
- Deutlich reduziertes Projektrisiko dank zusätzlichem „Qualitätsmeilenstein“ in Form einer Kohlenwasserstoff-Durchflusskalibrierung ab Werk
- Zuverlässig hohe Messperformance dank der vollständigen Rückführbarkeit unserer Kohlenwasserstoff-Durchflusskalibrieranlage (ISO/IEC 17025) auf das Schweizerische Nationale Normal.





Übertragen der im Labor ermittelten Korrekturfaktoren auf das Messsystem vor Ort

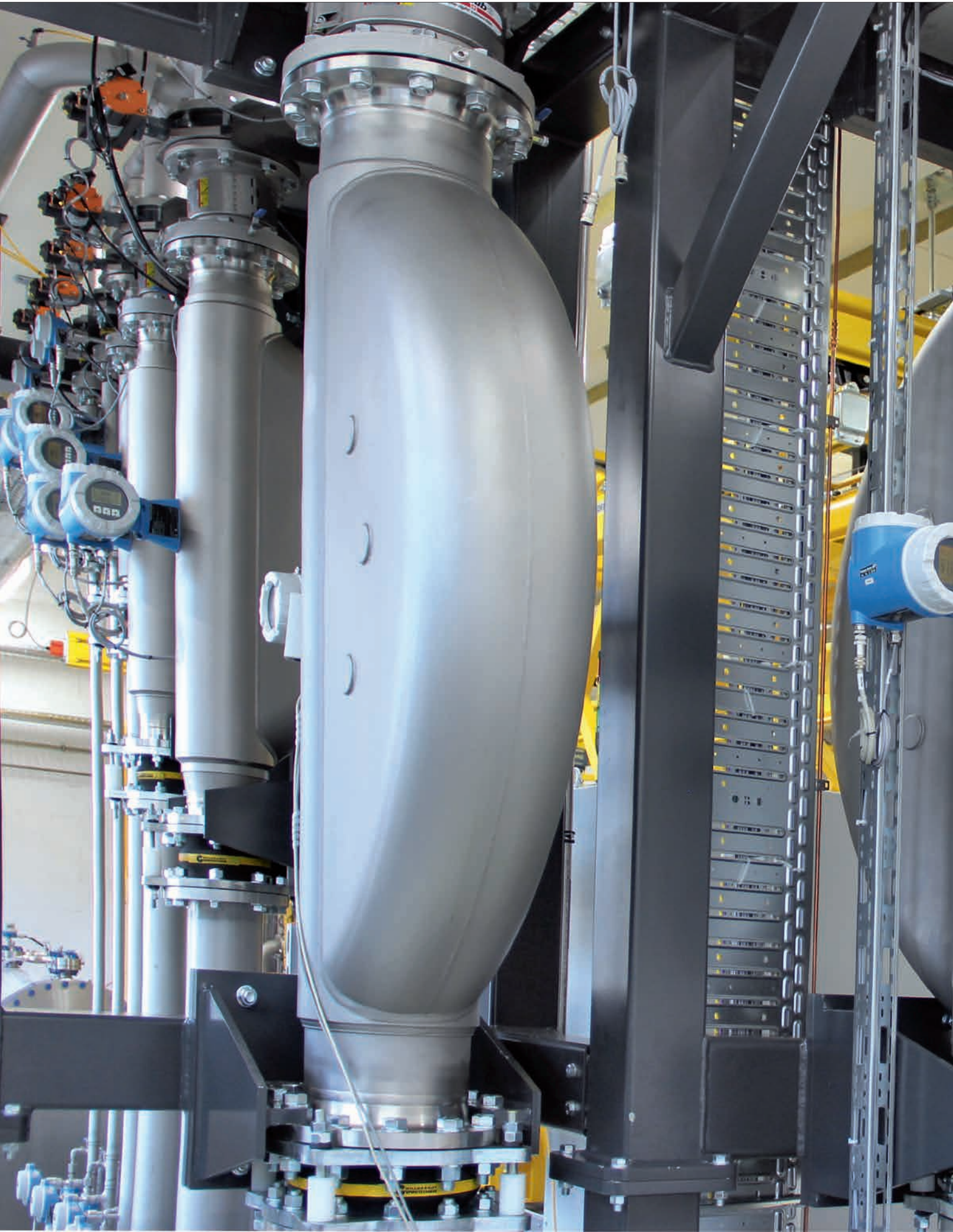


- 1. Kalibrieren des Durchflussmessgerätes** mit Kohlenwasserstoffen im Werk. Messpunkte bei verschiedenen Durchflussraten ($Q_1 \dots Q_x$) und Viskositäten ($v_1 \dots v_x$).
- 2. Vergleichen** der vom Durchflussmessgerät angezeigten Menge mit der vom Piston prover vorgegebenen Referenzmenge.
- 3. Auswerten** der Kalibriermessungen in Form von Korrekturfaktoren (MF) in Abhängigkeit der Durchflussrate (Q) und der Reynoldszahl (Re).
- 4. Erstellen** eines entsprechenden Kalibrierzertifikats.
- 5. Eingeben** der Korrekturfaktoren (MF) in den Durchflussrechner des Messsystems vor Ort.

- 6. Option: Kalibrierung vor Ort** mithilfe einer mobilen oder fest installierten Kalibrierinfrastruktur, die z.B. Prover oder Coriolis-Durchflussmessgeräte als Master-Messgeräte verwendet. Die damit ermittelten Korrekturfaktoren (MF*) werden in den Durchflussrechner des Messsystems übertragen.



Dank der schnellen Signalverarbeitung der Promass-Messelektronik kann die für mechanische Zähler vor Ort verwendete Kalibrierinfrastruktur problemlos auch für Promass Coriolis-Durchflussmessgeräte eingesetzt werden.





Technische Daten

Kohlenwasserstoff-Durchflusskalibrieranlage FCP-21/22

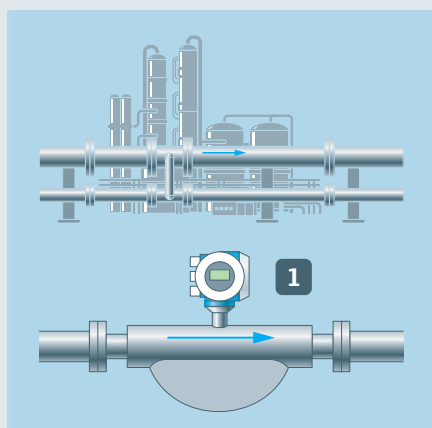
- Durchflussbereich:
 - Anlage FCP-21: 2...1200 m³/h
 - Anlage FCP-22: 2...800 m³/h
- Viskositätsbereich:
 - Anlage FCP-21: 15...32 cSt
 - Anlage FCP-22: 100...300 cSt
- Nennweitenbereich (FCP-21/22): DN 50...400 (2...16")
- Erweiterte Messunsicherheit: $\pm 0,05\%$ v.M.
- Primäre Referenzgeräte: Piston Provers
- Sekundäre Referenzgeräte (Master-Messgeräte): Coriolis-Durchflussmessgeräte Typ „Promass“
- Akkreditiert durch die Schweizerische Akkreditierungsstelle (SAS) nach ISO/IEC 17025
- Kalibrierung wahlweise gemäß OIML R117 oder API MPMS Ch. 4.8

Vertrauen dank Rückführbarkeit

Die Kohlenwasserstoff-Durchflusskalibrieranlage FCP-21/22
Akkreditiert nach ISO/IEC 17025

Durchflussmessung

Durchfluss in der Rohrleitung
vs.
Durchflussmessgerät



Anlagenbetreiber
(Kunde)

Durchflussmessgerät

Coriolis-Durchflussmessgerät (1)
z.B. Promass F/O/Q oder X

Messaufgaben

- Masse-/Volumenmessung, z.B. für den Eichverkehr (Be-/Entladung)
- Bilanzierung
- Prozessüberwachung
- Referenzmessung (Vor-Ort-Kalibrierung)

Wiederholbarkeit

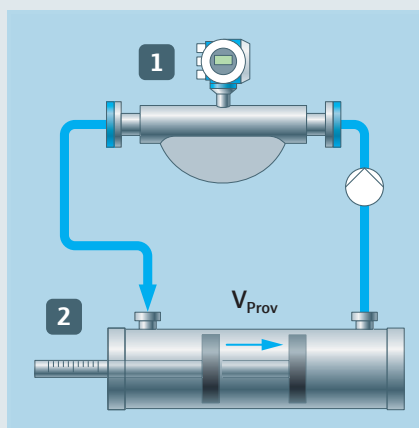
$\pm 0,025\%$ (API MPMS Ch. 4.8)

Genauigkeitsklasse

$\pm 0,2\%$ (OIML R117, Class 0.3)

Kalibrierung

Durchflussmessgerät
vs.
Piston Prover (Messkolben)



Endress+Hauser
Reinach (CH)

Prüfmittel

Kohlenwasserstoff-Kalibrieranlage mit Piston Prover (2) für die Überprüfung des Durchflussmessgerätes (1)

Kalibrierprozedur

Vergleich des vom Coriolis-Durchflussmessgerät berechneten Volumenflusses ($V = m/\rho$) aus gemessener Masse (m) sowie Dichte (ρ) und dem vom Piston Prover gelieferten Referenzvolumen (V_{Prov}).

- Kalibriermessung erfolgt mit Medien unterschiedlicher Viskosität (ν) sowie bei unterschiedlichem Durchfluss (Q)
- Kalibrierresultat:
 - Korrekturfaktoren für verschiedene Durchflüsse ($Q_1 \dots Q_x$) in Abhängigkeit der Viskosität ($\nu_1 \dots \nu_x$).
 - Korrekturfaktoren in Abhängigkeit der Reynoldszahl (Re).

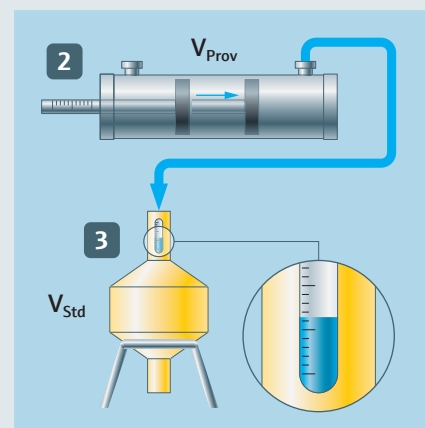
Messunsicherheit (Kalibrieranlage)

$\pm 0,05\%$ (Prover)

$\pm 0,08\%$ (Master meter)

Kalibrierung

Piston Prover (Messkolben)
vs.
Volumennormal (Eichkolben)



Prüfmittel

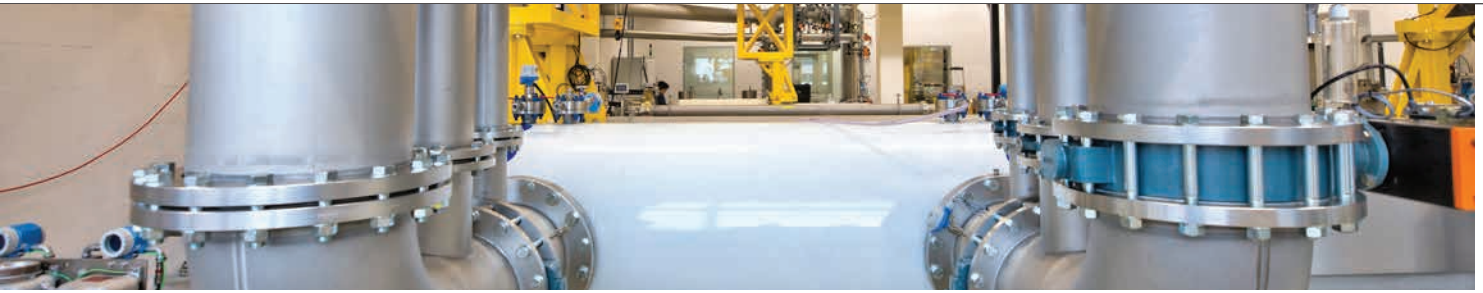
Volumennormal (3) für die Kalibrierung des Piston Provers (2)

Kalibrierprozedur

- Die Kalibrierung wird mithilfe der sogenannten „Water draw“-Methode durchgeführt. Dabei wird Wasser mit bekannter Temperatur und Dichte vom Messkolben in das Volumennormal hineingefüllt (V_{Prov}).
- Nach entsprechenden Prozesskorrekturen kann das verdrängte Wasservolumen mit Bezug auf das Volumennormal sehr genau bestimmt werden.

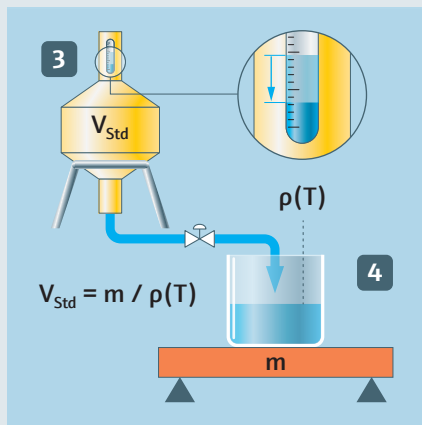
Messunsicherheit (Volumennormal)

$\pm 0,02\%$



Kalibrierung

Volumennormal (Eichkolben)
vs.
Waage



Eidgenössisches Institut für Metrologie (METAS)
Bern (CH)

Prüfmittel

Waage (4) für die Kalibrierung des
Volumennormals (3)

Kalibrierprozedur

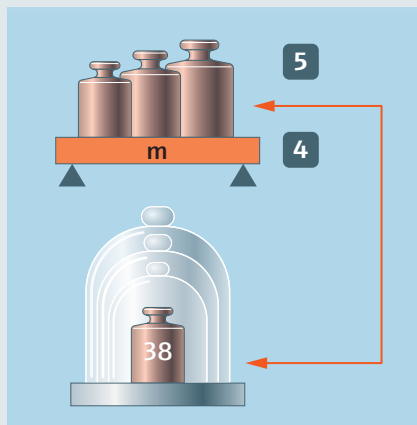
1. Befüllung des Volumennormals (V_{Std}) auf ein vordefiniertes Niveau (Volumen) mit destilliertem Wasser.
2. Entleerung dieses Volumens in ein Wägegefäß (m).
3. Messung der Wassertemperatur (T) zur Bestimmung der für die Volumeberechnung benötigten Wasserdichte ($\rho(T)$).

Messunsicherheit (Waage)

$\pm 0,01\%$

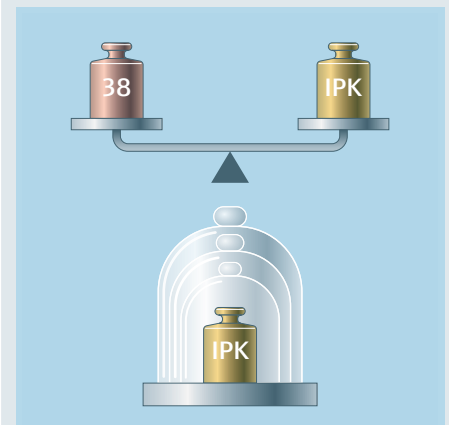
Kalibrierung

Waage
vs.
Nationale Referenzgewichtsstücke
(vs. Urkilogramm-Duplikat Nr. 38)



Vergleichsmessung

Urkilogramm-Duplikat Nr. 38
vs.
Urkilogramm (IPK)



Bureau National des Poids et Mesures
(BIPM) – Sèvres (FR)

Das Urkilogramm (IPK)

Globale Referenz und Basiseinheit für die Masse. Aufbewahrungsort ist das 1875 gegründete Internationale Büro für Maß und Gewicht (BIPM) in Sèvres bei Paris (Frankreich).

Prüfmittel

Massenkomparator

Prüfintervall

1950, 1991 und 2003 erfolgten Vergleichsmessungen zwischen dem Urkilogramm (IPK) und dem Schweizerischen Urkilogramm-Duplikat (Nr. 38)

Messunsicherheit

$\pm 0,000001\%$ (± 10 Mikrogramm)

i Alle 10 Jahre erfolgt eine periodische Überprüfung der nationalen Referenzgewichtsstücke (5) gegen das Schweizerische Urkilogramm-Duplikat (Nr. 38) mittels eines Massenkomparators.

i Zurzeit wird weltweit daran gearbeitet, das Urkilogramm neu so zu definieren, dass dieses von Fundamentalkonstanten der Physik abgeleitet werden kann.

Messsysteme für den Eichverkehr

Schlüsselfertige Lösungen – vom Engineering bis zur Eichabnahme



Endress+Hauser liefert maßgeschneiderte Systeme für den Eichverkehr mit allen erforderlichen Komponenten. Unsere Messsysteme und Lösungen sind so konzipiert, dass diese in Ihre Prozessleit- und Kontrollsysteme optimal integriert werden können. Alle Partner, mit denen wir bei der Entwicklung und beim Bau solcher Messsysteme zusammenarbeiten, sind ISO 9001-zertifiziert und werden von uns regelmäßig auditiert.

Unser Lieferumfang

Bei der Planung und Inbetriebnahme von eichpflichtigen Messsystemen können Sie unseren Spezialisten voll und ganz vertrauen:

- Abklärungen und individuelle Beratung vor Ort
- Engineering und Bau von eichpflichtigen Messsystemen mit allen Komponenten:
 - Coriolis-Durchflussmessgeräte
 - Druck- und Temperaturmessgeräte
 - Durchflussrechner inkl. Bediensoftware (Entlade-/Dosiersteuerung, Diagnosefunktionen usw.)
 - Regelventile, Entlüfter, Mischer usw.
 - Master-Messgeräte und Provers
- Mobile oder stationäre Messsysteme
- Herstellung von Skids
- Zertifizierte Konformität gemäß international gültigen Standards (OIML, API)
- Abstimmung mit Metrologie- und/oder Eichämtern
- Koordination von Inbetriebnahmen und Vor-Ort-Kalibrierungen
- Begleitung bei Abnahmen durch die Zollverwaltung
- Projektdokumentationen: Schaltpläne, Konstruktionszeichnungen, Montageanleitungen, Bedienungsanleitungen, Zulassungen usw.



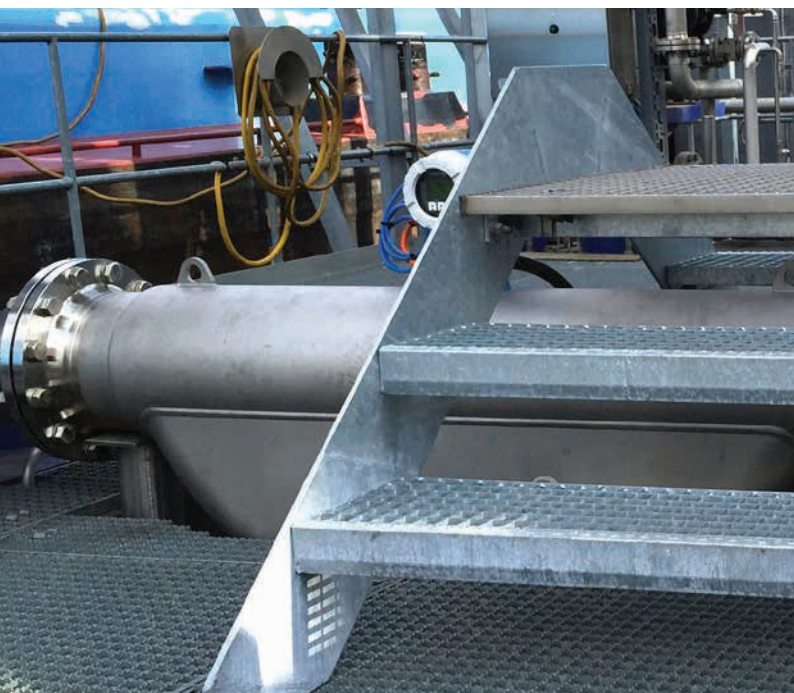
Zweiphasige Kohlenwasserstoffe messen

Unsere Lösung schafft maximale Transparenz

Es ist bekannt, dass die traditionelle Volumenmessung via Füllstand mit großen Unsicherheiten behaftet sein kann, beispielsweise aufgrund von Lufteinschlüssen durch das Leersaugen von Tanks beim Bunkern („Cappuccino-Effekt“). Auch die Füllstandsmessung in einem Tanklager – unmittelbar nach der Befüllung eines Tanks – ist problematisch, weil sich die stark bewegte Flüssigkeitsoberfläche erst nach Stunden beruhigt hat und erst dann eine Füllstandsmessung überhaupt möglich ist. Genau für solche Fälle hat Endress+Hauser ein patentiertes „Zwei-Phasen-Messsystem“ entwickelt, das eine zuverlässige Mengen- und Volumen-Echtzeit-

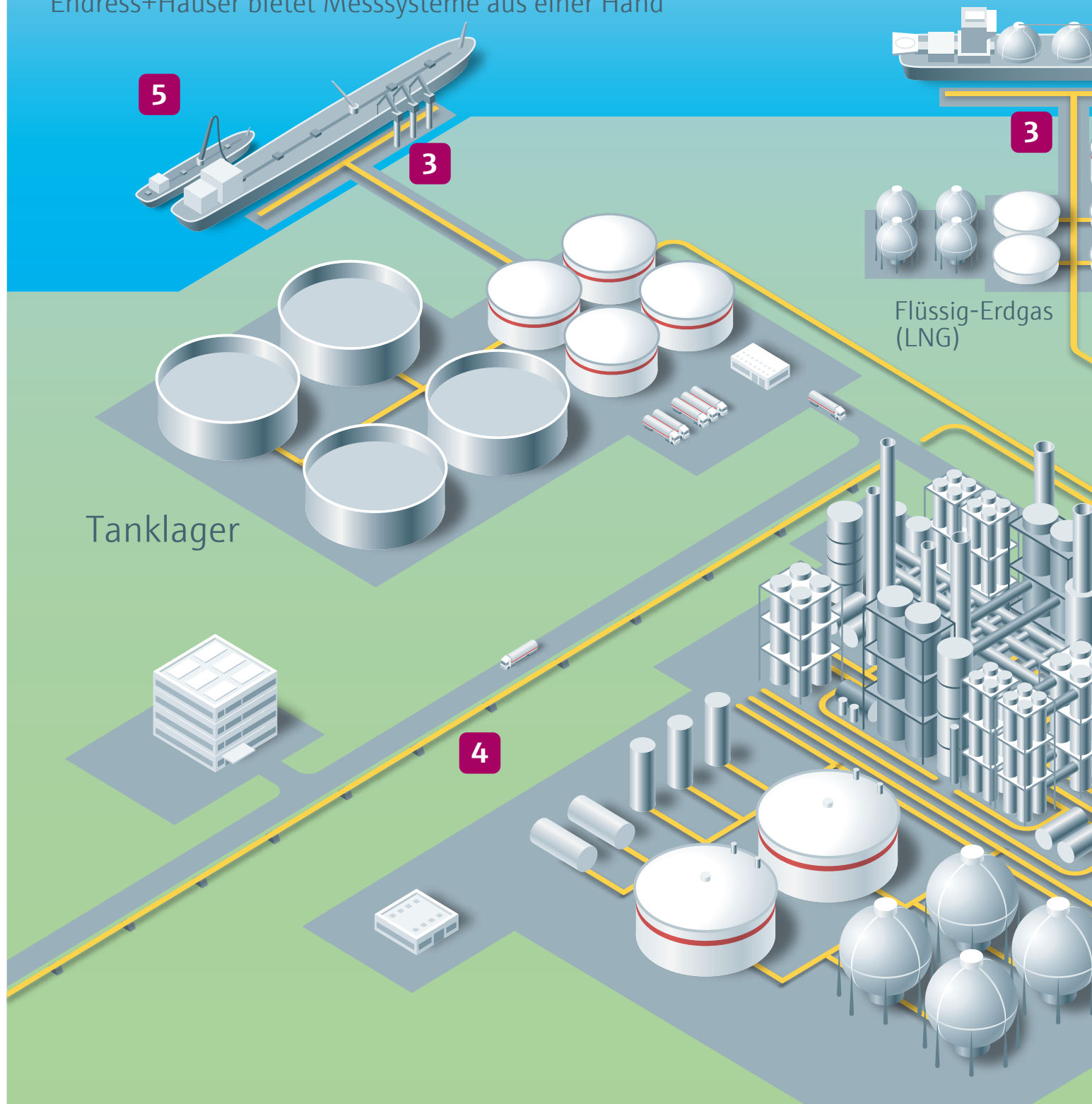
messung flüssiger Kohlenwasserstoffe ermöglicht – und dies auf engstem Raum:

- Zertifiziertes Messsystem nach MI-005
- Hohe Messgenauigkeit ($\pm 0,5\%$) für Masse und Volumen
- Genaues Erfassen von Liefermengen bei der Be- und Entladung von Schiffen, Bahnkesselwagen oder Lkws in Echtzeit
- Keine zusätzliche Installation eines Luftabscheiders notwendig



Eichverkehr in der Ölindustrie

Endress+Hauser bietet Messsysteme aus einer Hand



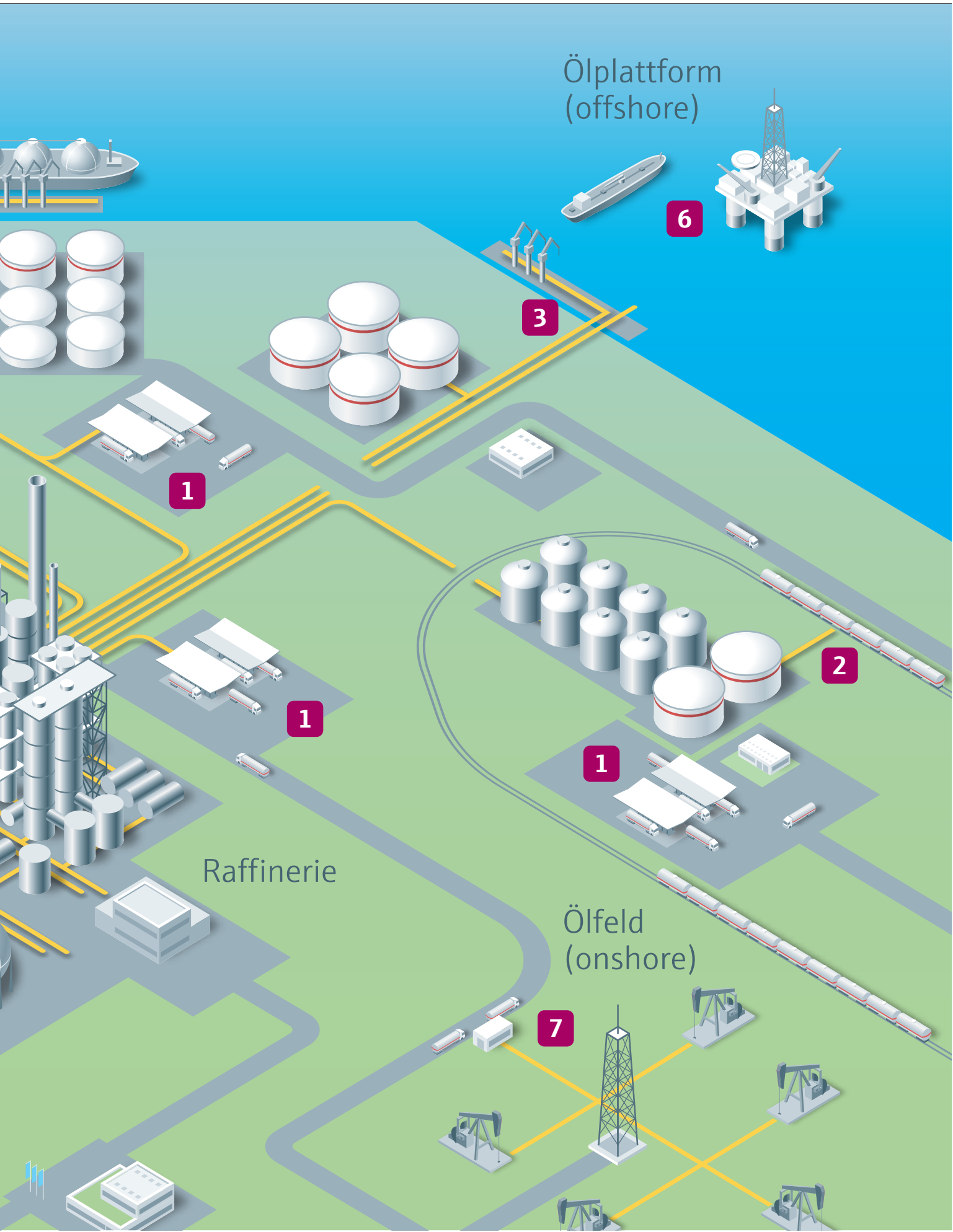
Be- und Entladen von Lkws (1), Bahnkesselwagen (2) oder Schiffen (3)

Mengenmessung in Pipelines (4)

Mengenmessung beim Tanken von Bunkeröl (5)

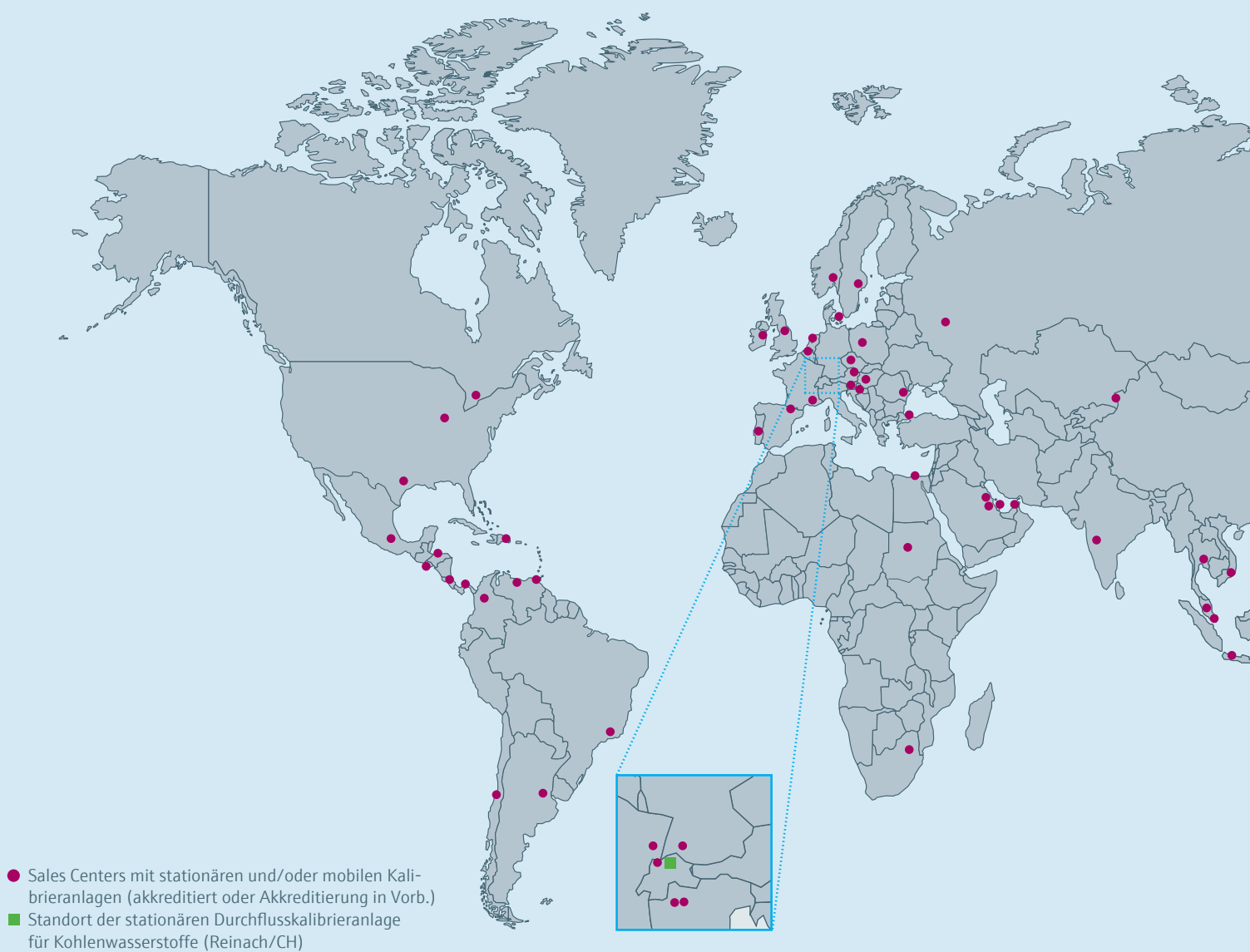
Mengenmessung im Offshore-Bereich, z.B. auf Ölplattformen (6)

Mengenmessung mithilfe von LACT-Einheiten (Lease Automated Custody Transfer units) (7)



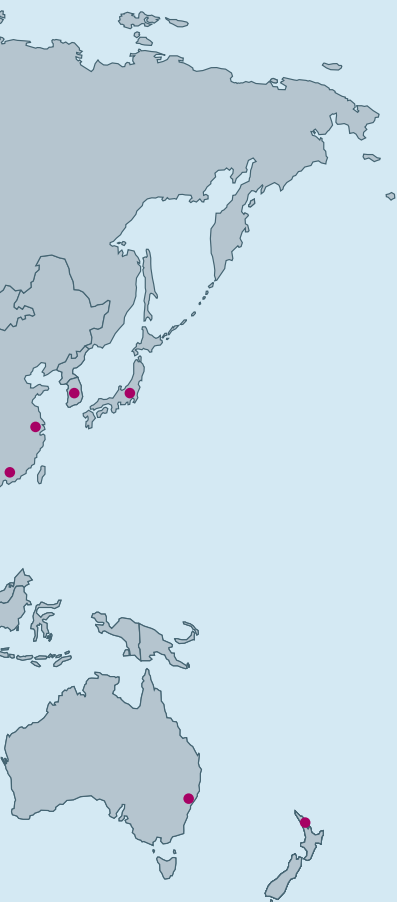


Unsere Sales Centers sind weltweit für Sie da



Unsere Dienstleistungen im Überblick

- Professionelles Management von nationalen und internationalen Projekten
- Planung und Beratung durch Experten vor Ort
- Planung, Konstruktion und Bau eichpflichtiger Messsysteme
- Installation, Inbetriebnahme und Konfiguration
- Verifikationen/Kalibrierungen vor Ort
- Prüfung von Master-Messgeräten
- Rekalibrierung im Werk
- Reparatur und Ersatzteile
- Störungsbehebung
- Wartung (Wartungsverträge)
- Unterstützung bei Audits und Abnahmen durch Eich- und/oder Zollbehörden
- Trainingsseminare und Schulungen



Weltweiter Service

Über die gesamte Lebensdauer Ihrer eichpflichtigen Messstelle

Die praktischen und qualitativen Anforderungen im Eichverkehr mit Kohlenwasserstoffen sind hoch. Eichpflichtige Messstellen zu planen und zu bauen ist eine Sache. Eine andere ist die kompetente Betreuung und Wartung solcher Messsysteme über deren gesamte Lebensdauer.

Deshalb können Sie bei Endress+Hauser auf ein weltweit ausgebautes Netz von über 40 Service- und Dienstleistungszentren zählen, die Sie in allen Belangen rund um den Eichverkehr unterstützen. Unsere Experten vor Ort sorgen dafür, dass bei Ihnen alles rund läuft. Sie stellen sicher, dass die Lösung – beispielsweise in einem Notfall – nur einen Telefonanruf weit entfernt ist.



www.addresses.endress.com

Umweltfreundlich produziert und gedruckt
auf Papier aus nachhaltiger Forstwirtschaft.

CP013290/06/DE/02.22