

Flüssige Mineralölerzeugnisse
Automatische Probenahme aus Rohrleitungen
(ISO 3171:1988)
Deutsche Fassung EN ISO 3171:1999

DIN
EN ISO 3171

ICS 75.080

Petroleum liquids – Automatic pipeline sampling
(ISO 3171:1988);

German version EN ISO 3171:1999

Produits pétroliers liquides – Échantillonnage automatique en oléoduc
(ISO 3171:1988);

Version allemande EN ISO 3171:1999

Die Europäische Norm EN ISO 3171:1999 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm fällt in den Zuständigkeitsbereich des Technischen Komitees CEN/TC 19 „Mineralölerzeugnisse, Schmierstoffe und verwandte Produkte“ (Sekretariat: NNI, Niederlande). Die ihr zugrunde liegende Internationale Norm ISO 3171:1988 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 28 „Mineralölerzeugnisse und Schmierstoffe“ (Sekretariat: ANSI, USA) ausgearbeitet.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NMP 673 „Spiegelausschuss zu ISO/TC 28/SC 3 „Statistic petroleum measurement“ im Fachausschuss Mineralöl und Brennstoffnormung (FAM) des Normenausschusses Materialprüfung (NMP) verantwortlich.

Für die im Inhalt zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 3170 siehe DIN EN ISO 3170, DIN 51750-1, DIN 51750-2

Fortsetzung 45 Seiten EN

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des NMP im DIN

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Flüssige Mineralölerzeugnisse

Automatische Probenahme aus Rohrleitungen
(ISO 3171:1988)

Petroleum liquids – Automatic pipeline sampling
(ISO 3171:1988)

Produits pétroliers liquides – Échantillonnage automatique
en oléoduc
(ISO 3171:1988)

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 18. Februar 1999 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

European Committee for Standardization

Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text der Internationalen Norm ISO 3171:1988 des Technischen Komitees ISO/TC 28 „Petroleum products and lubricants“ der International Organization for Standardization (ISO) wurde als Europäische Norm durch das Technische Komitee CEN/TC 19 „Mineralölzeugnisse, Schmierstoffe und verwandte Produkte“ übernommen, dessen Sekretariat vom NNI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 1999, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 1999 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 3171:1988 wurde von CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

ANMERKUNG: Die normativen Verweisungen auf Internationale Normen sind im Anhang ZA (normativ) aufgeführt.

0 Einleitung

Das Sammeln einer Probe eines durch eine Rohrleitung fließenden Stoffes hat den Zweck, die mittlere Zusammensetzung und Qualität der Gesamtmenge zu bestimmen. Die Proben aus der Gesamtmenge in der Leitung können zur Bestimmung der Zusammensetzung, des Wasser- und Sedimentgehaltes oder anderer wichtiger Eigenschaften, wie der Dichte, der Viskosität oder – mit speziellen Vorkehrungen – des Dampfdruckes analysiert werden.

Manuelle Probenahme-Methoden an Rohrleitungen sind für homogene Flüssigkeiten geeignet, deren Zusammensetzung und Qualität nicht wesentlich mit der Zeit variiert. Wenn dies nicht zutrifft, ist die automatische Probenahme zu empfehlen, da kontinuierliche oder wiederholte Entnahmen kleiner Proben aus der Rohrleitung gewährleisten, dass Änderungen in der Gesamtzusammensetzung auch in der gesammelten Probe widerspiegelt werden. Damit die Probe so repräsentativ als möglich ist, muss gewährleistet sein, dass die Empfehlungen dieser Internationalen Norm in Bezug auf die erforderliche Homogenität der Flüssigkeit an der Probenahmestelle und der erforderlichen Entnahmefrequenz der kleinen Proben befolgt werden.

Es sollte darauf geachtet werden, dass manuell entnommene Ersatzproben verfügbar sind, die herangezogen werden können, wenn das automatische Probenahmegerät nicht zufriedenstellend arbeitet; jedoch ist die manuelle Probenahme mit Unsicherheiten behaftet, wenn die Bedingungen in der Rohrleitung variieren (siehe ISO 3170).

Die beschriebenen Apparaturen und Techniken sind üblicherweise für die Probenahme für stabilisiertes Rohöl eingesetzt worden, sie können aber auch – unter Beachtung der entsprechenden Sicherheitsvorkehrungen und der Schwierigkeiten bei der Probenhandhabung – für nicht stabilisiertes Rohöl und Raffinerieprodukte eingesetzt werden.

Die repräsentative Probenahme von Rohöl für die Bestimmung der Dichte sowie des Wasser- und Sedimentgehaltes ist ein kritisches Verfahren. Umfangreiche Studien beim Rohöl-Transfer haben gezeigt, dass vier verschiedene Schritte für die Bestimmung repräsentativer Werte erforderlich sind:

- a) adäquate Strom-Konditionierung der Rohrleitungsinhalte;
- b) zuverlässige und effektive Probenahme, die die Proportionalität zwischen Probenahme-Rate und Strömungsgeschwindigkeit in der Leitung gewährleistet;
- c) adäquate Aufbewahrung und Transport der Probe;
- d) adäquate Konditionierung und Aufteilung in Teilproben für die genaue Laboranalyse.

Diese Internationale Norm bezieht sich auf vorhandene Probenahme-Methoden und derzeit gebräuchliche Ausrüstungstypen. Es ist aber nicht beabsichtigt, neue, derzeit noch nicht für die kommerzielle Anwendung entwickelte Ausrüstungen auszuschließen, vorausgesetzt, dass diese in der Lage sind, repräsentative Proben zu liefern und sich in Übereinstimmung mit den allgemeinen Anforderungen und Verfahrensweisen dieser Internationalen Norm befinden.

Die Anhänge dieser Internationalen Norm enthalten Berechnungsverfahren zur Theorie der Rohrleitungsmischung und zum Querschnittstest. Sie geben auch grundlegende Richtlinien für die Platzierung von Probenahmegeräten.

Es anerkannt, dass in vielen Ländern einige oder alle der durch diese Internationale Norm geregelten Punkte Gegenstand von bindenden Verordnungen auf der Grundlage von Gesetzen dieser Länder sind; diese Verordnungen müssen streng beachtet werden. Im Falle einer Unstimmigkeit zwischen solchen bindenden Verordnungen und dieser Internationalen Norm sollte die Verordnung ausschlaggebend sein.

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese Internationale Norm empfiehlt anzuwendende Verfahren, um auf automatische Weise repräsentative Proben von Rohöl und flüssigen Mineralölprodukten zu erhalten, die durch Rohrleitungen geleitet werden.

ANMERKUNG Obwohl in dieser Internationalen Norm stets der Ausdruck Rohöl verwendet wird, soll das andere flüssige Mineralölzeugnisse einschließen, wenn Technik und Ausrüstung auf diese ebenfalls anwendbar sind.

1.2 Diese Internationale Norm darf nicht zur Probenahme von Flüssiggas (LPG) und verflüssigtem Naturgas (LNG) angewandt werden.

1.3 Der Hauptzweck dieser Internationalen Norm ist, Richtlinien zur Spezifizierung, Prüfung, Handhabung, Instandhaltung und Kontrolle der Rohöl-Probenahme-Geräte zu geben.

1.4 Die Verfahren zur Probenahme von Rohöl sollen eine repräsentative Probe ergeben zur Bestimmung

- a) der Zusammensetzung und der Qualität des Öles;
- b) des Gesamt-Wassergehaltes;
- c) der anderen Verunreinigungen, die nicht als Teil des durchgeleiteten Rohöls betrachtet werden.

Wenn die Probenahmeverfahren für a), b) und c) unvereinbar sind, können separate Proben erforderlich sein.

ANMERKUNG Die Ergebnisse der Laboranalyse können zur Berechnung von Anpassungen der deklarierten Menge des durchgeleiteten Rohöls verwendet werden. Die Verfahrensweise zur Durchführung der Anpassungen ist nicht Gegenstand dieser Internationalen Norm.

1.5 Die Handhabung der Probe ist mit einbezogen. Sie umfasst alle Gesichtspunkte von der Probenahme bis zu ihrer Überführung in die Laborapparatur.

1.6 Diese Internationale Norm beschreibt Praktiken und Verfahrensweisen, von denen derzeit angenommen wird, dass sie am wahrscheinlichsten zu einer repräsentativen Probenahme und damit zu einer genauen Wasserbestimmung führen. Die Genauigkeit der Wasserbestimmung von Rohrleitungsproben, die unter Verwendung von automatischen Probenahmegeräten erhalten wurden, ist jedoch von Anordnung und Charakteristik aller verschiedenen Elemente, die das Probenahmesystem darstellen, und von der Genauigkeit der sich anschließenden analytischen Verfahren abhängig.

Eine theoretische Vorgehensweise zur Auswertung der kombinierten Genauigkeit des automatischen Probenahmesystems und der analytischen Prüfung ist in Abschnitt 16 angegeben. Ein praktikables Testverfahren für die Anwendung im Feld ist im Abschnitt 15 beschrieben.

Normalerweise werden die akzeptablen Genauigkeitsgrenzen für ein spezielles automatisches Probenahmesystem in Abstimmung mit den interessierten Parteien spezifiziert.

Tabelle 4 in Abschnitt 15 klassifiziert die Leistungsfähigkeit von automatischen Probenahmesystemen in Stufen, die auf der Genauigkeit von praktischen Testergebnissen basieren. Diese Stufen können als Richtlinie für die mögliche Leistungsfähigkeit benutzt werden und als Grundlage für eine individuelle Vereinbarung dienen.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind

nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

ISO 3165, *Probenahme von chemischen Produkten für den industriellen Gebrauch – Sicherheit bei der Probenahme*.

ISO 3170, *Mineralölzeugnisse – Flüssige Kohlenwasserstoffe – Manuelle Probenahme*.

ANMERKUNG Siehe auch Abschnitt 17, Bibliographie.

3 Definitionen

Für diese Internationale Norm gelten folgende Definitionen.

3.1

Akzeptable (Genauigkeits-)Grenzen

Grenzen, innerhalb derer die bestimmte Wasserkonzentration in einer Probe akzeptabel ist, relativ zu dem wahren Wert oder einem anderen spezifizierten Wert im 95%-Vertrauensbereich.

3.2 Automatisches Probenahmegerät

System, das in der Lage ist, eine repräsentative Probe aus einer Flüssigkeit zu entnehmen, die in einer Leitung fließt. Das System besteht aus einer Probenahmesonde und/oder einer Entnahmeverrichtung, einer damit verbundenen Steuerung sowie einem Probenbehälter.

3.2.1

Intermittierendes Probenahmegerät

System zur Flüssigkeitsentnahme aus einem fließenden Strom, ein Probenbehälter, um die aus dem Strom entnommenen Probenanteile aufzunehmen, und eine Möglichkeit zur Steuerung der entnommenen Probenmenge durch Veränderung der Probenahmefrequenz oder des Teilprobenvolumens im Verhältnis zur Fließgeschwindigkeit.

3.2.2

Kontinuierliches Probenahmegerät

System zur Flüssigkeitsentnahme aus einem fließenden Strom, das eine Entnahmeverrichtung hat, mit der man die Flüssigkeit kontinuierlich aus der Hauptleitung im Verhältnis zur Fließgeschwindigkeit abziehen kann, ein Probenzwischengefäß und eine Möglichkeit zur Steuerung eines Sekundärabzugs zum eigentlichen Probengefäß.

3.3

Berechnetes Probenvolumen

theoretisches Probenvolumen, das durch Multiplikation des Teilprobenvolumens mit der Anzahl der tatsächlich aufgefangenen Teilproben erhalten wird.

3.4

Kompetente Person

Person, die aufgrund ihrer Schulung, Erfahrung sowie ihres theoretischen und praktischen Wissens in der Lage ist, irgendwelche Schwächen in der Anlage oder Ausrüstung zu erkennen, und die eine zuverlässige Beurteilung für deren weitere Benutzung geben kann.

ANMERKUNG Diese Person sollte ausreichend autorisiert sein, um zu gewährleisten, dass die notwendigen Schritte entsprechend der von ihr gegebenen Empfehlung unternommen werden.

3.5

Steuerungssystem

Vorrichtung, die die Arbeitsweise des automatischen Probenahmeapparates so regelt, dass eine repräsentative Probe erhalten wird.

3.6

Festgeschwindigkeitsprobe; zeitproportionale Probe

Probe, die aus einer Leitung während des gesamten Zeitraums einer Batch-Durchleitung entnommen wird und aus gleichen Teilproben während eines einheitlichen Zeitintervalls besteht.

3.7

Strömungsproportionale Probe

Probe, die aus einer Leitung während des gesamten Zeitraums einer Batch-Durchleitung entnommen wird, wobei die Geschwindigkeit stets proportional der Geschwindigkeit der durch die Leitung fließenden Flüssigkeit ist.

3.8

Teilprobe

Flüssigkeitsanteil, der aus der Leitung durch eine einzige Betätigung der Entnahmevorrichtung erhalten wird. Die Summe aller Teilproben ergibt eine Probe.

3.9

Homogene Mischung

Flüssigkeit ist homogen, wenn die Zusammensetzung an allen Punkten die gleiche ist. Im Sinne dieser Internationalen Norm ist eine Flüssigkeit homogen, wenn die Änderung der Zusammensetzung nicht die Grenzen überschreitet, die in 4.4 angegeben sind.

3.10

Integrität der Probe

Bedingung, vollständig und unverändert zu sein, d. h. die Probe muss in der gleichen Zusammensetzung erhalten sein, als wenn sie aus der Gesamtmenge der Flüssigkeit entnommen wäre.

3.11

Isokinetische Probenahme

Probenahme, bei der die lineare Geschwindigkeit der Flüssigkeit in der Öffnung der Probensonde gleich ist der linearen Geschwindigkeit der Flüssigkeit in der Leitung an der Probenahmestelle; die Strömungsrichtung in der Probensonde ist dabei dieselbe wie die der Flüssigkeit in der Leitung.

3.12

Mischer

Vorrichtung, die für eine homogene Mischung der Flüssigkeit in einer Leitung oder in einem Behälter sorgt, damit eine repräsentative Probe erhalten wird.

3.12.1

Mischer mit Antrieb

Mischvorrichtung, die von einem externen Antrieb abhängig ist, um die notwendige Energie zum Mischen der Flüssigkeit aufzubringen.

3.12.2

Statischer Mischer

Mischvorrichtung, die keine beweglichen Teile hat und sich in der Leitung oder in einem Rohr befindet. Diese Mischvorrichtung ist abhängig von der kinetischen Energie der sich bewegenden Flüssigkeit, um die notwendige Energie zum Mischen der Flüssigkeit aufzubringen.

3.12.3

Statischer Mischer mit veränderlicher Geometrie

Mischvorrichtung, die in der Leitung oder im Rohr Teile enthält, deren Charakteristik entsprechend den verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten modifiziert werden kann.

3.13

Rohrleitung

Jede Leitung, die für die Durchleitung der Flüssigkeit verwendet wird. Eine freie Leitung darf innen keine Installationen haben, wie z. B. einen statischen Mischer oder eine Messblende.

3.14 Profiltest

Technik zur gleichzeitigen Probenahme an verschiedenen Punkten des Leitungsquerschnittes. Folgende Begriffe werden im Zusammenhang mit dem Profiltest gebraucht:

3.14.1

Gesamtmittelwert

Mittelwert von jedem der Punkt-Mittelwerte oder der Profil-Mittelwert. (Es ist zu beachten, dass das Ergebnis hierbei dasselbe ist.)

3.14.2

Punkt

einzelne Probenahmeöffnung in dem Profil (Querschnitt).

3.14.3

Punkt-Mittelwert

Mittelwert der Wasserkonzentration an demselben Punkt in allen Profilen (Punkte mit weniger als 1 % Wasser sind zu vernachlässigen).

3.14.4

Profil

Satz von Proben, die gleichzeitig an verschiedenen Punkten des Leitungsquerschnittes entnommen werden.

ANMERKUNG Der Begriff wird auch gebraucht, um eine Serie von Probenahmepunkten als solche zu bezeichnen sowie für den Satz an Analyseergebnissen der aus diesen Punkten entnommenen Proben.

3.14.5

Profil-Mittelwert

Mittelwert der Wasserkonzentration an jedem Punkt in demselben Profil (Profile mit weniger als 1 % Wasser sind zu vernachlässigen).

3.15

Repräsentative Probe

Probe, die in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften identisch ist mit den mittleren Eigenschaften des Gesamtvolumens, von dem die Probe genommen werden soll.

ANMERKUNG Da Fehler hierbei nicht genau quantifiziert werden können, kann die Einhaltung dieses Ideals nur als Unsicherheit ausgedrückt werden, was entweder durch praktische Tests oder durch theoretische Berechnungen erfolgen kann.

3.16

Probe

aus einer Rohrleitung entnommener Flüssigkeitsanteil, der anschließend zum Laboratorium zur Analyse gebracht wird.

3.17

Proben-Konditionierung

Notwendige Homogenisierung zur Stabilisierung der Probe bei der Probenbehandlung zur Vorbereitung der Analyse.

3.18

Proben-Behälter

Gefäß zur Lagerung, zum Transport und zur Vorbereitung der gesamten oder eines Teiles der Probe, deren analytische Bearbeitung erfolgen soll, sowie zur Aufteilung in zu analysierende kleine Unter-Proben.

3.19

Proben-Handling

Konditionierung, Übertragung, Teilung und Transport der Probe. Dazu gehört auch die Übertragung der Probe von dem Aufnahmegefäß zum Probenbehälter und vom Probenbehälter zur Laboratoriumsapparatur, in der die Probe analysiert wird.

3.20

Proben-Schleife

Bypass zur Hauptrohrleitung, durch die ein repräsentativer Teil des gesamten Stromes zirkuliert, von dem die Probe entnommen werden soll.

3.21

Proben-Aufnahmegefäß

mit dem automatischen Probennehmer verbundenes Gefäß, in dem die Probe während des Probenahmevorganges gesammelt wird. Das Aufnahmegefäß kann dauernd an das Probenahmegerät angeschlossen sein, oder es kann tragbar sein. In jedem Fall muss es so konstruiert sein, dass die Integrität der Probe gesichert ist.

ANMERKUNG Unter gewissen Umständen ist es möglich, die Probe in mehr als einem Probenaufnahmegefäß zu sammeln. In diesem Fall muss die Proben-Integrität für jedes einzelne Probenvolumen gesichert sein.

3.22

Performance-Faktor (PF) des Probenahmegerätes

Verhältnis zwischen dem aufgefangenen und dem berechneten Probenvolumen (siehe 14.6).

3.23

Probenahme-Frequenz

Anzahl der Teilproben in der Zeiteinheit.

3.24

Probenahme-Intervall

Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Teilproben.

3.25

Probenahmestelle

Leitungsquerschnitt, wo die Probenahmesonde angebracht ist oder angebracht wird.

3.26

Probenahme-Sonde

Probenahme-Element, das in die Rohrleitung hineinreicht.

3.27

Probenahme-Rate

Menge des Rohrleitungsinhalts, die durch einen Teilprobe repräsentiert wird.

ANMERKUNG Sie kann entweder ausgedrückt werden als Volumen in m³ je Teilprobe oder als äquivalente Rohrleitungslänge in m je Teilprobe.

3.28

Fraktionierungs-Vorrichtung

Vorrichtung, die ein kleines Volumen von der Batch-Flüssigkeit, die von dem kleinen Volumen repräsentiert wird, abtrennt.

3.29

Strom-Konditionierung

Verteilung und Dispergierung des Rohrleitungsinhaltes vor der Probenahmestelle.

3.30

Zeitproportionale Probe

Siehe 3.6.

3.31 Wasser

3.31.1

Gelöstes Wasser

im Öl enthaltenes Wasser, das sich bei der gegebenen Temperatur in Lösung befindet.

3.31.2

Suspendiertes Wasser

im Öl enthaltenes Wasser, das in Form von kleinen Tröpfchen im Öl dispergiert ist.

ANMERKUNG Nach einer bestimmten Zeit kann es geschehen, dass es sich entweder als freies Wasser sammelt, oder es wird zu gelöstem Wasser; das hängt von den gegebenen Temperatur- und Druckbedingungen ab.

3.31.3

Freies Wasser

Wasser, das als vom Öl abgetrennte Schicht vorhanden ist und üblicherweise unter dem Öl liegt.

3.31.4

Gesamt-Wasser

Summe des gelösten, suspendierten und freien Wassers in einer Ladung oder Partie Öl.

3.32

Bedingungen des ungünstigsten Falles

Betriebsbedingungen für den Probenahmeapparat, die das ungleichmäßigste und unstabilste Konzentrationsprofil an der Probenahmestelle darstellen.

ANMERKUNG Dies ist üblicherweise der Fall bei minimaler Strömungsgeschwindigkeit, minimaler Öldichte und minimaler Viskosität, kann aber auch durch andere Faktoren beeinflusst werden, wie z. B. Emulgatoren und oberflächenaktive Stoffe.

4 Prinzip

4.1 Zweck

Dieser Abschnitt definiert die wesentlichen Prinzipien, die während des Probenahmevorganges beachtet werden müssen, damit die Repräsentativität der entnommenen Probe den Spezifikationen dieser Internationalen Norm entspricht und die Akzeptanzkriterien aus 4.4 erfüllt werden.

4.2 Zu beachtende Prinzipien

Um die Ölzusammensetzung, die Qualität und den Gesamtwassergehalt eines Rohölbatches zu bestimmen, werden repräsentative Proben des Batches entnommen und analysiert. Der Batch kann entweder eine bestimmte Pipeline-Durchleitung über einen gegebenen Zeitraum sein oder die ganze Ladung oder Teilladung eines Tankers, entweder beim Laden oder beim Löschen.

Die Repräsentativität hängt von vier Bedingungen ab, die alle beachtet werden sollten, da die Nichteinhaltung irgendeiner Bedingung sich auf die Qualität und auf das Gesamtergebnis auswirken kann.

4.2.1 Die erste Bedingung ist, dass die aus der Rohrleitung entnommenen Proben die gleiche Zusammensetzung haben sollten wie die mittlere Zusammensetzung des Rohöls über den gesamten Querschnitt der Rohrleitung an der Stelle und zu der Zeit der Probenahme. Es ist nicht leicht, diese Bedingung zu erfüllen, weil die Möglichkeit eines veränderlichen Konzentrationsgradienten quer zum Leitungsabschnitt besteht.

Diese Bedingung erfordert, dass an der Probenahmestelle

- a) die Verteilung der Konzentration des Wassers in dem Rohöl einheitlich quer zum Leitungsabschnitt innerhalb der Akzeptanzgrenzen von 4.4 sein sollte;
- b) der Durchmesser der Eingangsöffnung der Probenahme-sonde groß im Verhältnis zur maximalen Größe der Wassertropfen sein sollte. Die Öffnung sollte nicht kleiner als 6 mm sein (siehe 7.3).

4.2.2 Die zweite Bedingung ist, dass die Repräsentativität über die gesamte Durchleitungsperiode des Batches, dessen Zusammensetzung sich zwischen Anfang und Ende der Probenahme verändern kann, anhalten sollte. Die Probenahmerate, sowohl bei der kontinuierlichen als auch bei der intermittierenden Probenahme, sollte im Verhältnis zur Strömungsgeschwindigkeit in der Leitung stehen. Wenn ein intermittierendes Probenahmegerät verwendet wird, sollten beide, die Probenahmefrequenz und die Größe der Teilprobe, ausreichend sein, um eine akzeptable Repräsentativität zu garantieren.

Weiterhin sollte die Repräsentativität der Probe in einem automatischen Probenahmegerät von der Probenahme-sonde bis zum letzten Proben-Aufnahmegefäß erhalten bleiben. Die Proben sollten mit einer Vorrichtung entnommen werden, die mit den Empfehlungen in den Abschnitten 7, 8, 9 und 10 in Einklang steht.

4.2.3 Die dritte Bedingung ist, dass die Probe in demselben Zustand als am Punkt der Entnahme erhalten bleibt, ohne Verluste an Flüssigkeit, Feststoffen oder Gasen und ohne Verunreinigung.

Die Lagerung und die Übertragung von Proben sollten in Einklang sein mit den Empfehlungen in Abschnitt 11.

4.2.4 Die vierte Bedingung betrifft die Aufteilung der Probe in eine Anzahl von Unter-Proben in der Weise, dass sichergestellt wird, dass jede von ihnen genau dieselbe Zusammensetzung wie die Originalprobe hat.

Die Verfahrensweise zur Aufteilung einer Probe in Unter-Proben und ihrer Überführung zu den Laboratoriumseinrichtungen ist in Abschnitt 12 angegeben.

ANMERKUNG Es muss betont werden, dass diese vierte Bedingung eine kritische Handlung darstellt, da jeder hier eingebrachte Fehler dazu führen kann, die Repräsentativität, die durch die ersten drei Bedingungen erreicht wurde, zu zerstören.

4.3 Toleranzen und Validation der Probenahme

Um sicherzustellen, dass jede Probe, die zum Laboratorium zur Analyse geschickt wird, repräsentativ für den gesamten Batch ist, darf die Zusammensetzung der Probe nicht mehr von der Zusammensetzung des Batches abweichen als die Toleranzen, die in Tabelle 4 angegeben und deren Anwendung in 15.5 beschrieben ist.

Um sicherzustellen, dass irgendeine Abweichung von den oben gegebenen Bedingungen (siehe 4.2) nicht eine Repräsentativität der Probe ergibt, die die in Tabelle 4 gegebenen Toleranzen überschreitet, sollte jeder Schritt des Probe-

nahmeverganges einer genauen Kontrolle unterzogen werden, wie in Bild 1 gezeigt.

4.4 Allgemeine Prinzipien für die Probenahme

Die hydraulischen Gesetze, die das Verhalten von heterogenen Flüssigkeiten bestimmen, die sich in der Leitung teils mischen und teils nicht mischen, zeigen, dass bei der Strömungskonditionierung ein ausreichend hoher Energieverbrauch ermöglicht werden muss, um Wassertropfchen und schwerere Feststoffteile im Rohöl suspendiert zu halten. Ein solcher Energieverbrauch kann entweder von der Geschwindigkeit in einer freien, d. h. nicht durch Einbauten behinderten Leitung, oder von einer Mischvorrichtung unmittelbar vor der Probenahmestelle stammen.

In Anbetracht der Wasserverteilung über den Querschnitt sollten die akzeptablen Grenzwerte, die in dem Profilttest gefunden wurden (Abschnitt 6), im Verhältnis stehen zu der mittleren Wasserkonzentration in diesem Niveau. Die Grenzen sollten innerhalb $\pm 0,05$ g/100 g für Proben mit einem Wassergehalt bis zu 1 g/100 g liegen und ± 5 % der mittleren Konzentration für Proben, die einen größeren Wassergehalt als 1 g/100 g aufweisen [siehe auch Fall 2 in 4.4.2].

ANMERKUNG Obwohl die oben genannten Konzentrationen in Masseneinheiten angegeben sind, gelten sie auch für Volumeneinheiten.

Für eine waagerechte Leitung kann mit den folgenden drei Fällen die Art beschrieben werden, wie die Konzentration der verschiedenen Phasen über den Querschnitt der Leitung sich ändern kann in Abhängigkeit von den hydraulischen Bedingungen (Strömungsgeschwindigkeit, Produkt-Dichte und Viskosität, Zusammensetzung der dispergierten Phase, oberflächenaktive Stoffe usw.).

4.4.1 Fall 1 (siehe Bild 2, Profil-Typ 1)

In diesem Fall ist die Konzentration dieselbe innerhalb der oben definierten akzeptablen Grenzen über den ganzen Leitungsquerschnitt für alle Wasser-Konzentrationen. Die vorhandenen Bedingungen sind für die Probenahme akzeptabel, da das Wasser gleichmäßig über den Leitungsquerschnitt verteilt ist. Eine repräsentative Probe ist dementsprechend am Einfluss der Probenahme-sonde vorhanden, die an einem beliebigen Punkt des Durchmessers platziert werden kann. Jedoch ist es wichtig, darauf zu achten, die Stelle der Probenahme-sonde nicht zu nahe an die Wandung zu setzen, um Wandeffekte zu minimieren.

4.4.2 Fall 2 (siehe Bild 2, Profil-Typ 2)

In diesem Fall verändert sich die Konzentration über den Querschnitt von einem Punkt zum anderen, aber mit einem einheitlichen Gradienten, sodass es schließlich einen Punkt gibt, bei dem die Konzentration gleich der mittleren Konzentration des gesamten Querschnitts ist. Aufgrund von theoretischen Untersuchungen findet man im Allgemeinen diesen Punkt zwischen 0,4 und 0,5 des vertikalen Durchmessers vom Boden einer horizontalen Rohrleitung.

Die Probenahme an dieser Stelle ist nur akzeptabel, wenn die Wasserkonzentration, die an diesem Probenahmepunkt unter den ungünstigsten Bedingungen gefunden wurden, gleich der mittleren Konzentration in den oben definierten akzeptablen Grenzen ist.

4.4.3 Fall 3 (siehe Bild 2, Profil-Typ 3a und 3b)

In diesem Fall ist die Konzentration über den Querschnitt der Leitung nichtlinear, was das Vorhandensein von Abscheidungen anzeigt (Typ 3a). Einige unregelmäßige Profile können ebenfalls angetroffen werden (Typ 3b).

Wenn Konzentrationsunterschiede an verschiedenen Punkten in dem Querschnitt vorkommen, so ist eine Probenahme an vorher bestimmten Punkten unakzeptabel, und es ist notwendig, eine Mischvorrichtung zu installieren (siehe 5.3).

ANMERKUNG Wenn am Boden der Leitung freies Wasser oder eine Emulsion mit hoher Wasserkonzentration vorhanden ist, so ist eine repräsentative Probenahme nicht möglich.

4.5 Dispergierte Phase – Änderungen mit der Zeit

Es ist unwahrscheinlich, dass die Konzentration einer dispergierten Komponente in der Gesamtflüssigkeitsmenge mit der Zeit konstant bleibt. Zum Beispiel können mit der gelöschten Rohölmenge eines Seetankers zusätzlich zu den mehr graduellen Veränderungen des Basis-Wassergehaltes auch Perioden auftreten, wo Peaks relativ hoher Wasserkonzentration durch die Rohrleitung fließen. Experimentelle Beobachtungen zeigen, dass diese „kurzzeitigen Wasserschübe“ mehr als 50 % Wasser enthalten und weniger als eine Minute andauern können. In Abhängigkeit von dem Löschverfahren kann sich die Menge des Wassers, das in Form von solchen kurzzeitigen Wasserschüben entladen wird, relativ zu dem Basisniveau an Wasser in der entladenen Gesamtmenge ändern.

Offensichtlich ist die Repräsentativität der Proben in diesem Fall abhängig von der Fähigkeit des automatischen Probenahmesystems, den Wassergehalt dieser Peaks in dem gesamten aufgefangenen Probevolumen sowohl hinsichtlich der Genauigkeit als auch des Verhältnisses widerzuspiegeln.

Bei dem intermittierenden Probenahmegerät hängt die Genauigkeit von dem Apparatetyp und der Frequenz des Probenahmeverganges im Verhältnis zur Frequenz und Dauer dieser kurzzeitigen Wasserschübe ab. Bei den kontinuierlichen Probenahmegeräten hängt die Genauigkeit von den außerhalb liegenden Sammel- und Mischvorrichtungen ab sowie von der sekundären Probenahmerate, sofern diese angewendet wird. Für beide Probenahmetypen sind die Gesamtdauer der Öldurchleitung, die Dauer der kurzzeitigen Wasserschübe und die Probenahme-Frequenz von statistischer Bedeutung für die Probenahme-Genauigkeit.

Theoretische Untersuchungen des Einflusses von dispergierten Wasserschüben auf die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Probenahmetypen führt zu den folgenden allgemeinen Schlussfolgerungen:

- a) bei Kurzzeitdurchleitungen, bei denen die Möglichkeit von häufigen kurzzeitigen Wasserschüben besteht, wird die Genauigkeit der kontinuierlich arbeitenden automatischen Probenahmegeräte von den Wasserschüben am wenigsten beeinflusst;
- b) bei Kurzzeitdurchleitungen, bei denen relativ wenige lang andauernde Wasserschübe vorkommen, ist die Genauigkeit der Probenahmegeräte vom intermittierenden Typ nahezu gleich der Genauigkeit von kontinuierlich arbeitenden Probenahmegeräten;
- c) bei Langzeitdurchleitungen liegt der mittlere Fehler, der durch Wasserschübe beliebiger Dauer bei beiden Probenahmegerätetypen verursacht wird, in den in dieser Internationalen Norm definierten Akzeptanzgrenzen.

4.6 Niedriger Wassergehalt

Es ist zu beachten, dass bei Wasserkonzentrationen von etwa 0,1 % (*m/m*), d.h. im Bereich der Löslichkeit des Wassers im Rohöl, das Konzentrationsprofil eine ziemlich gleichmäßige Wasserverteilung unter allen hydraulischen Bedingungen zeigt.

5 Wahl des Probenahmepunktes (einschließlich der Strömungskonditionierung)

5.1 Allgemeines

Wie in Abschnitt 4 betont wurde, ist es wesentlich, dass die Probenahmesonde einen Teil der in der Rohrleitung flie-

ßenden Flüssigkeit liefert, der für die ganze Menge repräsentativ ist. Das hängt von dem Ausmaß der Mischung innerhalb der Rohrleitung ab, was wiederum von einer Anzahl Faktoren abhängt, einschließlich der Fließgeschwindigkeit und der Leitungskonfiguration vor der Probenahmestelle.

Die Anleitung, die in diesem Abschnitt für die Wahl des Probenahmepunktes gegeben wird, geht von der Annahme aus, dass die Rohrleitung zu jedem Zeitpunkt gefüllt bleibt.

5.2 Vorauswahl der Stelle für die Probenahmesonde

5.2.1 In horizontalen Leitungen führt die Schwerkraft zur Schichtenbildung, während die Verteilung in vertikalen Leitungen einheitlicher ist. Daher wird bei einer möglichen Wahl zwischen vertikal und horizontal, unter der Annahme identischer Betriebsbedingungen, die bevorzugte Stelle in einem vertikalen Stück sein. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Pumpgeschwindigkeit beträchtlich höher ist als die Absetzgeschwindigkeit des Wassers und der Sedimente (siehe Anhang A, A.2.2).

Es wird auf den Anhang C verwiesen, der eine nützliche Anleitung für die Vorauswahl der potentiellen Probenahmestelle ist; jedoch ist Anhang A vorzuziehen, weil er eine detailliertere Beschreibung enthält.

5.2.2 Die Turbulenz, die von Natur aus in einer langen horizontalen Rohrleitung vorkommt, kann für eine adäquate Mischung ausreichend sein – häufig ist sie es aber nicht. Die minimale natürliche Turbulenz für eine adäquate Mischung hängt ab von Fließgeschwindigkeit, Leitungsdurchmesser, Viskosität, Dichte und Oberflächenspannung. Wenn die natürliche Turbulenz nicht ausreichend für eine repräsentative Probenahme ist, dann sollte eine zusätzliche Mischungsmöglichkeit durch spezifische Rohrleitungskomponenten installiert werden (siehe 5.3 und Anhang A).

5.2.3 Die minimale akzeptable Fließgeschwindigkeit und/oder die minimale Energie zur Versorgung der Mischvorrichtung sollten bestimmt werden. Dafür können geeignete Verfahren unter Verwendung von Formeln und Nomoogrammen, wie sie im Anhang A beschrieben werden, eingesetzt werden.

5.3 Mischvorrichtungen

5.3.1 Allgemeines

Mischvorrichtungen erzeugen die Homogenität durch die Zufuhr kinetischer Energie von außen oder durch Umwandlung der Energie aus dem Rohrlaufdruck.

In Fällen, wo der Energieverbrauch so unzureichend ist, dass Rohrleitungszubehörsstücke oder statische Mischer nicht effektiv arbeiten können, sollte der Einsatz von Mischern mit Antrieb in Betracht gezogen werden.

Es wird auf den Anhang C verwiesen, der eine nützliche Anleitung für die Vorauswahl der potentiellen Probenahmestelle ist.

5.3.2 Rohrleitungszubehörsstücke

Rohrleitungszubehörsstücke können als Inline-Mischvorrichtungen verwendet werden. Geeignete Zubehörsstücke sind in dieser Hinsicht Ventile, Messblenden, Leitungsreduzier- oder Leitungserweiterungsstücke, Schieberplatten, T-Verbindungsstücke und Messstationen. Sie sind jedoch ebenso wie die Mischer sehr verschieden in ihrer Effektivität und können Konzentrationszonen nach sich ziehen, die zu Zickzack-Konzentrationsprofilen über Längen bis zu 20 Leitungsdurchmesseräquivalenten führen.

5.3.3 Reduzierter Rohrlaufdurchmesser

Wenn die Geschwindigkeit zu gering für eine ausreichende Mischung ist, kann die Installation einer Rohrlänge mit

reduziertem Durchmesser vorteilhaft sein. Das darf aber nicht so weit gehen, dass das durch die Probenahmesonde bedingte Hindernis die Wasserverteilung beeinträchtigt (siehe 7.2).

5.3.4 Vertikale Schleifen

Die verbesserte Verteilung, die durch ein vertikales Rohrleitungsstück bewirkt wird (siehe 5.2.1), kann bei der Einfügung einer vertikalen Schleife in eine horizontale Leitung beobachtet werden. Wenn ein ausreichender Leitungsdruck verfügbar ist, kann die Strömungsgeschwindigkeit erhöht werden durch Reduzierung des Durchmessers der vertikalen Schleife bis unter den der Hauptleitung. In der vertikalen Schleife sollte die Probenahmesonde bevorzugt in dem abströmenden Schenkel installiert werden, und zwar mit einem Mindestabstand von drei – besser aber mehr als fünf – Leitungsdurchmessern vom Rohrbogen stromaufwärts entfernt und mit einem Mindestabstand von einem halben Leitungsdurchmesser vom Rohrbogen stromabwärts.

Es soll erwähnt werden, dass sich das Wasser am Boden der vertikalen Leitung ansammeln kann, bis diese Ansammlungen eine solche Größe erreichen, dass sie schlagartig weiter getrieben werden. Als Folge dieses Phänomens ergeben sich kurzzeitige Wasserschübe; damit muss also auch gerechnet werden.

5.3.5 Statische Mischer

Statische Mischer sind handelsübliche Geräte, die speziell in einer oder mehreren Stufen gebaut sind, um eine adäquate Verteilung des Leitungsinhaltes vor der Probenahme zu bewirken. Dem Hersteller sollten Angaben über die Mindestfließgeschwindigkeit gemacht werden, bei der der Mischer noch wirksam ist.

Die maximale Fließgeschwindigkeit ist durch den akzeptablen Druckabfall über den Mischer begrenzt; aber ein großer Strömungsbereich kann bei Verwendung von Mischern mit veränderlicher Geometrie abgedeckt werden.

5.3.6 Mischer mit Antrieb

Mischer mit Antrieb können dynamische Versionen von statischen Mischern sein, in denen das Mischer-Element von einer externen Energiequelle angetrieben wird, um eine hohe Scheraktivität einzubringen, die eine maximale Dispersion der Stoffe bewirkt. Alternativ kann eine Mischung erreicht werden, wenn ein Teil des Stroms in die Rohrleitung über eine Pumpe und (einen) Hochgeschwindigkeitsinjektor(en) zurückgeführt wird, und zwar von der Probenahmesonde stromaufwärts.

5.4 Stellung der Probenahmesonde

5.4.1 Wenn der Inhalt der Rohrleitung adäquat gemischt worden ist, ist die Stellung der Probenahmesonde bezüglich der Rohrwandung relativ unwichtig. Um jedoch die Wandeffekte zu vermeiden, die sowohl die Fließgeschwindigkeit als auch die Wasserkonzentration beeinflussen können, sollte die Probe aus der Mitte der Leitung gezogen werden. In horizontalen und vertikalen Leitungen sollte die Probenahmesonde so angebracht werden, dass sie aus den in Bild 3 gezeigten schraffierten Flächen entnimmt.

5.4.2 Unter gewissen Bedingungen treten an den Rohrbögen Zentrifugalkräfte auf, die die dispergierte Phase von der Gesamtflüssigkeitsmenge abtrennen können. Daher ist der ausschließliche Gebrauch von Einzelrohrbögen zur Mischung vor der Probenahmestelle nicht zu empfehlen.

5.4.3 Der Abstand zwischen der Mischvorrichtung und der Probenahmesonde sollte ausreichend sein, um die durch die Vorrichtung erzeugten Wirbel- und Asymmetrie-Effekte zu vermeiden, aber nicht so groß, dass der durch die Vorrichtung erzeugte Mischungseffekt verloren geht. Die empfoh-

lenen Abstände liegen zwischen einem halben und acht Rohrlungsdurchmessern, in Abhängigkeit von dem Typ der verwendeten Mischvorrichtung.

5.5 Überprüfung der Stelle der Probenahmesonde

Unabhängig von der gewählten Stelle für die Probenahmesonde und unabhängig davon, welche Art der zusätzlichen Mischung verwendet wurde, ist es empfehlenswert, das Konzentrationsprofil an der Probenahmestelle zu überprüfen. Das Testverfahren für diese Kontrolle ist in Abschnitt 6 beschrieben.

Andere Kontrollmethoden können verwendet werden, wenn sie die gleiche Sicherheit bieten, dass die entnommene Probe repräsentativ ist.

6 Profiltest

6.1 Einleitung

Dieser Abschnitt beschreibt Methoden, die zur Prüfung der Einheitlichkeit der Wasserverteilung im Rohrleitungsquerschnitt bei der gewählten Probenahmestelle angewandt werden können.

6.2 Grundsätzliches

Der Profiltest kann bestätigen, dass eine repräsentative Probe an der beabsichtigten oder vorhandenen Probenahmestelle verfügbar ist. Das Ausmaß der Schichtenbildung oder nicht einheitlicher Wasserkonzentration kann durch Proben ermittelt werden, die gleichzeitig an verschiedenen Punkten quer zum Durchmesser der Leitung genommen und die auf ihren Wassergehalt analysiert werden. Eine Mehrpunktsonde, das Gegenteil der Quersonde, ist erforderlich, um die Unsicherheiten aufgrund der nicht simultanen Probenahme zu eliminieren.

Um zu einer gültigen Beurteilung bezüglich der einheitlichen Dispersion zu kommen, sollten mindestens fünf Profilteste ausgeführt werden, obwohl nur drei Profilteste erforderlich sind, um die Schichtenbildung nachzuweisen. Um akzeptable Ergebnisse bei der Anwendung manueller Testmethoden zu erhalten, sollte die mittlere Wasserkonzentration zwischen 1 % und 5 % sein.

ANMERKUNG Falls Zentrifugenröhrchen für die Wasserbestimmung verwendet werden und die Wasserkonzentration über 20 % ist, sollte man besondere Aufmerksamkeit bei der Ablesung walten lassen, weil das Volumen zwischen den Graduierungen größer ist.

Wenn eine automatische kontinuierliche Methode zur Bestimmung des Wassergehaltes verwendet wird, dann sollte der Wassergehalt innerhalb des Arbeitsbereiches des Instrumentes liegen. Um auch bei Bedingungen vollständiger Wasserseparierung arbeiten zu können, sollte das Instrument bei 100 % Wasser fehlerfrei funktionieren.

6.3 Methoden

Die Auswahl geschieht unter drei Testmethoden, abhängig vom Niveau der Wasserkonzentration, die über die Testperiode zugesichert werden kann, und von der Möglichkeit, zuverlässige und stabile Bedingungen darzustellen. Im Allgemeinen ist ein Niveau von mindestens 1 % Wasser für einen gültigen Test notwendig.

- Methode 1 benutzt die Injektion von zusätzlichem Wasser in die Rohrleitung. Dies ist das bevorzugte Verfahren und sollte immer dann gebraucht werden, wenn Zweifel daran bestehen, dass das natürliche Niveau der Wasserkonzentration im Rohöl während der Testperiode deutlich mehr als 1 % sein wird.
- Methode 2 beruht auf dem natürlichen Niveau der Wasserkonzentration. Damit diese Methode gültig ist, sollte sie

nur angewendet werden, wenn eine natürliche Wasserkonzentration in dem Rohöl von mindestens 1 % während der Testperiode gesichert ist.

- Methode 3 ist eine alternative Methode zur Anwendung bei Schiffen. Unter gewissen Umständen kann zusätzliches Wasser in die Schiffskammern oder Lagertanks eingeführt werden, um das Niveau der Wasserkonzentration auf mindestens 1 % zu erhöhen.

ANMERKUNG Eine Wasserkonzentration von 1 % ist ausreichend, um zu bestimmen, ob die Dynamik des Systems eine adäquate Mischung erreichen kann, während der Effekt des inhärenten Messfehlers minimiert wird.

6.4 Bestimmung des Wasser-Konzentrationsprofils in einer Rohrleitung und Validation der Probenahmestelle

6.4.1 Ausrüstung

6.4.1.1 Mehrpunkt-Probenahmesonde

Der Test wird unter Verwendung einer Mehrpunktsonde ausgeführt, wie sie in Bild 4 dargestellt ist. Die Öffnung der Sonde sollte stromaufwärts entgegengesetzt der Stromrichtung angebracht und innen erweitert sein, um die Strömungsstörung an der Eintrittsöffnung zu minimieren. Die Sonde sollte horizontal in einer vertikalen Leitung und vertikal in einer horizontalen Leitung angebracht sein. Wenn die Sonde vertikal angebracht ist, ist die empfohlene Strömungsrichtung in der Sonde vertikal nach unten. In horizontalen Leitungen wird ein besonderes gerades Rohr ohne Bogen vertikal so angeordnet, dass die Eintrittsöffnung so nahe wie möglich an der Bodenwandung der Rohrleitung ist. Dieser Punkt wird gebraucht, um zu kontrollieren, dass kein freies Wasser am Boden der Leitung entlangläuft.

Die Mitte der Rohroffnung des ersten und letzten Probenahmepunktes sollte 20 mm von der Wand der Rohrleitung angebracht sein. Alle Rohre, die zu den externen Ventilen führen, sollten etwa die gleiche Länge haben, um sicherzustellen, dass simultane Proben genommen werden.

Eine Sonde mit mindestens 5 Probepunkten ist für Leitungsgrößen von 300 mm oder größer zu empfehlen. Bei Leitungsgrößen unter 300 mm sollten 3 Probepunkte verwendet werden.

ANMERKUNG Der innere Durchmesser der Rohre sollte groß genug sein, um Verstopfungen zu vermeiden. Für Rohöl wird 6 mm als minimaler innerer Durchmesser empfohlen.

Aus Gründen der Sicherheit sollte die Sonde bei niedrigem Druck installiert und ausgebaut werden. Die Sonde sollte jedoch auch mit Sicherheitsketten und -stopfen ausgerüstet sein, um einem Herausschleudern vorzubeugen, wenn sie während des Betriebes entfernt werden muss (siehe auch Abschnitt 13).

6.4.1.2 Messung

Die Messung des Wassergehaltes an jedem Punkt des Rohrleitungsquerschnitts kann entweder auf manuelle oder automatische Weise geschehen.

Wenn die Messung im Laboratorium durch eine andere manuelle Technik als die Zentrifugenmethode ausgeführt wird, sollte die Probe in einem Aufnahmegefäß mit einer dem Test adäquaten Kapazität aufgefangen werden, entsprechend dem in 6.4.2 beschriebenen Verfahren. Wenn die Zentrifugenmethode eingesetzt wird, kann die Probe direkt in dem Zentrifugenröhrchen aufgefangen werden, aber es kann schwierig sein, das Volumen genau abzuziehen.

Wenn alternativ kontinuierliche Überwachungsgeräte angewendet werden (z. B. Kondensator-Zellen), so durchströmen die Proben direkt die individuellen Messzellen, je eine für jeden Profilpunkt. Dieses Verfahren hat offensichtlich Vorteile, weil Profil-Änderungen beim Entstehen mit einem

geeigneten Anzeige- oder Registriergerät erkannt werden können. Diese automatische Methode vermeidet die Notwendigkeit einer großen Zahl zu wiederholender Laborprüfungen.

Bei beiden Methoden sollte Sorge getragen werden, das aus den Sonden während der Testperiode laufende Öl aufzufangen und zu beseitigen.

6.4.2 Betriebliche Verfahrensweise

Wenn der Anwendungsfall erfordert, von einer Reihe Rohöle Proben zu nehmen, sollte der Fall mit den ungünstigsten Bedingungen (worst case) gewählt werden. Wenn das nicht möglich ist, kann die Formel aus Anhang A benutzt werden, um die Ergebnisse auf andere Bedingungen zu extrapolieren. Die extrapolierten Ergebnisse sind mit Vorsicht zu benutzen.

6.4.2.1 Manuelle Messung

- a) Die Probenahmefrequenz sollte wenigstens ein Profil pro zwei Minuten betragen und wenigstens fünf Profile bei minimaler Fließgeschwindigkeit mit einer Wasserkonzentration von mindestens 1 % (m/m).
- b) Wenn Methode 1 (siehe 6.3) verwendet wird, soll das Wasser vor cupstream von der Mehrpunktsonde injiziert werden, und zwar mit einem ausreichenden Abstand von der Sonde und noch vor dem Mischelement, sodass ein repräsentatives Profil erhalten wird, aber in der Weise, dass kein wesentlich höherer Energieverbrauch entsteht [siehe A.4.2, Gleichung (26)].
- c) Der Injektionsvorgang sollte in Übereinstimmung mit Bild 6 ausgeführt werden; die dabei zu verwendende Pumpe sollte eine zweckmäßige Fließgeschwindigkeit und Druck erzeugen können. Falls erforderlich, sollte das Wasser nacheinander in den Prozentsätzen von 1 %, 2 %, 3 %, 4 % und 5 % oder mehr, bezogen auf das in der Rohrleitung fließende Rohölvolumen, injiziert werden. Dieser Vorgang sollte bei fünf repräsentativen aber unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten und besonders bei der Mindestfließgeschwindigkeit wiederholt werden. Diese Geschwindigkeiten sollten während jeder Testdauer innerhalb 10 % konstant sein.
- d) Wenn Methode 3 (siehe 6.3) verwendet wird, sollten die mit Wasser versetzten Schiffskammern so ausgewählt werden, dass sie ohne Probleme beim Schiffs-Trim verpumpt werden können.
- e) Jedes Sonden-Element sollte vor der Probenahme mit einer adäquaten Rohölmenge gründlich gespült werden.
- f) Die Fließgeschwindigkeiten in den Mehrpunkt-Sonden sollten vor der Probenahme so einreguliert werden, dass die Eintrittsgeschwindigkeit an jedem Sondenpunkt dieselbe ist, und zwar möglichst gleich der Geschwindigkeit der in der Rohrleitung fließenden Flüssigkeit. Wenn das nicht der Fall ist, sollten Abweichungen notiert werden.
- g) Die Probenahme sollte vor der für das Wasser berechneten Ankunftszeit beginnen und ohne Änderung der Fließgeschwindigkeit in der Sonde fortgesetzt werden, bis genügend Profile erhalten wurden, von denen mindestens fünf die Anforderungen in 6.2 erfüllen.
- h) Die Probenahme sollte während der Durchlaufzeit des injizierten Wassers fortgesetzt werden. Die Zeitverzögerung zwischen der Wasser-Injektion und dem Eintreffen an der Probenahmestelle sollte berücksichtigt werden (siehe Bild 6).

6.4.2.2 Automatische Messung

- a) Die Vorschriften in 6.4.2.1 b), c), d), e), f), g) und h) sind anzuwenden.
- b) Eine aktuelle Entwicklung ist die Verwendung von Profil-Testsystemen mit Kondensator-Zellen, um den Grad der

Homogenität über das Profil kontinuierlich in der Zeit zu zeigen. Die elektrische Kapazität von „Wasser in Rohöl-Mischungen“ variiert mit der Rohölszusammensetzung; sie variiert auch mit der Temperatur und kann mit der Tropfengröße und -form des Wassers variieren. Die individuellen Zellen, die solch ein automatisches Profilsystem umfasst, sollten mit einer speziellen Rohölprobe auf Null justiert werden; es müssen Schritte unternommen werden, um sicherzustellen, dass die Differenzen von Temperatur und Fließgeschwindigkeit zwischen den Zellen gering sind.

Beim Profilttest ist die interessierende Messung die relative Wasserkonzentration an jedem Punkt des Leitungsquerschnittes. Deshalb sollte es, wenn Kondensatorzellen mit ähnlicher Charakteristik verwendet werden, nicht notwendig sein, den Bereich für verschiedene Rohöltypen einzustellen.

- c) Die Zeiteinteilung ist viel weniger kritisch als bei der manuellen Prüfung; hier sind jedoch stabile Bedingungen sehr wesentlich. Eine optische Anzeige macht die auftretenden Profilbedingungen direkt sichtbar und ermöglicht, die schlechtesten (oder die besten) Bedingungen festzustellen.
- d) Bild 7 zeigt ein typisches Stabdiagramm, das auf experimentellen Arbeiten beruht, nämlich auf einem Profilttest mit drei verschiedenen Probenahmestellen entlang einer Leitung.

6.4.3 Typische Testdaten

6.4.3.1 Manuelle Messung

Anhang B zeigt einige typische Testdaten von einem Profilttest bei einem Rohölterminal. Die Tests wurden mit zwei Fließgeschwindigkeiten und sechs Profilen ausgeführt, die wiederum für acht Punkte des Leitungsquerschnittes für jede Fließgeschwindigkeit erhalten wurden.

Nach Ausschluss aller Profile, bei denen der Wassergehalt niedriger als 1 % (m/m) ist, wird der Punkt-Mittelwert, der Profil-Mittelwert und der Gesamt-Mittelwert berechnet. Beim nächsten Schritt wird die prozentuale Abweichung jedes Punkt-Mittelwertes vom Gesamt-Mittelwert festgestellt. Die Profile sollten so wie in Anhang B gezeichnet werden.

6.4.3.2 Automatische kontinuierliche Messung

Mit automatischen Profilttest-Ausrüstungen, die kontinuierliche Wasser-Überwachungsgeräte (Monitore) in Verbindung mit einem Mikroprozessor benutzen, ist es möglich, kontinuierlich anzuzeigen und das Wasserprofil in geeigneter Form zu registrieren, so dass die Veränderungen durch die Änderungen der Fließgeschwindigkeit oder des injizierten Wasserprozentatzes direkt bei ihrem Auftreten beobachtet werden können. Die Wirksamkeit einer Mischvorrichtung mit veränderlicher Energie kann ebenfalls beobachtet werden.

In gleicher Weise kann die Berechnung des Mittelwertes des Wassergehaltes und der prozentualen Abweichungen an den Punkten des Leitungsquerschnittes unmittelbar ausgeführt werden. Die Ergebnisse können mit dem Profil und anderen Daten angezeigt oder registriert werden.

6.4.4 Darstellung und Interpretation der Ergebnisse

Jedes Profil kann das allgemeine Aussehen eines der Typen P_0 bis P_5 haben, wie sie in Bild 8 gezeigt werden.

- a) P_0 stellt die beste Verteilung dar, da das Konzentrationsverhältnis an jedem Punkt des Leitungsquerschnittes in den akzeptablen Genauigkeitsgrenzen liegt.
- b) P_1 und P_2 stellen akzeptable Verteilungen dar, vorausgesetzt, dass die Probenahmesonde entsprechend den Empfehlungen von 4.4.2 und 5.4.1 angebracht wurde.

- c) P_3 bis P_5 stellen nicht akzeptable Verteilungen mit Konzentrationsverhältnissen außerhalb der akzeptablen Genauigkeitsgrenzen dar.

Profile jenseits der akzeptablen Genauigkeitsgrenzen zeigen an, dass das Probenahmeergebnis nicht als repräsentativ angesehen werden kann. Um eine akzeptable Verteilung zu erzielen, sollte entweder eine höhere Fließgeschwindigkeit oder eine Mischvorrichtung verwendet werden.

Anhang A gibt eine einfache theoretische Beziehung zwischen Fließgeschwindigkeit und Öl-Charakteristik einerseits und dem Profil andererseits an.

7 Konstruktion der Probenahme-Sonde

7.1 Die Probenahmesonde und/oder die Entnahme-Vorrichtung sollten genügend Festigkeit besitzen, um die bei maximaler Strömung in der Hauptrohrleitung auftretenden Biegemomente auszuhalten und den durch Turbulenzen hervorgerufenen Vibrationen zu widerstehen. Obwohl die tatsächliche Bestimmung der Festigkeit schwierig ist, kann eine konservative Schätzung durch die Behandlung dieses Bauelementes als „freitragenden Balken“ gemacht werden.

7.2 Die Probenahmesonde sollte so konstruiert sein, dass sie ein Minimum an Störungen des Hauptstroms in der Rohrleitung hervorruft. Eine Möglichkeit ist, den Sonden-Eintritt als „Pitot-Rohr“ mit abgeschrägten Kanten auszuführen.

Der Eintritt sollte stromaufwärts entgegengesetzt zur Fließrichtung weisen.

7.3 Es wird empfohlen, den Durchmesser des Eintritts der Probenahmesonde nicht kleiner als 6 mm zu wählen.

8 Konstruktion und Installation des Probenahmegerätes

8.1 Konstruktion

8.1.1 Automatische Probenahmegeräte sollten so konstruiert sein, dass sie repräsentative Proben von durch Rohrleitungen strömenden Flüssigkeiten ergeben und diese in einem oder mehreren Aufnahmebehältern bewahren können. Der Typ des Probenahmegerätes kann kontinuierlich oder intermittierend sein.

ANMERKUNG Es gibt zwei Typen von intermittierenden automatischen Probenahmesystemen. Das eine System bringt die Entnahme-Vorrichtung direkt in der Hauptleitung an [siehe Bild 9 a)], während das andere System die Entnahme-Vorrichtung in einer Probenschleife lokalisiert [siehe Bild 9 b)].

8.1.2 Die mineralölartigen Flüssigkeiten, von denen die Probe genommen werden soll, können Wachs, Abriebteile, korrosive Komponenten, wie Schwefelverbindungen und Wasser, enthalten. Sie können in manchen Fällen schlechte Schmiereigenschaften zeigen. Diese Tatsachen sollten bei der Konstruktion eines genauen, verlässlichen und haltbaren Probenahmesystems in Betracht gezogen werden.

8.1.3 Die Installation der Leitungen und Ventile zwischen Entnahme-Vorrichtung und Proben-Aufnehmer sollte so konstruiert sein, dass dort an keinem Punkt die Trennung der Komponenten, wie Wasser und Rohöl, stattfinden kann. Das Volumen sollte möglichst klein gehalten werden.

8.1.4 Eine Probenschleife besteht üblicherweise aus einer Zirkulationsschleife, einer geeigneten Pumpe und einer Entnahme-Vorrichtung [siehe Bild 9 b)]. Verbindungen zwischen der Schleife und der Entnahme-Vorrichtung sollten ein möglichst kleines Volumen haben.

8.1.5 Die Geschwindigkeit am Eintritt in die Probenschleife sollte so nahe wie möglich bei der maximal erwarteten Geschwindigkeit in der Hauptrohrleitung liegen. Wenn die

Entnahme-Vorrichtung sich nicht in unmittelbarer Nähe der Probenahmesonde befindet, sollte darauf geachtet werden, dass die Fließgeschwindigkeit innerhalb der Probenschleife hoch genug ist, um eine starke turbulente Strömung zu erzeugen und so das Absetzen von Wasser zu verhindern.

8.1.6 Die Verwendung einer Vorrichtung wird empfohlen, um eine Strömung in der Probenschleife anzuzeigen. Falls die Probenahme fortgesetzt wird, ohne dass in der Probenschleife eine Zirkulation ist, dann ist das Resultat eine falsche Probenahme.

8.2 Installation

8.2.1 Die Entnahme-Vorrichtung und das Proben-Aufnahmegefäß sollten so dicht wie möglich nebeneinander installiert werden, um das Totvolumen klein zu halten. Verbindungen sollten mit kurzen Leitungsstücken entsprechend ihrem Anwendungszweck ausgeführt werden, und die Anzahl der Bögen sollte auf ein Minimum reduziert werden.

Wo es möglich ist, sollte das Proben-Aufnahmegefäß am tiefsten Punkt des Systems angebracht werden.

8.2.2 Wo es aus praktischen Gründen nicht möglich ist, die Entnahme-Vorrichtung und das Proben-Aufnahmegefäß dicht nebeneinander zu installieren, ist eine Probenschleife empfehlenswert. Es sollte sichergestellt werden, dass sowohl die Probe in der Probenschleife als auch die Probe, die aus der Probenschleife entnommen wird, repräsentativ sind.

8.2.3 Automatische Probenahmegeräte sollten mit geeigneten Ventilen und Verbindungen so installiert werden, dass das Gerät gespült werden kann, und zwar automatisch oder manuell entweder mit der Flüssigkeit, von der die Probe gezogen werden soll, oder mit einem anderen geeigneten Lösungsmittel. Zweckmäßige Einrichtungen sollten für die Entsorgung der gebrauchten Spülmittel und Lösungsmittel vorgesehen werden. Alle Lösungsmittel sollten aus dem Probe-Aufnahmegefäß und der Zirkulationsleitung entfernt werden, um eine Verunreinigung der nächsten Probe zu verhindern.

8.2.4 Falls notwendig, sollte ein Rückschlagventil oder eine gleichwertige Vorrichtung in die Probenahmeleitung installiert werden, um jede Möglichkeit des Zurückfließens der Probe in die Rohrleitung, aus der sie entnommen wurde, zu verhindern. Dies sollte jedoch den freien Durchgang von Sediment in das Proben-Aufnahmegefäß nicht beschränken.

8.2.5 Die Art der Installation eines automatischen Probenahmegerätes sollte einen leichten Zugang für Instandhaltung und Säuberung berücksichtigen; es kann von Wichtigkeit sein, dass dies ohne Abschalten der Rohrleitung ausgeführt werden kann.

8.2.6 Die Probenahmesonde sollte durch ein Ventil mit voller Bohrung und angesetztem Stutzen installiert werden, und ein passender Mechanismus für Einführung und Entnahme sollte vorgesehen werden. Wenn die Sonde ohne Entspannung der Rohrleitung herausgezogen werden muss, sollten Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden (z. B. Sicherheitskette), um zu verhindern, dass die Sonde durch den Rohrleitungsdruck herausgeschleudert wird. Wenn dieses System installiert wird, sollte ausreichend Raum für die Bedienung des Mechanismus und das Herausziehen der Sonde gelassen werden.

8.3 Vorsichtsmaßnahmen

8.3.1 Es kann die Tendenz bestehen, dass sich Wasser oder schwere Teilchen in den Rohren und Bauelementen des Probenahmegerätes ablagern und dann während der nachfolgenden Probenahme in dem Proben-Aufnahmegefäß auftreten. Um dies zu minimieren, sollte das System frei von

Mulden oder erweiterten Leitungsabschnitten sein; zum Proben-Aufnahmegefäß hin sollte das System abgeschrägt sein. Es sollte auch beachtet werden, dass keine Mulden vorhanden sind, in denen sich Dämpfe oder Wasser fangen können.

8.3.2 Um dem Festwerden von Rohölen oder Produkten mit hohem Pourpoint vorzubeugen, sollte die Entnahme-Vorrichtung mit den zugehörigen Rohren und Bauelementen mit einer Begleitheizung versehen und isoliert werden. Es sollte dafür gesorgt werden, dass die Probenflüssigkeit nicht überhitzt wird; jedoch sollte die Temperatur genügend hoch sein, um das Material in flüssiger Phase zu halten und um einen einwandfreien Betrieb des automatischen Probenahme-Systems zu gewährleisten. Eine thermostatisierte Temperaturregelung kann notwendig sein, wenn keine selbstabschaltende Begleitheizung verwendet wird.

8.3.3 Wenn die Probenahme-Leitungen und -Systeme, die nicht in Benutzung sind, voraussichtlich durch Abkühlung und Wachausscheidung blockieren werden, so sollten diese Leitungen und Systeme mit einem Spülöl gefüllt werden.

8.4 Spezielle Merkmale

Die allgemeinen Empfehlungen für ein automatisches Probenahmegerät für Rohöl sind auch anwendbar bei automatischen Probenahmegeräten für Raffinerieprodukte. Jedoch haben gewisse Produkte spezifische Merkmale, die spezielle Probenahmebedingungen erfordern können. Einige Beispiele werden in Tabelle 1 gegeben. In diesen Fällen sollte das automatische Probenahmegerät so angepasst werden, dass es die erforderlichen Probenahmebedingungen erfüllt.

9 Steuerungseinrichtung

9.1 Funktion

Die Funktion der Steuerungseinrichtung für ein automatisches Probenahmegerät ist, die Entnahme-Vorrichtung zu regeln, um entweder eine strömungsproportionale Probe oder eine Festgeschwindigkeitsprobe zu entnehmen; sie kann auch ein System einschließen

- a) zur kontinuierlichen Überwachung der Anzahl der Teilproben und des aufgefangenen Probevolumens;
- b) zur Überprüfung der Proportionalität zu jedem Zeitpunkt der Probenahme zwischen der Geschwindigkeit des Probenauffangens und der Fließgeschwindigkeit in der Rohrleitung, falls der Betrieb nach der strömungsproportionalen Methode verläuft.

ANMERKUNG Die kontinuierliche Überwachung der Dichte und/oder des Wassergehaltes kann zur zusätzlichen Überwachung verwendet werden.

9.2 Steuerungseinrichtung

9.2.1 Die Steuerungseinrichtung kann von dem Probenahmegerät entfernt in einem Steuerungszentrum liegen. Alternativ kann sie aber auch am Ort des Probenahmegerätes installiert sein; in diesem Falle sollte die elektrische Gefahrenklassifikation der Sicherheitszone, in der sie sich befindet, beachtet werden.

9.2.2 Die Steuerungseinrichtung sollte den Bediener befähigen,

- a) die Einrichtung für die voraussichtliche Schiffsladung oder Batch-Größe oder für die notwendige Probenahmgeschwindigkeit einzustellen, um die erforderlichen Betriebskriterien (siehe 14.2) zu erfüllen;
- b) das Probenahmegerät in Betrieb zu nehmen und es auszuschalten.

9.2.3 Es sollten Einrichtungen für die Überwachung während des Betriebes für folgende Parameter vorhanden sein:

- a) Fließgeschwindigkeit in der Hauptrohrleitung;
- b) Proben-Aufnahmegefäß, um anzuzeigen, dass das aufgefangene Probenvolumen proportional dem Gesamtstrom in der Hauptrohrleitung ist;
- c) Anzahl der Teilproben.

9.2.4 Die Einrichtung sollte mit einem Alarm versehen sein, wenn der Durchflussmesser eine Strömung anzeigt, aber keine Probe genommen wird und umgekehrt.

9.2.5 Alarme sind zu empfehlen für

- a) hohen Stand im Proben-Aufnahmegefäß;
- b) niedrige Fließgeschwindigkeit in der Hauptrohrleitung;
- c) niedrige Fließgeschwindigkeit in der Probenschleife;
- d) Stromausfall;
- e) Ausfall der Proben-Sonde (bei Sonden mit Motorantrieb).

10 Strömungsmessung

10.1 Genauigkeit und Messbereich

Ein strömungsproportionales Probenahmegerät erfordert ein Strömungssignal, um das Probenahmegerät in Gang zu setzen. Der Transmitter sollte einen ausreichenden Einstellbereich besitzen, um ein ausreichend genaues Signal für den voraussichtlichen Strömungsbereich in der Rohrleitung zu erzeugen. Die Genauigkeit des Strömungssignals sollte die Repräsentativität der Probe nicht über die Toleranz der Analysetechnik hinaus vermindern (siehe Abschnitt 16). Eine Genauigkeit von mehr als $\pm 10\%$ der aktuellen Strömung gegenüber den Betriebsbereich der Strömung sollte erreicht werden.

Wenn die Wasserkonzentration bei niedrigen Strömungen höher ist, dann ist es besonders wichtig, dass der Durchflussmesser ein ausreichend genaues Signal bei minimaler Strömung ergibt.

10.2 Verwendung von Mengen-Übertragungsmessgeräten für Probenahmegeräte

Wenn an der Stelle Mengen-Übertragungsmessgeräte verwendet werden, so kann das Signal von diesem verwendet werden, um das Probenahmegerät in Gang zu setzen. Wenn die Strömung in der Rohrleitung durch verschiedene Messgeräte gemessen wird, dann kann das Probenahmegerät

durch ein kombiniertes elektronisches Gesamtströmungssignal in Gang gesetzt werden, oder ein jedes Messgerät versorgt jeweils ein separates Probenahmegerät.

10.3 Spezielle Durchflussmessgeräte für die Probenahmegeräte

Wenn die Mengenerfassung durch Tankstandsmessung bei Küstentanks geschieht, muss ein separates Durchflussmessgerät für die strömungsproportionale Probenahme vorhanden sein.

10.3.1 Einschub-Turbinenzähler werden oft in Rohrleitungen mit großem Durchmesser verwendet. Das Messsignal ist eine Impulsfolge, die die elektronische Konstruktion des Steuerungssystems vereinfacht. Der Messbereich kann begrenzt sein, und die Genauigkeit kann ernsthaft durch die Viskosität der zu messenden Flüssigkeit beeinflusst werden. Die Einschub-Turbinenzähler können durch Faser-Material oder andere Schmutzteilechen im Öl verunreinigt werden. Daher muss hier die Möglichkeit betrachtet werden, ein zweites Durchflussmessgerät zu installieren.

10.3.2 Ultraschall-Durchflussmessgeräte werden oft benutzt. Das Messsignal besteht aus Impulsfolge und Impulsstrom, die die elektronische Konstruktion des Steuerungssystems vereinfachen. Ultraschall-Durchflussmessgeräte werden nicht durch die Viskosität beeinflusst. Die typische minimale Fließgeschwindigkeit ist 0,09 m/s.

10.3.3 Messblenden-Durchflussmessgeräte können verwendet werden; alternativ können entweder Venturi-Messgeräte oder Pitot-Strömungsrohre verwendet werden, um den ständigen Druckverlust zu minimieren. Der Druckabfall am Strömungselement wird durch einen Differenzdruck-Messwertgeber gemessen, der ein Ausgangssignal ergibt, das proportional der Quadratwurzel der Messung ist. Eine Einzel-Messwertgeber-Installation hat einen Messbereich im Verhältnis von etwa 4 zu 1. Zwei Messwertgeber, einer mit einem hohen und der andere mit einem niedrigen Differenzdruck-Bereich, können verwendet werden, um den Messbereich zu erweitern. Die Konstruktion des Steuerungssystems für eine Zwei-Messwertgeber-Installation ist jedoch kompliziert und dadurch können sich Probleme ergeben.

10.3.4 Für kleine Fließgeschwindigkeiten kann ein rohrförmiger starrer Verdrängungszähler oder ein Turbinenzähler verwendet werden. Die Installation der Messgeräte kann einfach sein, da sie nicht der Genauigkeit der Mengenerfassung genügen müssen. Prüfungs- und Kalibrierungseinrichtungen sind nicht erforderlich.

Tabelle 1 – Empfohlene Probenahmegeräte-Merkmale für Rohöl und Raffinerieprodukte

Flüssigkeit in der Rohrleitung ¹⁾	Spezielle Merkmale von automatischen Probenahmegeräten		
	Beheizung des Gebäudes des Probenahmesystems	Maßnahmen zur Fernhaltung der Probe von der Atmosphäre	Proben-Aufnahmegefäß bei +4 °C halten
Rohöl	ja ²⁾	ja ²⁾	nein
Naphtha	nein	ja	nein
Ottokraftstoff	nein	ja	nein
Flugkraftstoff	nein	ja	ja ⁴⁾
Dieselmotorkraftstoff/		nein	nein
Heizöl EL	nein ³⁾	nein	nein
Schwere Heizöle	ja	nein	nein

- 1) Rohrleitungskonditionierung nicht erforderlich für homogene Rohrleitungsinhalte.
- 2) Nur falls erforderlich, in Abhängigkeit vom Rohöltyp und den Betriebsbedingungen.
- 3) Ausgenommen unter harten klimatischen Bedingungen.
- 4) Nur falls erforderlich (Silber-Korrosion-Charakteristik).

10.3.5 Andere Durchflussmessgeräte, wie Wirbel-Durchflussmessgerät, können verwendet werden.

10.3.6 Es ist möglich, ein Signal von einem Tankstandmessgerät zu verwenden, vorausgesetzt, die Präzision liegt in den in 10.1 für Durchflussmessgeräte empfohlenen Grenzen.

10.4 Vorsichtsmaßnahmen

Jedes Messgerät sollte sowohl in Anwesenheit von hohen Wasserkonzentrationen betriebsfähig sein als auch in Anwesenheit von festen Teilchen oder Gasblasen.

Die letzte Stufe beim Löschen einer Schiffsladung ist üblicherweise das Leersaugen. Es sollte die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass während dieses Vorganges undefinierte Gasmengen in die Entladeleitung gelangen, die einen Flüssigkeitsstrom am Durchflussmessgerät-Ausgangssignal vortäuschen und bei zu schneller Durchführung auch mechanische Zerstörung des Messgerätes verursachen können.

11 Proben-Aufnahmegefäß und -Behälter

11.1 Proben-Aufnahmegefäß

Das Proben-Aufnahmegefäß sollte mit einer Füllstandsanzeige oder einer äquivalenten Vorrichtung zum Zwecke der Überwachung ausgerüstet sein, z.B. einem Wägesystem. Ferner sollte es über einen Füllstand-Max-Alarm oder eine Alarm-Einrichtung verfügen. Es sollte dafür gesorgt werden, dass der Inhalt des Gefäßes gemischt werden kann, um repräsentative Proben sicherzustellen, die in Laborapparaturen oder in andere Behälter überführt werden.

Zwei Typen von Proben-Aufnahmegefäßen sind gegenwärtig in Gebrauch.

11.1.1 Proben-Aufnahmegefäße – festes Volumen

Dieses sind Gefäße mit einem festen Volumen, in die die Probe aufgenommen wird, so dass sie mit der eingeschlossenen Atmosphäre in Kontakt ist.

11.1.2 Proben-Aufnahmegefäße – variables Volumen

Diese sind konstruiert, um den Kontakt zwischen Rohöl und Luft zu vermeiden, um so dem möglichen Verlust von leichten Anteilen oder Wasserdampf vorzubeugen. Sie können aus geeignetem flexiblem Material hergestellt werden, so dass sie vollständig zusammendrückbar sind, oder sie bestehen aus einem Behälter mit einem Kolben oder Diaphragma, der mit Stickstoff oder Helium vorgefüllt ist.

Die Letzteren sind besonders verwendbar für flüssige Ölprodukte mit hohem Dampfdruck und für Rohöle.

11.2 Probenbehälter

Der Probenbehälter kann mit einer internen Homogenisier-Vorrichtung ausgestattet sein oder mit notwendigen Anschlüssen für ein externes Mischsystem (siehe 12.2.3).

11.3 Allgemeine Merkmale von Proben-Aufnahmegefäßen und -Behältern

11.3.1 Festvolumen-Aufnahmegefäße sollten so konstruiert sein, dass am Ende der Probenahmeperiode noch genügend Leerraum verbleibt; sie sollten Spannungsmöglichkeiten für jeden Druckanstieg haben, der durch die Ausdehnung unter allen Bedingungen entstehen kann. Die Konstruktion der Gefäße soll so sein, dass jede Ausdehnung durch Erwärmen des Inhaltes bis zur höchsten Temperatur, für die das Gefäß vorgesehen ist, keine Erhöhung des Arbeitsdruckes verursacht.

Das Gefäß sollte aus ölbeständigem Material gefertigt sein. Es ist anzumerken, dass die Aufnahmegefäße oder die Behälter, die aus Plastikmaterial hergestellt sind, nicht für die

Langzeit-Lagerung von Proben geeignet sind, weil die Durchlässigkeit des Plastiks Verluste von einigen Komponenten der Probe ergibt.

Das Gefäß sollte durch ein Druckregelventil mit einem passenden Einsatz belüftbar sein, um den Verlust niedrigstgelegender Komponenten zu minimieren.

11.3.2 Druckteste und andere Inspektionsarbeiten sollten entsprechend den örtlichen Bestimmungen ausgeführt werden. Reinigungen und Dichtigkeitsprüfungen sollten in regelmäßigen Intervallen durchgeführt werden.

11.3.3 Die Konstruktion und das Material sollten so gewählt sein, dass die inneren Oberflächen, die im Kontakt mit der Flüssigkeit sind, glatt und so bearbeitet sind, dass sie das Zurückhalten des Wassers verhindern, wenn der Inhalt überführt oder zur Analyse entnommen wird. Die Proben-Aufnahmegefäße sollten so konstruiert sein, dass sie leicht gereinigt werden können.

11.3.4 Die erforderlichen Verbindungen sollten vorhanden sein, um die Probenüberführung vom Aufnahmegefäß zum Behälter und vom Behälter zur Laboratoriumsapparatur ohne Verunreinigung oder Verlust zu ermöglichen.

Alle Verbindungen müssen mit Verschlussstopfen oder Endkappen ausgerüstet sein, mit Ausnahme der Entspannungsventile. Sichtglas und Ablaufventile mit eingebautem Ausgusschnabel sollten vermieden werden. Tote Rohrstücke sind nicht erlaubt.

Wenn es erforderlich ist, sollte das Proben-Aufnahmegefäß und dessen Anschlüsse wärmeisoliert und/oder mit einer Begleitheizung versehen sein, um dem Festwerden der Probe vorzubeugen und das Entleeren zu erleichtern (siehe 8.4).

11.3.5 Das für Analyse und Rückstellprobe notwendige Probenvolumen sollte sich nach den besonderen Erfordernissen des Anwendungsfalles richten. Ferner können die örtlichen oder Landes-Behörden vorschreiben, dass eine Mindestmenge der Probe genommen wird. Dadurch ist die Mindestgröße des (der) Proben-Aufnahmegefäße(s) und des (der) Behälter bestimmt. Die Dauer der Probenahmeperiode, der Teilproben-Größe, der Probenahme-Frequenz und die Anforderungen für eine entsprechende Mischung (Homogenisierung) sind ebenfalls relevante Gesichtspunkte für die Bestimmung der Größe des Aufnahmegefäßes.

Wenn die Gesamtprobe in mehr als einem Aufnahmegefäß enthalten ist, muss mit großer Sorgfalt die Volumendifferenz in den Aufnahmegefäßen oder in den abgefüllten Behältern berücksichtigt werden, um zum einen die Analyseergebnisse zurückzurechnen, z.B. den mittleren Wassergehalt der gesamten Proben-Volumen, oder zum anderen zur Vorbereitung der Probe für andere erforderliche Analysen.

11.4 Proben-Etikettierung

11.4.1 Proben-Behälter sollten etikettiert sein. Ölbeständige Etiketten mit Drahtbefestigung werden bevorzugt, und diese sollten dauerhaft beschriftet werden.

11.4.2 Es wird empfohlen, die folgenden Informationen auf dem Etikett anzugeben:

- a) Ort, an dem die Probe gezogen wurde;
- b) Datum und Uhrzeit des Probenahme-Beginns;
- c) Datum und Uhrzeit des Probenahme-Endes;
- d) Proben-Nummer oder Identitätsnummer des Behälters;
- e) Art der Flüssigkeit, von der die Probe genommen wurde;