

DIN EN 17763



ICS 47.020.20; 47.020.30

Einsprüche bis 2021-12-22

Entwurf

**Zentrifugen –
Zentrifugen für Schiffskraftstoffe –
Bestimmung der Partikelabscheideleistung und der zertifizierten
Durchflussrate (CFR) unter definierten Testbedingungen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 17763:2021**

Centrifuges –

Marine fuel centrifuges –

Determination of particle separation performance and certified flow rate (CFR) under defined test conditions;

German and English version prEN 17763:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-10-22 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nam@vdma.org möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM), 60498 Frankfurt am Main, Postfach 71 08 64 oder Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 58 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)
DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)
DIN-Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT)

Nationales Vorwort

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung werden vom Ausschuss NA 060-19-01 AA „Zentrifugen“ im Fachbereich „Verfahrenstechnik“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von Zentrifugen sowie der Berufsgenossenschaften sind an der Erarbeitung beteiligt.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 8217 siehe DIN ISO 8217

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 8217, *Mineralölerzeugnisse — Kraft- und Brennstoffe (Klasse F) — Anforderungen an Schifffahrtsbrennstoffe (ISO 8217:2017)*

Titel de: Zentrifugen — Zentrifugen für Schiffskraftstoffe — Bestimmung der Partikelabscheideleistung und der zertifizierten Durchflussrate (CFR) unter definierten Testbedingungen

Titel en: Centrifuges — Marine fuel centrifuges — Determination of particle separation performance and certified flow rate (CFR) under defined test conditions

Titel fr:

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Versuchsanordnungen	6
4.1 Prüfeinrichtung	6
4.2 Prüfmedien	8
4.2.1 Prüfölspezifikation	8
4.2.2 Kinematische Viskosität des Prüföls	8
4.2.3 Prüföldichte	9
4.2.4 Dispergieradditiv für Prüföl	9
4.2.5 Prüfpartikelspezifikation	9
5 Funktionsprüfung	9
5.1 Ölviskosität	9
5.2 Partikelkonzentration	9
5.3 Dispergieren von Partikeln in das Prüfmedium	9
5.4 Prüfreihefolge	10
5.5 Prüfverfahren	11
5.6 Probenahme	11
5.7 Partikelzählung	12
6 Analyse	12
6.1 Berechnung der Abscheideleistung	12
6.2 Berechnung der zertifizierten Durchflussrate (CFR)	12
6.3 Korrektur von Messergebnissen	12
7 CFR-Ergebnisse für ähnliche Maschinen (Skalierung)	12
8 Prüfbericht	13
Anhang A (informativ) Dispergieren der Partikel im Prüfmedium	14
Anhang B (informativ) Regeneration der Partikelkonzentration	15
Anhang C (normativ) Partikelzählung	16
C.1 Einleitung	16
C.2 Vorbereitung der Zählkammer nach Thoma/Neubauer	21
C.2.1 Reinigung	21
C.2.2 Vorbereitung für die Zählung	21
C.3 Beschickung der Zählkammer	22
C.4 Partikelzählung innerhalb jedes Zählfelds	22
C.5 Gleichungen	24
Anhang D (informativ) Beispiel einer Korrektur von Messergebnissen	27
Literaturhinweise	28

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17763:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 313 „Zentrifugen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SIS gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Einleitung

Im Allgemeinen verbrennen Dieselmotoren zum Antrieb von Schiffen marine Restkraftstoffe. Marine Restkraftstoffe enthalten den Rückstand, der übrig bleibt, nachdem in verschiedenen Verfahren in der Ölraffinerie leichtere Fraktionen aus dem Rohöl extrahiert wurden. Sie sind ein Gemisch aus dieser schweren Fraktion, dem andere Erzeugnisse aus der Raffinerieproduktion beigelegt werden, um den gewünschten Viskositätsgrad zu erlangen. Marine Restkraftstoffe enthalten Elemente, die inhärente Bestandteile des Produkts an sich sind, jedoch auch Kontaminanten, die entweder auf eine externe Verunreinigung zurückzuführen sind oder während der Produktion in der Raffinerie in den Kraftstoff gelangen, wie z. B. sogenannte Cat Fines, kleine Fragmente eines Katalysators, der während des katalytischen Crackens zum Einsatz kommt, um lange Molekülketten in kleinere Molekülketten aufzuspalten. Cat Fines sind äußerst hart und abrasiv und können, sofern sie nicht aus dem Schiffskraftstoff entfernt werden, die Dieselmotoren beschädigen, was schwere wirtschaftliche und in extremen Fällen sicherheitsrelevante Konsequenzen zur Folge hat. Die übliche Methode zur Entfernung von Cat Fines und anderen Kontaminanten aus Schiffskraftstoff ist die Zentrifugalabscheidung.

Es ist von großer Bedeutung, dass alle Kraftstoffe effizient zentrifugiert werden, um das Niveau an Kontaminanten, einschließlich Cat Fines, zu verringern.

In Bunkeröl beträgt der Maximalgehalt von Cat Fines, ausgedrückt als Gesamtgehalt von Aluminium und Silizium, nach ISO 8217 60 mg/kg. Motorenhersteller erwarten, dass der Gehalt von Cat Fines auf unter 10 mg/kg verringert wird und nur für kurze Zeitspannen 15 mg/kg erreicht, wenn der Kraftstoff in den Motor eintritt. In dem Maße, in dem der Anteil an Cat Fines im Bunkeröl reduziert wird, erwarten die Motorenhersteller auch eine entsprechende Reduzierung der Menge an Cat Fines in dem Kraftstoff, der in den Motor gelangt.

Seit vielen Jahren gibt es eine große Nachfrage von Motorenherstellern, Schiffskonstrukteuren, Schiffsbesitzern und Klassifikationsgesellschaften nach zuverlässigen Leistungskriterien für die Fähigkeit von Zentrifugen, abrasive Partikel aus Schiffskraftstoffen zu entfernen. Dieses Dokument hat das Ziel, diese Nachfrage zu erfüllen, indem eine reproduzierbare Methode spezifiziert wird, um die Abscheideleistung mithilfe von spezifischen Prüfparkeln in spezifischem Prüföl zu bestimmen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt das Verfahren zur Bestimmung der zertifizierten Durchflussrate (CFR), eines Leistungsparameters für Zentrifugen, bei spezifischen Schwerölviskositäten unter Zuhilfenahme eines definierten Prüföls und einer definierten Prüfmethode fest.

Dieses Dokument ist anwendbar auf Zentrifugen für Schiffskraftstoffe.

Alle als CFR-Kapazitäten angegebenen Werte sind verifizierte Messwerte, die an einem definierten CFR-Prüfstand erlangt wurden.

Skalierung basierend auf dem Stokes'schen Gesetz sowie Tellerkonstruktionen werden in diesem Dokument nicht behandelt.

Die Abscheideleistung wird durch eine definierte Partikelzählmethode bestimmt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN ISO 3104, *Mineralölerzeugnisse — Durchsichtige und undurchsichtige Flüssigkeiten — Bestimmung der kinematischen Viskosität und Berechnung der dynamischen Viskosität (ISO 3104)*

EN ISO 3675, *Rohöl und flüssige Mineralölerzeugnisse — Bestimmung der Dichte im Labor — Aräometer-Verfahren (ISO 3675)*

EN ISO 3838, *Rohöl und flüssige oder feste Mineralölerzeugnisse — Bestimmung der Dichte oder der relativen Dichte — Verfahren mittels Pyknometer mit Kapillarstopfen und Bikapillar-Pyknometer mit Skale (ISO 3838)*

EN ISO 12185, *Rohöl und Mineralölerzeugnisse — Bestimmung der Dichte — U-Rohr-Oszillationsverfahren (ISO 12185)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

3.1

Abscheideleistung

Messung der Fähigkeit einer Zentrifuge, prüfspezifische Kontaminanten zu entfernen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Abscheideleistung, η , wird wie folgt berechnet:

$$\eta = 100 \cdot (1 - C_{out}/C_{in}) \quad (1)$$

Dabei ist

η die Abscheideleistung in %;

C_{out} die Anzahl der prüfspezifischen Partikel in gereinigtem Prüföl;

C_{in} die Anzahl der prüfspezifischen Partikel im Prüföl vor dem Zentrifugieren.

3.2

zertifizierte Durchflussrate

(en: certified flow rate; CFR)

Durchflussrate unter definierten Bedingungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die zertifizierte Durchflussrate wird nach dem Austrag von Schlamm zu einem bestimmten Zeitpunkt bestimmt, bei dem die Abscheideleistung der Zentrifuge 85 % beträgt und ein bestimmtes Prüföl und bestimmte Prüfpartikel unter bestimmten Prüfbedingungen verwendet werden. Die zertifizierte Durchflussrate wird in l/h angegeben.

3.3

Dichteunterschied

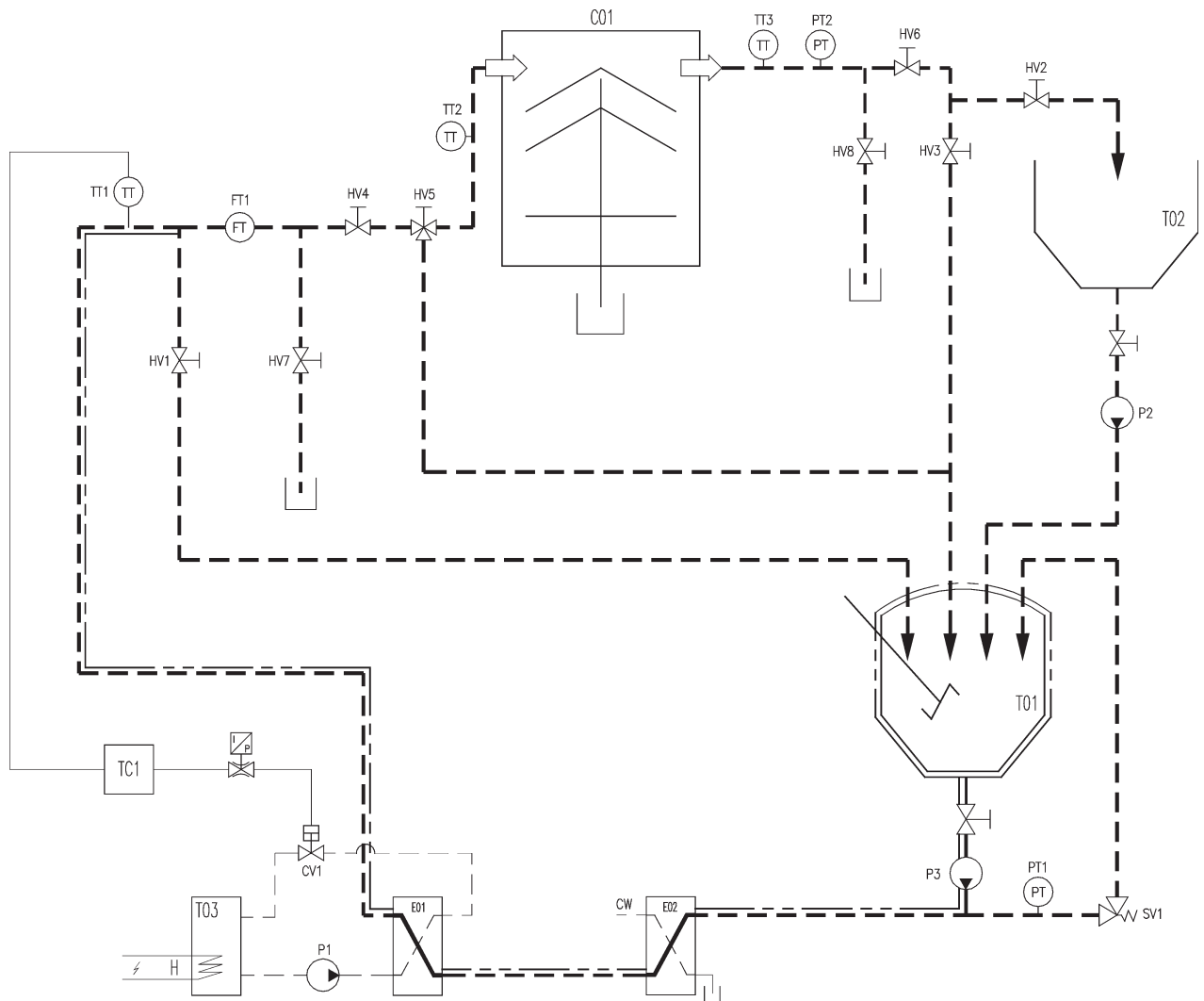
Unterschied der Dichte zwischen Partikeln und Öl

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn der Unterschied der Dichte von den Nennwerten abweicht, muss die Korrektur der Abweichung wie in 6.3 beschrieben erfolgen.

4 Versuchsanordnungen

4.1 Prüfeinrichtung

Die allgemeine Anordnung der Prüfeinrichtung ist in Bild 1 dargestellt.



A ---
B ==
C —

Legende

- T01 Systemtank oder Mischtank (ausreichende Größe für einen Prüflauf ohne Nachfüllung) mit Mischwerk
- T02 Auffangtank (ausreichende Größe, um zu T01 zu passen)
- T03 Heißwassertank
- E01 Wärmetauscher (zum Heizbetrieb)
- E02 Wärmetauscher (zum Kühlbetrieb)
- P1 Heißwasserpumpe (Zentrifugaltyp)
- P2 Regenerationspumpe
- P3 Systempumpe oder Umwälzpumpe (verstellbare Schraubpumpe)
- C01 Zentrifuge
- SV1 Sicherheitsventil
- CV1 Steuerventil
- I/P I/P-Konverter
- TC1 Temperaturregler (Typ PID)
- TT Temperatur-Messumformer
- TT1 Temperatur-Messumformer und Sensor (kombinierte Genauigkeit $\pm 0,1$ °C)

TT2	Temperatur-Messumformer und Sensor (kombinierte Genauigkeit $\pm 0,1$ °C)
TT3	Temperatur-Messumformer und Sensor (kombinierte Genauigkeit $\pm 0,1$ °C)
PT	Druckmessumformer
PT1	Druckmessumformer (Genauigkeit $\pm 0,1$ bar)
PT2	Druckmessumformer (Genauigkeit $\pm 0,1$ bar)
FT	Durchflussmessgerät
FT1	Durchflussmessgerät (Schraubtyp) (Genauigkeit ± 1 %)
H	Heizschlange
CW	Kaltwasser
HV1	Regelventil
HV2	Absperrventil
HV3	Absperrventil
HV4	Regelventil
HV5	Dreiwegeventil
HV6	Regelventil
HV7	Probenahmeventil
HV8	Probenahmeventil (während der Prüfung immer geöffnet)
A	Ölleitung
B	Ölleitung, isoliert
C	Wasserleitung

Bild 1 — Prüfstand

4.2 Prüfmedien

4.2.1 Prüfülspezifikation

Das Prüfül muss ein Schmieröl aus der Automobilbranche des Typs PAO 6 sein.

ANMERKUNG PAO 6 ist ein Polyalphaolefinöl, das als Grundlage für synthetische Schmieröle verwendet wird.

4.2.2 Kinematische Viskosität des Prüfüls

Die kinematische Viskosität des Prüfüls muss nach EN ISO 3104 gemessen werden. Die kinematische Viskosität muss wie folgt ausgedrückt werden:

$$\nu = 10^{10^{A/T} + C} \quad (2)$$

Dabei sind

ν die kinematische Viskosität in mm^2/s ;

T die Temperatur in Kelvin (K);

A , B und C Konstanten in Bezug auf das tatsächliche Prüfül.

Die Gleichung muss mit drei genau gemessenen Temperaturwerten und entsprechenden Viskositäten gemessen werden, um A , B und C zu ermitteln. Aus praktischen Gründen sollten die gewählten Temperaturen jeweils beide Enden einer Messspanne von 20 °C bis 60 °C sowie eine Temperatur in der Mitte darstellen. Die Gleichung muss dann erneut angewandt werden, um die zwei korrekten Temperaturen für die gewünschten Viskositäten (siehe 5.1) für die Prüfungen zu bestimmen. Die Viskosität muss gemessen werden, nachdem das Dispergiermittel in 4.2.4 hinzugefügt wurde. Die Kalibrierungszertifikate von sowohl Viskositäts- als auch Temperaturmessgerät müssen dem Abschlussbericht beigelegt werden.

4.2.3 Prüfüldichte

Die Prüfüldichte muss nach EN ISO 3838 oder EN ISO 3675 oder EN ISO 12185 bei den beiden Temperaturen, bei denen die Prüfungen durchgeführt werden sollen, unter Beachtung der entsprechenden Korrekturen gemessen werden. Die Wahl des zu verwendenden Dokuments muss sich nach der Prüfeinrichtung richten, welche das Labor verwendet, das die Prüfung durchführt.

4.2.4 Dispergieradditiv für Prüföl

Um die Dispergiereigenschaften des Prüfmediums zu erreichen, kann der Ölbasis des Typs PAO 6 eine Mindestmenge eines geeigneten Dispergieradditivs des Typs Borat-Bis-Succinimid hinzugefügt werden. Es darf nicht mehr Additiv hinzugefügt werden, als zum Dispergieren der Partikel notwendig ist (die empfohlene Menge beträgt das Gewicht mal 0,3 %). Die Dichte und die Viskosität des Prüfmediums in Tank T01, siehe Bild 1, müssen gemessen werden, nachdem das Dispergieradditiv hinzugefügt wurde.

4.2.5 Prüfpartikelspezifikation

Um Cat Fines und andere Kraftstoffkontaminanten zu simulieren, müssen monodisperse 5 µm große Kunststoffpartikel (Kugeln) mit einer Zusammensetzung von 45 % Polystyren und 55 % Divinylbenzol verwendet werden. Die Dichte der Kugeln muss $(1\,050 \pm 10,5)$ kg/cm³ betragen. Die Größenvariation darf nicht mehr als $\pm 2,5$ % betragen, das entspricht $\pm 0,125$ µm. Die tatsächliche Dichte und Größe der Partikel muss gemessen werden. Wenn die Größe vom Nennwert 5,00 µm abweicht, aber innerhalb des akzeptierten Grenzwerts 5,00 µm $\pm 0,125$ µm liegt, muss eine Korrektur für die Abweichung wie in 6.3 beschrieben durchgeführt werden.

5 Funktionsprüfung

5.1 Ölviskosität

Zur Simulation eines typischen Schweröls mit 380 mm²/s bei 50 °C und einer maximalen Dichte von 1 010 kg/m³ muss das Prüföl nach dem in 4.2.2 beschriebenen Verfahren auf die Temperatur erwärmt werden, die einer Viskosität von 35 mm²/s $\pm 1,4$ mm²/s entspricht. Wenn die Viskosität während der Prüfungen vom Nennwert 35 mm²/s abweicht, aber innerhalb des akzeptierten Grenzwerts 35 mm²/s $\pm 1,4$ mm²/s liegt, muss eine Korrektur wie in 6.3 beschrieben erfolgen.

Zur Simulation eines typischen Schweröls mit 700 mm²/s bei 50 °C und einer maximalen Dichte von 1 010 kg/m³ muss das Prüföl nach dem in 4.2.2 beschriebenen Verfahren auf die Temperatur erwärmt werden, die einer Viskosität von 55 mm²/s $\pm 2,2$ mm²/s entspricht. Wenn die Viskosität während der Prüfungen vom Nennwert 55 mm²/s abweicht, aber innerhalb des akzeptierten Grenzwerts 55 mm²/s $\pm 2,2$ mm²/s liegt, muss eine Korrektur wie in 6.3 beschrieben erfolgen.

5.2 Partikelkonzentration

Für die Anwendung dieser Spezifikation muss die Partikelkonzentration in der Ölzufuhr zur Zentrifuge 30 g ± 3 g Prüfpartikel je 1 000 kg Öl betragen.

5.3 Dispergieren von Partikeln in das Prüfmedium

Die Partikel müssen zunächst in einem kleinen Ölvolumen durch kontinuierliches Vermengen mithilfe einer Ultraschallbehandlung dispergiert werden. Diese Stammlösung muss dann vor Beginn der Prüfung mit dem Öl im Prüfstand vermengt und im Tank T01, siehe Bild 1, zu einer homogenen Konzentration vermengen werden.

Zur Verifizierung der vollständigen Dispersion der Partikel muss eine mikroskopische Analyse der Partikel verwendet werden. Wenn keine vollständige Dispersion erreicht wurde, sollte ein Dispergiermittel verwendet werden (siehe 4.2.4).

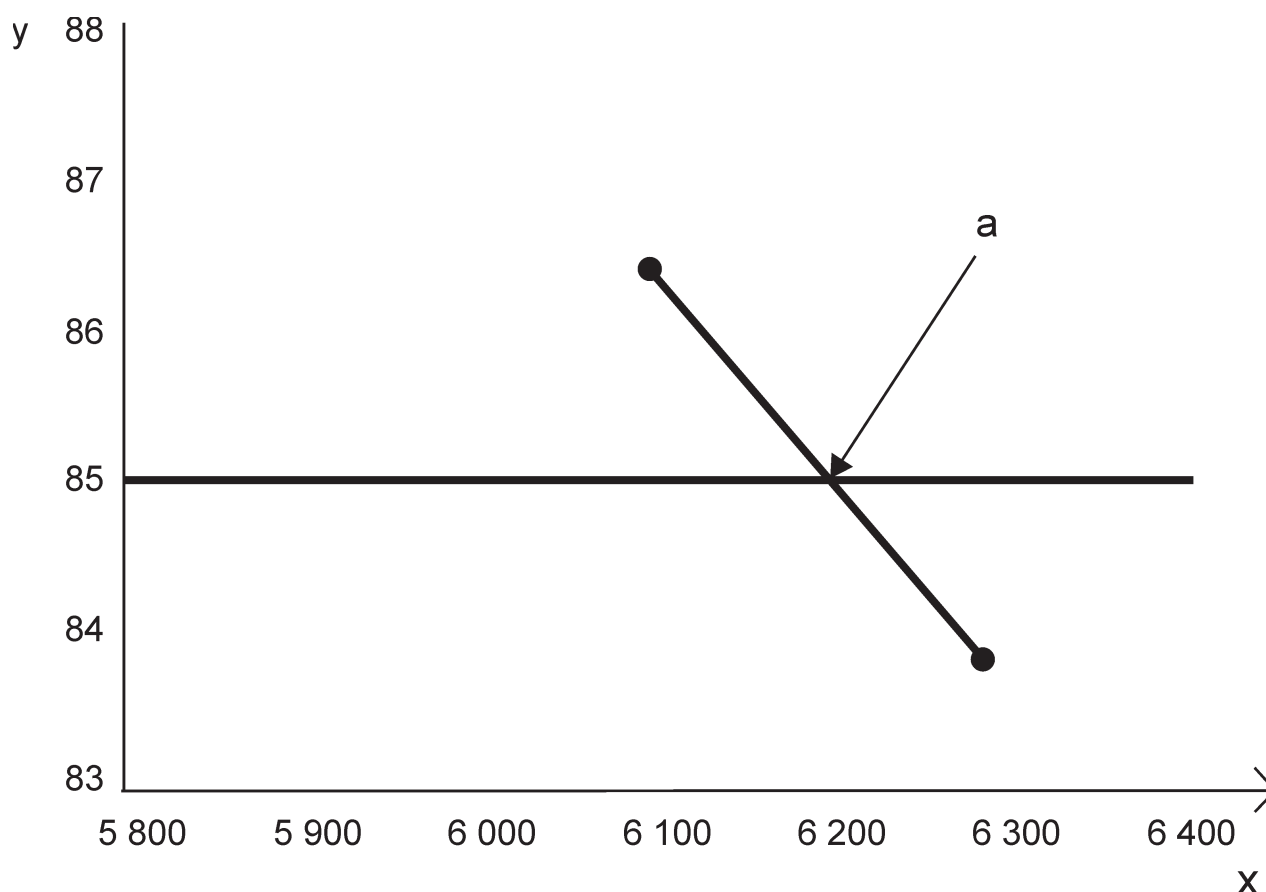
Die Leitungen müssen vor Beginn der Prüfung innerhalb 1 h mindestens zweimal mit der Pumpe P3 über das Ventil HV5 gespült werden.

Ein Beispiel für die Dispersion von Partikeln kann Anhang A entnommen werden.

5.4 Prüfreihenfolge

Ziel der Prüfung ist es, die zertifizierte Durchflussrate (CFR) für die betroffene Viskosität zu ermitteln.

Die Prüfung muss an zwei oder mehr Durchflussraten durchgeführt werden, um die Leistungskurve um den 85-%-Punkt herum zu bestimmen. Einer oder mehr Punkte müssen in dem Leistungsbereich zwischen 85 % und 90 % und der/die andere/n Punkt/e muss/müssen im Bereich zwischen 80 % und 85 % angeordnet sein. Die CFR muss durch lineare Interpolation zwischen diesen Punkten, am Punkt für 85 %, siehe Bild 2, ermittelt werden.



Legende

- a CFR bei einer Leistung von 85 %
- x Fluss durch die Zentrifuge, ausgedrückt in l/h
- y Abscheideleistung, ausgedrückt in %

Bild 2 — Abscheideleistung/Durchflussrate

5.5 Prüfverfahren

Das folgende Prüfverfahren muss angewandt werden; siehe Bild 1 für Verweise:

- a) Den Temperaturregler auf den korrekten Wert für die gewünschte Viskosität einstellen (siehe 4.2.2);
- b) Ventil HV5 auf Bypass stellen;
- c) Durchflussrate des Prüföls durch Verstellen der Ventile HV4 und HV1 auf den gewünschten Wert einstellen. Alternativ kann der Durchfluss automatisch durch Regeln der Geschwindigkeit von Pumpe P3 gesteuert werden;
- d) eine Probe des Prüföls über Ventil HV7 zur visuellen (mikroskopischen) Kontrolle auf Kontaminanten entnehmen. Wenn die Anzahl der Partikel, die keine Prüfpartikel sind, mehr als 5 % nach Volumen beträgt oder wenn mehr als 5 % agglomerierte Partikel nach Volumen vorhanden sind, darf das Öl nicht akzeptiert werden und muss gefiltert oder ausgetauscht werden (ohne die Dichten zu kennen, können solche Kontaminanten nicht mit den gängigen Verfahren ausgeglichen werden);
- e) Zentrifuge S01 entleeren;
- f) Ventil HV5 auf Produktion stellen, d. h. das Dreiwegeventil wird in eine offene Stellung zur Zentrifuge gestellt;
- g) die Zeitschaltuhr starten, wenn das Zentrifugengefäß gefüllt wurde (angegeben durch Druck bei PT2 und den Leckfluss durch das Probenahmeventil HV8);
- h) das Öl zu den in 5.6 spezifizierten Zeitintervallen entnehmen. Die Proben müssen vor und nach der Zentrifuge über die Ventile HV7 und HV8 entnommen werden. Um sicherzustellen, dass die Zufuhrkonzentration konstant ist (maximal zulässige Variation $\pm 1 \text{ g}/1\,000 \text{ kg}$ Öl), müssen die Zufuhrproben nach Absatz 5.6 entnommen werden;
- i) die Prüfpartikelkonzentration für die nächste Durchflussrate neu erstellen, falls erforderlich;

ANMERKUNG Siehe Anhang B für eine beispielhafte Berechnung der Regeneration und Vorbereitung der Flüssigkeit für den nächsten Durchfluss.

- j) a bis h für die nächste Durchflussrate wiederholen (oder a bis j, falls zutreffend).

5.6 Probenahme

Proben müssen vor der Zentrifuge (Zufuhrproben) durch Öffnen des Ventils HV7 und nach der Zentrifuge (Abflussproben) durch Ventil HV8, das während der Prüfung in einer offenen Stellung stehen kann, entnommen werden.

Die Proben müssen in saubere Probenflaschen entnommen werden. Um sicherzustellen, dass keine Partikel aus der Probenflasche oder dem Probenhahn die Prüfergebnisse nicht signifikant beeinflussen, müssen die Probenahmeventile und Probenflaschen vor der Probenahme mit einer frischen Probe ausgespült werden.

Die Durchflussrate muss 20 min, 28 min, 30 min und 32 min nach Prüfungsbeginn aufgezeichnet werden. Die Zufuhrproben müssen 20 min und 32 min nach Prüfungsbeginn entnommen werden. Die Abflussproben müssen 28 min, 30 min und 32 min nach Prüfungsbeginn entnommen werden.

ANMERKUNG Die Zeit vor, zwischen und nach den oben angegebenen Intervallen sind so gewählt, dass genug Zeit zur Datenaufzeichnung gegeben ist.

5.7 Partikelzählung

Die Prüfpartikelkonzentration in jeder Probe muss gemessen werden, nachdem die Proben auf Umgebungstemperatur abgekühlt wurden, jedoch innerhalb von 6 h.

Die Durchschnittskonzentration jeder Probe, die nach 5.6. entnommen wurde, muss nach der in Anhang C beschriebenen Zählmethode berechnet werden.

Der durchschnittliche Wert der Konzentration der Zufuhrproben (C_{in}), der durchschnittliche Wert der Konzentration der Abflussproben (C_{out}) und der durchschnittliche Wert der Durchflussraten (FR) müssen in den weiteren Berechnungen verwendet werden; die maximale Abweichung des Flusses darf $\pm 1\%$ der durchschnittlichen Flussrate, die zu den in 5.6 angegebenen Zeiten gemessen wurde, betragen.

6 Analyse

6.1 Berechnung der Abscheideleistung

Die Abscheideleistung muss, wie in 5.7 beschrieben, durch Verwendung der durchschnittlichen Werte der Konzentration der Zufuhrproben und Abflussproben berechnet werden.

Das Ergebnis ist die Abscheideleistung, η , der Prüfzentrifuge in % bei der tatsächlichen Durchflussrate (FR).

6.2 Berechnung der zertifizierten Durchflussrate (CFR)

Die CFR muss am 85-%-Punkt liegen. Die CFR muss durch lineare Interpolation zwischen einer Reihe von Abscheideleistungen nach 5.4 ermittelt werden.

6.3 Korrektur von Messergebnissen

Für den Fall, dass die Werte entweder der Prüfölviskosität, der Prüfpartikelgröße oder des Dichteunterschieds zwischen Partikeln und Öl von den Nennwerten abweichen, aber innerhalb der akzeptierten Grenzwerte liegen, müssen die Messwerte für die CFR korrigiert werden. Diese Korrekturen müssen nach Tabelle 1 erfolgen.

Tabelle 1 — Korrektur der Messergebnisse

	Prüfpartikel- größe μm	Prüfö- viskosität mm^2/s	Dichte- unterschied kg/m^3
Nennwert	d_o	ν_o	$\Delta\rho_o$
Gemessener Wert	d	ν	$\Delta\rho$
Korrekturfaktor	$F_s = (d_o/d)^2$	$F_v = \nu/\nu_o$	$F_d = \Delta\rho_o/\Delta\rho$

ANMERKUNG Siehe Anhang D für ein Beispiel einer Korrektur von Messergebnissen.

7 CFR-Ergebnisse für ähnliche Maschinen (Skalierung)

Jede Zentrifuge muss nach den Anforderungen in diesem Dokument einzeln geprüft werden.

8 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss folgende Informationen beinhalten:

- a) Identifikation der Zentrifuge;
- b) Datenblatt des Prüfs mit Angabe der physikalischen Eigenschaften: Typ, Viskosität, Dichte;
- c) Kopie des Zertifikats des Partikelherstellers für Größe und Dichte;
- d) Kopien der Kalibrierungszertifikate für:
 - 1) Partikelzähler (nur zutreffend, wenn eine automatisierte Methode zur Zählung der Zählkammern verwendet wird);
 - 2) Durchflussmessgerät;
 - 3) Temperatursensoren;
 - 4) Dichtemessgerät;
 - 5) Viskositätsmessgerät;
- e) physikalische Eigenschaften von Prüfpartikeln (Größe und Dichte);
- f) Datum der Prüfung;
- g) Prüfergebnisse;
- h) Verweis auf dieses Dokument;
- i) Name und Anschrift der Prüfeinrichtungen.

Anhang A (informativ)

Dispergieren der Partikel im Prüfmedium

In diesem Anhang wird das folgende Beispiel zur Dispersion der geeigneten Partikelanzahl in dem Prüfmedium beschrieben, siehe Bild 1 für Verweise:

- a) die Anzahl der Partikeln berechnen, die erforderlich sind, um eine finale Konzentration von 30 g je 1 000 kg Öl im Tank T01 zu erlangen;
- b) die berechnete Partikelanzahl in einem kleinen Volumen, vorzugsweise 3 l bis 4 l, des Öls PAO 6 und des Dispergiermittels (falls notwendig) unter Zuhilfenahme eines Mischwerks vermengen;
- c) die Partikeldispersion durch Verwendung einer Ultraschallbehandlung (vorzugsweise eine Ultraschallsonde ≥ 500 W, 20 kHz) und kontinuierlichem Mischen maximieren. Die Größe und Wirkung der Ultraschallsonde sollte an das Volumen und den Behälter, die zur Vorbereitung der Stammlösung verwendet werden, angepasst werden, um einen Temperaturanstieg der Stammlösung während der Ultraschallbehandlung zu vermeiden;
- d) die Ultraschallbehandlung wiederholen, wenn die Temperatur der Stammlösung auf Umgebungstemperatur abgekühlt ist;
- e) wenn nach 5.5 und 5.7 keine vollständige Dispersion durch mikroskopische Analyse erreicht wurde, d) und e) wiederholen, ansonsten mit f) fortfahren;
- f) das Konzentrat in den Systemtank T01, siehe Bild 1, geben, während das Mischwerk des Systemtanks eingeschaltet ist;
- g) die Tankflüssigkeit so lange mischen, bis eine homogene Konzentration gegeben ist.

Anhang B (informativ)

Regeneration der Partikelkonzentration

Während der Prüfung werden Partikel aus dem System entfernt und es wird eine Kompensation für diesen Verlust benötigt. Das abgeschiedene Öl wird zurück in den Tank T01, siehe Bild 1, gepumpt, und die Anzahl der Partikel, die hinzugefügt werden müssen, wird wie in Tabelle B.1 beschrieben berechnet.

Tabelle B.1 — Berechnung der Anzahl der Partikel, die hinzugefügt werden müssen

Bedeutung	Symbol	SI-Einheit
Öldichte	ρ	kg/m ³
Ölvolumen im System nach vorheriger Prüfung	V_0	m ³
Gesamtölvolumen während der nächsten Prüfung	V	m ³
Partikelkonzentration nach vorheriger Prüfung	C_0	g/1 000 kg
Gewünschte Partikelkonzentration während der nächsten Prüfung	C	g/1 000 kg
Partikelgewicht, das vor der nächsten Prüfung hinzugefügt werden muss	P	g

ANMERKUNG 1 V_0 wird vorzugsweise als Pegelstand in Millimetern im kalibrierten Tank T01 gemessen, siehe Bild 1.

ANMERKUNG 2 ρ ist bekannt, da seine Temperatur bekannt ist.

ANMERKUNG 3 C_0 wird durch Partikelzählung einer Ölprobe aus Tank T01 ermittelt, siehe Bild 1, nachdem das abgeschiedene Öl zurückgepumpt wurde.

ANMERKUNG 4 Das erforderliche Gewicht der Partikel P , die hinzugefügt werden müssen, um während der nächsten Prüfung C die gewünschte Partikelkonzentration zu erlangen, wird ausgedrückt als:

$$P = \rho_{\text{oil}} \cdot (C \cdot V - C_0 \cdot V_0)$$

ANMERKUNG 5 Wird kein frisches Öl hinzugefügt, ist V_0 gleichwertig mit V und die Gleichung kann vereinfacht werden:

$$P = \rho_{\text{oil}} \cdot V \cdot (C - C_0)$$

Anhang C (normativ)

Partikelzählung

C.1 Einleitung

Das Raster jeder Zählkammer wird in quadratische Zählfelder mit einer Seitenlänge von 0,2 mm aufgeteilt. Jedes Zählfeld wird weiter unterteilt in Quadrate mit einer Seitenlänge von 0,05 mm × 0,05 mm.

Diese Maße gelten auch für die Zählkammern nach Thoma (T); Thoma, „neu“ (TN); Neubauer (N) oder Neubauer, „verbessert“ (NI), wie in Bild C.1 bis C.4 dargestellt.

Zur Bestimmung der zertifizierten Durchflussrate (CFR) muss für jede Probe eine Partikelzählung von achtzehn (18) Zählkammern, jede mit neun (9) Zählfeldern, ausgeführt werden.

Das Flüssigkeitsvolumen in jeder Zählkammer wird durch die Anzahl und Größe der Zählfelder und die Spalthöhe von 0,1 mm zwischen dem Deckglas und dem mittleren Gestell definiert. Dies ist in Bild C.5 dargestellt.

Das sich daraus ergebende Volumen für eine (1) Zählkammer, bestehend aus neun (9) Zählfeldern, beträgt $9 \cdot 4 \cdot 10^{-6}$ ml.