

Gebrauchsanleitung**Ubbelohde Viskosimeter**

mit TC-Sensoren und Reinigungsrohr

Ubbelohde Viskosimeter

mit Reinigungsrohr

Operating Instructions**Ubbelohde Viscometer**

with TC sensors and cleaning tube

Ubbelohde Viscometer

with cleaning tube

Mode d'emploi**Viscosimètre selon****Ubbelohde**

avec capteurs TC et tube de nettoyage

Viscosimètre selon**Ubbelohde**

avec tube de nettoyage

Manual de instrucciones**Viscosímetro de Ubbelohde**

con sensores TC y tubo de limpieza

Viscosímetro de Ubbelohde

con tubo de limpieza

SI Analytics

Gebrauchsanleitung Seite 3 9

Wichtige Hinweise: Die Gebrauchsanleitung vor der ersten Inbetriebnahme der Ubbelohde-Viskosimeter bitte sorgfältig lesen und beachten. Aus Sicherheitsgründen dürfen die Ubbelohde-Viskosimeter ausschließlich nur für die in dieser Gebrauchsanleitung beschriebenen Zwecke eingesetzt werden.

Bitte beachten Sie auch die Gebrauchsanleitungen für die anzuschließenden Geräte.

Alle in dieser Gebrauchsanleitung enthaltenen Angaben sind zum Zeitpunkt der Drucklegung gültige Daten. Es können jedoch von SI Analytics GmbH sowohl aus technischen und kaufmännischen Gründen, als auch aus der Notwendigkeit heraus, gesetzliche Bestimmungen der verschiedenen Länder zu berücksichtigen, Ergänzungen an den Ubbelohde-Viskosimetern vorgenommen werden, ohne dass die beschriebenen Eigenschaften beeinflusst werden.

Operating Instructions Page 10 16

Important notes: Before initial operation of the Ubbelohde viscometers please read and observe carefully the operating instructions. For safety reasons the Ubbelohde viscometers may only be used for the purposes described in these present operating instructions.

Please also observe the operating instructions for the units to be connected.

All specifications in this instruction manual are guidance values which are valid at the time of printing. However, for technical or commercial reasons or in the necessity to comply with the statutory stipulations of various countries, SI Analytics GmbH may perform additions to the Ubbelohde viscometers without changing the described properties.

Mode d'emploi Page 17 23

Instructions importantes: Prière de lire et d'observer attentivement le mode d'emploi avant la première mise en marche des viscosimètres selon Ubbelohde. Pour des raisons de sécurité, les viscosimètres selon Ubbelohde pourront être utilisés exclusivement pour les usages décrits dans ce présent mode d'emploi.

Nous vous prions de respecter également les modes d'emploi pour les appareils à connecter.

Toutes les indications comprises dans ce mode d'emploi sont données à titre indicatif au moment de l'impression. Pour des raisons techniques et/ou commerciales ainsi qu'en raison des dispositions légales existantes dans les différents pays, SI Analytics GmbH se réserve le droit d'effectuer des suppléments concernant les viscosimètres selon Ubbelohde qui n'influencent pas les caractéristiques décrits.

Manual de instrucciones Página 24 30

Instrucciones importantes: Primeramente, lean y observen atentamente el manual de instrucciones antes de la primera puesta en marcha de los Viscosímetros de Ubbelohde. Por razones de seguridad, los viscosímetros de Ubbelohde deben ser empleado para los objetivos descritos en este manual de instrucciones.

Por favor, respeten las indicaciones descritas en los manuales de instrucciones de los equipos antes de conectarlos.

Todos los datos contenidos en este manual de instrucciones son datos orientativos que están en vigor en el momento de la impresión. Por motivos técnicos y/o comerciales, así como por la necesidad de respetar normas legales existentes en los diferentes países, SI Analytics GmbH puede efectuar modificaciones concernientes a los viscosímetros de Ubbelohde sin cambiar las características descritas.

Gebrauchsanleitung

Ubbelohde Viskosimeter

mit TC- Sensoren und Reinigungsrohr

Ubbelohde Viskosimeter

mit Reinigungsrohr

INHALTSVERZEICHNIS

SEITE

1	Beschreibung	5
2	Vorbereitung der Probe	5
3	Auswahl der Kapillare	5
4	Reinigung des Viskosimeters	5
5	Füllen des Viskosimeters	5
6	Angleichen der Probe an die Badtemperatur	6
7	Automatische Messung	6
8	Beispiel einer Messung	6
9	Viskositätsberechnung	7
10	Auswertebeispiel	7
11/13	Maße und Gerätekonstanten	7, 9
12/14	Tabelle der Hagenbach-Couette-Korrektion (HC).....	8, 9

**Ubbelohde Viskosimeter
mit TC- Sensoren und Reinigungsrohr**

**Ubbelohde Viscometer
with TC sensors and cleaning tube**

**Viscosimètre selon Ubbelohde
avec capteurs TC et tube de nettoyage**

**Viscosímetro de Ubbelohde
con sensores TC y tubo de limpieza**

- 1** Kapillarrohr
Capillary tube
Tube avec capillaire
Tubo con capilar

- 2** Belüftungsrohr
Venting tube
Tube de ventilation
Tubo de ventilación

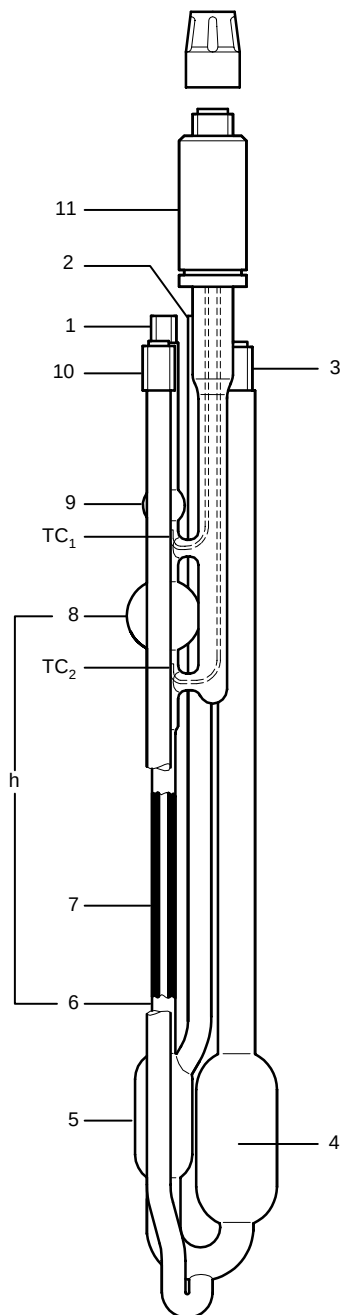
**Ubbelohde Viskosimeter
mit Reinigungsrohr**

**Ubbelohde Viscometer
with cleaning tube**

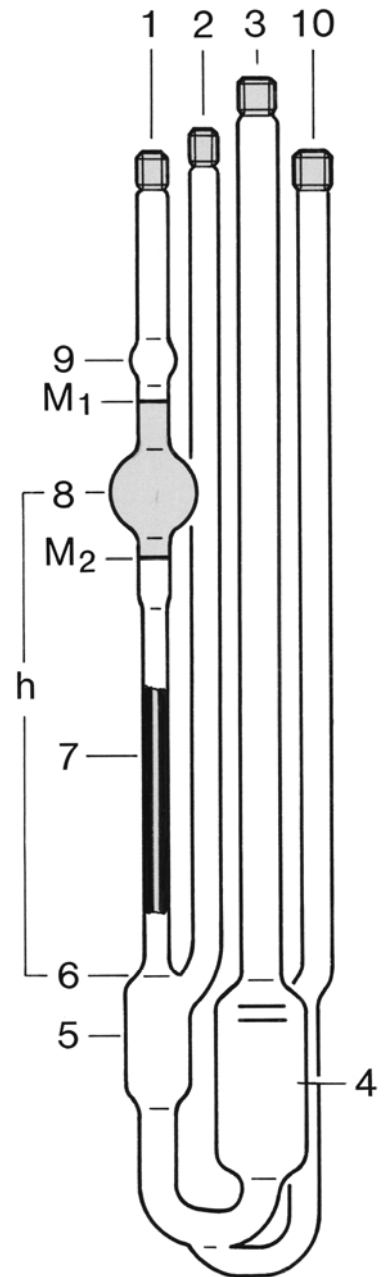
**Viscosimètre selon Ubbelohde
avec tube de nettoyage**

**Viscosímetro de Ubbelohde
con tubo de limpieza**

- 3** Befüllrohr
Filling tube
Tube de remplissage
Tubo de llenado



- 4** Vorratsgefäß
Reservoir
Réservoir
Reservorio
- 5** Niveaugefäß
Reference level vessel
Récipient de détente
Bola de nivel
- 6** Kugelkalotte
Dome-shaped top part
Calotte sphérique
Cúpula esférica
- 7** Kapillare
Capillary
Tube capillaire
Capilar
- 8** Messgefäß
Measuring sphere
Boule de mesure
Bola de medición
- 9** Vorlaufkugel
Pre-run sphere
Boule d'entrée
Bola de entrada
- 10** Reinigungsrohr
Cleaning tube
Tube de nettoyage
Tubo de limpieza
- 11** Steckschraubkappe
Plug-in screw cap
Chapeau à vis
Tapa roscada enchufable
- TC₁** Obere Ringmessmarke
Upper timing mark
Marque annulaire supérieure
Marca anular superior
- TC₂** Untere Ringmessmarke
Lower timing mark
Marque annulaire au-dessous
Marca anular inferior



1 Beschreibung

Die Viskosimeter bestehen im wesentlichen aus vier Rohrteilen, dem Kapillarrohr (1), dem Belüftungsrrohr (2), dem Befüllrohr (3), dem Vorratsgefäß (4), dem Niveaugefäß (5), der Kapillare (7) mit dem Messgefäß (8), der Vorlaufkugel (9) und dem Reinigungsrohr (10). Über und unter der Messkugel (8) sind auf dem Kapillarrohr (1) die Ringmessmarken M_1 und M_2 oder TC- Sensoren TC_1 und TC_2 angebracht. Durch diese Messmarken ist sowohl das Durchflussvolumen der Probe abgegrenzt, als auch die mittlere Druckhöhe h festgelegt. Die Kapillare (7) endet im als Kugelkalotte ausgebildeten oberen Teil (6) des Niveaugefäßes (5). Über diese Kugelkalotte (6) läuft die Probe aus der Kapillare (7) in Form eines dünnen Filmes ab (hängendes Kugelniveau).

Das Reinigungsrohr (10) dient zum Anschluss an den Viskosimeter- Spülautomaten AVS 26 von SCHOTT Instruments GmbH. In die Steckschraubkappe (11) wird das Kabel zum Anschluss der TC- Sensoren (Ubbelohde-Viskosimeter mit TC- Sensoren) an die Messgeräte AVS 370 oder AVS 470 von SI Analytics GmbH verschraubt.

2 Vorbereitung der Probe

Niedrigviskose Proben sind vor der Messung durch ein SCHOTT - Glasfilter (10 ... 100 μm), hochviskose durch ein Sieb von 0,3 mm Maschenweite (Prüfsiebgewebe 0,2, DIN 4188) zu filtern. Proben, deren Stockwert nach DIN 51 583 oder Pourpoint nach DIN 51 597 nicht mindestens 30 °C tiefer liegt als die Prüftemperatur, müssen vor der Messung auf 50 °C erwärmt werden.

3 Auswahl der Kapillare

Die Größe der Kapillare ist so zu wählen, dass die der Hagenbach-Couette-Korrektion (HC) anhaftende Unsicherheit den für die Zeitmessung zugelassenen Fehler nicht überschreitet (siehe Tabelle). Für Präzisionsmessungen sollten daher die in Klammern stehenden Korrektionssekunden nicht zur Anwendung kommen. Gegebenenfalls ist ein Viskosimeter mit einer engeren Kapillare zu verwenden.

4 Reinigung des Viskosimeters

Vor dem ersten Gebrauch empfiehlt sich eine Reinigung mit 15 % H_2O_2 und 15 % HCl. Anschließend sollte das Viskosimeter mit einem geeigneten Lösemittel gespült werden. Es muß vollkommen trocken und staubfrei sein und ist somit einsetzbar für automatische Messungen.

5 Füllen des Viskosimeters

Von der gefilterten Probe werden etwa 20 ml (bei Ubbelohde-Viskosimetern mit TC- Sensoren ca. 22 ml) mit Hilfe einer Einwegspritze durch den dem Viskosimeter zugewandten Teil der sogenannten Luer-Lok-Kupplung eingebracht oder mit Hilfe einer Saugleitung, die in diese Kupplung eingesteckt wurde, über den Viskosimeter Spülautomaten AVS 26 eingesaugt.

6 Anleichen der Probe an die Badtemperatur

Das gefüllte Viskosimeter wird mit dem Gestell, Typ-Nr. 053 92 (für Ubbelohde-Viskosimeter mit Reinigungsrohr) oder Typ-Nr. 053 93 (für Ubbelohde-Viskosimeter mit TC- Sensoren) in einen Durchsicht-Thermostaten von SI Analytics GmbH eingehängt. Will man die Messgenauigkeit des Viskosimeters ganz ausnutzen, so sollte der Thermostat die Messtemperatur sicher auf $\pm 0,01$ °C konstant halten, was mit **Durchsicht-Thermostaten von SI Analytics GmbH** möglich ist. Temperaturunterschiede von 0,1 °C können bei Mineralölen bereits einen Fehler von 0,6 % bedingen. Die Messung sollte erst nach einer Wartezeit von ca. 10 Minuten (abhängig von ΔT zwischen Raum- und Messtemperatur) vorgenommen werden. Diese Wartezeit lässt sich bei den Messgeräten AVS 370, AVS 470, AVSPro vorprogrammieren (siehe jeweilige Gebrauchsanleitung).

7 Automatische Messung

Automatische Viskositätsmessgeräte von SI Analytics GmbH (siehe AVS-Prospekt) lösen die manuelle Durchführung der Viskositätsmessung ab. Subjektive Messfehler werden ausgeschaltet, die gemessenen Zeiten liegen ausgedruckt als Dokument vor. Zur Durchführung der Messung sehen Sie bitte in der Gebrauchsanleitung des jeweiligen Messgerätes nach.

8 Beispiel einer Messung

Angestrebte Messgenauigkeit bei Prüftemperaturen 10 ... 30 °C: [%]		± 1	± 0,5	± 0,1
Erforderliche Temperaturkonstanz des Thermostaten	[°C]	± 0,1	± 0,05	± 0,01
Ablesegenauigkeit am Kontrollthermometer	[°C]	± 0,05	± 0,03	± 0,005
Temperierzeit	[min]	15	15	15
Zulässige Abweichung vom senkrechten Hang des Viskosimeters	[°]	4,5	3,3	1,5
Mindestflusszeit ¹⁾	[s]	250	350	650
in Kapillare I		100	135	240
in Kapillare II		100	100	100
in Kapillare III				
Höchstzulässiger Fehler der Zeitmessung	[%]	± 0,33	± 0,17	± 0,03
Erforderliche Zahl der Einzelmessungen	[%]	4	4	4
Zulässige Abweichungen der Messungen voneinander	[%]	± 1	± 0,5	± 0,1

Bei automatischen Messungen wird eine größere Genauigkeit erreicht, da gewisse Parameter, z. B. Ablesefehler, Uhrenfehler, usw. wegfallen.

¹⁾ So gewählt, dass die der Hagenbach-Couette-Korrektur (HC) anhaftende Unsicherheit den für die Zeitmessung zugelassenen Fehler nicht überschreitet.

9 Viskositätsberechnung

Von der ermittelten Durchflusszeit ist der in den Tabellen für Hagenbach-Couette-Korrekturen (HC) angegebene Sekundenbetrag für die verschiedenen Kapillaren abzuziehen. Zwischenwerte können interpoliert werden.

Bei Absolutmessungen ergibt die korrigierte Durchflusszeit durch Multiplikation mit der Viskosimeter-Konstanten K unmittelbar die kinematische Viskosität in Zentistokes (mm²/s) *).

$$\nu = K (t - \vartheta)$$

Die Viskosimeterkonstante K ist im zugehörigen Herstellerzertifikat angegeben.

10 Auswertungsbeispiel

Ubbelohde Viskosimeter Typ-Nr. 540 .., 541 .., 542 .., 543 .., 544 ..

Kapillare I

Konstante = 0,01000

Durchflusszeit (gemittelt) = 180,00 [s]

Hagenbach-Couette Korrektion (HC) für 180,00 s = 0,30 [s]

Kinematische Viskosität

$$\nu = K (t - \vartheta)$$

$$= 0,01 \cdot (180,00 - 0,30)$$

$$= 1,797 \text{ [mm}^2\text{/s]}^*$$

*) bisher Zentistokes [cSt];

$$1 \text{ [cSt]} = 1 \text{ [mm}^2\text{/s]}$$

Für Ubbelohde-Viskosimeter von SCHOTT Instruments GmbH gelten bei gleicher Kapillarweite die gleichen Korrektursekunden (Hagenbach-Couette-Korrektion -HC-). Eine Neubestimmung der Hagenbach-Couette-Korrektion (HC) ist nicht erforderlich, wenn Viskosimeter von SI Analytics GmbH gleicher Kapillargeöße ausgetauscht werden. Die AVS-Messgeräte können, wenn gewünscht, die Hagenbach-Couette-Korrektion (HC) nach der den Tabellen zugrunde liegenden Formel selbstständig berechnen (siehe Gebrauchsanleitung).

11 Maße und Gerätekonstanten

Ubbelohde-Viskosimeter ISO 3105, DIN 51 562, BS 188 / NFT 60-100

Typ-Nr. 540 .., 541 .., 542 .., 543 .., 544 ..

Typ-Nr.	Kapillare Nr.	Kapillare Ø _i (mm)	Konstante K (Richtwert)	Messbereich mm ² /s (cSt) (Richtwert)		
... 00	0	0,36	0,001	0,2	bis	1,2
... 03	0c	0,46	0,003	0,5	bis	3
... 01	0a	0,53	0,005	0,8	bis	5
... 10	I	0,63	0,01	1,2	bis	10
... 13	Ic	0,84	0,03	3	bis	30
... 11	Ia	0,95	0,05	5	bis	50
... 20	II	1,13	0,1	10	bis	100
... 23	IIC	1,50	0,3	30	bis	300
... 21	Ila	1,69	0,5	50	bis	500
... 30	III	2,01	1	100	bis	1000
... 33	IIIc	2,65	3	300	bis	3000
... 31	IIla	3,00	5	500	bis	5000
... 40	IV	3,60	10	1000	bis	10000
... 43	IVc	4,70	30	3000	bis	30000
... 41	IVa	5,34	50	6000	bis	30000
... 50	V	6,40	100	über 10000		

*) bisher Zentistokes [cSt]; 1 [cSt] = 1 [mm²/s]

12 Tabelle der Hagenbach-Couette Korrektur (HC)

Ubbelohde-Viskosimeter ISO 3105, DIN 51 562, BS 188 / NFT 60-100
 Typ-Nr. 540 .., 541 .., 542 .., 543 .., 544 ..

Korrektionssekunden¹⁾:

Durchflusszeit [s]	Kapillare Nr.						
	0	0c	0a	I	Ic	Ia	II
40	– 2)	– 2)	– 2)	– 2)	(1,03) 2)	0,45	0,15
50	– 2)	– 2)	– 2)	(3,96) 2)	0,66	0,29	0,10
60	– 2)	– 2)	– 2)	(2,75) 2)	0,46	0,20	0,07
70	– 2)	– 2)	– 2)	(2,02) 2)	0,34	0,15	0,05
80	– 2)	– 2)	(4,78) 2)	(1,55) 2)	0,26	0,11	0,04
90	– 2)	– 2)	(3,78) 2)	1,22	0,20	0,09	
100	– 2)	(7,07) 2)	(3,06) 2)	0,99	0,17	0,07	
110	– 2)	(5,84) 2)	(2,53) 2)	0,82	0,14	0,06	
120	– 2)	(4,91) 2)	2,13	0,69	0,12	0,05	
130	– 2)	(4,18) 2)	1,81	0,59	0,10	0,04	
140	– 2)	(3,61) 2)	1,56	0,51	0,08	0,04	
150	– 2)	(3,14) 2)	1,36	0,44	0,07		
160	– 2)	2,76	1,20	0,39	0,06		
170	– 2)	2,45	1,06	0,34	0,06		
180	– 2)	2,18	0,94	0,30	0,05		
190	– 2)	1,96	0,85	0,28	0,05		
200	(10,33) 2)	1,77	0,77	0,25	0,04		
225	(8,20) 2)	1,40	0,60	0,20			
250	(6,64) 2)	1,13	0,49	0,16			
275	(5,47) 2)	0,93	0,40	0,13			
300	4,61	0,79	0,34	0,11			
325	3,90	0,66	0,29	0,09			
350	3,39	0,58	0,25	0,08			
375	2,95	0,50	0,22	0,07			
400	2,59	0,44	0,19	0,06			
425	2,30	0,39	0,17	0,05			
450	2,05	0,35	0,15	0,05			
475	1,84	0,31	0,13	0,04			
500	1,66	0,28	0,12	0,04			
550	1,37	0,23	0,10				
600	1,15	0,20	0,09				
650	0,98	0,17	0,07				
700	0,85	0,14	0,06				
750	0,74	0,13	0,05				
800	0,65	0,11	0,05				
850	0,57	0,10	0,04				
900	0,51	0,09	0,04				
950	0,46	0,08	0,03				
1000	0,42	0,07	0,03				

¹⁾ Die angegebenen Korrektionssekunden beziehen sich auf die jeweilige Soll-Konstante.

²⁾ Für Präzisionsmessungen sollten **diese** Durchflusszeiten nicht zur Anwendung kommen.
 Gegebenenfalls ist ein Viskosimeter mit einer engeren Kapillare zu verwenden.

13 Maße und Gerätekonstanten

Ubbelohde-Viskosimeter ISO 3105, ASTM D 2515
Typ-Nr. 545 ..

Typ-Nr.	Kapillare Nr.	Kapillare $\varnothing_i$ (mm)	Konstante K (Richtwert)	Messbereich mm^2/s (cSt) (Richtwert)
... 00	0	0,24	0,001	0,3 bis 1
... 03	0c	0,36	0,003	0,6 bis 3
... 01	0b	0,46	0,005	1 bis 5
... 10	I	0,58	0,01	2 bis 10
... 13	Ic	0,78	0,03	6 bis 30
... 20	II	1,03	0,1	20 bis 100
... 23	IIc	1,36	0,3	60 bis 300
... 30	III	1,83	1	200 bis 1000
... 33	IIIc	2,43	3	600 bis 3000
... 40	IV	3,27	10	2000 bis 10000
... 43	IVc	4,32	30	6000 bis 30000

* bisher Zentistokes [cSt]; 1 [cSt] = 1 [mm²/s]

14 Tabelle der Hagenbach-Couette-Korrektion (HC)

Ubbelohde-Viskosimeter ISO 3105, ASTM D 2515
Typ-Nr. 545 ..

Korrektionssekunden¹⁾:

Durchflusszeit [s]	Kapillare Nr.				
	0	0b	0c	I	Ic
50	– ²⁾	(5,06) ²⁾	(6,69) ²⁾	(2,45) ²⁾	0,41
75	– ²⁾	2,25	2,98	1,09	0,18
100	(3,69) ²⁾	1,26	1,67	0,61	0,10
125	2,36	0,81	1,07	0,39	0,07
150	1,64	0,56	0,74	0,27	0,05
175	1,21	0,41	0,55	0,20	0,03
200	0,92	0,32	0,42	0,15	0,03
225	0,73	0,25	0,33	0,12	0,02
250	0,59	0,20	0,27	0,10	
275	0,49	0,17	0,22	0,08	
300	0,41	0,14	0,19	0,07	
325	0,35	0,12	0,16	0,06	
350	0,30	0,10	0,14	0,05	
375	0,26	0,09	0,12	0,04	
400	0,23	0,08	0,11	0,04	
425	0,20	0,07	0,09		
450	0,18	0,06	0,08		
475	0,16	0,06	0,07		
500	0,15	0,05			

¹⁾ Die angegebenen Korrektionssekunden beziehen sich auf die jeweilige Soll-Konstante.

²⁾ Für Präzisionsmessungen sollten **diese** Durchflusszeiten nicht zur Anwendung kommen.
Gegebenenfalls ist ein Viskosimeter mit einer engeren Kapillare zu verwenden.

Operating Instructions

Ubbelohde Viscometer

with TC sensors and cleaning tube

Ubbelohde Viscometer

with cleaning tube

CONTENTS	PAGE
1 Description	12
2 Preparation of sample	12
3 Selection of capillary	12
4 Cleaning the viscometer	12
5 Filling the viscometer	12
6 Temperature conditioning of sample	13
7 Automated measuring operation	13
8 Example of manual measuring operation	13
9 Calculation of viscosity	14
10 Example of evaluation	14
11/13 Measurements and device constants	14, 16
12/14 Table of the kinetic energy correction (HC)	15, 16

**Ubbelohde Viskosimeter
mit TC- Sensoren und Reinigungsrohr**

**Ubbelohde Viscometer
with TC sensors and cleaning tube**

**Viscosimètre selon Ubbelohde
avec capteurs TC et tube de nettoyage**

**Viscosímetro de Ubbelohde
con sensores TC y tubo de limpieza**

- 1** Kapillarrohr
Capillary tube
Tube avec capillaire
Tubo con capilar

- 2** Belüftungsrohr
Venting tube
Tube de ventilation
Tubo de ventilación

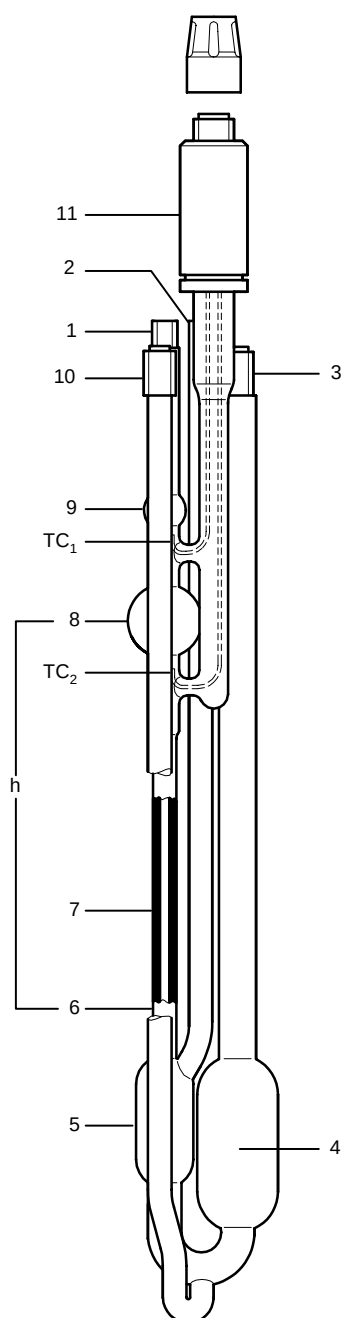
**Ubbelohde Viskosimeter
mit Reinigungsrohr**

**Ubbelohde Viscometer
with cleaning tube**

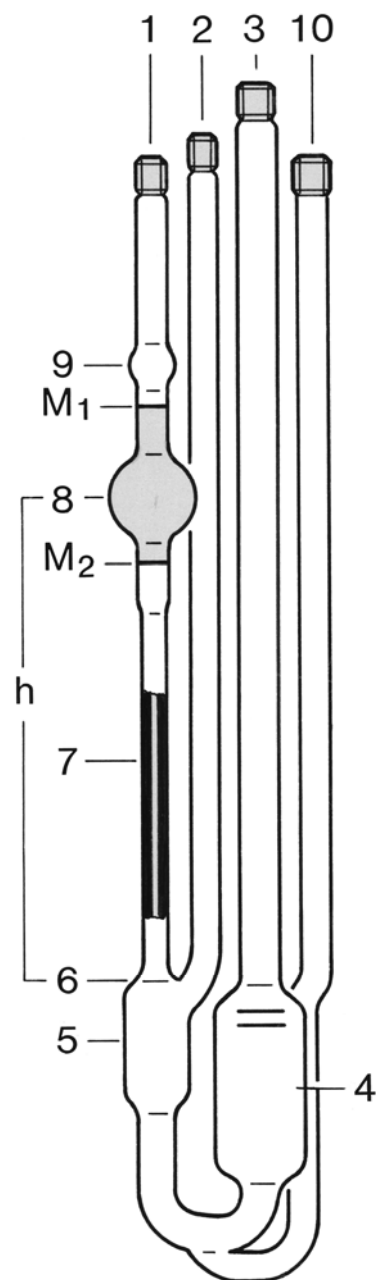
**Viscosimètre selon Ubbelohde
avec tube de nettoyage**

**Viscosímetro de Ubbelohde
con tubo de limpieza**

- 3** Befüllrohr
Filling tube
Tube de remplissage
Tubo de llenado



- 4** Vorratsgefäß
Reservoir
Réservoir
Reservorio
- 5** Niveaugefäß
Reference level vessel
Récipient de détente
Bola de nivel
- 6** Kugelkalotte
Dome-shaped top part
Calotte sphérique
Cúpula esférica
- 7** Kapillare
Capillary
Tube capillaire
Capilar
- 8** Messgefäß
Measuring sphere
Boule de mesure
Bola de medición
- 9** Vorlaufkugel
Pre-run sphere
Boule d'entrée
Bola de entrada
- 10** Reinigungsrohr
Cleaning tube
Tube de nettoyage
Tubo de limpieza
- 11** Steckschraubkappe
Plug-in screw cap
Chapeau à vis
Tapa roscada enchufable
- TC₁** Obere Ringmessmarke
Upper timing mark
Marque annulaire supérieure
Marca anular superior
- TC₂** Untere Ringmessmarke
Lower timing mark
Marque annulaire au-dessous
Marca anular inferior



1 Description

The viscometers basically consist of the four tube sections, the capillary tube (1), the venting tube (2), the filling tube (3), the reservoir (4), the reference level vessel (5), the capillary (7) with the measuring sphere (8), the pre-run sphere (9) and the cleaning tube (10). Above and below the timing bulb (8) are printed on the capillary tube (1) the timing marks M_1 and M_2 or the TC sensors TC_1 and TC_2 . These marks not only define the flow-through volume of the sample, but also the mean hydrostatic head h . The capillary (7) ends in the upper part (6) shaped as a spherical cap of the lower reservoir (5). The sample runs down from the capillary (7) as a thin film over this spherical cap (6) (suspended level bulb).

The cleaning tube (10) is for connection to the Automatic Viscometer Cleaner AVS 24 from SI Analytics GmbH. The cable is plugged and screwed into the plug-in screw cap (11) for connection of the TC sensors (Ubbelohde Viscometer with TC sensors) to the AVS measuring systems from SI Analytics GmbH.

2 Preparation of sample

Low-viscosity samples should be passed through a SCHOTT glass filter (10 ... 100 μm) before measuring; high-viscosity samples through a strainer of 0.3 mm mesh (test strainer 0.2, DIN 4188). Samples whose setting point according to DIN 51 583 or pour point according to DIN 51 597 is not at least 30 °C below the test temperature, must be heated up to 50 °C before measuring.

3 Selection of capillary

The diameter of the capillary should be selected so that the uncertainty inherent in the kinetic energy correction (HC = Hagenbach-Couette correction) does not exceed the error allowed for time measurement (see table). Therefore, for precision measurements, efflux times whose correction seconds are stated in parentheses should not be applied. A selection of a viscometer with a smaller capillary diameter is suggested.

4 Cleaning of viscometer

Before first use clean with 15 % H_2O_2 and 15 % HCl . Thereafter rinse viscometer with a suitable solvent. It must be completely dry and dust-free before it is put to use for either manual or automatic measuring.

5 Filling of viscometer

About 20 ml (in case of Ubbelohde viscometers with TC sensors, about 22 ml) of the filtered sample are filled by means of a one-way syringe through the part of the so-called Luer-Lok coupling which is facing the viscometer or sucked in by means of the suction via the Automatic Viscometer Cleaner AVS 26.

6 Temperature conditioning of sample

After filling, hang viscometer with its stand, type no. 053 92 (in case of Ubbelohde viscometer with cleaning tube) or type no. 053 93 (for Ubbelohde viscometer with TC sensors) into a Constant-Temperature

Immersion Circulator of SI Analytics GmbH. For fully using the measuring accuracy of the viscometer, the thermostatic bath should maintain the set temperature at a constant ± 0.01 °C which is possible with **SI Analytics GmbH constant temperature immersion circulators**. Temperature differences of 0.1 °C may cause an error of as much as 0.6 % in mineral oils. Measuring should take place only after an equilibration time of approx. 10 minutes (depending on ΔT between room and measuring temperatures). This equilibration time can be preprogrammed for the AVS measuring systems (see specific operating instructions).

7 Automated measuring operation

The automated viscosity-measuring instruments by SI Analytics GmbH (see AVS brochure) replace the above described manual operation of viscosity measurement. Subjective measuring errors are eliminated, and the efflux times measured appear as a print-out. For carrying out the measuring, we refer to the operating instructions of each specific instrument. The Ubbelohde viscometer with TC sensors and cleaning tube can be used in all instruments of the AVS types.

8 Example of measuring operation

Required accuracy of measurement for test temperature 10 ... 30 °C:	[%]	± 1	± 0.5	± 0.1
Required temperature stability of thermostat	[°C]	± 0.1	± 0.05	± 0.01
Accuracy of reading on telltale thermometer	[°C]	± 0.05	± 0.03	± 0.005
Equilibration time	[min]	15	15	15
Allowable deviation from vertical suspension of viscometer	[°]	4.5	3,3	1.5
Minimum flow time ¹⁾ in capillary I in capillary II in capillary III	[s]	250 100 100	350 135 100	650 240 100
Maximum permissible time measurement error	[%]	± 0.33	± 0.17	± 0.03
Number of single measurements required	[%]	4	4	4
Allowable deviations between measurements	[%]	± 1	± 0.5	± 0.1

The accuracy obtained with the AVS automated measuring system is greater since certain parameters such as errors in reading, clock errors, etc. are eliminated.

- 1) Chosen so that the uncertainty inherent in the kinetic energy correction (HC) does not exceed the error allowed for time measurement.

9 Calculation of viscosity

The number of seconds stated for the various capillaries in the tables for the kinetic energy correction (HC) are subtracted from the determined efflux time. Intermediate values may be interpolated.

For absolute measurements, the corrected efflux time multiplied by the constant K gives the kinematic viscosity (mm²/s) *) directly.

$$v = K (t - \vartheta)$$

The viscometer constant K is mentioned in the enclosed production certificate.

10 Example of calculation

Ubbelohde Viscometers Type no. 540 .., 541 .., 542 .., 543 .., 544 ..

Capillary I

Constant = 0.01000

Flow time (averaged) = 180.00 [s]

Kinetic energy correction (HC) for 180,00 s = 0.30 [s]

Kinematic viscosity $v = K (t - \vartheta)$

$$= 0.01 \cdot (180.00 - 0.30)$$

$$= 1.797 \quad [\text{mm}^2/\text{s}]^*$$

*) previously centistokes [cSt]; $1 [\text{cSt}] = 1 \quad [\text{mm}^2/\text{s}]$

For Ubbelohde viscometer from SI Analytics GmbH, the same correction seconds (kinetic energy correction (HC)) apply to identical capillary diameters. A redetermination of the kinetic energy correction (HC) is not necessary if SI Analytics GmbH viscometers of identical capillary size are replaced. If requested, the AVS measuring instruments can automatically calculate the kinetic energy correction (HC) according to the formula on which the tables are based (see the AVS operating instruction).

11 Measurements and device constants

Ubbelohde viscometers ISO 3105, DIN 51 562, BS 188 / NFT 60-100

Type no. 540 .., 541 .., 542 .., 543 .., 544 ..

Type no.	Capillary no.	Capillary Ø _i (mm)	Constant K (approx.)	Measuring range mm ² /s (cSt) (approx.)		
... 00	0	0.36	0.001	0.2	to	1.2
... 03	0c	0.46	0.003	0.5	to	3
... 01	0a	0.53	0.005	0.8	to	5
... 10	I	0.63	0.01	1.2	to	10
... 13	Ic	0.84	0.03	3	to	30
... 11	Ia	0.95	0.05	5	to	50
... 20	II	1.13	0.1	10	to	100
... 23	IIC	1.50	0.3	30	to	300
... 21	Ila	1.69	0.5	50	to	500
... 30	III	2.01	1	100	to	1000
... 33	IIIc	2.65	3	300	to	3000
... 31	IIIa	3.00	5	500	to	5000
... 40	IV	3.60	10	1000	to	10000
... 43	IVc	4.70	30	3000	to	30000
... 41	IVa	5.34	50	6000	to	30000
... 50	V	6.40	100	above 10000		

*) previously centistokes [cSt]; $1 [\text{cSt}] = 1 \quad [\text{mm}^2/\text{s}]$

12 Table of the kinetic energy correction (HC)

Ubbelohde viscometers ISO 3105, DIN 51 562, BS 188 / NFT 60-100
Type no. 540 .., 541 .., 542 .., 543 .., 544 ..

Correction seconds¹⁾:

Flow time	Capillary no.						
	0	0c	0a	I	Ic	Ia	II
40	– ²⁾	– ²⁾	– ²⁾	– ²⁾	(1.03) ²⁾	0.45	0.15
50	– ²⁾	– ²⁾	– ²⁾	(3.96) ²⁾	0.66	0.29	0.10
60	– ²⁾	– ²⁾	– ²⁾	(2.75) ²⁾	0.46	0.20	0.07
70	– ²⁾	– ²⁾	– ²⁾	(2.02) ²⁾	0.34	0.15	0.05
80	– ²⁾	– ²⁾	(4.78) ²⁾	(1.55) ²⁾	0.26	0.11	0.04
90	– ²⁾	– ²⁾	(3.78) ²⁾	1.22	0.20	0.09	
100	– ²⁾	(7.07) ²⁾	(3.06) ²⁾	0.99	0.17	0.07	
110	– ²⁾	(5.84) ²⁾	(2.53) ²⁾	0.82	0.14	0.06	
120	– ²⁾	(4.91) ²⁾	2.13	0.69	0.12	0.05	
130	– ²⁾	(4.18) ²⁾	1.81	0.59	0.10	0.04	
140	– ²⁾	(3.61) ²⁾	1.56	0.51	0.08	0.04	
150	– ²⁾	(3.14) ²⁾	1.36	0.44	0.07		
160	– ²⁾	2.76	1.20	0.39	0.06		
170	– ²⁾	2.45	1.06	0.34	0.06		
180	– ²⁾	2.18	0.94	0.30	0.05		
190	– ²⁾	1.96	0.85	0.28	0.05		
200	(10.33) ²⁾	1.77	0.77	0.25	0.04		
225	(8.20) ²⁾	1.40	0.60	0.20			
250	(6.64) ²⁾	1.13	0.49	0.16			
275	(5.47) ²⁾	0.93	0.40	0.13			
300	4.61	0.79	0.34	0.11			
325	3.90	0.66	0.29	0.09			
350	3.39	0.58	0.25	0.08			
375	2.95	0.50	0.22	0.07			
400	2.59	0.44	0.19	0.06			
425	2.30	0.39	0.17	0.05			
450	2.05	0.35	0.15	0.05			
475	1.84	0.31	0.13	0.04			
500	1.66	0.28	0.12	0.04			
550	1.37	0.23	0.10				
600	1.15	0.20	0.09				
650	0.98	0.17	0.07				
700	0.85	0.14	0.06				
750	0.74	0.13	0.05				
800	0.65	0.11	0.05				
850	0.57	0.10	0.04				
900	0.51	0.09	0.04				
950	0.46	0.08	0.03				
1000	0.42	0.07	0.03				

¹⁾ The correction seconds stated are related to the respective theoretical constant.

²⁾ For precision measurements, **these** flow times should not be applied.

A selection of a viscometer with a smaller capillary diameter is suggested.

13 Measurements and device constants

Ubbelohde viscometer ISO 3105, ASTM D 2515
Type no. 545 ..

Type no.	Capillary no.	Capillary $\varnothing_i$ (mm)	Constant K (approx.)	Measuring range mm ² /s (cSt) (approx.)		
... 00	0	0.24	0.001	0.3	to	1
... 03	0c	0.36	0.003	0.6	to	3
... 01	0b	0.46	0.005	1	to	5
... 10	I	0.58	0.01	2	to	10
... 13	Ic	0.78	0.03	6	to	30
... 20	II	1.03	0.1	20	to	100
... 23	IIc	1.36	0.3	60	to	300
... 30	III	1.83	1	200	to	1000
... 33	IIIc	2.43	3	600	to	3000
... 40	IV	3.27	10	2000	to	10000
... 43	IVc	4.32	30	6000	to	30000

* previously centistokes [cSt]; 1 [cSt] = 1 [mm²/s]

14 Table of the kinetic energy correction (HC)

Ubbelohde viscometer ISO 3105, ASTM D 2515
Type no. 545 ..

Correction seconds¹⁾:

Flow time [s]	Capillary no.				
	0	0b	0c	I	Ic
50	– ²⁾	(5.06) ²⁾	(6.69) ²⁾	(2.45) ²⁾	0.41
75	– ²⁾	2.25	2.98	1.09	0.18
100	(3.69) ²⁾	1.26	1.67	0.61	0.10
125	2.36	0.81	1.07	0.39	0.07
150	1.64	0.56	0.74	0.27	0.05
175	1.21	0.41	0.55	0.20	0.03
200	0.92	0.32	0.42	0.15	0.03
225	0.73	0.25	0.33	0.12	0.02
250	0.59	0.20	0.27	0.10	
275	0.49	0.17	0.22	0.08	
300	0.41	0.14	0.19	0.07	
325	0.35	0.12	0.16	0.06	
350	0.30	0.10	0.14	0.05	
375	0.26	0.09	0.12	0.04	
400	0.23	0.08	0.11	0.04	
425	0.20	0.07	0.09		
450	0.18	0.06	0.08		
475	0.16	0.06	0.07		
500	0.15	0.05			

¹⁾ The correction seconds stated are related to the respective theoretical constant.

²⁾ For precision measurements, **these** flow times should not be applied.

A selection of a viscometer with a smaller capillary diameter is suggested.

Mode d'emploi

Viscosimètre selon Ubbelohde avec capteurs TC et tube de nettoyage

Viscosimètre selon Ubbelohde avec tube de nettoyage

TABLE DES MATIERES

PAGE

1	Description	19
2	Préparation de l'échantillon	19
3	Sélection du tube capillaire	19
4	Nettoyage du viscosimètre	19
5	Remplissage du viscosimètre	19
6	Adaptation de l'échantillon à la température du bain	20
7	Exécution de la mesure automatique.....	20
8	Exemple d'une mesure	20
9	Evaluation de la viscosité	21
10	Exemple d'évaluation	21
11/13	Mesures et constantes de l'unité	21, 23
12/14	Tableau de la correction d'énergie cinétique (HC)	22, 23

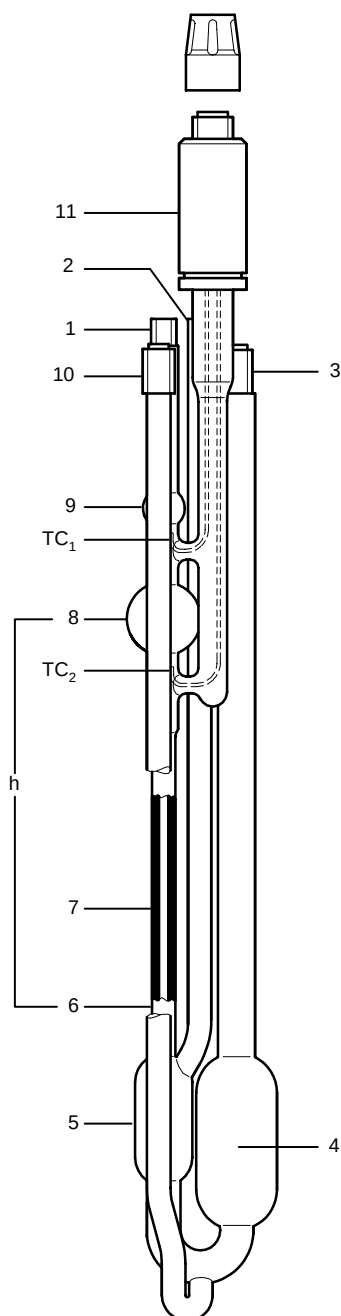
**Ubbelohde Viskosimeter
mit TC- Sensoren und Reinigungsrohr**

**Ubbelohde Viscometer
with TC sensors and cleaning tube**

**Viscosimètre selon Ubbelohde
avec capteurs TC et tube de nettoyage**

**Viscosímetro de Ubbelohde
con sensores TC y tubo de limpieza**

- 1** Kapillarrohr
Capillary tube
Tube avec capillaire
Tubo con capilar



- 2** Belüftungsrohr
Venting tube
Tube de ventilation
Tubo de ventilación

- 4** Vorratsgefäß
Reservoir
Réservoir
Reservorio

- 5** Niveaugefäß
Reference level vessel
Récipient de détente
Bola de nivel

- 6** Kugelkalotte
Dome-shaped top part
Calotte sphérique
Cúpula esférica

- 7** Kapillare
Capillary
Tube capillaire
Capilar

- 8** Messgefäß
Measuring sphere
Boule de mesure
Bola de medición

- 9** Vorlaufkugel
Pre-run sphere
Boule d'entrée
Bola de entrada

- 10** Reinigungsrohr
Cleaning tube
Tube de nettoyage
Tubo de limpieza

- 11** Steckschraubkappe
Plug-in screw cap
Chapeau à vis
Tapa roscada enchufable

- TC₁** Obere Ringmessmarke
Upper timing mark
Marque annulaire supérieure
Marca anular superior

- TC₂** Untere Ringmessmarke
Lower timing mark
Marque annulaire au-dessous
Marca anular inferior

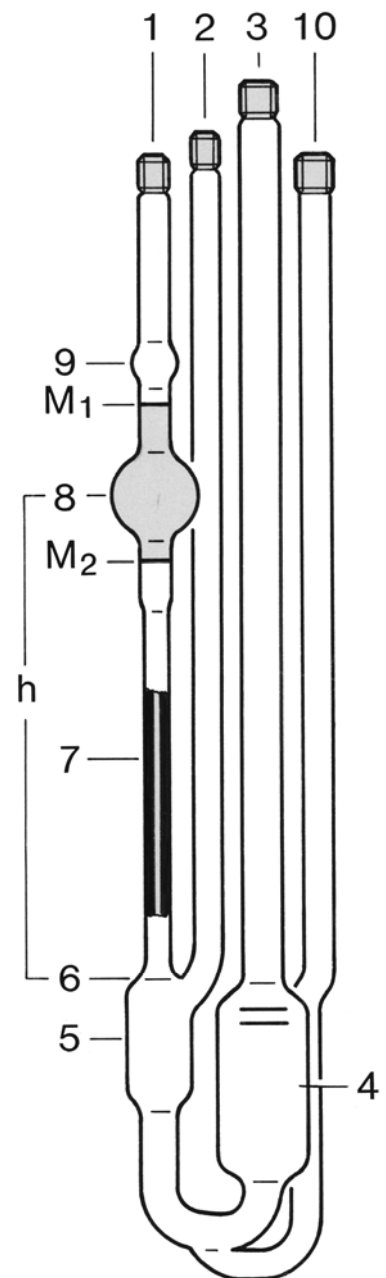
**Ubbelohde Viskosimeter
mit Reinigungsrohr**

**Ubbelohde Viscometer
with cleaning tube**

**Viscosimètre selon Ubbelohde
avec tube de nettoyage**

**Viscosímetro de Ubbelohde
con tubo de limpieza**

- 3** Befüllrohr
Filling tube
Tube de remplissage
Tubo de llenado



1 Description

Les viscosimètres sont constitués principalement par les quatre parties tubulaires, le tube avec capillaire (1), le tube de ventilation (2), le tube de remplissage (3), le réservoir (4), le récipient de détente (5), le tube capillaire (7) avec la boule de mesure (8), la boule d'entrée (9) et le tube de nettoyage (10). Au-dessus et au-dessous de la boule de mesure (8), les marques annulaires M_1 et M_2 ou les capteurs TC (TC_1 et TC_2) sont gravées sur le tube avec capillaire (1). Ces marques définissent non seulement le débit de l'échantillon, mais aussi la pression hydrostatique moyenne h . Le tube capillaire (7) se termine dans la partie supérieure, réalisée comme calotte sphérique (6), du récipient de détente (5).

Par la surface intérieure de cette calotte sphérique (6), l'échantillon s'écoule du tube capillaire (7) sous forme d'un film mince (niveau sphérique suspendu).

Le tube de nettoyage (10) sert au raccordement du dispositif de rinçage automatique de viscosimètre AVS 26 de SI Analytics GmbH. Le câble est introduit et vissé dans le chapeau à vis (11) pour raccordement (Viscosimètre selon Ubbelohde avec capteurs TC) aux appareils de SI Analytics GmbH.

2 Préparation de l'échantillon

Les échantillons à viscosité réduite sont à passer, avant la mesure, à travers un filtre de verre SCHOTT (10 ... 100 μm), et les échantillons à viscosité élevée à travers un tamis de 0,3 mm de largeur de maille (tissu de tamisage d'essai 0,2 DIN 4188). Les échantillons dont le point de solidification selon DIN 51 583 ou le point de coulée selon DIN 51 597 n'est pas de 30 °C, au moins, au-dessous de la température d'essai, doivent être portés à 50 °C avant la mesure.

3 Sélection du tube capillaire

Le diamètre du tube capillaire est à choisir de telle sorte que l'incertitude inhérente à la correction d'énergie cinétique HC ($HC = \text{Hagenbach-Couette correction}$) ne dépasse pas les erreurs admises pour le chronométrage (voir tableau). Pour les mesures de précision, les secondes de correction entre parenthèses ne devraient donc pas être utilisées. Le cas échéant, il est à utiliser un viscosimètre avec un tube capillaire d'un diamètre plus petit.

4 Nettoyage du viscosimètre

Avant le premier usage, nettoyer à 15 % de H_2O_2 et 15 % HCl. Ensuite, rincer le viscosimètre avec un solvant approprié. Il doit être parfaitement sec et exempt de poussière, et il peut être utilisé ainsi pour les mesures automatiques.

5 Remplissage du viscosimètre

Environ 20 ml de l'échantillon (en cas de Viscosimètres selon Ubbelohde avec capteurs TC, environ 22 ml) sont introduits à l'aide d'une seringue perdue, par la partie du soi-disant accouplement Luer-Lok tournée vers le viscosimètre, ou aspirés, à l'aide de la conduite d'aspiration avant être insérée dans cet accouplement, par le dispositif de rinçage automatique de viscosimètre AVS 26.

6 Adaptation de l'échantillon à la température du bain

Après remplissage, le viscosimètre est accroché avec son support type no. 053 92 (en cas de Viscosimètre selon Ubbelohde avec tube de nettoyage) ou type no. 053 93 (en cas de Viscosimètre selon Ubbelohde avec capteurs TC) dans un thermostat transparent de SI Analytics. Si l'on veut utiliser à fond la précision de mesure du viscosimètre, le thermostat doit sans faute maintenir constante la température de mesure à $\pm 0,01$ °C ce qui est possible avec **les thermostats transparents de SI Analytics GmbH**. Des différences de température de 0,1 °C peuvent entraîner, pour les huiles minérales, déjà une erreur de 0,6 %. La mesure ne saurait être effectuée qu'après un délai d'attente d'environ 10 minutes (en fonction de ΔT entre la température ambiante et la température de mesure). Ce délai d'attente peut être préprogrammé pour les appareils de mesure d'AVS (voir mode d'emploi respectif).

7 Mesure automatique

Les instruments de mesure automatique de viscosité par SI Analytics GmbH (voir brochure AVS) remplacent l'exécution manuelle décrite ci-dessus de la mesure de viscosité. Les erreurs de mesure subjectives sont éliminées, et les temps mesurés sont consignés dans un document imprimé. Pour exécuter la mesure, prière de consulter le mode d'emploi de l'appareil de mesure respectif. Les viscosimètres selon Ubbelohde avec capteurs TC et tube de nettoyage être utilisés dans tous les appareils des séries de fabrication AVS.

8 Exemple d'une mesure

Précision de mesure désirée pour températures d'essai 10 ... 30 °C: [%]	± 1	± 0,5	± 0,1
Stabilité de température nécessaire du thermostat [°C]	± 0,1	± 0,05	± 0,01
Précision des lectures au thermomètre de contrôle [°C]	± 0,05	± 0,03	± 0,005
Durée de températion [min]	15	15	15
Déviation admise de la position verticale du viscosimètre [°]	4,5	3,3	1,5
Durée de passage minimum ¹⁾ [s]	250	350	650
dans le tube capillaire I	100	135	240
dans le tube capillaire II	100	100	100
dans le tube capillaire III			
Erreur maximum admissible du chronométrage [%]	± 0,33	± 0,17	± 0,03
Nombre nécessaire des mesures individuelles [%]	4	4	4
Déviation admise entre les mesures [%]	± 1	± 0,5	± 0,1

Dans les mesures automatiques, on atteint une précision plus grande, parce que certains paramètres tels que les erreurs de lecture, erreurs de montre, etc., sont supprimés.

- 1) Choisie de telle sorte que l'incertitude inhérente à la correction d'énergie cinétique (HC) ne dépasse pas l'erreur admise pour le chronométrage.

9 Evaluation de la viscosité

Le nombre de secondes indiqué pour les divers tubes capillaires dans les tableaux pour les corrections d'énergie cinétique (HC) est à déduire de la durée de passage déterminée. Les valeurs intermédiaires peuvent être interpolées.

Dans les mesures absolues, la durée de passage corrigée donne directement la viscosité cinématique en centistokes (mm^2/s) *) en le multipliant par la constante K.

$$v = K (t - \vartheta)$$

La constante K du viscosimètre est indiquée dans le certificat d'étalonnage du fabricant de tube viscosimétrique capillaire.

10 Exemple d'évaluation

Viscosimètres selon Ubbelohde Type no. 540 .., 541 .., 542 .., 543 .., 544 ..

Capillaire I

Constante = 0,01000

Durée de passage (moyenne) = 180,00 [s]

Correction d'énergie cinétique (HC) pour 180,00 s = 0,30 [s]

Viscosité cinématique $v = K (t - \vartheta)$
 = $0,01 \cdot (180,00 - 0,30)$
 = 1,797 [mm^2/s]*

*) jusqu'à présent centistokes [cSt]; 1 [cSt] = 1 [mm^2/s]

Pour les viscosimètres selon Ubbelohde de SI Analytics GmbH, les mêmes secondes de correction (correction d'énergie cinétique HC) sont valables pour les diamètres identiques des tubes capillaires. Une nouvelle détermination de la correction d'énergie cinétique (HC) n'est pas nécessaire, si des viscosimètres de SI Analytics GmbH de diamètre identique du tube capillaire sont remplacés. L'appareil de mesure AVS 440 peut, sur demande, calculer automatiquement la correction d'énergie cinétique (HC) selon la formule sur laquelle sont basés les tableaux (voir mode d'emploi AVS).

11 Mesures et constantes

Viscosimètres selon Ubbelohde ISO 3105, DIN 51 562, BS 188 / NFT 60-100
Type no. 540 .., 541 .., 542 .., 543 .., 544 ..

No. de réf.	Tube capillaire no.	Tube capillaire $\varnothing_i$ (mm)	Constante K (environ)	Limites de mesures mm^2/s (cSt) (environ)
... 00	0	0,36	0,001	0,2 à 1,2
... 03	0c	0,46	0,003	0,5 à 3
... 01	0a	0,53	0,005	0,8 à 5
... 10	I	0,63	0,01	1,2 à 10
... 13	Ic	0,84	0,03	3 à 30
... 11	Ia	0,95	0,05	5 à 50
... 20	II	1,13	0,1	10 à 100
... 23	IIC	1,50	0,3	30 à 300
... 21	Ila	1,69	0,5	50 à 500
... 30	III	2,01	1	100 à 1000
... 33	IIIc	2,65	3	300 à 3000
... 31	IIla	3,00	5	500 à 5000
... 40	IV	3,60	10	1000 à 10000
... 43	IVc	4,70	30	3000 à 30000
... 41	IVa	5,34	50	6000 à 30000
... 50	V	6,40	100	au-dessus de 10000

*) jusqu'à présent centistokes [cSt]; 1 [cSt] = 1 [mm^2/s]

12 Tableau de la correction d'énergie cinétique (HC)

Viscosimètres selon Ubbelohde ISO 3105, DIN 51 562, BS 188 / NFT 60-100
Type no. 540 .., 541 .., 542 .., 543 .., 544 ..

Secondes de correction¹⁾:

Durée de passage [s]	Capillaire no.						
	0	0c	0a	I	Ic	Ia	II
40	– 2)	– 2)	– 2)	(1,03)	0,45	0,15	
50	– 2)	– 2)	– 2)	(3,96)	0,66	0,29	0,10
60	– 2)	– 2)	– 2)	(2,75)	0,46	0,20	0,07
70	– 2)	– 2)	– 2)	(2,02)	0,34	0,15	0,05
80	– 2)	– 2)	(4,78) 2)	(1,55)	0,26	0,11	0,04
90	– 2)	– 2)	(3,78) 2)	1,22	0,20	0,09	0,03
100	– 2)	(7,07) 2)	(3,06) 2)	0,99	0,17	0,07	0,02
110	– 2)	(5,84) 2)	(2,53)	0,82	0,14	0,06	0,02
120	– 2)	(4,91) 2)	2,13	0,69	0,12	0,05	0,02
130	– 2)	(4,18) 2)	1,81	0,59	0,10	0,04	0,01
140	– 2)	(3,61) 2)	1,56	0,51	0,08	0,04	0,01
150	– 2)	(3,14) 2)	1,36	0,44	0,07	0,03	0,01
160	– 2)	2,76	1,20	0,39	0,06	0,03	0,01
170	– 2)	2,45	1,06	0,34	0,06	0,02	0,01
180	– 2)	2,18	0,94	0,30	0,05	0,02	0,01
190	– 2)	1,96	0,85	0,28	0,05	0,02	0,01
200	(10,33) 2)	1,77	0,77	0,25	0,04	0,02	0,01
225	(8,20)	1,40	0,60	0,20	0,03	0,01	0,01
250	(6,64)	1,13	0,49	0,16	0,03	0,01	< 0,01
275	(5,47)	0,93	0,40	0,13	0,02	0,01	< 0,01
300	4,61	0,79	0,34	0,11	0,02	0,01	< 0,01
325	3,90	0,66	0,29	0,09	0,02	0,01	
350	3,39	0,58	0,25	0,08	0,01	0,01	
375	2,95	0,50	0,22	0,07	0,01	0,01	
400	2,59	0,44	0,19	0,06	0,01	< 0,01	
425	2,30	0,39	0,17	0,05	0,01	< 0,01	
450	2,05	0,35	0,15	0,05	0,01	< 0,01	
475	1,84	0,31	0,13	0,04	0,01		
500	1,66	0,28	0,12	0,04	0,01		
550	1,37	0,23	0,10	0,03	0,01		
600	1,15	0,20	0,09	0,03	0,01		
650	0,98	0,17	0,07	0,03	< 0,01		
700	0,85	0,14	0,06	0,02	< 0,01		
750	0,74	0,13	0,05	0,02	< 0,01		
800	0,65	0,11	0,05	0,01			
850	0,57	0,10	0,04	0,01			
900	0,51	0,09	0,04	0,01			
950	0,46	0,08	0,03	0,01			
1000	0,42	0,07	0,03	0,01			

¹⁾ Les secondes de correction indiquées se réfèrent à la constante théorique respective.

²⁾ Ces durées de passage ne devraient pas être appliquées pour les mesures de précision.

Le cas échéant, il est à utiliser un viscosimètre avec un tube capillaire d'un diamètre plus petit.

13 Mesures et constantes

Viscosimètre selon Ubbelohde ISO 3105, ASTM D 2515
Type no. 545 ..

No. de réf.	Tube capillaire no.	Tube capillaire $\varnothing_i$ (mm)	Constante K (environ)	Plage de mesure mm ² /s (cSt) (environ)		
... 00	0	0,24	0,001	0,3	à	1
... 03	0c	0,36	0,003	0,6	à	3
... 01	0b	0,46	0,005	1	à	5
... 10	I	0,58	0,01	2	à	10
... 13	Ic	0,78	0,03	6	à	30
... 20	II	1,03	0,1	20	à	100
... 23	IIc	1,36	0,3	60	à	300
... 30	III	1,83	1	200	à	1000
... 33	IIIc	2,43	3	600	à	3000
... 40	IV	3,27	10	2000	à	10000
... 43	IVc	4,32	30	6000	à	30000

* jusqu'à présent centistokes [cSt]; 1 [cSt] = 1 [mm²/s]

14 Tableau de la correction d'énergie cinétique (HC)

Viscosimètre selon Ubbelohde ISO 3105, ASTM D 2515
Type no. 545 ..

Secondes de correction¹⁾:

Temps de passage [s]	Tube capillaire				
	0	0b	0c	I	Ic
50	– ²⁾	(5,06) ²⁾	(6,69) ²⁾	(2,45) ²⁾	0,41
75	– ²⁾	2,25	2,98	1,09	0,18
100	(3,69) ²⁾	1,26	1,67	0,61	0,10
125	2,36	0,81	1,07	0,39	0,07
150	1,64	0,56	0,74	0,27	0,05
175	1,21	0,41	0,55	0,20	0,03
200	0,92	0,32	0,42	0,15	0,03
225	0,73	0,25	0,33	0,12	0,02
250	0,59	0,20	0,27	0,10	
275	0,49	0,17	0,22	0,08	
300	0,41	0,14	0,19	0,07	
325	0,35	0,12	0,16	0,06	
350	0,30	0,10	0,14	0,05	
375	0,26	0,09	0,12	0,04	
400	0,23	0,08	0,11	0,04	
425	0,20	0,07	0,09		
450	0,18	0,06	0,08		
475	0,16	0,06	0,07		
500	0,15	0,05			

¹⁾ Les secondes de correction indiquées se réfèrent à la constante théorique respective.

²⁾ Ces durées de passage ne devraient pas être appliquées pour les mesures de précision.
Le cas échéant, il est à utiliser un viscosimètre avec un tube capillaire d'un diamètre plus petit.

Manual de instrucciones

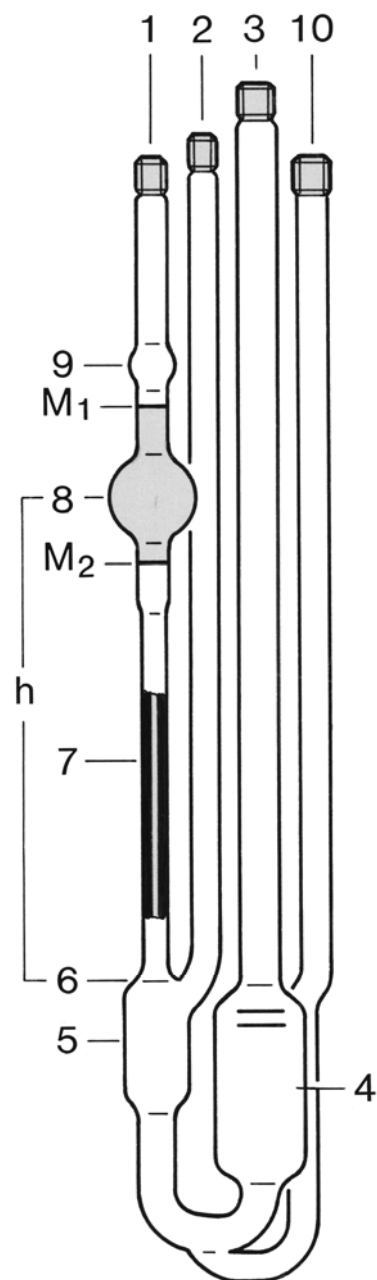
Viscosímetro de Ubbelohde con sensores TC y tubo de limpieza

Viscosímetro de Ubbelohde con tubo de limpieza

TABLA DE MATERIAS

PAGINA

1	Descripción	26
2	Preparación de la prueba	26
3	Elección del capilar	26
4	Limpieza del viscosímetro	26
5	Llenado del viscosímetro	26
6	Adaptar la prueba a la temperatura del baño	27
7	Medición automática	27
8	Ejemplo de una medición	27
9	Cálculo de la viscosidad	28
10	Ejemplo del cálculo	28
11/13	Medición y constantes del equipo	28, 30
12/14	Tabla de la corrección de la energía cinemática (HC)	29, 30



1 Descripción

Los viscosímetros están esencialmente compuestos de cuatro partes del tubo, del tubo con capilar (1), del tubo de ventilación (2), del tubo de llenado (3), del reservorio (4), de la bola de nivel (5), del capilar (7) con la bola de medición (8), de la bola de entrada (9) y del tubo de limpieza (10).

Las marcas superior e inferior de medida (8) están demarcadas sobre el tubo con capilar (1) de la marca anular M_1 y M_2 o sensores TC_1 und TC_2 . A través de esas marcas de medida es delimitado no solo el volumen de paso del líquido de la prueba, sino también fijada la presión hidrostática media h . El capilar (7) se termina en la parte superior, demarcada como cúpula esférica (6) de la bola de nivel (5). Por encima de esa cúpula esférica (6) la prueba recorre el capilar (7) en forma de una estrecha película (nivel esférico suspendido).

El tubo de limpieza (10) sirve para la conexión al Aparato automático de viscosimetría AVS 26 de SCHOTT Instruments GmbH. El enchufe (11) será conectado mediante el cable para la conexión de los sensores TC (viscosímetros Ubbelohde con sensores TC) a los aparatos de medición AVS de SI Analytics GmbH.

2 Preparación de la prueba

Antes de la medición, las pruebas de baja viscosidad se filtrarán a través de un filtro de vidrio SCHOTT porosidad 2 hasta 4 (10 ... 100 μm). Las muy viscosas a través de un tamiz con un ancho de malla 0,3 mm (gasa del tamiz de control 0,2 DIN 4 188). Las pruebas cuyo valor Punto de solidificación según DIN 51 583 o Punto de fluidez según DIN 51 597 no será inferior a 30 °C, en comparación a la temperatura de la prueba deberán ser calentadas antes de la medición a 50 °C.

3 Elección del capilar

Se recomienda elegir el tamaño del tubo capilar de manera que la incertidumbre inherente a la corrección de la energía cinemática (HC), no supere el error aprobado para la medición del tiempo (ver tabla). En el caso de mediciones de precisión, nosotros recomendamos no utilizar los segundos de corrección que figuran entre paréntesis. Utilizar eventualmente un viscosímetro con un capilar muy estrecho.

4 Limpieza del viscosímetro

Antes del primer uso, se recomienda una limpieza con 15 % de H_2O_2 y 15 % de HCl. Para concluir, se deberá enjuagar el viscosímetro con un disolvente apropiado. Debe quedar totalmente seco y libre de polvo y con eso estará listo para la medición automática.

5 Llenado del viscosímetro

De la muestra filtrada serán tomados aproximado 20 ml (en los viscosímetros Ubbelohde con sensores TC aproximado 22 ml) con la ayuda de una punta a través del viscosímetro, de la parte nombrada Luer-Lok-Kupplung o con la ayuda de una cánula de absorción que se introducirá en esta pieza a través del Lavador automático de viscosimetría AVS 26.

6 Adaptar la prueba a la temperatura del baño

El viscosímetro lleno se colgará con el soporte, tipo n°053 92 (para Viscosímetro de Ubbelohde con tubo de limpieza) o tipo n°053 93 (para Viscosímetro de Ubbelohde con sensores TC) en el Termostato Transparente de SI Analytics GmbH. Para tener una gran precisión de medición, deberá permanecer la temperatura de medición del termostato constante hasta $\pm 0,01$ °C que es posible con el **(termostato transparente de SI Analytics GmbH)**. La medición no deberá ser efectuada después de un tiempo de espera de cerca de 10 minutos (dependiendo de la diferencia de temperatura ΔT entre la temperatura ambiente y la temperatura medida). Este tiempo de espera puede programarse en los equipos de medición AVS (ver cada una de una de las instrucciones de uso).

7 Medición automática

Los equipos automáticos de medición de la viscosidad de SI Analytics GmbH (ver prospecto AVS) sustituyen la anterior ejecución manual descrita de la medición de la viscosidad. Así, los errores de medición subjetivos son eliminados y los tiempos de medición existen impresos como documentos. Para la ejecución de la medida consulte el manual de instrucciones de los correspondientes manuales de medición. Los Viscosímetros de Ubbelohde con sensores TC y con tubo de limpieza pueden ser utilizados solamente con todos los equipos de la serie AVS.

8 Ejemplo de una medición

Precisión de medida aspirada para temperaturas de prueba 10 ... 30 °C:	[%]	± 1	$\pm 0,5$	$\pm 0,1$
Precisión del termostato	[°C]	$\pm 0,1$	$\pm 0,05$	$\pm 0,01$
Precisión de lectura en el termostato de control	[°C]	$\pm 0,05$	$\pm 0,03$	$\pm 0,005$
Tiempo de temperar	[min]	15	15	15
Desviación admitida de la posición vertical del viscosímetro	[°]	4,5	3,3	1,5
Duración de paso mínimo ¹⁾ en capilar I en capilar II en capilar III	[s]	250 100 100	350 135 100	650 240 100
Error en extremo admitido de cronometraje	[%]	$\pm 0,33$	$\pm 0,17$	$\pm 0,03$
Número de mediciones individuales	[%]	4	4	4
Desviaciones admitidas entre las mediciones	[%]	± 1	$\pm 0,5$	$\pm 0,1$

Para mediciones automáticas se alcanzará una alta precisión, cuando ciertos parámetros son eliminados, por ejemplo, error de lectura, error de tiempo y sucesivamente.

¹⁾ Así seleccionando que la incertidumbre inherente a la corrección de la energía cinemática (HC) no sobrepase el error admitido por el cronometraje.

9 Cálculo de la viscosidad

Para el cálculo de la viscosidad, se deducirá el tiempo de paso para las correcciones de la energía cinemática (HC) indicando la cuantía en segundos para los diferentes tubos capilares indicados en la tabla de las correcciones. Valores intermedios pueden ser interpolados.

Para mediciones absolutas la corrección del tiempo de paso da directamente la viscosidad cinética en [mm²/s] *) al multiplicar por la constante K. La constante K del viscosímetro está especificada en el certificado del fabricante perteneciente al viscosímetro.

$$v = K (t - \vartheta)$$

10 Ejemplo del cálculo

Viscosímetro de Ubbelohde tipo no. 501 10

Capilar I

Constante = 0,01000

Tiempo de paso (media) = 180,00 [s]

Corrección de la energía cinemática (HC) para 180,00 s = 0,30 [s]

Viscosidad cinemática

$$v = K (t - \vartheta)$$

$$= 0,01 \cdot (180,00 - 0,30)$$

$$= 1,797 \text{ [mm}^2\text{/s]}^*$$

*) hasta ahora centistokes [cSt];

$$1 \text{ [cSt]} = 1 \text{ [mm}^2\text{/s]}$$

Para los viscosímetros Ubbelohde de SI Analytics GmbH son válidos los mismos segundos de corrección en igual anchura de capilar (corrección de la energía cinemática HC). Un nuevo valor de corrección de la energía cinemática (HC) no será necesario en los viscosímetros SI Analytics GmbH si los capilares cambiados son de igual tamaño. Si se desea en el Aparato de medición AVS 440 puede calcularse la corrección de la energía cinemática (HC) según las tablas descritas (ver instrucciones de uso AVS 440).

11 Medición y constante del equipo

Viscosímetros de Ubbelohde ISO 3105 / DIN 51 562 / BS 188 / NFT 60-100

Tipo no. 540 .., 541 .., 542 .., 543 .., 544 ..

Tipo no.	Capilar no.	Capilar $\varnothing_i$ (mm)	Constante K (valor de ref.)	Zona de medición mm ² /s (cSt) (valor de referencia)		
... 00	0	0,36	0,001	0,2	hasta	1,2
... 03	0c	0,46	0,003	0,5	hasta	3
... 01	0a	0,53	0,005	0,8	hasta	5
... 10	I	0,63	0,01	1,2	hasta	10
... 13	Ic	0,84	0,03	3	hasta	30
... 11	Ia	0,95	0,05	5	hasta	50
... 20	II	1,13	0,1	10	hasta	100
... 23	IIC	1,50	0,3	30	hasta	300
... 21	Ila	1,69	0,5	50	hasta	500
... 30	III	2,01	1	100	hasta	1000
... 33	IIIC	2,65	3	300	hasta	3000
... 31	IIla	3,00	5	500	hasta	5000
... 40	IV	3,60	10	1000	hasta	10000
... 43	IVc	4,70	30	3000	hasta	30000
... 41	IVa	5,34	50	6000	hasta	30000
... 50	V	6,40	100	sobre 10000		

*) hasta ahora centistokes [cSt]; 1 [cSt] = 1 [mm²/s]

12 Tabla de la corrección de la energía cinemática (HC)

Viscosímetros de Ubbelohde ISO 3105, DIN 51 562, BS 188 / NFT 60-100

Tipo no. 540 .., 541 .., 542 .., 543 .., 544 ..

Segundos de corrección¹⁾:

Tiempo de paso [s]	Capilar no. 0	0c	0a	I	Ic	Ia	II
40	– 2)	– 2)	– 2)	(1,03)	0,45	0,15	
50	– 2)	– 2)	– 2)	(3,96)	0,66	0,29	0,10
60	– 2)	– 2)	– 2)	(2,75)	0,46	0,20	0,07
70	– 2)	– 2)	– 2)	(2,02)	0,34	0,15	0,05
80	– 2)	– 2)	(4,78) 2)	(1,55)	0,26	0,11	0,04
90	– 2)	– 2)	(3,78) 2)	1,22	0,20	0,09	0,03
100	– 2)	(7,07) 2)	(3,06) 2)	0,99	0,17	0,07	0,02
110	– 2)	(5,84) 2)	(2,53)	0,82	0,14	0,06	0,02
120	– 2)	(4,91) 2)	2,13	0,69	0,12	0,05	0,02
130	– 2)	(4,18) 2)	1,81	0,59	0,10	0,04	0,01
140	– 2)	(3,61) 2)	1,56	0,51	0,08	0,04	0,01
150	– 2)	(3,14) 2)	1,36	0,44	0,07	0,03	0,01
160	– 2)	2,76	1,20	0,39	0,06	0,03	0,01
170	– 2)	2,45	1,06	0,34	0,06	0,02	0,01
180	– 2)	2,18	0,94	0,30	0,05	0,02	0,01
190	– 2)	1,96	0,85	0,28	0,05	0,02	0,01
200	(10,33) 2)	1,77	0,77	0,25	0,04	0,02	0,01
225	(8,20)	1,40	0,60	0,20			
250	(6,64)	1,13	0,49	0,16			
275	(5,47)	0,93	0,40	0,13			
300	4,61	0,79	0,34	0,11			
325	3,90	0,66	0,29	0,09			
350	3,39	0,58	0,25	0,08			
375	2,95	0,50	0,22	0,07			
400	2,59	0,44	0,19	0,06			
425	2,30	0,39	0,17	0,05			
450	2,05	0,35	0,15	0,05			
475	1,84	0,31	0,13	0,04			
500	1,66	0,28	0,12	0,04			
550	1,37	0,23	0,10	0,03			
600	1,15	0,20	0,09	0,03			
650	0,98	0,17	0,07	0,03			
700	0,85	0,14	0,06	0,02			
750	0,74	0,13	0,05	0,02			
800	0,65	0,11	0,05				
850	0,57	0,10	0,04				
900	0,51	0,09	0,04				
950	0,46	0,08	0,03				
1000	0,42	0,07	0,03				

¹⁾ Los segundos de corrección indicados, se refieren a la respectiva constante teórica.

²⁾ Para efectuar medidas de precisión, no se debe emplear **este** tiempo de paso.
Utilizar eventualmente un viscosímetro con un capilar muy estrecho.

13 Medición y constantes del equipo

Viscosímetro de Ubbelohde ISO 3105 / ASTM D 2515
Tipo no. 545 ..

Tipo no.	Capilar no.	Capilar $\varnothing_i$ (mm)	Constante K (valor de ref.)	Zona de medición mm ² /s (cSt) (valor de referencia)		
... 00	0	0,24	0,001	0,3	hasta	1
... 03	0c	0,36	0,003	0,6	hasta	3
... 01	0b	0,46	0,005	1	hasta	5
... 10	I	0,58	0,01	2	hasta	10
... 13	Ic	0,78	0,03	6	hasta	30
... 20	II	1,03	0,1	20	hasta	100
... 23	IIc	1,36	0,3	60	hasta	300
... 30	III	1,83	1	200	hasta	1000
... 33	IIIc	2,43	3	600	hasta	3000
... 40	IV	3,27	10	2000	hasta	10000
... 43	IVc	4,32	30	6000	hasta	30000

* hasta ahora centistokes [cSt]; 1 [cSt] = 1 [mm²/s]

14 Tabla de la corrección de la energía cinemática (HC)

Viscosímetro de Ubbelohde ISO 3105, ASTM D 2515
Tipo no. 545 ..

Segundos de corrección¹⁾:

Tiempo de paso [s]	Capilar no.				
	0	0b	0c	I	Ic
50	– ²⁾	(5,06) ²⁾	(6,69) ²⁾	(2,45) ²⁾	0,41
75	– ²⁾	2,25	2,98	1,09	0,18
100	(3,69) ²⁾	1,26	1,67	0,61	0,10
125	2,36	0,81	1,07	0,39	0,07
150	1,64	0,56	0,74	0,27	0,05
175	1,21	0,41	0,55	0,20	0,03
200	0,92	0,32	0,42	0,15	0,03
225	0,73	0,25	0,33	0,12	0,02
250	0,59	0,20	0,27	0,10	
275	0,49	0,17	0,22	0,08	
300	0,41	0,14	0,19	0,07	
325	0,35	0,12	0,16	0,06	
350	0,30	0,10	0,14	0,05	
375	0,26	0,09	0,12	0,04	
400	0,23	0,08	0,11	0,04	
425	0,20	0,07	0,09		
450	0,18	0,06	0,08		
475	0,16	0,06	0,07		
500	0,15	0,05			

¹⁾ Los segundos de corrección indicados, se refieren a la respectiva constante teórica.

²⁾ Para efectuar medidas de precisión, no se debe emplear **este** tiempo de paso.
Utilizar eventualmente un viscosímetro con un capilar muy estrecho.

Typ / Type / Type / Tipo:**Ubbelohde-Viskosimeter
mit TC-Sensoren und Reinigungsrohr****Bescheinigung des Herstellers**

Wir bestätigen, dass das oben genannte Gerät gemäß DIN EN ISO 9001, Absatz 8.2.4 „Überwachung und Messung des Produkts“ geprüft wurde und dass die festgelegten Qualitätsanforderungen an das Produkt erfüllt werden.

Supplier's Certificate

We certify that the equipment was verified according DIN EN ISO 9001, part 8.2.4 "Monitoring and measurement of product" and that the specified requirements for the product are met.

Certificat du fournisseur

Nous certifions que le produit a été vérifié selon DIN EN ISO 9001, partie 8.2.4 « Surveillance et mesure du produit » et que les exigences spécifiées pour le produit sont respectées.

Certificado del fabricante

Nosotros certificamos que el equipo está verificada conforme a DIN EN ISO 9001, parte 8.2.4 « Seguimiento y medición del producto » y que las especificaciones requeridas para el equipo son respetados y cumplidas.

SI Analytics GmbH
Postfach 2443
55014 Mainz
Hattenbergstrasse 10
55122 Mainz

Telefon: +49 (0)6131 66-5111
Telefax: +49 (0)6131 66-5001
E-Mail: avs@si-analytics.com
www.si-analytics.com

SI Analytics

SI Analytics GmbH
Postfach 2443
55014 Mainz
Hattenbergstrasse 10
55122 Mainz

Telefon: +49 (0)6131 66-5111
Telefax: +49 (0)6131 66-5001
E-Mail: avs@si-analytics.com
www.si-analytics.com

SI Analytics