



PCE Deutschland GmbH  
Im Langel 4  
Deutschland  
D-59872 Meschede  
Tel: 029 03 976 99-0  
Fax: 029 03 976 99-29  
info@warensortiment.de  
www.warensortiment.de

## Bedienungsanleitung Rotationsviskosimeter PCE-RVI 2



## Inhaltsverzeichnis

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.     | Sicherheitshinweise .....                       | 4  |
| 2.     | Zertifikation .....                             | 4  |
| 3.     | Gewährleistung .....                            | 4  |
| 4.     | Technische Daten .....                          | 5  |
| 5.     | Richtlinien und Normen .....                    | 5  |
| 5.1    | Richtlinien .....                               | 5  |
| 5.2    | Normen .....                                    | 5  |
| 6.     | Nach Empfang der Einheit .....                  | 6  |
| 6.1    | Lieferumfang .....                              | 6  |
| 6.2    | Installation .....                              | 7  |
| 6.3    | Verbindung mit dem Stromnetz .....              | 7  |
| 7.     | Gerätefunktionen .....                          | 8  |
| 7.1    | Vorderansicht .....                             | 8  |
| 7.2    | Rückansicht .....                               | 9  |
| 8.     | Optionales Zubehör .....                        | 9  |
| 9.     | Hinweise zur Viskosität .....                   | 10 |
| 9.1    | Einheiten .....                                 | 10 |
| 9.2    | Wichtige Hinweise .....                         | 10 |
| 9.3    | Spindeln .....                                  | 12 |
| 10.    | Konfigurationsoptionen .....                    | 12 |
| 11.    | Bedienung .....                                 | 14 |
| 11.1   | Bedienbildschirm .....                          | 15 |
| 11.2   | Anbringen der Spindel .....                     | 16 |
| 11.3   | Messung starten .....                           | 17 |
| 12.    | Auswahltabellen .....                           | 17 |
| 12.1   | Viskosimeter V1-L .....                         | 17 |
| 12.1.1 | Viskosimeter V1-L: Standard Spindel L1-L4 ..... | 18 |
| 12.2   | Viskosimeter V1-R .....                         | 18 |
| 12.2.1 | Standard Spindeln R2-R7 + optional R1 .....     | 19 |
| 13.    | Zubehör .....                                   | 19 |
| 13.1   | Adapter für kleine Probevolumina .....          | 19 |
| 13.1.1 | Messbereich .....                               | 19 |
| 13.1.2 | Beschreibung .....                              | 20 |
| 13.1.3 | Montage .....                                   | 21 |
| 13.1.4 | Auswahltabelle für spezielle Spindeln .....     | 22 |

|  |    |
|--|----|
| 13.2 Adapter für niedrigviskose Materialien .....  | 24 |
| 13.2.1 Messbereich .....                           | 24 |
| 13.2.2 Beschreibung.....                           | 24 |
| 13.2.3 Montage.....                                | 25 |
| 13.2.4 Auswahltabelle für spezielle Spindeln ..... | 26 |
| 13.3 Adapter für spiralförmige Bewegung .....      | 27 |
| 13.3.1 Messbereich .....                           | 27 |
| 13.3.2 Beschreibung.....                           | 27 |
| 13.3.3 Montage.....                                | 28 |
| 13.3.4 Auswahltabelle für V1-L .....               | 30 |
| 13.3.5 Auswahltabelle für V1-R .....               | 31 |
| 14. Kalibrierung .....                             | 31 |
| 15. Fehlersuche.....                               | 31 |

## 1. Sicherheitshinweise

Die Installation und Nutzung dieses Viskometers ist einfach und gefahrlos, wenn die Bedienungshinweise dieser Anleitung befolgt werden. Trotzdem sind alle Schritte und Vorgänge, welche eine Gefahr für Mensch und Gerät darstellen könnten mit folgenden Symbolen hervorgehoben:



### **Gefahr:**

Dieses Zeichen signalisiert Gefahr bei Nichteinhaltung der Bedienungsanweisungen. Es besteht sowohl Verletzungsgefahr als auch die Möglichkeit, dass das Gerät Schaden nimmt. Beachten Sie diese Hinweise zu Ihrer eigenen Sicherheit in besonderem Maße.



Dieses Symbol signalisiert VORSICHT. Bei Nichteinhaltung der entsprechenden Bedienungsanweisungen kann das Gerät Schaden nehmen. Um die Funktionsfähigkeit und die lange Lebensdauer des Gerätes sicherzustellen, beachten Sie diese Hinweise bitte.



Dieses Zeichen weist Sie auf spezielle Merkmale des Gerätes hin, welche besonderer Berücksichtigung bedürfen.

Zusätzlich sollten folgende Hinweise beachtet werden.

- Lesen Sie diese Bedienungsanleitung sorgfältig durch. Sie enthält wichtige Informationen bezüglich der sicheren und gefahrlosen Nutzung des Gerätes.
- Stellen Sie sicher, dass diese Bedienungsanleitung immer griffbereit zur Verfügung steht.
- Reparaturen sind nur von Fachleuten durchzuführen. Unsachgemäße Modifikationen am Gerät stellen eine Gefahr für den Nutzer dar und können zu Beschädigungen am Gerät führen.
- Das Gerät darf nicht mit Lösungsmitteln oder aggressiven Reinigungsmitteln gereinigt werden. Ein feuchtes Tuch mit heißem Seifenwasser ist ausreichend.
- Das Gerät darf nur mit dafür vorgesehenem Zubehör desselben Herstellers ausgestattet und betrieben werden.

## 2. Zertifikation

Der Hersteller garantiert die sorgfältige Überprüfung der korrekten Funktionalität des Gerätes sowie die Einhaltung aller geltenden Sicherheitsvorschriften vor der Auslieferung.

## 3. Gewährleistung

Das Gerät hat 2 Jahre Garantie auf Verarbeitungs- und Materialfehler. Innerhalb dieses Zeitraums werden defekte Geräteteile vom Hersteller ausgetauscht und ersetzt. Andere spezielle Gewährleistungen bestehen nicht. Unerlaubte Modifikationen oder Reparaturen durch Dritte führen zum sofortigen Verlöschen der Garantieansprüche. Die Garantie verfällt auch bei unsachgemäßer Nutzung des Gerätes sowie bei Nichteinhaltung der vorgeschriebenen Bedienungsanweisungen. Nach Verfall der Garantie wird empfohlen einen Wartungsvertrag für das Gerät abzuschließen. Für weitere Informationen über diesen Vertrag kontaktieren Sie bitte

ihren Händler. Auch wenn wir unser Möglichstes tun, um diese Bedienungsanleitung vollständig und korrekt herzustellen, können wir keine Garantie für Druckfehler übernehmen.

#### 4. Technische Daten

|                                  |                      |   |
|----------------------------------|----------------------|---|
| Spannung                         | 100-240 V / 50-60 Hz |   |
| Stromverbrauch                   | 0,2 A                |   |
| Sicherung                        | 1 x 2 AT             |   |
| Drehzahlbereich                  | Modell V1 – L / R    | 0,3; 0,5; 0,6; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 10; 12; 20; 30; 50; 60; 100; 200 rpm |
|                                  |                      |   |
| Messbereich mit Standardspindeln | Model V1 - L         | 3 – 2.000.000 mPas in 76 Bereichen; 19 Drehzahlen mit 4 Spindeln                |
|                                  | Model V1 - R         | 20 – 13.000.000 mPas in 114 Bereichen; 19 Drehzahlen mit 6 Spindeln             |
|                                  | Genauigkeit          | ± 1% des Anzeigewertes  |
|                                  | Wiederholgenauigkeit | ± 0,2 %   |
| Thermometer                      | Temperaturbereich    | -15°C bis + 180°C (5°F bis 356°F)   |
|                                  | Auflösung            | 0,1°C (0,1722°F)  |
|                                  | Genauigkeit          | ±0,1°C  |
| Verschmutzungsgrad               | Level 2              |   |
| Überspannungsschutz              | Klasse 2             |   |
| Max. Einsatzhöhe                 | 2.000 m über NN      |   |
| Raumtemperatur                   | 10 – 40°C            |   |
| Rel. Luftfeuchtigkeit            | < 80%                |   |

#### 5. Richtlinien und Normen

##### 5.1 Richtlinien

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>2006 / 95 / CE</b>  | Entspricht den geltenden Richtlinien entsprechend der Spannungsgrenzen                    |
| <b>2004 / 108 / CE</b> | Entspricht den geltenden Richtlinien entsprechend der elektromagnetischen Verträglichkeit |

##### 5.2 Normen

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| <b>Elektromagnetische Emission</b>       |                             |
| EN 61000-3-2 (2006)                      | Schwingungen                |
| EN 61000-3-3 (1995)/A1 (2001)/A2 (2005)  | Spannungsschwankungen       |
| EN 61000-6-3 (2007)                      | Eigenemission               |
| EN 55022 (2006)                          | Leitfähigkeit               |
| EN 55022 (2006)                          | Strahlung                   |
| <b>Elektromagnetische Störfestigkeit</b> |                             |
| EN 61000-6-2 (2005)                      | Industrielle Störfestigkeit |
| EN 61000-4-3 (2006)                      | Störungsfeld EM oder RF     |

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| EN 61000-4-4 (2004)                     | Schnelle transiente Störgrößen |
| EN 61000-4-6 (2007)                     | RF im Gleichtakt               |
| EN 61000-4-8 (1993)/A1 (2001)           | Magnetfeld bei 50 Hz           |
| EN 61000-6-1 (2007)                     | Eigenimmunität                 |
| EN 61000-4-5 (2006)                     | Schockwellen                   |
| EN 61000-4-11 (2004)                    | Stromunterbrechung             |
| EN 61000-4-2 (1995)/A1 (1998)/A2 (2001) | Elektrostatische Entladung     |

## 6. Nach Empfang der Einheit

Überprüfen Sie die Verpackung auf Transportschäden bevor Sie das Viskometer auspacken. Bei sichtbaren Schäden öffnen Sie die Verpackung nicht und informieren Sie Ihren Lieferanten.

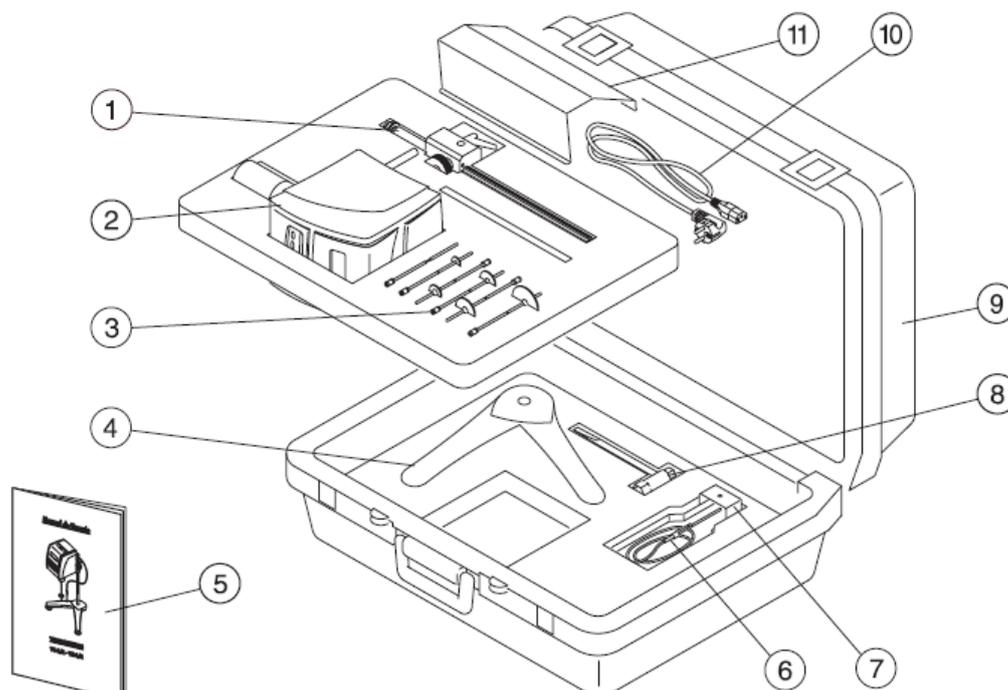
Nachdem Sie das Viskometer ausgepackt haben, überprüfen Sie das Gerät auf sichtbare Schäden. Sollten Sie einen Schaden festgestellt haben, informieren Sie Ihren Händler.

### 6.1 Lieferumfang

- |                                      |                         |
|--------------------------------------|-------------------------|
| 1. Zahnstange                        | 7. Spindelsicherung     |
| 2. Viskometer                        | 8. Schraubenschlüssel   |
| 3. Spindeln L1 bis L4 oder R2 bis R7 | 9. Koffer               |
| 4. Ständer                           | 10. Stromkabel          |
| 5. Bedienungsanleitung               | 11. Ablage              |
| 6. Temperatursensor                  | 12. Kalibrierzertifikat |



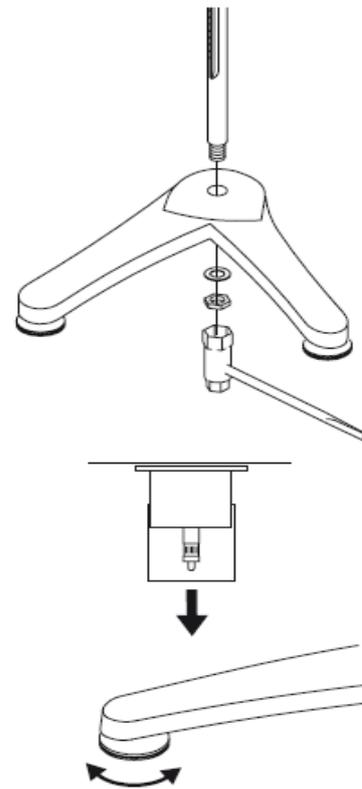
Bewahren Sie die Transportverpackung für eine mögliche Retoursendung auf. Teile, welche aufgrund von unsachgemäßer Verpackung und unsachgemäßem Transport beschädigt werden, unterliegen nicht der Herstellergarantie.



## 6.2 Installation

Für die sachgemäße Installation des Viskosimeters gehen Sie wie folgt vor:

- Entfernen Sie die Mutter von der Zahnstange
- Platzieren Sie die Zahnstange in der richtigen Position auf dem Ständer. Die Führungsnut zeigt dabei in die Richtung der Vorderseite des Ständers.
- Verschrauben Sie Zahnstange und Ständer mit der dafür vorgesehenen Mutter. Benutzen Sie dafür den mitgelieferten Schraubenschlüssel.
- Befestigen Sie die hintere Stange an der Klemme der Zahnstange.
- Legen Sie den Hebel um, um das Gerät zu befestigen
- Platzieren Sie das Gerät auf einer festen und ebenen Oberfläche.
- Entfernen Sie den Kunststoffschutz durch senkrecht herunterziehen. Der Schutz darf erst zur Seite bewegt werden, wenn er vollständig entfernt wurde.
- Tarieren Sie das Gerät mit den Drehfüßen an der Vorderseite des Ständers aus. Die Libelle auf der Oberseite hilft Ihnen beim Austarieren des Viskosimeters.
- Schließen Sie das Gerät an das Stromnetz an.



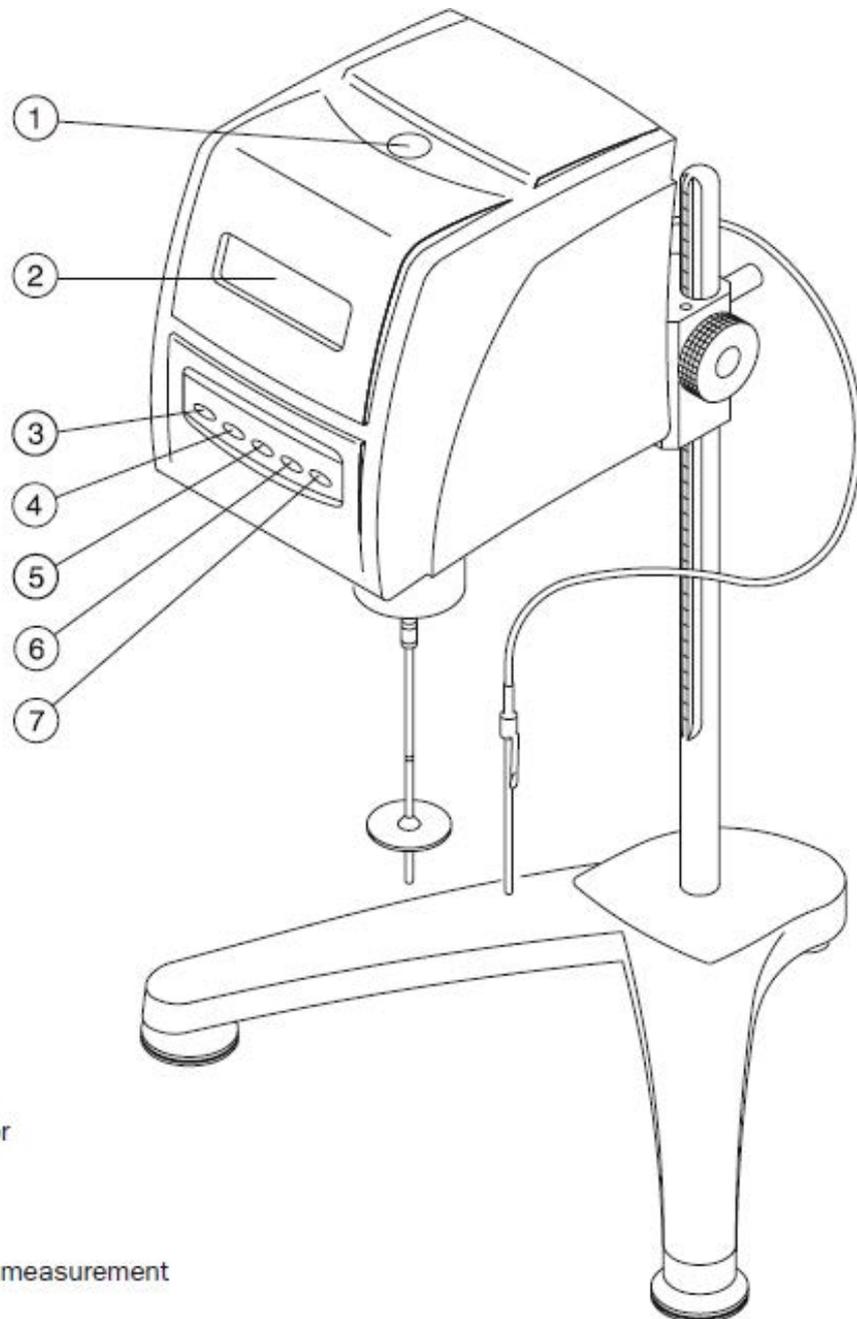
## 6.3 Verbindung mit dem Stromnetz



Stellen Sie sicher, dass Ihre Netzverbindung mit einer gesicherten Erdung ausgestattet ist und sorgen Sie dafür, dass das Gerät mit der angegebenen Netzspannung betrieben wird.

## 7. Gerätefunktionen

### 7.1 Vorderansicht



1. Levelling indicator

2. LCD Display

3.  Starts a measurement

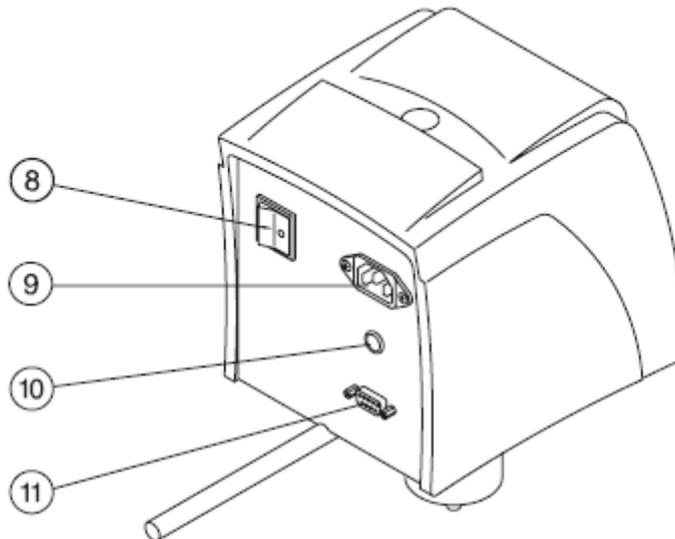
4.  Stops a measurement

5.  Confirms parameter selection

6.  «Up» parameter selection key

7.  «Down» parameter selection key

## 7.2 Rückansicht



- 8. Hauptschalter
- 9. Steckdose
- 10. PT-100 Schnittstelle
- 11. RS-232 Schnittstelle

## 8. Optionales Zubehör

Folgende Artikel sind auf Nachfrage verfügbar:

|           |  |
|-----------|--|
| MY-001    | Viskosimeter V1-L  |
| MY-003    | Viskosimeter V1-R  |
| VTP-080   | Standard Spindel Set V1-L (L1-L4)  |
| VTP-073   | Standard Spindel Set V1-L (L1-L4)  |
| VM-007    | Spezialspindel R1  |
| APM-001   | Adapter für kleine Probevolumina   |
| APM-001/T | Adapter für kleine Probevolumina mit integriertem temperatursensor       |
| APM-002   | Spezielles Spindel Set V1-L (TL5 – TL7) für geringes Probevolumen        |
| APM-003   | Spezielles Spindel Set V1-R (TR8-TR11) für geringes Probevolumen         |
| LCP-001   | Adapter für niedrigviskose Materialien                                   |
| LCP-001/T | Adapter für niedrigviskose Materialien mit integriertem Temperatursensor |
| LCP-001/A | Adapter für niedrigviskose Materialien bei hohen Temperaturen            |
| HEL-001   | Adapter für spiralförmige Bewegung                                       |
| SFT-001   | „Viscosoft Basic“ Software   |
| SFT-002   | „Viscosoft Plus“ Software  |
| IMP-001   | Thermodrucker  |

## 9. Hinweise zur Viskosität

### 9.1 Einheiten

Bei diesem Viskometer handelt es sich um ein klassisches Rotationsviskosimeter zur schnellen Bestimmung der Viskosität bezogen auf folgende Standards:

**BS:** 6075, 5350

**ISO:** 2555, 1652

**ASTM:** 115, 789, 1076, 1084, 1286, 1417, 1439, 1638, 1824, 2196, 2336, 2364, 2393, 2556, 2669, 2849, 2983, 2994, 3232, 3236, 3716

Das Funktionsprinzip dieses Viskometers gleicht dem aller Rotationsviskosimeter: Eine Spindel (Zylinder oder Scheibe) wird in die zu untersuchende Probe getaucht. Es wird die Kraft gemessen, welche die Spindel zur Überwindung der Flüssigkeitsträgheit benötigt. Zwischen Spindel und Motorwelle ist eine Feder angebracht, welche mit einer festgelegten Geschwindigkeit rotiert. Der Differenzwinkel zwischen Feder und Spindel wird elektronisch aufgenommen und in einen Drehmomentwert umgewandelt. Der Drehmomentwert hängt von der Rotationsgeschwindigkeit der Spindel und der Spindelgeometrie ab. Aus dieser Größe lässt sich die Viskosität der Probe direkt ableiten und wird in mPas/cP (dPas/P) angegeben. Abhängig von der Viskosität, ändert sich der Widerstand einer Flüssigkeit gegen Bewegung proportional zur Größe und Rotationsgeschwindigkeit der Spindel. Das Viskometer ist so kalibriert, dass die Viskositätswerte je nach Rotationsgeschwindigkeit und Spindelnummer in mPas oder cP (dPas/P) angezeigt werden. Die Kombination verschiedener Spindeln mit verschiedenen Rotationsgeschwindigkeiten ermöglicht somit eine optimale Viskositätsbestimmung über einen großen Messbereich.

### 9.2 Wichtige Hinweise

#### **Viskosität:**

Die Viskosität ist eine charakterisierende Eigenschaft von Flüssigkeiten. Sie ist ein Maß für die innere Reibung der Flüssigkeit wenn einzelne Flüssigkeitsschichten zur Bewegung gegeneinander angeregt werden. Die Viskosität ist stark temperaturabhängig. Die Standardeinheiten bei der Bestimmung der dynamischen Viskosität sind: mPas (S.I) oder cP (C.G.S).

1 mPas = 1 cP (centi-Poise)

1 dPas = 1P (Poise)

#### **Schubspannung:**

Die Schubspannung ist die Kraft pro Flächeneinheit, welche zur Verschiebung zweier Flüssigkeitsschichten gegeneinander benötigt wird (innere Reibung). Standardeinheiten für die Schubspannung sind: N/m<sup>2</sup> (S.I) oder dynes/cm<sup>2</sup> (C.G.S).

#### **Schergeschwindigkeit:**

Die Schergeschwindigkeit gibt die Geschwindigkeit der unterschiedlichen Schichten gegeneinander an. Die Standardeinheit für die Schergeschwindigkeit ist die „reziproke Sekunde“, angegeben als sec<sup>-1</sup> oder 1/sec.

**Laminare Strömung:**

Die laminare Strömung stellt eine Idealbewegung der Schichten gegeneinander dar. Es erfolgt kein Massentransport zwischen den Schichten. Die laminare Strömung ist Grundlage zur Bestimmung der dynamischen Viskosität.

**Turbulente Strömung:**

Ab einer bestimmten Strömungsgeschwindigkeit tritt ein Massentransport zwischen den Flüssigkeitsschichten auf. Daraus resultieren eine scheinbar höhere Schubspannung sowie ein fälschlicherweise erhöhter Viskositätswert. Den Übergang von laminarer zu turbulenter Strömung erkennt man an einem plötzlichen und deutlichen Anstieg des Viskositätswertes bei einer bestimmten Geschwindigkeit.

Ganz allgemein können Flüssigkeiten nach dem Verhältnis von Schubspannung zu Schergeschwindigkeit klassifiziert werden.

**Newton'sche Flüssigkeiten:**

In newton'schen Flüssigkeiten sind Schubspannung und Schergeschwindigkeit direkt proportional zueinander. Bei gleichbleibender Temperatur bleibt die Viskosität einer newton'schen Flüssigkeit unabhängig von Viskometer, Spindel und Rotationsgeschwindigkeit immer konstant. Bekannte Flüssigkeiten mit dieser Eigenschaft sind Wasser oder dünne Motoröle.

**Nicht-newton'sche Flüssigkeiten:**

Bei diesen Flüssigkeiten besteht kein linearer Zusammenhang zwischen der Schubspannung und der Schergeschwindigkeit. Aus unterschiedlichen Umgebungs- und Arbeitsbedingungen ergeben sich somit auch unterschiedliche Viskositätswerte. Die scheinbare Viskosität ist das Ergebnis einer Flüssigkeitsanalyse. Das Ergebnis dieser Analyse kann mit anderen Viskometern nur reproduziert werden, wenn die Umgebungs- und Arbeitsbedingungen identisch sind und ein definierter Arbeitsablauf durchgeführt wird. Folgende Variable beeinflussen die Ergebnisse:

- Viskometer Modell
- Dimensionen des Probebehälters
- Füllstand
- Probentemperatur
- Spindel
- Rotationsgeschwindigkeit
- Spindelschutz (Ja oder Nein)
- Untersuchungsdauer

Grundsätzlich führt jede Veränderung der Arbeitsmethode zu einem veränderten Messergebnis. Nicht-newton'sche Flüssigkeiten haben verschiedene Eigenschaften:

**Pseudoplastisch:**

Flüssigkeiten mit abnehmender Viskosität bei zunehmender Schergeschwindigkeit. Bekannte pseudoplastische Flüssigkeiten sind Lacke, Milch, Tinte oder Marmelade.

**Plastisch:**

Unter statischen Bedingungen ähnelt das Verhalten einem Feststoff. Für eine korrekte Bewertung der Flüssigkeit muss zunächst die „Fließgrenze“ überschritten werden, so dass die Flüssigkeit daraufhin pseudoplastische, plastische oder dilatante Eigenschaften aufweist. Beispiele: Zahnpasta, Schokolade, Fett.

**Dilatant:**

Flüssigkeiten mit zunehmender Viskosität bei zunehmender Schergeschwindigkeit. Beispiele: Lösungen aus Zucker und Wasser oder Gemische aus Sand und Wasser.

**Zeitabhängige Flüssigkeiten:**

Die Viskosität dieser Flüssigkeiten hängt nicht nur von der Schergeschwindigkeit, sondern auch von der Zeit ab, welche die Flüssigkeit unter Scherbedingungen verbringt.

**Thixotrope Flüssigkeiten:**

Zeitabhängige Veränderung der Viskosität. Die Viskosität nimmt in Folge andauernder mechanischer Beanspruchung ab und nimmt erst wieder nach Beendigung der Beanspruchung zu.

Beispiele: Ketchup, Honig, tropffeste Farben, Mayonnaise.

**Rheopexe Flüssigkeiten:**

Zeitabhängige Veränderung der Viskosität. Die Viskosität nimmt in Folge andauernder mechanischer Beanspruchung zu und nimmt erst wieder nach Beendigung der Beanspruchung ab.

Beispiele: Schmiermittel und spezielle Farben.

### 9.3 Spindeln

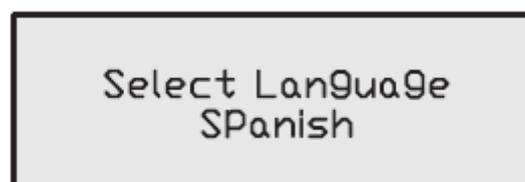
Die Spindeln sind mit größter Präzision hergestellt um eine maximale Wiederholgenauigkeit bei Messungen zu gewährleisten so lange das Messgerät unter den richtigen Betriebsbedingungen angewendet wird.

## 10. Konfigurationsoptionen

Schalten Sie das Viskometer mit dem Hauptschalter ein. Folgende Meldung wird in den folgenden 2 Sekunden auf der Anzeige angezeigt.

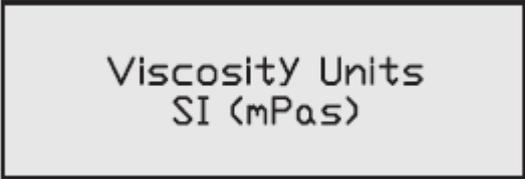


Drücken Sie innerhalb der 2 Sekunden nacheinander auf „**Start**“ und „**Enter**“. Das Display zeigt dann folgendes:



Wählen Sie die gewünschte Sprache (Deutsch, Japanisch, Spanisch, Polnisch, Französisch, Englisch, Italienisch oder Portugiesisch) mit den „**Up**“ oder „**Down**“ Tasten. Nach Auswahl der Sprache drücken Sie „**Enter**“ um die Auswahl zu bestätigen.

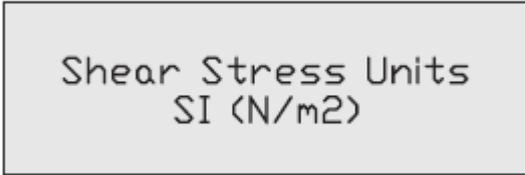
Folgende Anzeige erscheint als nächstes:



Viscosity Units  
SI (mPas)

Mit der „**Up**“ oder „**Down**“ Taste können Sie die Einheit für die Viskosität SI (mPas) oder CGS (cP) auswählen. Bestätigen Sie die Eingabe durch Drücken der „**Enter**“ Taste.

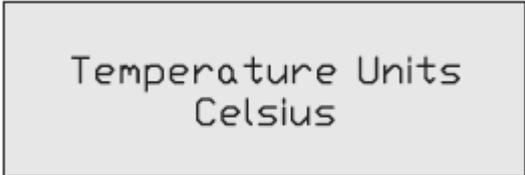
Folgende Anzeige erscheint als nächstes:



Shear Stress Units  
SI (N/m<sup>2</sup>)

Mit der „**Up**“ oder „**Down**“ Taste können Sie die Einheit für die Scherspannung (S.S.), SI (N/m<sup>2</sup>) oder CGS (Dina/cm<sup>2</sup>) auswählen. Bestätigen Sie die Eingabe durch Drücken der „**Enter**“ Taste. Nur das V2 verfügt über diese Funktion.

Folgende Anzeige erscheint als nächstes:



Temperature Units  
Celsius

Mit der „**Up**“ oder „**Down**“ Taste können Sie die Einheit für die Temperatur, Celsius oder Fahrenheit auswählen. Bestätigen Sie die Eingabe durch Drücken der „**Enter**“ Taste.

Folgende Anzeige erscheint als nächstes:

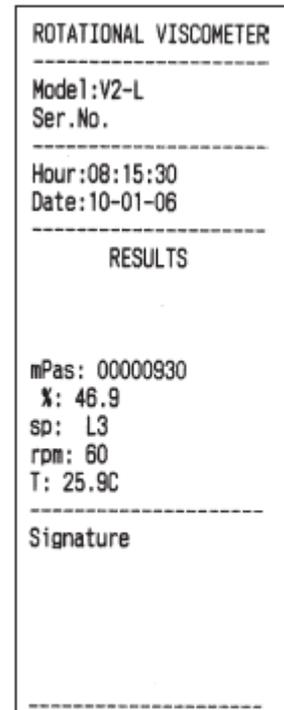


COMPUTER Mode

Mit der „**Up**“ oder „**Down**“ Taste können Sie den PRINTER oder COMPUTER Modus auswählen. Drücken Sie „**Enter**“ um die Eingabe zu bestätigen und in den Optionsmodus zu wechseln.

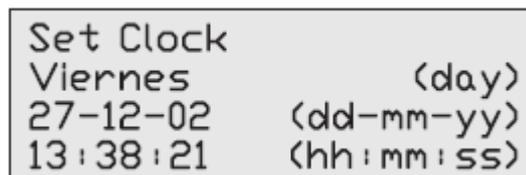
Im PRINTER Modus kann das Viskometer mit einem kleinen Thermodrucker verbunden werden (Papierrollen ~57 mm) um Viskositätswerte nur bei Bedarf durch Drücken der „**Start**“ Taste zu erhalten.

Durch jedes Drücken der „**Start**“ Taste wird ein Ticket wie hier gezeigt ausgedruckt.



Im COMPUTER Modus sendet das Viskometer einen dauerhaften Druckauftrag. Dazu sollte das Viskometer mit einem PC verbunden sein. Das Datenformat im PRINTER Modus ist nicht geeignet für kleine Drucker.

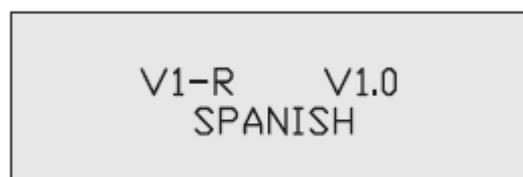
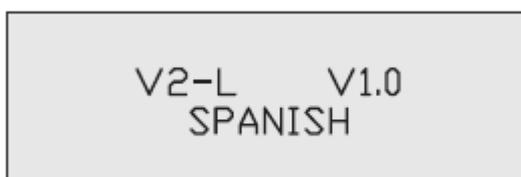
Folgende Anzeige erscheint als nächstes:



Der Wochentag blinkt. Drücken Sie bei Bedarf die „**Up**“ oder „**Down**“ Taste um den Tag zu ändern und drücken Sie die „**Enter**“ Taste um die Eingabe zu bestätigen. Daraufhin blinkt die erste Stelle des Datums. Drücken Sie die „**Up**“ oder „**Down**“ Tasten um den Wert zu ändern und bestätigen Sie die Eingabe mit „**Enter**“. Fahren Sie auf diese Art fort um die Datums und Zeitwerte schrittweise einzustellen. Nach 2 Sekunden wechselt die Anzeige zum Daten-Bildschirm.

## 11. Bedienung

Schalten Sie das Viskometer durch Drücken des Hauptschalters ein. Folgende Anzeige erscheint für die nächsten 2 Sekunden auf dem Bildschirm (Präsentations-Anzeige):



Nach 2 Sekunden springt der Bildschirm in die Datenanzeige und zeigt die zuletzt gespeicherten Parameter (Spindel und Geschwindigkeit).

```
rpm 60                L4
mPas
temp                20.5°C
range              10000 mPas
```

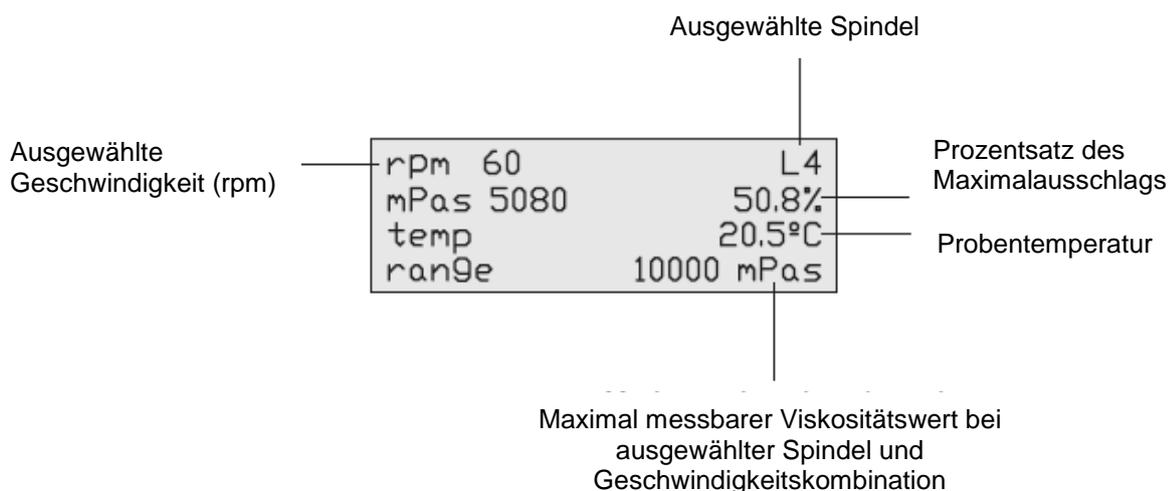
Die Spindel blinkt. Drücken Sie auf „Up“ oder „Down“ um den Wert zu ändern und bestätigen Sie die Eingabe mit der „Enter“ Taste. Daraufhin beginnt die Geschwindigkeit (rpm) zu blinken. Drücken Sie die „Up“ oder „Down“ Taste um den Wert zu ändern und bestätigen Sie die Eingabe mit der „Enter“ Taste. Der Parameter „range“ informiert Sie über den maximal messbaren Viskositätswert bei ausgewählter Spindel und rpm. Der Hinweis „Press Start“ blinkt in der vierten Zeile. Durch Drücken von „Start“ beginnt die Spindel zu rotieren, die Messung beginnt. Es erscheint der Betriebsbildschirm:

```
rpm 60                L4
mPas
temp                20.5°C
Press start
```

Die „Start“ Taste kann auch direkt gedrückt werden. In diesem Fall übernimmt das Gerät die zuletzt gespeicherten Spindel- und Geschwindigkeitswerte und beginnt mit der Messung.

## 11.1 Bedienbildschirm

### Modell V1



Zur Bedienung der Anzeige können die folgenden Tasten verwendet werden:

|   |      |   |
|---|------|---|
| UP  | DOWN |   |
|    | or   |  |
| : Anpassung der Geschwindigkeit   |      |   |
| STOP  |      |   |
|   | :    | Stoppt Motor und Messung  |
| START   |      |   |
|  | :    | Startet Motor und Messung   |
| ENTER   |      |   |
|  | :    | Beendet den aktuellen Vorgang   |

## 11.2 Anbringen der Spindel

Bei Auswahl einer Scheibenspindel sollte die Spindel vorsichtig in die Probeflüssigkeit eingetaucht werden um Luftblasenbildung unter der Scheibe zu vermeiden.

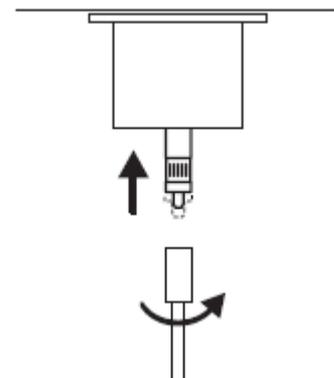
Um die Spindel anzubringen, schieben Sie die Welle mit der einen Hand leicht nach oben und schrauben Sie die Spindel mit der anderen Hand fest.



Bei diesem Vorgang ist Vorsicht geboten, um ein Verbiegen der Spindel und eine Beschädigung der Welle zu vermeiden.



Spindel und Innengewinde des Gegenstücks müssen schmutzfrei sein.



Jetzt kann die Spindel bis zur Eintauchmarkierung (Rille auf der Spindel) in die Probeflüssigkeit eingetaucht werden. Die Spindel darf nicht gegen die Behälterwand gestoßen werden, andernfalls könnten Spindel und Welle ihre vertikale Ausrichtung verlieren und beschädigt werden.



Die Spindeln L4 und R7 müssen bis zum Begrenzungspunkt eingetaucht werden. Die Spindeln sind aus AISI 316 Rost freiem Stahl. Jede Spindel ist durch eine Gravur eindeutig identifizierbar.

### 11.3 Messung Starten

Drücken Sie „**Start**“, um einen Messvorgang zu starten.

Konstante Strömungsverhältnisse werden nach kurzer Zeit erreicht, die korrekten Viskositätswerte können dementsprechend nach wenigen Sekunden abgelesen werden (abhängig von der der ausgewählten Geschwindigkeit und der Probenviskosität). Die Einblendung von „ERROR“ auf dem Display signalisiert das Überschreiten des maximal messbaren Viskositätswertes. In diesem Fall sollte die Geschwindigkeit verringert oder eine größere Spindel ausgewählt werden.

Beim Betätigen der „**Stop**“ Taste, stoppt der Motor des Geräts, der zuletzt gemessene Viskositätswert wird angezeigt. Die Drehzahl verringert sich schrittweise bis auf 0 Umdrehungen, um die empfindlichen Geräteteile zu schützen. Durch erneutes Drücken der „**Start**“ Taste wird die voreingestellte Drehzahl wieder erreicht. Um Drehzahl oder Spindelnummer zu ändern, drücken Sie die „**Enter**“ Taste. Falls der gemessene Viskositätswert außerhalb des optimalen Messbereichs liegt (<10% und >90% des Maximalwertes) erklingt ein Warnton.

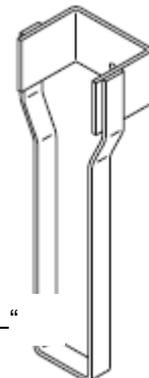
## 12. Auswahltabellen



Die Tabellen enthalten Orientierungswerte für die Viskosität. Der empfohlene Minimalablesewert beträgt ~15% des maximalen Anzeigewerts.

### 12.1 Viskometer V1-L

Das Modell V1-L hat 19 Geschwindigkeiten (0,3; 0,5; 0,6; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 10; 12; 20; 30; 50; 60; 100; 200 rpm). Das Modell wird mit dem Standard Spindel Set (L1-L4). Die Spindel L1 wird für Messungen bei geringer Viskosität genutzt. Bei dieser Spindel ist der Einsatz des Spindelschutzes unverzichtbar um korrekte Messwerte zu erzielen. Für geringviskose Substanzen wird der Einsatz des „Adapter für geringviskose Materialien“ und der speziellen Zylinderspindel (LCP) empfohlen um genauere Messwerte zu erzielen. Das Spindel Set (TL5 – TL7) wird zusammen mit dem „Adapter für kleine Probevolumina“ genutzt. Das Set muss Separat bestellt werden.



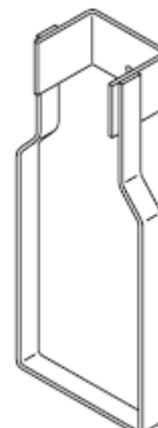
Spindelschutz „L“

### 12.1.1 V1-L : Standard Spindeln L1-L4

| Spindle       | L1                | L2               | L3               | L4               |
|---------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| rpm           | Viscosity in mPas |                  |                  |                  |
| 0,1 (V2 only) | $6 \cdot 10^4$    | $3 \cdot 10^5$   | $1,2 \cdot 10^6$ | $6 \cdot 10^6$   |
| 0,2 (V2 only) | $3 \cdot 10^4$    | $1,5 \cdot 10^5$ | $6 \cdot 10^5$   | $3 \cdot 10^6$   |
| 0,3           | $2 \cdot 10^4$    | $1 \cdot 10^5$   | $4 \cdot 10^5$   | $2 \cdot 10^6$   |
| 0,5           | $1,2 \cdot 10^4$  | $6 \cdot 10^4$   | $2,4 \cdot 10^5$ | $1,2 \cdot 10^6$ |
| 0,6           | $1 \cdot 10^4$    | $5 \cdot 10^4$   | $2 \cdot 10^5$   | $1 \cdot 10^6$   |
| 1             | $6 \cdot 10^3$    | $3 \cdot 10^4$   | $1,2 \cdot 10^5$ | $6 \cdot 10^5$   |
| 1,5           | $4 \cdot 10^3$    | $2 \cdot 10^4$   | $8 \cdot 10^4$   | $4 \cdot 10^5$   |
| 2             | $3 \cdot 10^3$    | $1,5 \cdot 10^4$ | $6 \cdot 10^4$   | $3 \cdot 10^5$   |
| 2,5           | $2,4 \cdot 10^3$  | $1,2 \cdot 10^4$ | $4,8 \cdot 10^4$ | $2,4 \cdot 10^5$ |
| 3             | $2 \cdot 10^3$    | $1 \cdot 10^4$   | $4 \cdot 10^4$   | $2 \cdot 10^5$   |
| 4             | $1,5 \cdot 10^3$  | $7,5 \cdot 10^3$ | $3 \cdot 10^4$   | $1,5 \cdot 10^5$ |
| 5             | $1,2 \cdot 10^3$  | $6 \cdot 10^3$   | $2,4 \cdot 10^4$ | $1,2 \cdot 10^5$ |
| 6             | $1 \cdot 10^3$    | $5 \cdot 10^3$   | $2 \cdot 10^4$   | $1 \cdot 10^5$   |
| 10            | $6 \cdot 10^2$    | $3 \cdot 10^3$   | $1,2 \cdot 10^4$ | $6 \cdot 10^4$   |
| 12            | $5 \cdot 10^2$    | $2,5 \cdot 10^3$ | $1 \cdot 10^4$   | $5 \cdot 10^4$   |
| 20            | $3 \cdot 10^2$    | $1,5 \cdot 10^3$ | $6 \cdot 10^3$   | $3 \cdot 10^4$   |
| 30            | $2 \cdot 10^2$    | $1 \cdot 10^3$   | $4 \cdot 10^3$   | $2 \cdot 10^4$   |
| 50            | $1,2 \cdot 10^2$  | $6 \cdot 10^2$   | $2,4 \cdot 10^3$ | $1,2 \cdot 10^4$ |
| 60            | $1 \cdot 10^2$    | $5 \cdot 10^2$   | $2 \cdot 10^3$   | $1 \cdot 10^4$   |
| 100           | 60                | $3 \cdot 10^2$   | $1,2 \cdot 10^3$ | $6 \cdot 10^3$   |
| 200           | 30                | $1,5 \cdot 10^2$ | $6 \cdot 10^2$   | $3 \cdot 10^3$   |
| Increment     | 1 mPas            | 1 mPas           | 10 mPas          | 10 mPas          |

### 12.2 Viskometer V1-R

Das Modell V1-R hat 19 Geschwindigkeiten (0,3; 0,5; 0,6; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 10; 12; 20; 30; 50; 60; 100; 200 rpm). Das Modell wird mit dem Standard Spindel Set (R2-R7) ausgeliefert. Die Spindel R1 wird für Messungen geringer Viskosität verwendet. Bei dieser Spindel ist der Einsatz des Spindelschutzes unverzichtbar um korrekte Messwerte zu erzielen. Da die R-Modelle normalerweise für mittelviskose Messungen genutzt werden, wird die R1 Spindel selten benutzt und gehört nicht zum Standardzubehör. Auf Anfrage ist aber auch diese Spindel lieferbar. Das Spindel Set (TR8 – TR11) wird mit dem „Adapter für kleine Probevolumina“ verwendet und muss gesondert bestellt werden.



Spindelschutz „R“ und „H“

### 12.2.1 V1-R : Standard Spindeln R2-R7 + optional R1

| Spindle       | R1 option         | R2                 | R3                 | R4                 | R5                 | R6                 | R7                 |
|---------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| rpm           | Viscosity in mPas |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
| 0,1 (V2 only) | $1 \cdot 10^5$    | $4 \cdot 10^5$     | $1 \cdot 10^6$     | $2 \cdot 10^6$     | $3,9 \cdot 10^6$   | $1 \cdot 10^7$     | $4 \cdot 10^7$     |
| 0,2 (V2 only) | $5 \cdot 10^4$    | $2 \cdot 10^5$     | $5 \cdot 10^5$     | $1 \cdot 10^6$     | $2 \cdot 10^6$     | $5 \cdot 10^6$     | $2 \cdot 10^7$     |
| 0,3           | $33,3 \cdot 10^3$ | $133,3 \cdot 10^3$ | $333,3 \cdot 10^3$ | $666,6 \cdot 10^3$ | $1,3 \cdot 10^6$   | $3,33 \cdot 10^6$  | $13,3 \cdot 10^6$  |
| 0,5           | $2 \cdot 10^4$    | $8 \cdot 10^4$     | $2 \cdot 10^5$     | $4 \cdot 10^5$     | $8 \cdot 10^5$     | $2 \cdot 10^6$     | $8 \cdot 10^6$     |
| 0,6           | $16,6 \cdot 10^3$ | $66,6 \cdot 10^3$  | $166,6 \cdot 10^3$ | $333,3 \cdot 10^3$ | $666,6 \cdot 10^3$ | $1,6 \cdot 10^6$   | $6,6 \cdot 10^6$   |
| 1             | $1 \cdot 10^4$    | $4 \cdot 10^4$     | $1 \cdot 10^5$     | $2 \cdot 10^5$     | $4 \cdot 10^5$     | $1 \cdot 10^6$     | $4 \cdot 10^6$     |
| 1,5           | $6,6 \cdot 10^3$  | $26,6 \cdot 10^3$  | $66,6 \cdot 10^3$  | $133,3 \cdot 10^3$ | $266,6 \cdot 10^3$ | $666,6 \cdot 10^3$ | $2,6 \cdot 10^6$   |
| 2             | $5 \cdot 10^3$    | $2 \cdot 10^4$     | $5 \cdot 10^4$     | $1 \cdot 10^5$     | $2 \cdot 10^5$     | $5 \cdot 10^5$     | $2 \cdot 10^6$     |
| 2,5           | $4 \cdot 10^3$    | $16 \cdot 10^3$    | $4 \cdot 10^4$     | $8 \cdot 10^4$     | $16 \cdot 10^4$    | $4 \cdot 10^5$     | $1,6 \cdot 10^6$   |
| 3             | $3,3 \cdot 10^3$  | $13,3 \cdot 10^3$  | $33,3 \cdot 10^3$  | $66,6 \cdot 10^3$  | $133,3 \cdot 10^3$ | $333,3 \cdot 10^3$ | $1,3 \cdot 10^6$   |
| 4             | $2,5 \cdot 10^3$  | $1 \cdot 10^4$     | $2,5 \cdot 10^4$   | $5 \cdot 10^4$     | $1 \cdot 10^5$     | $25 \cdot 10^4$    | $1 \cdot 10^6$     |
| 5             | $2 \cdot 10^3$    | $8 \cdot 10^3$     | $2 \cdot 10^4$     | $4 \cdot 10^4$     | $8 \cdot 10^4$     | $2 \cdot 10^5$     | $8 \cdot 10^5$     |
| 6             | $1,6 \cdot 10^3$  | $6,6 \cdot 10^3$   | $16,6 \cdot 10^3$  | $33,3 \cdot 10^3$  | $66,6 \cdot 10^3$  | $166,6 \cdot 10^3$ | $66,6 \cdot 10^3$  |
| 10            | $1 \cdot 10^3$    | $4 \cdot 10^3$     | $1 \cdot 10^4$     | $2 \cdot 10^4$     | $4 \cdot 10^4$     | $1 \cdot 10^5$     | $4 \cdot 10^5$     |
| 12            | $8,33 \cdot 10^2$ | $3,3 \cdot 10^3$   | $8,3 \cdot 10^3$   | $16,6 \cdot 10^3$  | $33,3 \cdot 10^3$  | $83,3 \cdot 10^3$  | $333,3 \cdot 10^3$ |
| 20            | $5 \cdot 10^2$    | $2 \cdot 10^3$     | $5 \cdot 10^3$     | $1 \cdot 10^4$     | $2 \cdot 10^4$     | $5 \cdot 10^4$     | $2 \cdot 10^5$     |
| 30            | $3,33 \cdot 10^2$ | $1,3 \cdot 10^3$   | $3,3 \cdot 10^3$   | $6,6 \cdot 10^3$   | $13,3 \cdot 10^3$  | $33,3 \cdot 10^3$  | $133,3 \cdot 10^3$ |
| 50            | $2 \cdot 10^2$    | $8 \cdot 10^2$     | $2 \cdot 10^3$     | $4 \cdot 10^3$     | $8 \cdot 10^3$     | $2 \cdot 10^4$     | $8 \cdot 10^4$     |
| 60            | $1,66 \cdot 10^2$ | $6,6 \cdot 10^2$   | $1,6 \cdot 10^3$   | $3,3 \cdot 10^3$   | $6,6 \cdot 10^3$   | $16,6 \cdot 10^3$  | $66,6 \cdot 10^3$  |
| 100           | $1 \cdot 10^2$    | $4 \cdot 10^2$     | $1 \cdot 10^3$     | $2 \cdot 10^3$     | $4 \cdot 10^3$     | $1 \cdot 10^4$     | $4 \cdot 10^4$     |
| 200           | 50                | $2 \cdot 10^2$     | $5 \cdot 10^2$     | $1 \cdot 10^3$     | $2 \cdot 10^3$     | $5 \cdot 10^3$     | $2 \cdot 10^4$     |
| Increment     | 1 mPas            | 1 mPas             | 10 mPas            | 10 mPas            | 10 mPas            | 100 mPas           | 100 mPas           |

## 13. Zubehör

### 13.1 Adapter für kleine Probevolumina

#### 13.1.1 Messbereich

Modell V1L: 1,5\* - 200.000 mPas/cp

Modell V1R: 25\* - 3.300.000 mPas/cp

\*Hohe Rotationsgeschwindigkeiten zur Messung geringer Viskositätswerte können einen negativen Einfluss auf die Ablesewerte haben.

\*Viskositätsmessungen müssen unter laminaren Bedingungen durchgeführt werden. Turbulente Strömungsbedingungen verursachen fälschlicherweise zu hohe Viskositätswerte.

### 13.1.2 Beschreibung

Der Adapter für kleine Probevolumina ist ein Zubehörteil für Präzisionsspindeln welcher in sich in einem rotierenden Probebehälter befindet. Er ermöglicht präzise Temperaturkontrollen (zwischen -10°C/100°C). Der Adapter muss separat mit dem speziellen Spindel Set geordert werden. Er wird normalerweise für sehr kleine Probevolumina verwendet (8 – 13 ml).

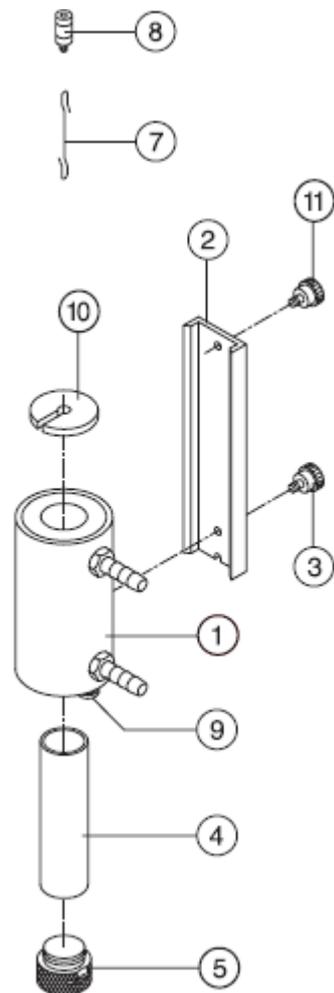
Dieses Zubehörteil kann in 2 Versionen bestellt werden:

**(APM-001):** Standard Adapter

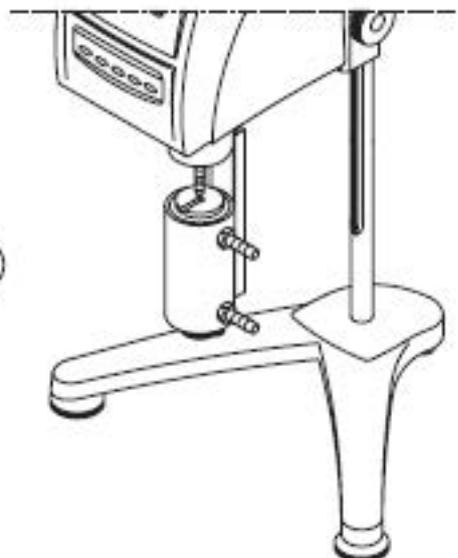
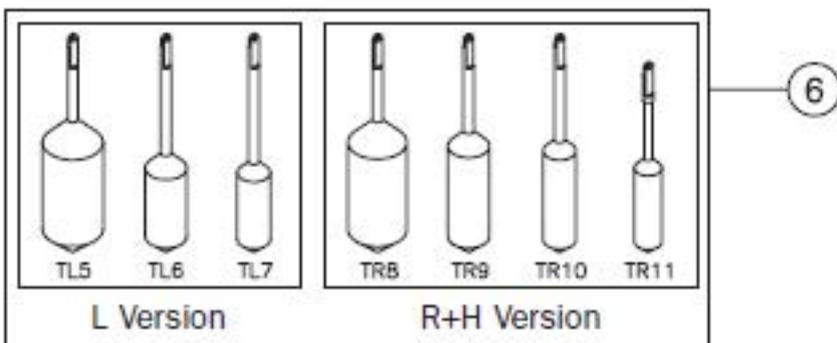
**(APM-001/T):** Adapter mit Temperatursensor unter der Abdeckung für die direkte Bestimmung der Probetemperatur.

### 13.1.3 Montage

- Befestigen Sie den Wasserbehälter ① an der der Halterung ② mit der Schraube ③.
- Schließen Sie den Probebehälter ④ mit dem Verschluss ⑤. Stellen Sie sicher, dass der Verschluss richtig geschlossen ist.
- Füllen Sie den Probebehälter ④. Stellen Sie sicher, dass keine Luftblasen im Behälter verbleiben. Halten Sie den Behälter schräg und füllen ihn mit einer großen Spritze. Die Menge des nötigen Probevolumens ist relativ gering (8 – 13 ml).
- Überprüfen Sie die Probemenge. Die Spindel sollte vollständig gefüllt sein.
- Hängen Sie die gewünschte Spindel ⑥ an den Spindelhaken ⑦. Befestigen Sie den Haken an der Schraube ⑧.
- Führen Sie Schraube, Haken und Spindel in den Probebehälter ein.
- Schieben Sie den Probebehälter ④ von unten in den Zylindermantel ①.
- Befestigen Sie den Probebehälter ④ im Zylindermantel ①. Die Nut der Verschlusskappe ⑤ muss mit der Befestigungsschraube ⑨ des Zylindermantels fluchten. Drehen Sie den Probebehälter um dies zu erreichen.
- Legen Sie die Scheibe ⑩ auf. Achten Sie darauf, die Spindel dabei nicht in den Probebehälter fällt.
- Befestigen Sie jetzt die Halterung ② mit der Schraube am Viskometer.



dass



### 13.1.4 Auswahltabelle für spezielle Spindeln

#### V1-L (TL5 – TL7)

| Spindle       | TL5               | TL6              | TL7              |
|---------------|-------------------|------------------|------------------|
| rpm           | Viscosity in mPas |                  |                  |
| 0,1 (V2 only) | $3 \cdot 10^4$    | $3 \cdot 10^5$   | $6 \cdot 10^5$   |
| 0,2 (V2 only) | $1,5 \cdot 10^4$  | $1,5 \cdot 10^5$ | $3 \cdot 10^5$   |
| 0,3           | $1 \cdot 10^4$    | $1 \cdot 10^5$   | $2 \cdot 10^5$   |
| 0,5           | $6 \cdot 10^3$    | $6 \cdot 10^4$   | $1,2 \cdot 10^5$ |
| 0,6           | $5 \cdot 10^3$    | $5 \cdot 10^4$   | $1 \cdot 10^5$   |
| 1             | $3 \cdot 10^3$    | $3 \cdot 10^4$   | $6 \cdot 10^4$   |
| 1,5           | $2 \cdot 10^3$    | $2 \cdot 10^4$   | $4 \cdot 10^4$   |
| 2             | $1,5 \cdot 10^3$  | $1,5 \cdot 10^4$ | $3 \cdot 10^4$   |
| 2,5           | $1,2 \cdot 10^3$  | $1,2 \cdot 10^4$ | $2,4 \cdot 10^4$ |
| 3             | $1 \cdot 10^3$    | $1 \cdot 10^4$   | $2 \cdot 10^4$   |
| 4             | $7,5 \cdot 10^2$  | $7,5 \cdot 10^3$ | $1,5 \cdot 10^4$ |
| 5             | $6 \cdot 10^2$    | $6 \cdot 10^3$   | $1,2 \cdot 10^4$ |
| 6             | $5 \cdot 10^2$    | $5 \cdot 10^3$   | $1 \cdot 10^4$   |
| 10            | $3 \cdot 10^2$    | $3 \cdot 10^3$   | $6 \cdot 10^3$   |
| 12            | $2,5 \cdot 10^2$  | $2,5 \cdot 10^3$ | $5 \cdot 10^3$   |
| 20            | $1,5 \cdot 10^2$  | $1,5 \cdot 10^3$ | $3 \cdot 10^3$   |
| 30            | $1 \cdot 10^2$    | $1 \cdot 10^3$   | $2 \cdot 10^3$   |
| 50            | 60                | $6 \cdot 10^2$   | $1,2 \cdot 10^3$ |
| 60            | 50                | $5 \cdot 10^2$   | $1 \cdot 10^3$   |
| 100           | 30                | $3 \cdot 10^2$   | $6 \cdot 10^2$   |
| 200           | 15                | $1,5 \cdot 10^2$ | $3 \cdot 10^2$   |
| Increment     | 0,1 mPas          | 1 mPas           | 10 mPas          |

#### Besondere Spindelcharakteristika

| Spindle | Shear Rate (S.R.)<br>( $\text{Seg.}^{-1}$ ) | Sample Volume<br>(cc) |
|---------|---|-----------------------|
| TL5     | $1,32 \cdot \text{rpm}$                     | 8,0                   |
| TL6     | $0,34 \cdot \text{rpm}$                     | 10,0                  |
| TL7     | $0,28 \cdot \text{rpm}$                     | 9,5                   |

Die angegebene Schergeschwindigkeit (S.R.) sind Werte für newton'sche Flüssigkeiten.

**V1-R (TR8 – TR11)**

| Spindle       | TR8                | TR9                | TR10               | TR11               |
|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| rpm           | Viscosity in mPas  |                    |                    |                    |
| 0,1 (V2 only) | $5 \cdot 10^5$     | $2,5 \cdot 10^6$   | $5 \cdot 10^6$     | $1 \cdot 10^7$     |
| 0,2 (V2 only) | $2,5 \cdot 10^5$   | $1,3 \cdot 10^6$   | $2,5 \cdot 10^6$   | $5 \cdot 10^6$     |
| 0,3           | $166,6 \cdot 10^3$ | $833,3 \cdot 10^3$ | $1,6 \cdot 10^6$   | $3,3 \cdot 10^6$   |
| 0,5           | $1 \cdot 10^5$     | $5 \cdot 10^5$     | $1 \cdot 10^6$     | $2 \cdot 10^6$     |
| 0,6           | $83,3 \cdot 10^3$  | $416,6 \cdot 10^3$ | $833,3 \cdot 10^3$ | $1,6 \cdot 10^6$   |
| 1             | $5 \cdot 10^4$     | $25 \cdot 10^4$    | $5 \cdot 10^5$     | $1 \cdot 10^6$     |
| 1,5           | $33,3 \cdot 10^3$  | $166,6 \cdot 10^3$ | $333,3 \cdot 10^3$ | $666,6 \cdot 10^3$ |
| 2             | $25 \cdot 10^3$    | $125 \cdot 10^3$   | $25 \cdot 10^4$    | $5 \cdot 10^5$     |
| 2,5           | $2 \cdot 10^4$     | $1 \cdot 10^5$     | $2 \cdot 10^5$     | $4 \cdot 10^5$     |
| 3             | $16,6 \cdot 10^3$  | $83,3 \cdot 10^3$  | $166,6 \cdot 10^3$ | $333,3 \cdot 10^3$ |
| 4             | $12,5 \cdot 10^3$  | $62,5 \cdot 10^3$  | $125 \cdot 10^3$   | $25 \cdot 10^4$    |
| 5             | $1 \cdot 10^4$     | $5 \cdot 10^4$     | $1 \cdot 10^5$     | $2 \cdot 10^5$     |
| 6             | $8,3 \cdot 10^3$   | $41,6 \cdot 10^3$  | $83,3 \cdot 10^3$  | $166,6 \cdot 10^3$ |
| 10            | $5 \cdot 10^3$     | $25 \cdot 10^3$    | $5 \cdot 10^4$     | $1 \cdot 10^5$     |
| 12            | $4,16 \cdot 10^3$  | $20,83 \cdot 10^3$ | $41,6 \cdot 10^3$  | $83,3 \cdot 10^3$  |
| 20            | $2,5 \cdot 10^3$   | $12,5 \cdot 10^3$  | $25 \cdot 10^3$    | $5 \cdot 10^4$     |
| 30            | $1,6 \cdot 10^3$   | $8,3 \cdot 10^3$   | $16,6 \cdot 10^3$  | $33,3 \cdot 10^3$  |
| 50            | $1 \cdot 10^3$     | $5 \cdot 10^3$     | $1 \cdot 10^4$     | $2 \cdot 10^4$     |
| 60            | $83,3 \cdot 10^2$  | $4,16 \cdot 10^3$  | $8,3 \cdot 10^3$   | $16,6 \cdot 10^3$  |
| 100           | $5 \cdot 10^2$     | $2,5 \cdot 10^3$   | $5 \cdot 10^3$     | $1 \cdot 10^4$     |
| 200           | $2,5 \cdot 10^2$   | $1,25 \cdot 10^3$  | $2,5 \cdot 10^3$   | $5 \cdot 10^3$     |
| Increment     | 10 mPas            | 100 mPas           | 100 mPas           | 100 mPas           |

**Besondere Spindelcharakteristika**

| Spindle | Shear Rate (S.R.)<br>(Seg. <sup>-1</sup> ) | Sample Volume<br>(cc) |
|---------|--|-----------------------|
| TR8     | 0,93 · rpm                                 | 8,0                   |
| TR9     | 0,34 · rpm                                 | 10,5                  |
| TR10    | 0,28 · rpm                                 | 11,5                  |
| TR11    | 0,25 · rpm                                 | 13,0                  |

Die angegebene Schergeschwindigkeit (S.R.) sind Werte für newton'sche Flüssigkeiten.

## 13.2 Adapter für niedrigviskose Materialien

### 13.2.1 Messbereich

Modell V1L: 0,3\* - 2.000 mPas/cp

Modell V1R: 3,2\* - 21.333 mPas/cp

\*Hohe Rotationsgeschwindigkeiten zur Messung geringer Viskositätswerte können einen negativen Einfluss auf die Ablesewerte haben.

\*Viskositätsmessungen müssen unter laminaren Bedingungen durchgeführt werden. Turbulente Strömungsbedingungen verursachen fälschlicherweise zu hohe Viskositätswerte.

### 13.2.2 Beschreibung

Der Adapter zur Messung niedrigviskoser Stoffe ist ein Zubehörteil, bestehend aus einer Präzisionsspindel, welche in einem Probebehälter rotiert. Der Probebehälter befindet sich für eine genaue Temperaturkontrolle in einem wassergefülltem Zylindermantel. Der Adapter mit LCP Spindel muss separat bestellt werden.

Diese Spindel ermöglicht die präzise und reproduzierbare Bestimmung niedrigviskoser Flüssigkeiten sowie deren Schergeschwindigkeiten. Enge Viskositätsspannen können mit dieser Spindel analysiert werden.

Dieses Zubehörteil kann in 3 Versionen Bestellt werden:

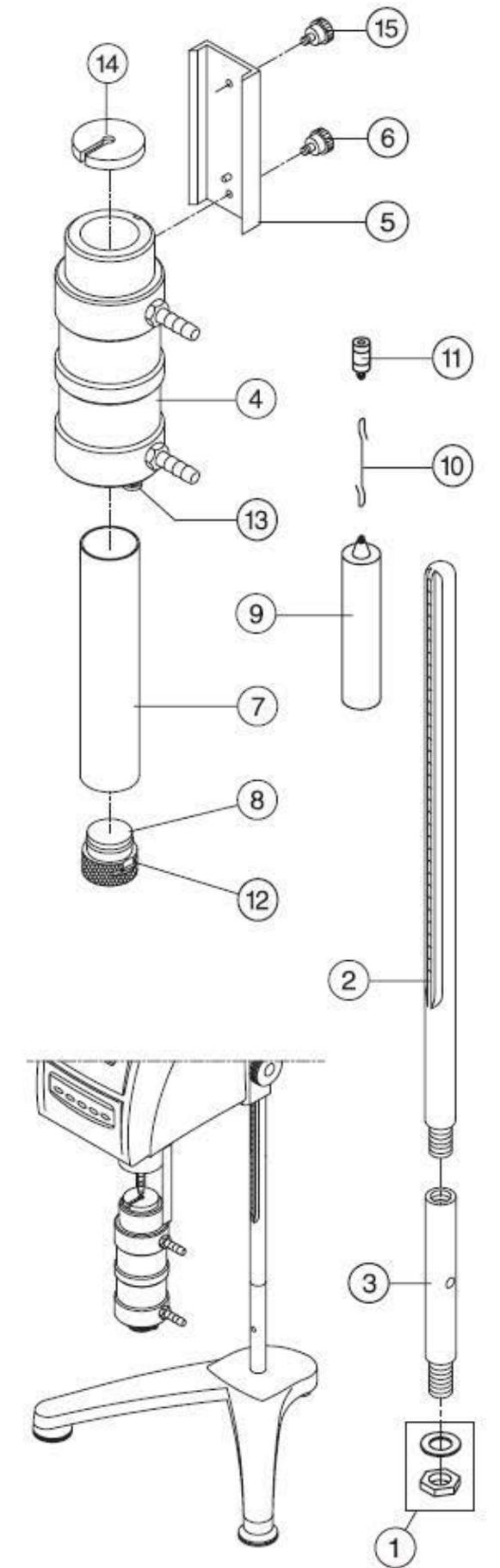
**(LCP-001):** Standard Adapter

**(LCP-001/T):** Adapter mit Temperatursensor unter der Abdeckung für die direkte Bestimmung der Probetemperatur.

**(LCP-001/H):** Hochtemperaturadapter. Das Erhitzen der Probe erfolgt durch Eintauchen des Probebehälters in ein Wasserbad. Der obere und untere Verschluss des Probebehälters besteht aus Teflon, Temperaturen bis zu 200 °C können so erreicht werden.

### 13.2.3 Montage

- Entfernen Sie Mutter und Unterlegscheibe ① von der Zahnstange ②.
- Befestigen Sie die Verlängerungsstange ③ zwischen dem Ständer und der Zahnstange ② mit der Mutter und Unterlegscheibe ①. Die Verlängerungsstange wird aufgrund der Länge des LCP Adapters benötigt. Ohne die Verlängerungsstange wäre es schwierig, den Adapter korrekt an dem Viskometer zu befestigen.
- Befestigen Sie den Zylindermantel ④ an der Halterung ⑤ mit der Schraube ⑥.
- Verschließen Sie den Probebehälter ⑦ mit der Verschlusskappe ⑧. Stellen Sie sicher, dass die Öffnung richtig geschlossen ist.
- Füllen Sie den Probebehälter ⑦. Achten Sie darauf, dass keine Luftblasen im Behälter verbleiben. Verwenden Sie zum Füllen des Behälters eine große Spritze. Die benötigte Probenmenge ist sehr klein (18 ml).
- Überprüfen Sie den Füllstand. Bei korrekter Probenmenge sollte der Behälter vollständig gefüllt sein.
- Hängen Sie die LCP Spindel ⑨ an den Spindelhaken ⑩. Befestigen Sie den Haken an der Schraube ⑪.
- Führen Sie Spindel und Haken ⑩ und Schraube ⑪ in den Probebehälter ein.
- Schieben Sie den Probebehälter ⑦ von unten in den Zylindermantel ④.
- Befestigen Sie den Probebehälter ⑦ im Zylindermantel ④. Die Nut der Verschlusskappe ⑫ muss mit der



Befestigungsschraube ⑬ des Zylindermantels fluchten. Drehen Sie den Probebehälter um dies zu erreichen.

- Bringen Sie die Scheibe ⑭ an. Achten Sie darauf, dass die Spindel nicht in den Probebehälter fällt.
- Befestigen Sie die Halterung ⑤ mit der Schraube ⑮ am Viskometer.

### 13.2.4 Auswahltabelle für V1 (L / R)

|               | V1-L / V2-L       | V1-R / V2-R | V1-H / V2-H          |
|---------------|-------------------|-------------|----------------------|
| Spindle       | LCP               | LCP         | LCP                  |
| rpm           | Viscosity in mPas |             | Viscos. in dPas      |
| 0,1 (V2 only) | 6000,00           | 64000,00    | 5,12.10 <sup>3</sup> |
| 0,2 (V2 only) | 3000,00           | 32000,00    | 2,56.10 <sup>3</sup> |
| 0,3           | 2000,00           | 21333,00    | 1,70.10 <sup>3</sup> |
| 0,5           | 1200,00           | 12800,00    | 1,02.10 <sup>3</sup> |
| 0,6           | 1000,00           | 10666,00    | 8,53.10 <sup>2</sup> |
| 1             | 600,00            | 6400,00     | 5,12.10 <sup>2</sup> |
| 1,5           | 400,00            | 4266,00     | 3,41.10 <sup>2</sup> |
| 2             | 300,00            | 3200,00     | 2,56.10 <sup>2</sup> |
| 2,5           | 240,00            | 2560,00     | 2,04.10 <sup>2</sup> |
| 3             | 200,00            | 2133,00     | 1,7.10 <sup>2</sup>  |
| 4             | 150,00            | 1600,00     | 1,28.10 <sup>2</sup> |
| 5             | 120,00            | 1280,00     | 1,02.10 <sup>2</sup> |
| 6             | 100,00            | 1066,00     | 85,0                 |
| 10            | 60,00             | 640,00      | 51,0                 |
| 12            | 50,00             | 533,00      | 42,0                 |
| 20            | 30,00             | 320,00      | 25,0                 |
| 30            | 20,00             | 213,00      | 17,0                 |
| 50            | 12,00             | 128,00      | 10,0                 |
| 60            | 10,00             | 106,00      | 8,53                 |
| 100           | 6,00              | 64,00       | 5,12                 |
| 200           | 3,00              | 32,00       | 2,56                 |
| Increment     | 0,01 mPas         | 0,16 mPas   |                      |

## Besondere Spindelcharakteristika

| Spindle | Shear Rate (S.R.)<br>(Seg. <sup>-1</sup> ) | Sample Volume<br>(cc) |
|---------|--|-----------------------|
| LCP     | 1,224 · rpm                                | 18                    |

Die angegebene Schergeschwindigkeit (S.R.) sind Werte für newton'sche Flüssigkeiten.

### 13.3 Adapter für spiralförmige Bewegungen

#### 13.3.1 Messbereich

Modell V1L: 156\* - 9400000 mPas/cp

Modell V1R: 1660\* - 100000000 mPas/cp

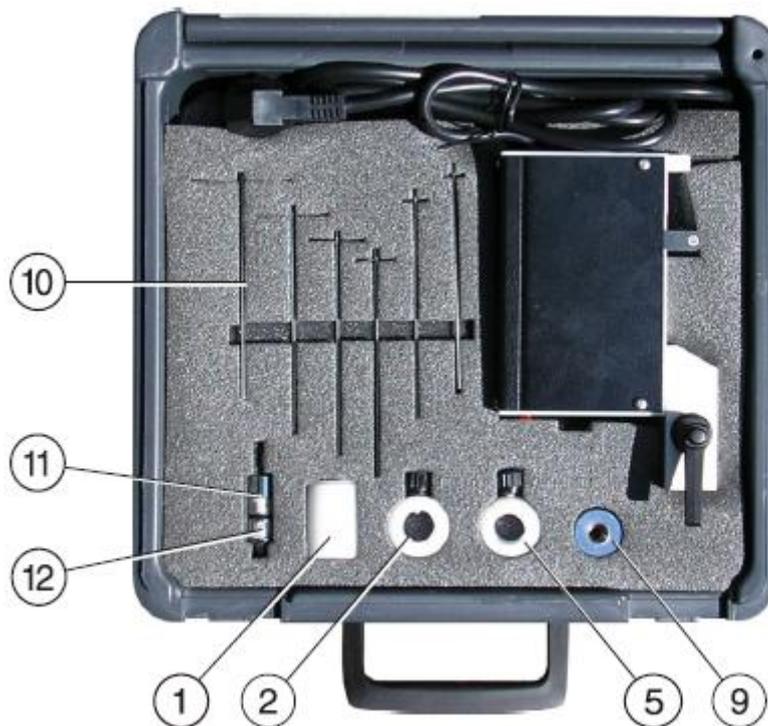
\*Hohe Rotationsgeschwindigkeiten zur Messung geringer Viskositätswerte können einen negativen Einfluss auf die Ablesewerte haben.

\*Viskositätsmessungen müssen unter laminaren Bedingungen durchgeführt werden. Turbulente Strömungsbedingungen verursachen fälschlicherweise zu hohe Viskositätswerte.

#### 13.3.2 Beschreibung

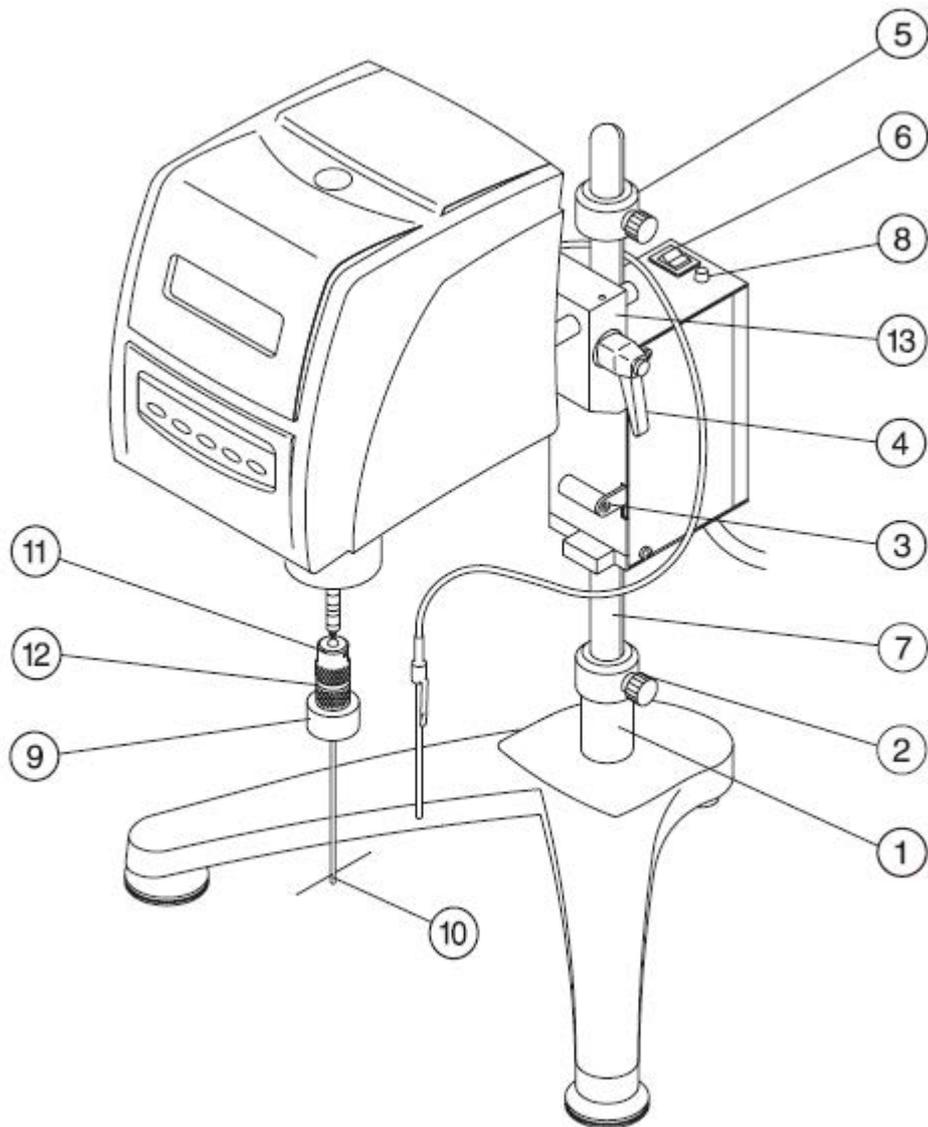
Der Adapter für spiralförmige Bewegungen ermöglicht vergleichenden Viskositätsmessungen in Substanzen, welche mit Standardmethoden und Standardspindeln nicht untersucht werden können. Dieses Zubehörteil eignet sich besonders für Kreme, Gel, Gelatine und andere zähe Substanzen.

Der Adapter für spiralförmige Bewegungen besteht aus einem motorisierten Element, welches den Messkopf zwischen zwei Stopper Ringen in vertikaler Richtung pendeln lässt. Durch diese Bewegung entsteht eine spiralförmige Bewegung, ohne Bildung von Hohlräumen und Kanälen im Material. Der Adapter wird mit 6 Spezialspindeln Typ-T ausgeliefert (PA, PB, PC, PD, PE, PF).



### 13.3.3 Montage

- Entfernen Sie Mutter und Unterlegscheibe von der Zahnstange ⑦.
- Befestigen Sie die Zahnstange ⑦ mit Mutter und Unterlegscheibe am Ständer. Die verzahnte Seite der Zahnstange muss zur Rückseite des Ständers zeigen.
- Bringen Sie die Sicherungsbuchse ① an der Zahnstange an.
- Schieben Sie den unteren Stoppring ② auf die Zahnstange und befestigen Sie ihn mit der Schraube. Achten Sie darauf, die Schraube nicht zu fest anzuziehen.
- Bringen Sie den Adapter für spiralförmige Bewegungen an der Zahnstange an und befestigen Sie ihn mit dem Verschieberiegel ③.
- Befestigen Sie den oberen Stoppring ⑤ mit der Schraube an der Zahnstange. Achten Sie darauf, die Schraube nicht zu fest anzuziehen.
- Richten Sie das Gerät aus.



- |          |                                       |           |                   |
|----------|---------------------------------------|-----------|-------------------|
| <b>1</b> | Sicherungsbuchse                      | <b>8</b>  | Betriebsanzeige   |
| <b>2</b> | Unterer Stoppring mit Schraube        | <b>9</b>  | Gegengewicht      |
| <b>3</b> | Verschieberiegel für Adapter          | <b>10</b> | Spindelset        |
| <b>4</b> | Befestigungshebel für Messvorrichtung | <b>11</b> | Kupplungsschraube |
| <b>5</b> | Oberer Stoppring mit Schraube         | <b>12</b> | Kontermutter      |
| <b>6</b> | AN/AUS Schalter                       | <b>13</b> | Klemme            |
| <b>7</b> | Zahnstange                            |           |                   |

- Verbinden Sie Adapter und Viskometer mit der Klemme **13** und ziehen Sie den Befestigungshebel an
- Verschrauben Sie das Gegengewicht **9** mit der Kontermutter und Kupplungsschraube **12**, **11**.
- Lösen Sie etwas die Verbindung zwischen Kontermutter und Kupplungsschraube. Beide Teile sollen allerdings nicht voneinander getrennt werden.

- Führen Sie die T-Spindel ⑩ in das Gegengewicht ⑨ ein und befestigen Sie die Spindel. Es sollte immer eine kleine Fuge zwischen Kontermutter und Kupplungsschraube verbleiben.
- Befestigen Sie die Kupplungsschraube ⑪ durch Drehen im Uhrzeigersinn. Schraube und Innengewinde müssen dabei schmutzfrei sein.
- Platzieren Sie den Probebehälter unter dem Viskometer und tauchen Sie die Spindel durch Betätigen des Verschiebehebels ③ in die Probe.
- Befestigen Sie die Stoppringe unter Berücksichtigung folgender Punkte.  
Oberer Stoppring: Spindel bleibt in der Probe eingetaucht.  
Unterer Stoppring: Spindel darf den Behälterboden nicht berühren. Andernfalls könnte die Spindel beschädigt werden wodurch fehlerhafte Viskositätswerte ermittelt werden.
- Verbinden Sie das Viskometer und den Adapter mit dem Stromnetz. Schalten Sie das Viskometer ein und wählen Sie eine Spindel sowie eine Geschwindigkeit aus.
- Schalten Sie den Adapter EIN ⑥. Kontrollieren Sie ob die Betriebsanzeige ⑧ leuchtet.

### 13.3.4 Auswahltabelle für V1-L

| Spindle       | PA                 | PB                  | PC                 | PD                 | PE                 | PF                 |
|---------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| rpm           | Viscosity in mPas  |                     |                    |                    |                    |                    |
| 0,1 (V2 only) | $1,9 \cdot 10^5$   | $3,79 \cdot 10^5$   | $4,0 \cdot 10^5$   | $1,9 \cdot 10^6$   | $4,7 \cdot 10^6$   | $9,4 \cdot 10^6$   |
| 0,2 (V2 only) | $9,4 \cdot 10^4$   | $1,9 \cdot 10^5$    | $4,7 \cdot 10^5$   | $5,4 \cdot 10^5$   | $2,2 \cdot 10^6$   | $4,7 \cdot 10^6$   |
| 0,3           | $62,4 \cdot 10^3$  | $124,8 \cdot 10^3$  | $312 \cdot 10^3$   | $624 \cdot 10^3$   | $1,56 \cdot 10^6$  | $3,12 \cdot 10^6$  |
| 0,5           | $37,44 \cdot 10^3$ | $74,88 \cdot 10^3$  | $187,2 \cdot 10^3$ | $374,4 \cdot 10^3$ | $936 \cdot 10^3$   | $1,872 \cdot 10^6$ |
| 0,6           | $31,2 \cdot 10^3$  | $62,4 \cdot 10^3$   | $156 \cdot 10^3$   | $312 \cdot 10^3$   | $780 \cdot 10^3$   | $1 \cdot 10^6$     |
| 1             | $18,72 \cdot 10^3$ | $37,44 \cdot 10^3$  | $93,6 \cdot 10^3$  | $187,2 \cdot 10^3$ | $468 \cdot 10^3$   | $936 \cdot 10^3$   |
| 1,5           | $12,48 \cdot 10^3$ | $24,96 \cdot 10^3$  | $62,4 \cdot 10^3$  | $124,8 \cdot 10^3$ | $312 \cdot 10^3$   | $624 \cdot 10^3$   |
| 2             | $9,36 \cdot 10^3$  | $18,72 \cdot 10^3$  | $46,8 \cdot 10^3$  | $93,6 \cdot 10^3$  | $234 \cdot 10^3$   | $468 \cdot 10^3$   |
| 2,5           | $7,488 \cdot 10^3$ | $14,976 \cdot 10^3$ | $37,44 \cdot 10^3$ | $74,88 \cdot 10^3$ | $187,2 \cdot 10^3$ | $374,4 \cdot 10^3$ |
| 3             | $6,24 \cdot 10^3$  | $12,48 \cdot 10^3$  | $31,2 \cdot 10^3$  | $62,4 \cdot 10^3$  | $156 \cdot 10^3$   | $312 \cdot 10^3$   |
| 4             | $4,68 \cdot 10^3$  | $9,36 \cdot 10^3$   | $23,4 \cdot 10^3$  | $46,8 \cdot 10^3$  | $117 \cdot 10^3$   | $234 \cdot 10^3$   |
| 5             | $3,744 \cdot 10^3$ | $7,488 \cdot 10^3$  | $18,72 \cdot 10^3$ | $37,44 \cdot 10^3$ | $93,6 \cdot 10^3$  | $187,2 \cdot 10^3$ |
| 6             | $3,12 \cdot 10^3$  | $6,24 \cdot 10^3$   | $15,6 \cdot 10^3$  | $31,2 \cdot 10^3$  | $78 \cdot 10^3$    | $156 \cdot 10^3$   |
| 10            | $1,872 \cdot 10^3$ | $3,744 \cdot 10^3$  | $9,36 \cdot 10^3$  | $18,72 \cdot 10^3$ | $46,8 \cdot 10^3$  | $93,6 \cdot 10^3$  |
| 12            | $1,56 \cdot 10^3$  | $3,12 \cdot 10^3$   | $7,8 \cdot 10^3$   | $15,6 \cdot 10^3$  | $39 \cdot 10^3$    | $78 \cdot 10^3$    |
| Increment     | 1 mPas             | 1 mPas              | 2 mPas             | 4 mPas             | 8 mPas             | 16 mPas            |

### 13.3.5 Auswahltabelle für V1-R

| Splndle       | PA                 | PB                 | PC                 | PD                 | PE                 | PF                 |
|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| rpm           | Viscosity in mPas  |                    |                    |                    |                    |                    |
| 0,1 (V2 only) | $2 \cdot 10^6$     | $4 \cdot 10^5$     | $1 \cdot 10^7$     | $2 \cdot 10^7$     | $5 \cdot 10^7$     | $1 \cdot 10^8$     |
| 0,2 (V2 only) | $1 \cdot 10^6$     | $2 \cdot 10^5$     | $5 \cdot 10^5$     | $1 \cdot 10^7$     | $2,5 \cdot 10^7$   | $5 \cdot 10^7$     |
| 0,3           | $666,6 \cdot 10^3$ | $1,3 \cdot 10^6$   | $3,3 \cdot 10^6$   | $6,6 \cdot 10^6$   | $16,6 \cdot 10^6$  | $33,3 \cdot 10^6$  |
| 0,5           | $4 \cdot 10^5$     | $8 \cdot 10^5$     | $2 \cdot 10^6$     | $4 \cdot 10^6$     | $10 \cdot 10^6$    | $20 \cdot 10^6$    |
| 0,6           | $333,3 \cdot 10^3$ | $666,6 \cdot 10^3$ | $1,6 \cdot 10^6$   | $3,3 \cdot 10^6$   | $8,3 \cdot 10^6$   | $16,6 \cdot 10^6$  |
| 1             | $2 \cdot 10^5$     | $4 \cdot 10^5$     | $1 \cdot 10^6$     | $2 \cdot 10^6$     | $5 \cdot 10^6$     | $10 \cdot 10^6$    |
| 1,5           | $133,3 \cdot 10^3$ | $266,6 \cdot 10^3$ | $666,6 \cdot 10^3$ | $1,3 \cdot 10^6$   | $3,3 \cdot 10^6$   | $6,6 \cdot 10^6$   |
| 2             | $1 \cdot 10^5$     | $2 \cdot 10^5$     | $5 \cdot 10^5$     | $1 \cdot 10^6$     | $2,5 \cdot 10^6$   | $5 \cdot 10^6$     |
| 2,5           | $8 \cdot 10^4$     | $16 \cdot 10^4$    | $4 \cdot 10^5$     | $8 \cdot 10^5$     | $2 \cdot 10^6$     | $4 \cdot 10^6$     |
| 3             | $66,6 \cdot 10^3$  | $133,3 \cdot 10^3$ | $333,3 \cdot 10^3$ | $666,6 \cdot 10^3$ | $1,6 \cdot 10^6$   | $3,3 \cdot 10^6$   |
| 4             | $5 \cdot 10^4$     | $1 \cdot 10^5$     | $25 \cdot 10^4$    | $5 \cdot 10^5$     | $1,25 \cdot 10^6$  | $2,5 \cdot 10^6$   |
| 5             | $4 \cdot 10^4$     | $8 \cdot 10^4$     | $2 \cdot 10^5$     | $4 \cdot 10^5$     | $1 \cdot 10^6$     | $2 \cdot 10^6$     |
| 6             | $33,3 \cdot 10^3$  | $66,6 \cdot 10^3$  | $166,6 \cdot 10^3$ | $333,3 \cdot 10^3$ | $833,3 \cdot 10^3$ | $1,6 \cdot 10^6$   |
| 10            | $2 \cdot 10^4$     | $4 \cdot 10^4$     | $1 \cdot 10^5$     | $2 \cdot 10^5$     | $5 \cdot 10^5$     | $1 \cdot 10^6$     |
| 12            | $16,6 \cdot 10^3$  | $33,3 \cdot 10^3$  | $83,3 \cdot 10^3$  | $166,6 \cdot 10^3$ | $416,6 \cdot 10^3$ | $833,2 \cdot 10^3$ |
| Increment     | 5 mPas             | 10 mPas            | 25 mPas            | 50 mPas            | 125 mPas           | 250 mPas           |

## 14. Kalibrierung

Kontaktieren Sie ihren Händler oder einen Fachmann. Kompaktinstrumente mit rotem Laser.

## 15. Fehlersuche

|   |  |
|---|--|
| Das Gerät funktioniert nicht                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Netzverbindung überprüfen</li> <li>• Schalterstellung überprüfen</li> </ul>   |
| Die Spindel dreht sich nicht zentrisch                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrekte Ausrichtung der Spindel im Schaft überprüfen</li> <li>• Verbindung zwischen Spindel und Schaft auf Verunreinigungen überprüfen</li> </ul>  |
| Im Vakuum zeigt das Gerät nicht „0“ an                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überprüfen Sie die richtige Ausrichtung des Gerätes</li> </ul>  |
| Angezeigter Viskositätswert schwankt oder ist ungenau | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überprüfen Sie die richtige Ausrichtung des Gerätes</li> <li>• Überprüfen Sie die richtige Auswahl von Spindel und Geschwindigkeit</li> <li>• Konstante Proben temperatur sicherstellen</li> <li>• Auf besondere Charakteristik der Probe zurückzuführen</li> </ul> |