

PCE Americas Inc.
711 Commerce Way
Suite 8
Jupiter
FL-33458
USA

From outside US: +1
Tel: (561) 320-9162
Fax: (561) 320-9176
info@pce-americas.com

PCE Instruments UK Ltd.
Units 12/13
Southpoint Business Park
Ensign way
Hampshire / Southampton
United Kingdom, SO31 4RF

From outside UK: +44
Tel: (0) 2380 98703 0
Fax: (0) 2380 98703 9
info@pce-instruments.com

www.pce-instruments.com/english
www.pce-instruments.com

Manual Rotational viscometer PCE-RVI 2



Version 1.1
Date of creation: 05.10.2015
Date of last change: 17.05.2016

Contents

1	Introduction	2
2	Safety notes	3
3	Specifications	3
4	System description	4
5	Receipt of the device	6
5.1	Delivery content	6
5.2	Installation	6
5.3	Connecting to the mains	6
6	References to viscosity	7
6.1	Units	7
6.2	Important information	7
6.3	Spindles	8
7	Configuration settings	9
8	Operation	11
8.1	Operation screen	11
8.2	Application of the spindle	12
8.3	Start measurement	12
9	Selection tables	13
9.1	Viscometer PCE-RVI 2 V1L	13
9.2	Viscometer PCE-RVI 2 V1R	13
10	Accessories	14
10.1	Adapter for small sample volumes	14
10.2	Adapter for low-viscosity materials	17
10.3	Adapter for spiral movements	19
11	Calibration	23
12	Troubleshooting	23
13	Warranty	23
14	Disposal	24
15	Contact	24
15.1	PCE Instruments UK	24
15.2	PCE Americas	24

1 Introduction

Thank you for purchasing a rotational viscometer from PCE Instruments.

The device is used to measure the viscosity of a liquid, by calculating the mechanical resistance of a fluid against a rotating spindle. The results are displayed as a value between 3 and 13.000.000mPa s with an accuracy of $\pm 1\%$ based on the geometry of the spindle being used.

2 Safety notes

Please read the operating manual thoroughly before using the device. The device must only be operated by qualified personnel and any service or repairs must be carried out by PCE Instruments.

No liability is accepted for personal injury or damage to the equipment if the operating procedure, as specified in the manual, is not adhered to.

- When carrying out measuring tasks, always ensure the instruction manual is kept accessible for reference purposes.
- Servicing must only be carried out by a PCE instrument authorised service agent. Unofficial updates or servicing could result in personal injury or damage to the device.
- Only original approved manufacturer's parts may be used for service or repair purposes.
- The device must only be used within the specified temperature range.
- The casing of the device should never be opened, except by approved PCE Instruments personnel.
- The device should not be placed on a surface with the user interface, i.e. keyboard face down.
- No unauthorised technical changes should be carried out on the device.
- The device can be cleaned using a damp cloth (pH neutral).

This user's handbook is published from PCE Instruments, no liability is taken.

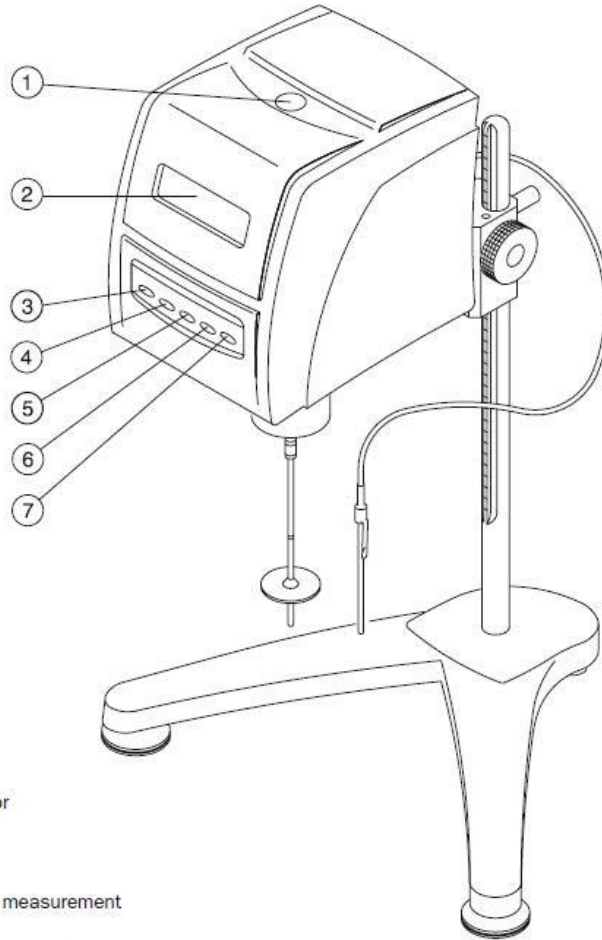
Please read our General Guarantee Terms, they can be found in our General Terms of Business.






If you have any queries, please contact PCE Instruments.

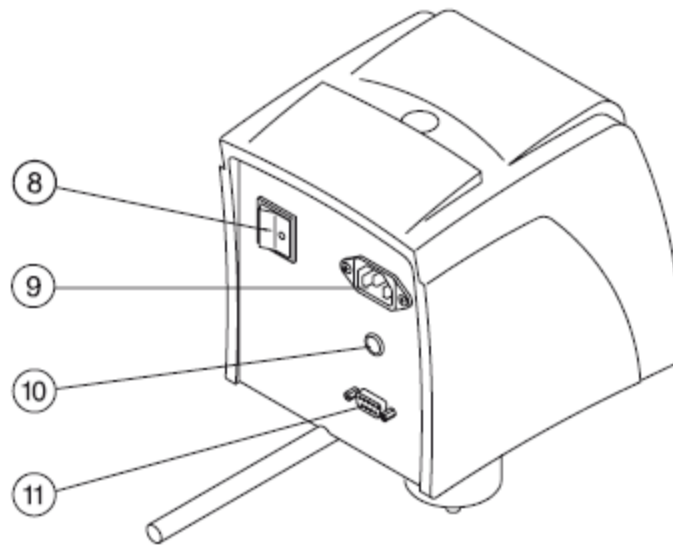
3 Specifications

Speed range	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
Measurement range with default spindles	Model V1 – L	3 ... 2000000 mPa s in 76 ranges; 19 revs with 4 spindles
	Model V1 – R	20 ... 13000000 mPa s in 114 ranges; 19 revs with 6 spindles
	Accuracy	±1 % of the shown value
	Repeatability	±0.2 %
Thermometer	Range	-15 °C ... +180 °C (5° F ... 356 °F)
	Resolution	0.1 °C (0.1722 °F)
	Accuracy	±0.1 °C
Power supply	100 ... 240 V / 50...60 Hz	
Current consumption	0.2 A	
Max. altitude	2000 m above sea level	
Operation temperature	10 ... 40 °C	
Rel. humidity	<80 %	
Dimensions	330 x 300 x 430 mm	
Weight	10 kg	

4 System description



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



- 8. Mains switch
- 9. Power supply socket
- 10. Pt -100 connector
- 11. RS 232 connector

5 Receipt of the device

Please check the packaging for any obvious signs of damage before opening.

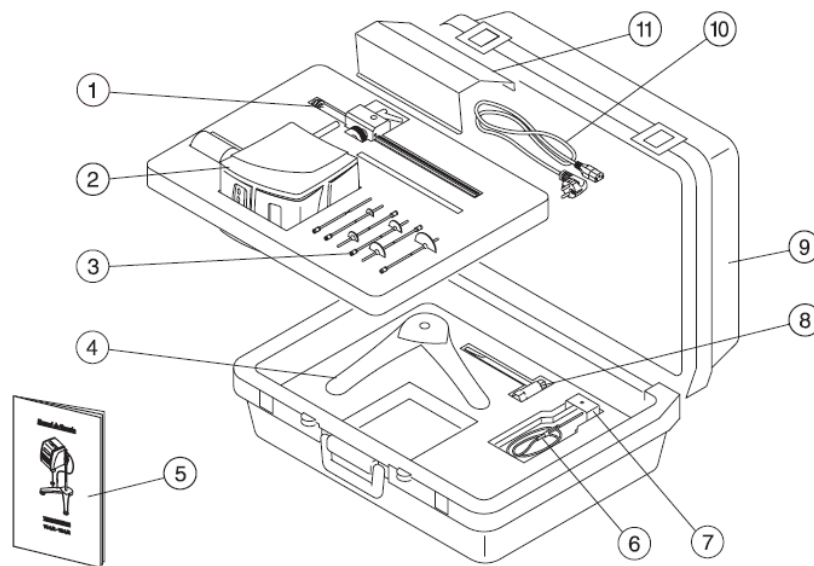
If the external packaging is found to be damaged, please notify the delivery company before opening.

After unpacking the viscometer, check the device for any obvious signs of damage. Should there be any visible signs of damage, please notify PCE Instruments.

5.1 Delivery content

- | | |
|---|--|
| 1. 1 x rack | 7. 1 x guard for measuring spindle |
| 2. 1 x rotational viscometer PCE-RVI 2 | 8. 1 x assembly tool |
| 3. 1 x set of spindles L1 to L4 or R2 to R7 | 9. 1 x carrying case |
| 4. 1 x laboratory stand | 10. 1 x power cable |
| 5. 1 x instruction manual | 11. 1 x storage stand for measuring spindles |
| 6. 1 x temperature sensor | |

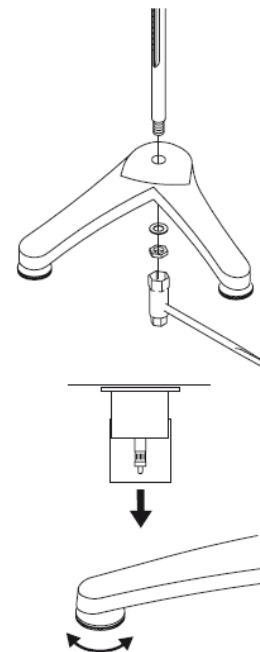
Keep the packaging, in case the instrument needs to be returned. Parts that are damaged by inappropriate packaging or inappropriate delivery are not covered by the manufacturer's warranty.



5.2 Installation

For an appropriate installation proceed as follows

- Remove the nut off the rack
- Place the rack on the stand in the correct position. The thread must be pointed in the direction of the stand's nut.
- Using the provided assembly tool and nut, screw the rack and the stand together.
- Attach the back pole to the clamp of the rack.
- Move the lever down to fix the device.
- Place the device on a solid and even surface.
- Slide the plastic cover of the back pole downwards to remove.
- The protection is only allowed to be moved to the side when the plastic protection has been successfully moved down.
- Balance the device with the rotary bases on the front of the stand. The levelling indicator on the top will show you when the device is levelled adequately.
- Connect the device to the power supply system.



5.3 Connecting to the mains

Ensure that your power supply is correctly earthed and your device is set to the correct voltage.

6 References to viscosity

6.1 Units

This viscometer is a classic rotational viscometer for quick determination of the viscosity according to the following 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

The operating principle of this viscometer is the same as with all rotational viscometers. A spindle (disc or cylinder) is immersed into the fluid being analysed, the torque required to set the spindle into motion is then measured. A spring is attached between the spindle and the drive-shaft of the motor. This rotates at a set speed. The deviation angle between the spindle and the spring is measured electronically and turned into a torque value. The torque value is dependent on both the spindle geometry and the rotational speed of the spindle. From this result, the viscosity of the liquid can be directly derived and displayed in mPa s/cP (dPa s/P).

Depending on the viscosity, the resistance against the movement of a substance changes in proportion to the rotational speed or size of the spindle. The viscometer has been calibrated to give viscosity readings in mPa s or cP (dPa s/P), depending on the rotational speed and the type of spindle used. Using a combination of various spindle types with different rotational speeds enables readings to be taken across a wide measurement range.

6.2 Important information

Viscosity:

Viscosity is the characteristic property of a liquid. It is a measure of the internal friction within a liquid when individual layers within the liquid are brought into motion against each other. Viscosity values are highly influenced by temperature. The standard units for dynamic viscosity measurement are: mPa s (S.I.) or cP (C.G.S.)

1 mPa s = 1 cP (centi-Poise)

1 dPa s = 1 P (Poise)

Shear stress:

Shear stress is the force per area unit required to move two fluid layers against each other (internal friction). Standard measuring units for the shear stress are: N/m² (S.I.) or dynes/cm² (C.G.S.).

Shear rate:

The shear rate is the velocity at which the various fluid layers move against each other. The standard measuring unit for the shear rate is the "reciprocal second", expressed as s⁻¹ or 1/s.

Laminar flow:

Occurs when a fluid flows in parallel layers with no disruption between the layers. Laminar flow is fundamental to the determination of dynamic viscosity.

Turbulent flow:

When a certain flow rate is exceeded, disruption between the layers of liquid can occur. This results in an apparent increase in shear stress and falsely high viscosity readings. The change from laminar to turbulent flow can be recognised by a sudden marked increase in viscosity values above a particular speed. Generally, liquids can be classified by the relation between their shear stress and shear rate.

Newtonian fluids:

In Newtonian fluids the shear stress and the shear rate are directly proportional to each other. At a given temperature, the viscosity of a Newtonian fluid remains constant regardless of the viscometer, spindle or rotational speed. Examples of fluids with these properties are water or thin engine oil.

Non-Newtonian fluids:

In these liquids there is no linear relationship between the shear stress and the shear rate. Therefore, differing viscosity values will be obtained under different environmental and operating conditions. The apparent viscosity of the liquid must be established by a fluid analysis. This result cannot be reproduced by using a different viscometer, unless the environmental and operating conditions are identical, and the analysis is carried out following a defined working process. The variables below influence the results:

- Viscometer model
- Dimension of the sample container
- Filling level
- Sample temperature
- Spindle
- Rotational speed
- Whether or not a spindle protector is being used
- Duration of the test (time dependant fluids)

Invariably, any change in the working methods will lead to a change in results. Non-Newtonian liquids can have a variety of properties:

Pseudoplastic:

A fluid the viscosity of which decreases with an increase in the shear rate is called pseudoplastic. This flow behaviour is also called “shearthinning”. Some examples of pseudoplastic fluids are: coatings, milk, ink or jam.

Plastic:

Under static conditions, these fluids appear to be solid. In order to carry out an analysis of these fluids, it is necessary for them to be subjected to a yield stress, so that they show characteristics similar to pseudoplastic or dilatant fluids. Examples: toothpaste, chocolate or grease.

Dilatant:

A fluid the viscosity of which increases with an increase in the shear rate (shear-thickening flow behaviour). Example: Solution of sugar and water or mixture of sand and water.

Time-dependent fluids:

A fluid the viscosity of which changes not only due to the shear rate, but also as a result of the time lapse since the shear process was started is called a time-dependent fluid.

Thixotropic fluids:

In thixotropic fluids, the viscosity decreases when the shear stress increases over time, e. g. when the fluid is stirred at a constant shear rate. The viscosity will increase when the shear stress ends. Examples: ketchup, honey, non-drip paint, mayonnaise.

Rheopectic fluids:

Fluids the viscosity of which increases with increasing shear stress at a constant shear rate are called rheopectic fluids. Examples: lubricants, special types of paint.

6.3 Spindles

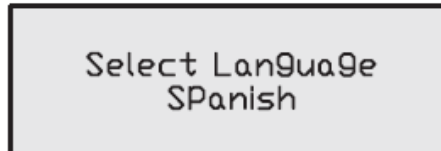
The spindles are made with high precision to ensure maximum repeatability of test results, as long as the measuring instrument is used under the correct operating conditions.

7 Configuration settings

Turn on the viscometer by pressing the main switch. The following notifications are displayed on the screen for 2 seconds.

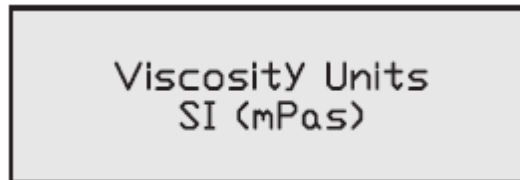


Press "Start" and "Enter" one after the other during these 2 seconds. The following appears on the display:



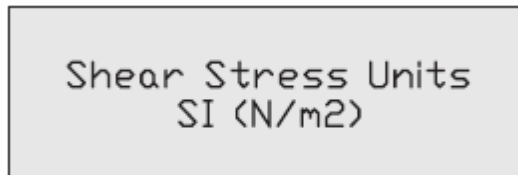
With the "Up" or "Down" keys, select the preferred language (German, Japanese, Spanish, Polish, French, English, Italian or Portuguese). Press "Enter" to confirm your language of choice.

The following notification then appears:



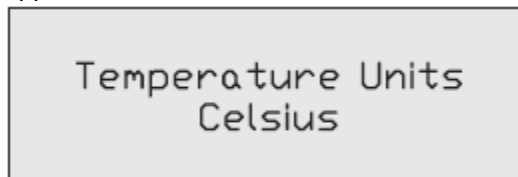
With the "Up" or "Down" keys, either select the unit for the viscosity SI (mPa s) or CGS (cP). Press "Enter" to confirm your entry.

The following notification then appears:



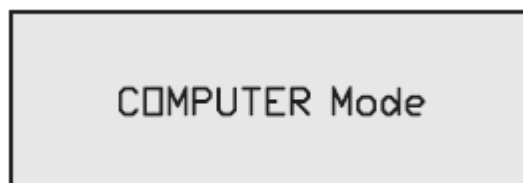
With the "Up" or "Down" keys, either select the unit for the shear stress (S.S.), SI (N/m²) or CGS (Dyne/cm²). Press "Enter" to confirm your entry.

The following notification then appears:



With the "Up" or "Down" keys, either select the unit for the temperature, Celsius or Fahrenheit. Press "Enter" to confirm your entry.

The following notification then appears:



With the “**Up**” or “**Down**” keys, either select the PRINTER or the COMPUTER mode. Press “**Enter**” to confirm your entry and to switch to the option mode.

The viscometer can be connected to a small thermal printer in PRINTER MODE (paper rolls ~57mm), to only print viscosity values when the “**Start**” key is pressed.

Every time the “**Start**” key is pressed, a ticket as shown will be printed.

The viscometer sends a permanent print job in COMPUTER mode. The viscometer and the computer have to be connected. The data format in PRINTER mode is not suitable for small printers.

The following notification then appears:

```

Set Clock
Viernes          (day)
27-12-02        (dd-mm-yy)
13:38:21        (hh:mm:ss)
  
```

The week day flashes. Press the “**Up**” or “**Down**” keys to change the day and press “**Enter**” to confirm. The first digit of the date will then begin to flash. Press the “**Up**” or “**Down**” keys to change the value and press “**Enter**” to confirm. Continue in this manner to set the date and time. After 2 seconds the notification changes to the data screen.

```

ROTATIONAL VISCOMETER
-----
Mode1:V2-L
Ser.No.
-----
Hour:08:15:30
Date:10-01-06
-----
RESULTS
-----
mPas: 00000930
%: 46.9
sp: L3
rpm: 60
T: 25.9C
-----
Signature
-----
  
```

8 Operation

Turn on the viscometer by pressing the main switch. The following notifications will appear on screen for the next 2 seconds (presentation screen):

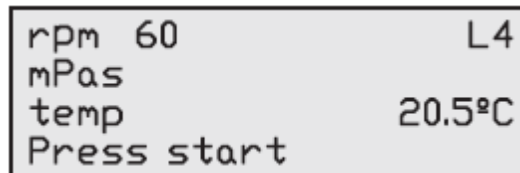


After 2 seconds, the display switches to the data screen and shows the latest saved parameters (spindle and rate).



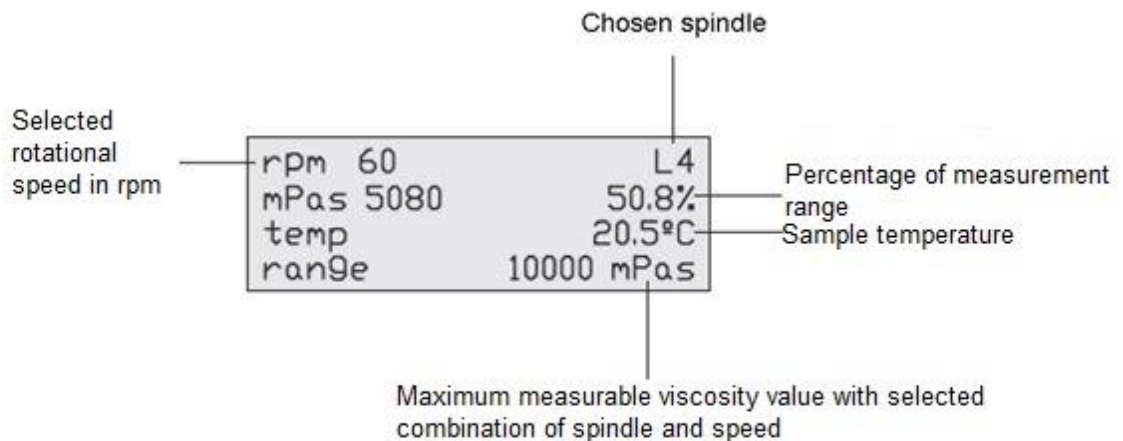
The name of the spindle flashes in the display. Press “Up” or “Down” to change the value and submit the input by pressing the “Enter” button. Now the rotation rate (rpm) starts to flash. Press the “Up” or “Down” keys to change the values and confirm the entry by pressing the “Enter” button. The parameter “range” informs you about the maximum measurable viscosity value of the chosen spindle and rpm.

The notification “Press Start” flashes in the fourth line. When you press “Start”, the spindle begins to rotate and the measurement starts. The operation screen appears:



The “Start” button can be pressed immediately. In this case, the device takes the last saved parameters of the chosen spindle and rotation rate value and starts the measuring procedure.

8.1 Operation screen



For the usage of the display, the following keys can be used:

UP	OR	DOWN	:	Adjusting the speed
STOP	:			Stops motor and measurement
START	:			Starts motor and measurement
ENTER	:			Stops the current process

8.2 Application of the spindle

If the plate spindle is chosen, be careful whilst immersing the spindle into the sample liquid to avoid bubbles under the plate. To apply the spindle, slightly move the shaft upwards with one hand and screw down the spindle with the other hand.



During this process, be careful to avoid bending the spindle and damaging the shaft.



The spindle and the core thread of its counterpart have to be dirt-free.

The spindle can now be immersed into the test liquid, up to the marker point (groove on the spindle). The spindle must not be allowed to come into contact with the sides of the container as otherwise the spindle and shaft could be knocked out of vertical alignment or even damaged.



The spindle L4 and R7 have to be immersed up to the boundary point. The spindles are made out of AISI 316 stainless steel. Every spindle is identifiable by its engraving.

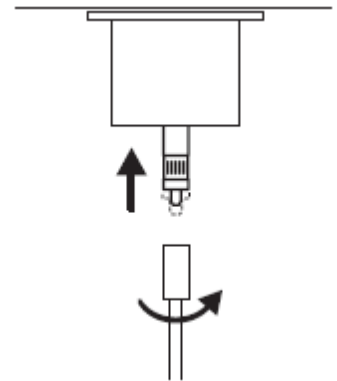
8.3 Start measurement

Press “**Start**” to begin the measuring procedure.

Constant flow conditions will be reached after a short period; the correct viscosity values can be read after a few seconds (depending on the chosen rotational speed and the sample viscosity).

The notification “**ERROR**” signals that the maximum measurable viscosity values have been exceeded. In this case, the velocity should be decreased or a bigger spindle should be used.

When you press the “**Stop**” key, the device’s motor stops; the viscosity value last measured is shown. To protect the instrument’s sensitive parts, the speed decreases to 0 rotations. By pressing the “**Start**” key again, the present speed will be reached. To change the speed or the spindle number, press the “**Enter**” key. In case the measured viscosity value exceeds the optimal range (<10 % and >90 % of the maximum value), an alert tone will sound.



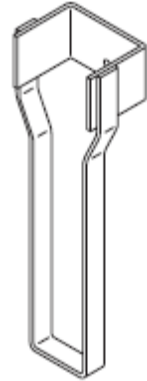
9 Selection tables



The tables contain orientation values for the viscosity. The recommended minimum reading is ~15 % of the full scale.

9.1 Viscometer PCE-RVI 2 V1L

The model PCE-RVI 2 V1L has 19 speeds (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). The model is delivered with the default spindle set (L1-L4). The spindle L1 is used for measurements with low viscosity. When using this spindle, use it along with the spindle protection to achieve correct measurements. The usage of the “adapter for low-viscosity material” and the cylinder spindle for low-viscosity substances is recommended to get accurate measurements. The spindle set TL5-TL7 is used with the “adapter for small probe volumes”. These accessories are not part of the standard delivery.



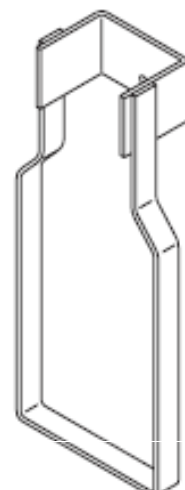
Spindle protection

PCE-RVI 2 V1L: Default spindles L1-L4

Spindle	L1	L2	L3	L4
rpm	Viscosity in mPa s			
0.3	2×10^4	1×10^5	4×10^5	2×10^6
0.5	1.2×10^4	6×10^4	2.4×10^5	1.2×10^6
0.6	1×10^4	5×10^4	2×10^5	1×10^6
1	6×10^3	3×10^4	1.2×10^5	6×10^5
1.5	4×10^3	2×10^4	8×10^4	4×10^5
2	3×10^3	1.5×10^4	6×10^4	3×10^5
2.5	2.4×10^3	1.2×10^4	4.8×10^4	2.4×10^5
3	2×10^3	1×10^4	4×10^4	2×10^5
4	1.5×10^3	7.5×10^3	3×10^4	1.5×10^5
5	1.2×10^3	6×10^3	2.4×10^4	1.2×10^5
6	1×10^3	5×10^3	2×10^4	1×10^5
10	6×10^2	3×10^3	1.2×10^4	6×10^4
12	5×10^2	2.5×10^3	1×10^4	5×10^4
20	3×10^2	1.5×10^3	6×10^3	3×10^4
30	2×10^2	1×10^3	4×10^3	2×10^4
50	1.2×10^2	6×10^2	2.4×10^3	1.2×10^4
60	1×10^2	5×10^2	2×10^3	1×10^4
100	60	3×10^2	1.2×10^3	6×10^3
200	30	1.5×10^2	6×10^2	3×10^3
Increment	1 mPa s	1 mPa s	10 mPa s	10 mPa s

9.2 Viscometer PCE-RVI 2 V1R

The model PCE-RVI 2 V1R has 19 speeds (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). The model is delivered with the default spindle set (R2-R7). The spindle R1 is used for measurements with low viscosity. With this spindle, you have to use the spindle protection to achieve correct measurements. Since the R models are normally used for medium-viscosity measurements, the R1 spindle is not used very often and is therefore not part of the standard tools but can be ordered separately. The spindle set TR8 – TR11 is used with the “adapter for small sample volumes”. This set is not included in the standard delivery.



Spindle protection

PCE-RVI 2 V1R: Default spindles R2-R7 + optional R1

Spindle	R1 (optional)	R2	R3	R4	R5	R6	R7
rpm	Viscosity in mPa s						
0.3	33.3×10^3	133.3×10^3	333.3×10^3	666.6×10^3	1.3×10^6	3.33×10^6	13.3×10^6
0.5	2×10^4	8×10^4	2×10^5	4×10^5	8×10^5	2×10^6	8×10^6
0.6	16.6×10^3	66.6×10^3	166.6×10^3	333.3×10^3	666.6×10^3	1.6×10^6	6.6×10^6
1	1×10^4	4×10^4	1×10^5	2×10^5	4×10^5	1×10^6	4×10^6
1.5	6.6×10^3	26.6×10^3	66.6×10^3	133.3×10^3	266.6×10^3	666.6×10^3	2.6×10^6
2	5×10^3	2×10^4	5×10^4	1×10^5	2×10^5	5×10^5	2×10^6
2.5	4×10^3	16×10^3	4×10^4	8×10^4	16×10^4	4×10^5	1.6×10^6
3	3.3×10^3	13.3×10^3	33.3×10^3	66.6×10^3	133.3×10^3	333.3×10^3	1.3×10^6
4	2.5×10^3	1×10^4	2.5×10^4	5×10^4	1×10^5	2.5×10^5	1×10^6
5	2×10^3	8×10^3	2×10^4	4×10^4	8×10^4	2×10^5	8×10^5
6	1.6×10^3	6.6×10^3	16.6×10^3	33.3×10^3	66.6×10^3	166.6×10^3	66.6×10^3
10	1×10^3	4×10^3	1×10^4	2×10^4	4×10^4	1×10^5	4×10^5
12	8.33×10^2	3.3×10^3	8.3×10^3	16.6×10^3	33.3×10^3	83.3×10^3	333.3×10^3
20	5×10^2	2×10^3	5×10^3	1×10^4	2×10^4	5×10^4	2×10^5
30	3.33×10^2	1.3×10^3	3.3×10^3	6.6×10^3	13.3×10^3	33.3×10^3	133.3×10^3
50	2×10^2	8×10^2	2×10^3	4×10^3	8×10^3	2×10^4	8×10^4
60	1.66×10^2	6.6×10^2	1.6×10^3	3.3×10^3	6.6×10^3	16.6×10^3	66.6×10^3
100	1×10^2	4×10^2	1×10^3	2×10^3	4×10^3	1×10^4	4×10^4
200	50	2×10^2	5×10^2	1×10^3	2×10^3	5×10^3	2×10^4
Increment	1 mPa s	1 mPa s	10 mPa s	10 mPa s	10 mPa s	100 mPa s	100 mPa s

10 Accessories

10.1 Adapter for small sample volumes

Measurement range

Model V1L: 1.5* - 200000 mPa s/cP

Model V1R: 25* - 3300000 mPa s/cP

*High rotational speeds required for very low-viscosity measurements can have a negative influence on viscosity readings.

*Viscosity measurements have to be carried out under laminar flow conditions as turbulent flow conditions can cause erroneously high viscosity values.

Description

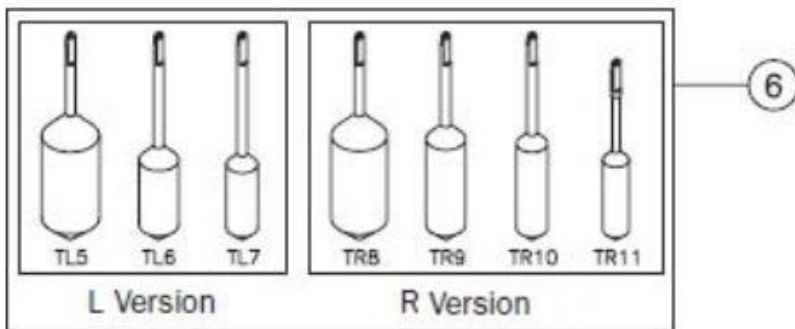
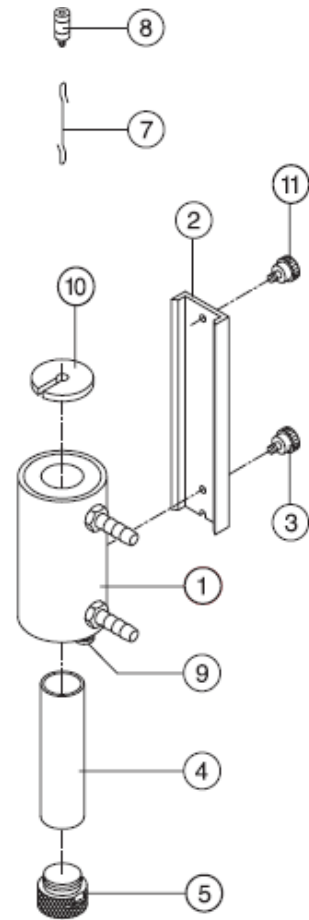
The adapter for small fluid volumes is available as an accessory for precision spindles which rotate inside a sample container. The container fits into a water jacket which enables water circulation and thus precise temperature control (between -10 °C and 100 °C). The adapter for the special spindle set must be ordered separately. It is normally used for testing very small fluid volumes (8-13ml)

This accessory part is available to order in two versions:

- Standard adapter
- Adapter with temperature sensor in the lower cap to allow direct sample temperature monitoring

Assembly

- Using the provided screw (3), fix the water jacket (1) onto the rear support (2).
- Close the sample container (4) with the lower cap (5). Ensure that the lower cap is properly fixed.
- Fill the sample container (4). Ensure that there are not any bubbles in the container. Tilt the container and fill it with a large syringe. The needed sample volume is relatively small (8-13 ml).
- Check the sample volume. The spindle should be covered completely.
- Hang the desired spindle (6) onto the spindle hook (7). Attach the hook to the screw (8).
- Insert the spindle with hook and screw into the sample container.
- Insert the sample container (4) into the water jacket (1) from below.
- Fix the sample container (4) in the water jacket (1). The groove of the lower cap has to be aligned with the fastening screw (9) of the water jacket. Turn the sample container to do so.
- Attach the upper cap (10). Make sure that the spindle does not fall into the sample container.
- Using the provided screw (11), fix the rear support (2) onto the viscometer.



**Selection tables for special spindles
PCE-RVI 2 V1L (TL5-TL7)**

Spindle	TL5	TL6	TL7
rpm	Viscosity in mPa s		
0.3	1×10^4	1×10^5	2×10^5
0.5	6×10^3	6×10^4	1.2×10^5
0.6	5×10^3	5×10^4	1×10^5
1	3×10^3	3×10^4	6×10^4
1.5	2×10^3	2×10^4	4×10^4
2	1.5×10^3	1.5×10^4	3×10^4
2.5	1.2×10^3	1.2×10^4	2.4×10^4
3	1×10^3	1×10^4	2×10^4
4	7.5×10^2	7.5×10^3	1.5×10^4
5	6×10^2	6×10^3	1.2×10^4
6	5×10^2	5×10^3	1×10^4
10	3×10^2	3×10^3	6×10^3
12	2.5×10^2	2.5×10^3	5×10^3
20	1.5×10^2	1.5×10^3	3×10^3
30	1×10^2	1×10^3	2×10^3
50	60	6×10^2	1.2×10^3
60	50	5×10^2	1×10^3
100	30	3×10^2	6×10^2
200	15	1.5×10^2	3×10^2
Increment	0.1 mPa s	1 mPa s	10 mPa s

Characteristics of special spindles

Spindle	Shear rate (S. R.) (Seg.-1)	Sample volume (cc)
TL5	1.32 x rpm	8.0
TL6	0.34 x rpm	10.0
TL7	0.28 x rpm	9.5

The stated shear rates (S.R.) have been calculated based on the assumption that the fluids have Newtonian characteristics.

PCE-RVI 2 V1R (TR8-TR11)

Spindle	TR8	TR9	TR10	TR11
rpm	Viscosity in mPa s			
0.3	166.6×10^3	833.3×10^3	1.6×10^6	3.3×10^6
0.5	1×10^5	5×10^5	1×10^6	2×10^6
0.6	83.3×10^3	416.6×10^3	833.3×10^3	1.6×10^6
1	5×10^4	25×10^4	5×10^5	1×10^6
1.5	33.3×10^3	166.6×10^3	333.3×10^3	666.6×10^3
2	25×10^3	125×10^3	25×10^4	5×10^5
2.5	2×10^4	1×10^5	2×10^5	4×10^5
3	16.6×10^3	83.3×10^3	166.6×10^3	333.3×10^3
4	12.5×10^3	62.5×10^3	125×10^3	25×10^4
5	1×10^4	5×10^4	1×10^5	2×10^5
6	8.3×10^3	41.6×10^3	83.3×10^3	166.6×10^3
10	5×10^3	25×10^3	5×10^4	1×10^5
12	4.16×10^3	20.83×10^3	41.6×10^3	83.3×10^3
20	2.5×10^3	12.5×10^3	25×10^3	5×10^4
30	1.6×10^3	8.3×10^3	16.6×10^3	33.3×10^3
50	1×10^3	5×10^3	1×10^4	2×10^4
60	83.3×10^2	4.16×10^3	8.3×10^3	16.6×10^3
100	5×10^2	2.5×10^3	5×10^3	1×10^4
200	2.5×10^2	1.25×10^3	2.5×10^3	5×10^3
Increment	10 mPa s	100 mPa s	100 mPa s	100 mPa s

Characteristics of special spindles

Spindle	Shear rate (S. R.) (Seg.-1)	Sample volume (cc)
TR8	0.93 x rpm	8.0
TR9	0.34 x rpm	10.5
TR10	0.28 x rpm	11.5
TR11	0.25 x rpm	13.0

The stated shear rates (S.R.) have been calculated based on the assumption that the fluids have Newtonian characteristics.

10.2 Adapter for low-viscosity materials

Measurement range

Model V1L: 0.3* ... 2000 mPa s/cP

Model V1R: 3.2* ... 21333 mPa s/cP

*High rotational speeds required for very low-viscosity measurements can have a negative influence on viscosity readings.

*Viscosity measurements have to be carried out under laminar flow conditions as turbulent flow conditions can cause erroneously high viscosity values.

Description

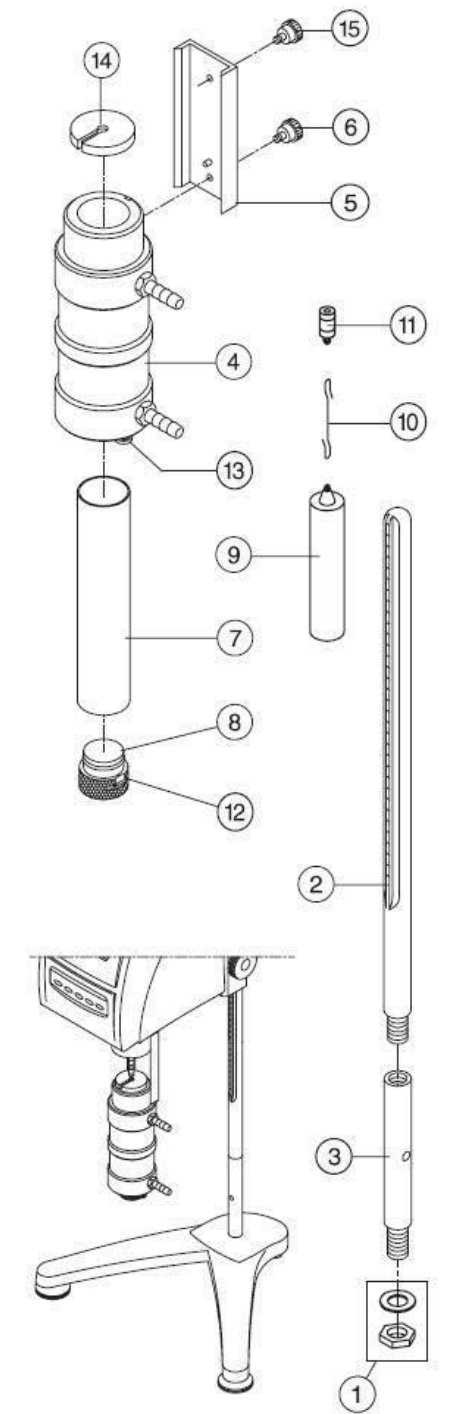
An adapter for low viscosity materials is available as an accessory for precision spindles which rotate within a sample container. To maintain an accurate temperature control, the sample container is located within a water mantle. The adapter including the LCP spindle must be ordered separately. This spindle enables low viscosity fluids to be analysed, giving accurate reproducible readings, including shear rates.

This accessory can be ordered in three variations:

- Standard adapter
- Adapter with a temperature sensor in the lower cap to enable direct temperature monitoring.
- High temperature adapter. The test fluid's temperature is controlled by immersing the container into a temperature-controlled bath. The upper and lower caps of the sample container are made of Teflon (PTFE), supporting temperatures of up to 200 °C.

Assembly

- Remove the nut and the washer (1) from the rack (2).
- Using the nut and the washer (1), fix the extension rod (3) between the stand and the rack (2). The extension rod is needed due to the length of the LCP adapters. Without the extension rod, it would be difficult to attach the adapter to the viscometer.
- Using the screw (6), attach the water jacket (4) onto the rear support (5).
- Close the sample container (7) with the lower cap (8). Ensure that it is sufficiently tight.
- Fill the sample container (7). Be careful that there are not any bubbles in the container. Use a large syringe to fill the container. The sample amount needed is very small (18 ml).
- Check the filling level. The spindle should be completely covered to be the correct sample amount.
- Hang the LCP spindle (9) onto the spindle hook (10). Attach the hook to the screw (11).
- Insert the spindle with the hook (10) and screw (11) into the sample container.
- Insert the sample container (7) into the water jacket (4) from below.
- Fix the sample container (7) in the water jacket (4). The groove of the lower cap (12) has to be aligned with the fastening screw (13) of the water jacket. Turn the sample container to do so.
- Attach the upper cap (14). Make sure the spindle does not fall into the sample container. Let the spindle lean on the upper cap.
- Using the provided screw (15), attach the rear support (5) to the viscometer.



Selection table for PCE-RVI 2 V1L / V1R

Spindle	V1L	V1R
	LCP	LCP
rpm	Viscosity in mPa s	
0.3	2000.00	21333.00
0.5	1200.00	12800.00
0.6	1000.00	10666.00
1	600.00	6400.00
1.5	400.00	4266.00
2	300.00	3200.00
2.5	240.00	2560.00
3	200.00	2133.00
4	150.00	1600.00
5	120.00	1280.00
6	100.00	1066.00
10	60.00	640.00
12	50.00	533.00
20	30.00	320.00
30	20.00	213.00
50	12.00	128.00
60	10.00	106.00
100	6.00	64.00
200	3.00	32.00
Increment	0.01 mPa s	0.16 mPa s

Characteristics of special spindles:

Spindle	Shear rate (S. R.) (Seg.-1)	Sample volume (cc)
LCP	1.224 x rpm	18

The stated shear rates (S.R.) have been calculated based on the assumption that the fluids have Newtonian characteristics.

10.3 Adapter for spiral movements

Measurement range

Model V1L: 156* ... 9400000 mPa s/cP

Model V1R: 1660* ... 100000000 mPa s/cP

*High rotational speed for the measurement of low-viscosity values can have a negative influence on the readings.

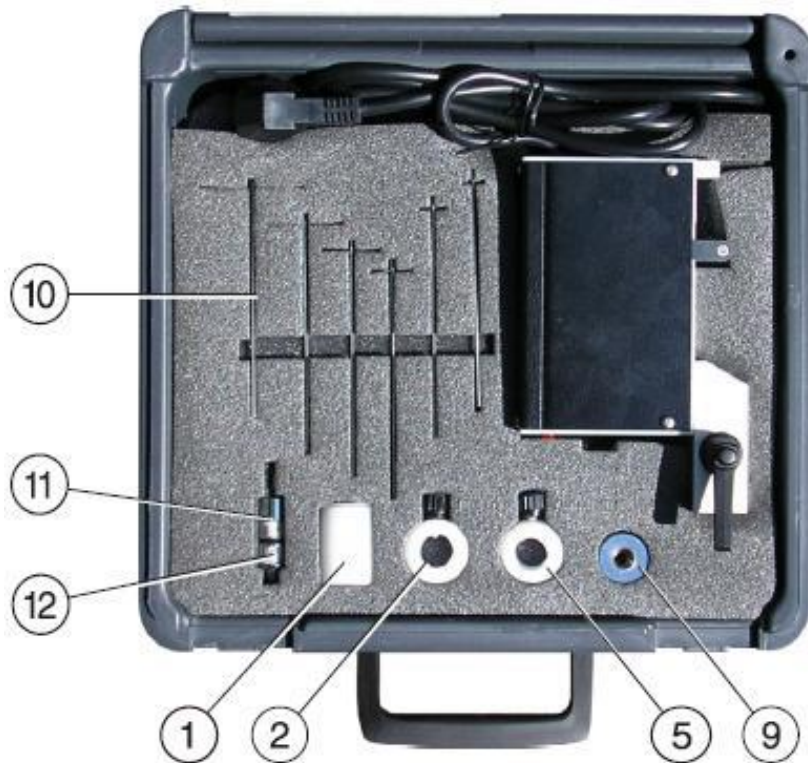
*Viscosity measurements have to be carried out under laminar conditions. Turbulent flow conditions can cause erroneously high viscosity values.

Description

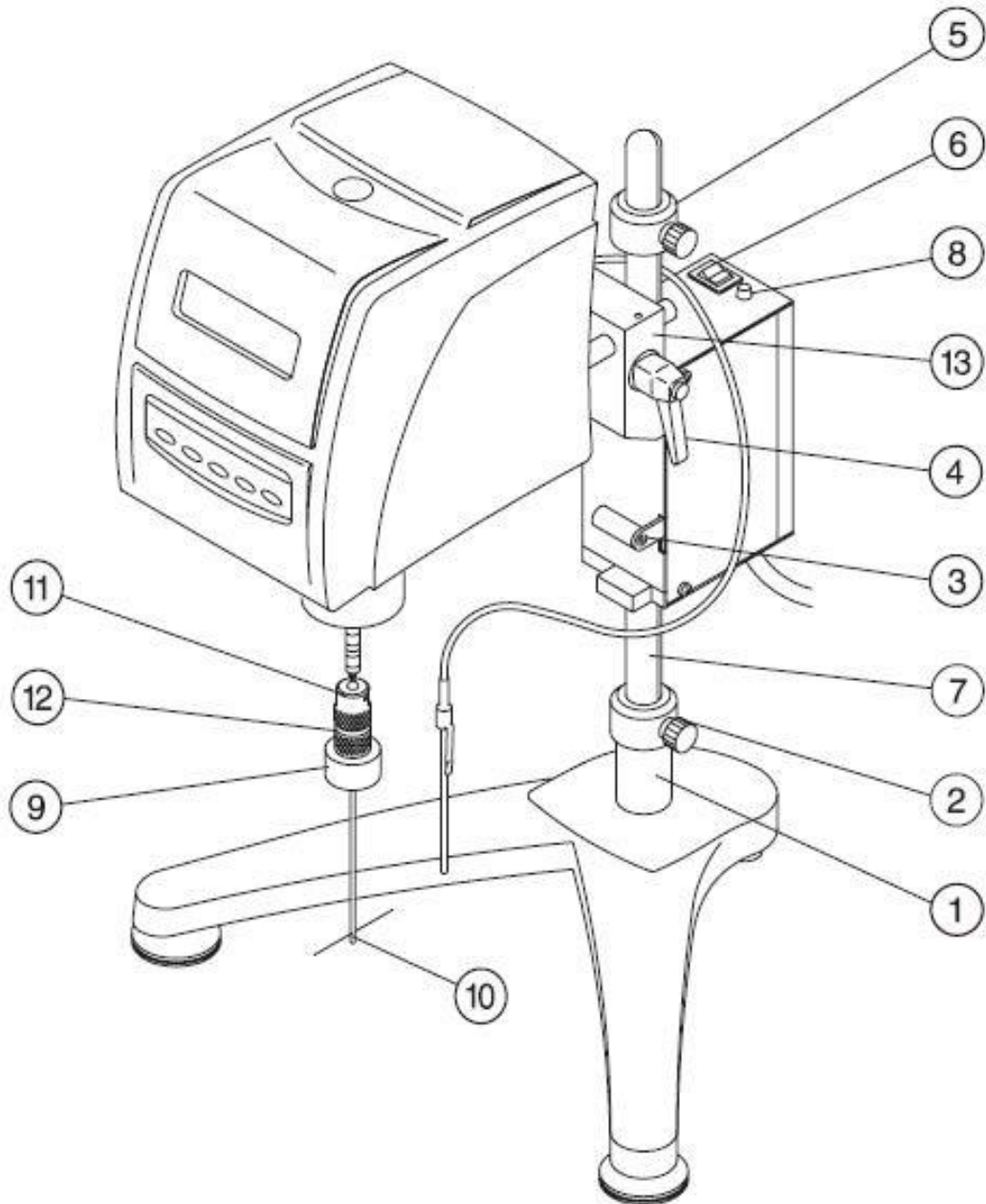
This adapter for analysing spiral movements enables comparative viscosity measurements in substances that cannot be tested using the standard methods and spindles. It is particularly useful for testing creams, gels, gelatine and other materials which do not flow easily.

The adapter for spiral movements consists of a motorised unit which causes the measuring head to move vertically between two stopper rings. When one of the two stoppers is touched, the unit changes its direction of movement automatically. This results in a spiral, corkscrew motion within the test substance, without forming any cavities or channels within the material being tested.

The adapter is supplied with 6 T-type special spindles (PA, PB, PC, PD, PE, PF).

**Assembly**

- Remove the nut and the washer from the rack (7).
- Using the provided nut and washer, attach the rack (7) to the stand. The cogged side of the rack has to be pointed towards the back of the stand.
- Insert the rack into the security socket (1).
- Use the lower stopper ring (2) to fix the rack to the security socket. Tighten it with the screw but be careful that you do not screw too tight.
- Attach the adapter for spiral movements to the rack and fix it with the sliding knob (3).
- Using the screw, fix the upper stopper ring (5) onto the rack. Be careful not to screw too tight.
- Level the device.



- | | |
|---|--------------------|
| 1. Security socket | 8. Power indicator |
| 2. Lower stopper ring with screw | 9. Counterweight |
| 3. Sliding knob for the adapter | 10. T spindle |
| 4. Fixing lever for the measuring element | 11. Coupling screw |
| 5. Upper stopper ring with screw | 12. Counter nut |
| 6. ON/OFF switch | 13. Clamp |
| 7. Rack | |

- Connect the adapter to the viscometer using the clamp (13) and tighten it with the fixing lever (4).
- Attach the counterweight (9) to the counter nut (12) and coupling screw (11).
- Slightly loosen the connection between the counter nut and the coupling screw but do not separate the parts.
- Insert the T-spindle (10) into the counterweight (9) and tighten it. There should always be a small gap between the counter nut and the coupling screw.
- Turn the coupling screw (11) clockwise to attach it to the viscometer. The coupling screw and the internal thread have to be dirt-free.
- Place the sample container under the viscometer and dip the spindle into the sample by means of the sliding knob (3).
- Attach the stopper rings in consideration of the following:
Upper stopper ring: Spindle must stay dipped in the probe.
Lower stopper ring: Spindle must not come in contact with the container base. Otherwise, the spindle could be damaged and determine incorrect viscosity values.
- Connect the viscometer and the adapter to the power supply. Turn on the viscometer and choose a spindle and a rotational speed.
- Turn on (6) the adapter. Check if the power indicator lights up (8).

Selection table for PCE-RVI 2 V1L

Spindle rpm	PA	PB	PC	PD	PE	PF
Viscosity in mPa s						
0.3	62.4×10^3	124.8×10^3	312×10^3	624×10^3	1.56×10^6	3.12×10^6
0.5	37.44×10^3	74.88×10^3	187.2×10^3	374.4×10^3	936×10^3	1.872×10^6
0.6	31.2×10^3	62.4×10^3	156×10^3	312×10^3	780×10^3	1×10^6
1	18.72×10^3	37.44×10^3	93.6×10^3	187.2×10^3	468×10^3	936×10^3
1.5	12.48×10^3	24.96×10^3	62.4×10^3	124.8×10^3	312×10^3	624×10^3
2	9.36×10^3	18.72×10^3	46.8×10^3	93.6×10^3	234×10^3	468×10^3
2.5	7.488×10^3	14.976×10^3	37.44×10^3	74.88×10^3	187.2×10^3	374.4×10^3
3	6.24×10^3	12.48×10^3	31.2×10^3	62.4×10^3	156×10^3	312×10^3
4	4.68×10^3	9.36×10^3	23.4×10^3	46.8×10^3	117×10^3	234×10^3
5	3.744×10^3	7.488×10^3	18.72×10^3	37.44×10^3	93.6×10^3	187.2×10^3
6	3.12×10^3	6.24×10^3	15.6×10^3	31.2×10^3	78×10^3	156×10^3
10	1.872×10^3	3.744×10^3	9.36×10^3	18.72×10^3	46.8×10^3	93.6×10^3
12	1.56×10^3	3.12×10^3	7.8×10^3	15.6×10^3	39×10^3	78×10^3
Increment	1 mPa s	1 mPa s	2 mPa s	4 mPa s	8 mPa s	16 mPa s

Selection table for PCE-RVI 2 V1R

Spindle	PA	PB	PC	PD	PE	PF
rpm	Viscosity in mPa s					
0.3	$666.6 \times 10_3$	1.3×10^6	3.3×10^6	6.6×10^6	16.6×10^6	33.3×10^6
0.5	$4 \times 10_5$	8×10^5	2×10^6	4×10^6	10×10^6	20×10^6
0.6	$333.3 \times 10_3$	666.6×10^3	1.6×10^6	3.3×10^6	8.3×10^6	16.6×10^6
1	$2 \times 10_5$	4×10^5	1×10^6	2×10^6	5×10^6	10×10^6
1.5	$133.3 \times 10_3$	266.6×10^3	666.6×10^3	1.3×10^6	3.3×10^6	6.6×10^6
2	$1 \times 10_5$	2×10^5	5×10^5	1×10^6	2.5×10^6	5×10^6
2.5	$8 \times 10_4$	16×10^4	4×10^5	8×10^5	2×10^6	4×10^6
3	$66.6 \times 10_3$	133.3×10^3	333.3×10^3	666.6×10^3	1.6×10^6	3.3×10^6
4	$5 \times 10_4$	1×10^5	25×10^4	5×10^5	1.25×10^6	2.5×10^6
5	$4 \times 10_4$	8×10^4	2×10^5	4×10^5	1×10^6	2×10^6
6	$33.3 \times 10_3$	66.6×10^3	166.6×10^3	333.3×10^3	833.3×10^3	1.6×10^6
10	$2 \times 10_4$	4×10^4	1×10^5	2×10^5	5×10^5	1×10^6
12	$16.6 \times 10_3$	33.3×10^3	83.3×10^3	166.6×10^3	416.6×10^3	833.2×10^3
Increment	5 mPa s	10 mPa s	25 mPa s	50 mPa s	125 mPa s	250 mPa s

11 Calibration

Contact PCE Instruments.

12 Troubleshooting

The device does not work.	<ul style="list-style-type: none"> • Check power connection. • Check switch position.
The spindle does not rotate centrally.	<ul style="list-style-type: none"> • Check the correct alignment of the spindle in the shaft. • Check connection between spindle and shaft for contamination.
The instrument does not display "0" in vacuum.	<ul style="list-style-type: none"> • Check correct levelling of the device.
The viscosity reading fluctuates or is inaccurate.	<ul style="list-style-type: none"> • Check correct levelling of the device. • Check correct selection of the spindle and speed. • Ensure constant sample temperature. • The problem could be due to the special characteristics of the sample.

13 Warranty

Guarantee on processing and material errors. Damaged parts will be replaced. There are not any other special warranties. Unauthorized updates and repairs by third parties lead to an expiry of the guarantee. The guarantee also expires if the instrument is used incorrectly or is not used as described in this manual. Even though we try to produce a complete and correct manual, we are not able to provide a guarantee for misprint.

14 Disposal

For the disposal of batteries, the 2006/66/EC directive of the European Parliament applies. Due to the contained pollutants, batteries must not be disposed of as household waste. They must be given to collection points designed for that purpose.

In order to comply with the EU directive 2012/19/EU we take our devices back. We either re-use them or give them to a recycling company which disposes of the devices in line with law.

If you have any questions, please contact PCE Instruments.



15 Contact

If you have any questions about our range of products or measuring instruments please contact PCE Instruments.

15.1 PCE Instruments UK

By post:

PCE Instruments UK Ltd.
Units 12/13 Southpoint Business Park
Ensign Way, Southampton
Hampshire

United Kingdom, SO31 4RF

By phone:

02380 987 035

15.2 PCE Americas

By post:

PCE Americas Inc.
711 Commerce Way
Suite 8
Jupiter
33458 FL
USA

By phone:

561 320 9162

Bedienungsanleitung Rotationsviskosimeter PCE-RVI 2



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Sicherheitsinformationen	3
3	Spezifikationen	3
4	Systembeschreibung	4
4.1	Vorderansicht	4
4.2	Rückansicht	5
5	Nach Empfang des Gerätes	6
5.1	Lieferumfang.....	6
5.2	Installation.....	6
5.3	Verbindung mit dem Stromnetz	6
6	Hinweise zur Viskosität	7
6.1	Einheiten.....	7
6.2	Wichtige Hinweise	7
6.3	Spindeln.....	8
7	Einstellungen	9
8	Bedienung	11
8.1	Bedienbildschirm	11
8.2	Anbringen der Spindel	12
8.3	Messung Starten	12
9	Auswahltabellen	13
9.1	Viskosimeter PCE-RVI 2 V1L	13
9.2	Viskosimeter PCE-RVI 2 V1R	13
10	Zubehör	14
10.1	Adapter für kleine Probenvolumina	14
10.2	Adapter für niederviskose Materialien	17
10.3	Adapter für spiralförmige Bewegungen	19
11	Kalibrierung	23
12	Fehlersuche	23
13	Gewährleistung	23
14	Entsorgung	24
15	Kontakt	24

1 Einleitung

Vielen Dank, dass Sie sich für den Kauf eines Rotationsviskosimeters von PCE Instruments entschieden haben.

Mit dem Rotationsviskosimeter können Sie die Viskosität einer Flüssigkeit genau bestimmen. Dabei wird der mechanische Widerstand einer Flüssigkeit bestimmt, die entgegengesetzt der Rotationsbewegung einer Spindel wirkt. Der Messbereich reicht je nach Modell von 3 ... 13000000 mPa s mit einer Genauigkeit von ± 1 %.

2 Sicherheitsinformationen

Bitte lesen Sie dieses Benutzer-Handbuch sorgfältig und vollständig, bevor Sie das Gerät zum ersten Mal in Betrieb nehmen. Die Benutzung des Gerätes darf nur durch sorgfältig geschultes Personal erfolgen.

- Stellen Sie sicher, dass diese Bedienungsanleitung immer griffbereit zur Verfügung steht.
- Reparaturen sind nur von Fachpersonal durchzuführen. Ursachgemäße 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. Verwenden Sie nur ein feuchtes Tuch zum Reinigen.
- Das Gerät darf nur mit dafür vorgesehenem Zubehör desselben Herstellers ausgestattet und betrieben werden.
- Das Gerät darf nur im angegebenen Temperaturbereich verwendet werden.
- Das Gehäuse darf nur durch Fachpersonal der PCE Deutschland GmbH geöffnet werden. Nehmen Sie selbst auch keine technischen Änderungen am Gerät vor.

Dieses Benutzer-Handbuch wird von der PCE Deutschland ohne jegliche Gewährleistung veröffentlicht.

Wir weisen ausdrücklich auf unsere allgemeinen Gewährleistungsbedingungen hin, die Sie in unseren Allgemeinen Geschäftsbedingungen finden.

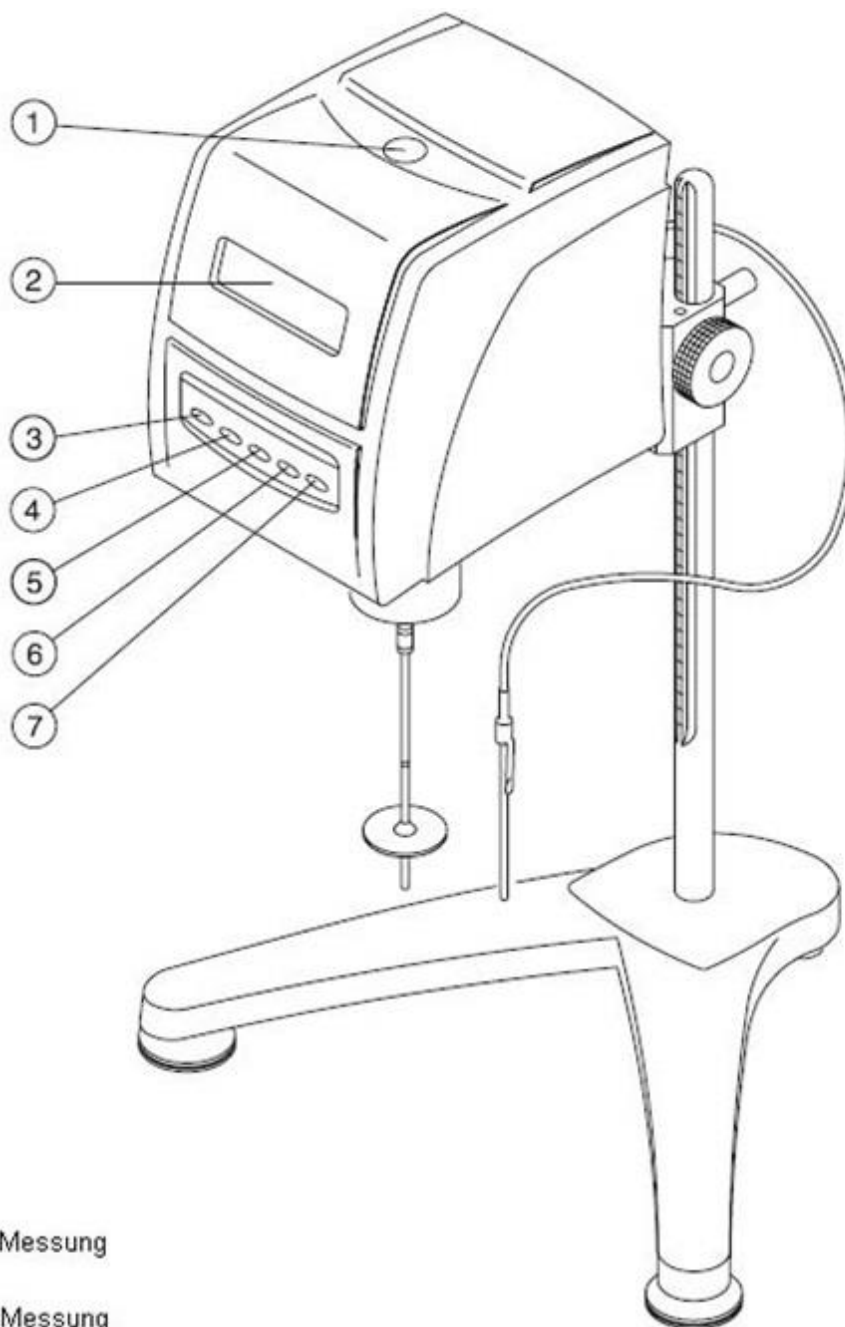
Bei Fragen kontaktieren Sie bitte die PCE Deutschland GmbH.

3 Spezifikationen

Messprinzip	Rotationsviskosimeter ASTM / DIN ISO 2555
Umdrehungsgeschwindigkeit	0,3 / 0,5 / 0,6 / 1 / 1,5 / 2 / 2,5 / 3 / 4 / 5 / 6 / 10 12 / 20 / 30 / 50 / 60 / 100 / 200 U/min
Viskosität Rotationsviskosimeter PCE-RVI 2 V1L Rotationsviskosimeter PCE-RVI 2 V1R	3 ... 2 000 000 mPa s 20 ... 13 000 000 mPa s
Genauigkeit	±1 %
Temperatur / Auflösung / Genauigkeit	-15 ... +180 °C / 0,1 °C / ±1 °C
Displayanzeigen	Temperatur Umdrehungen Messsystem Viskosität
Energieversorgung	100 ... 240 V AC 50 / 60 Hz
Umgebungsbedingungen	10 ... 40 °C / <80 % r. F.
Abmessungen	330 x 300 x 430 mm
Gewicht	10 kg

4 Systembeschreibung


4.1 Vorderansicht




1. Libelle


2. LC-Display

3.  Start einer Messung

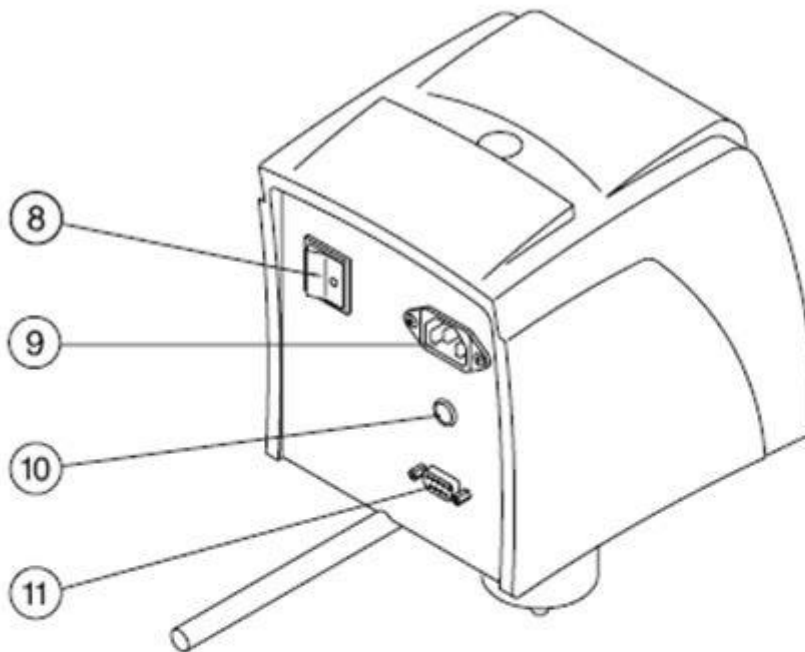
4.  Ende einer Messung

5.  Bestätigung der Parameterauswahl

6.  Parameter-Auswahltaste "Hoch"

7.  Parameter-Auswahltaste "Runter"

4.2 Rückansicht



- 8. Netzschalter
- 9. Stromanschluss
- 10. Pt-100 Anschluss
- 11. RS 232 Anschluss

5 Nach Empfang des Gerätes

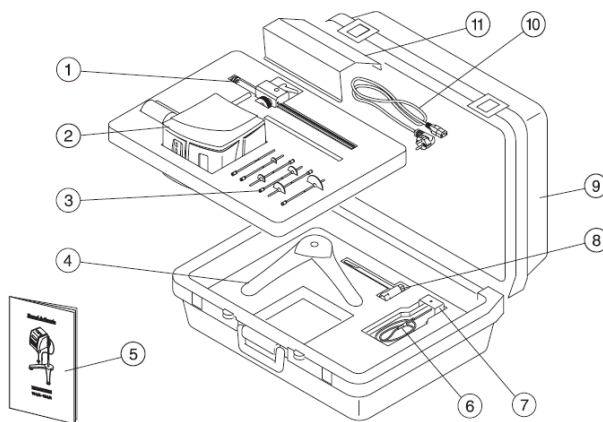
Überprüfen Sie die Verpackung auf Transportschäden, bevor Sie das Viskosimeter auspacken. Bei sichtbaren Schäden öffnen Sie die Verpackung nicht und informieren Sie Ihren Lieferanten.

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

5.1 Lieferumfang

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. 1 x Zahnstange | 7. 1 x Schutzbügel für Messspindel |
| 2. 1 x Rotationsviskosimeter PCE-RVI 2 | 8. 1 x Montagewerkzeug |
| 3. 1 x Spindelsatz L1 bis L4 oder R2 bis R7 | 9. 1 x Transportkoffer |
| 4. 1 x Laborständer | 10. 1 x Netzkabel |
| 5. 1 x Bedienungsanleitung | 11. 1 x Lagerständer für Messspindeln |
| 6. 1 x Temperatursensor | |

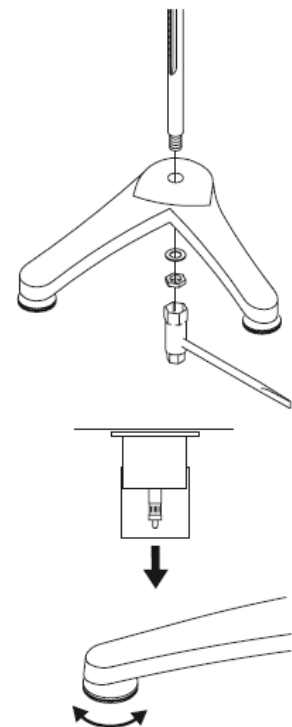
Bewahren Sie die Transportverpackung für eine mögliche Retoursendung auf. Teile, welche aufgrund von unsachgemäßer Verpackung und unsachgemäßem Transport beschädigt werden, unterliegen nicht der Herstellergarantie.



5.2 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. Das Gewinde zeigt dabei in die Richtung der Mutter des Ständers.
- Verschrauben Sie Zahnstange und Ständer anhand des dafür vorgesehenen Montagewerkzeugs.
- 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 die Kunststoffschutzkappe an der hinteren Stange des Viskosimeters durch senkrecht Herunterziehen. Der Schutz darf erst zur Seite bewegt werden, wenn er vollständig abgezogen wurde.
- Trieren Sie das Gerät mit den Drehfüßen an der Vorderseite des Ständers aus. Die Libelle auf der Oberseite zeigt Ihnen an, wenn das Viskosimeter richtig tariert ist.
- Schließen Sie das Gerät an das Stromnetz an.



5.3 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.

6 Hinweise zur Viskosität

6.1 Einheiten

Bei diesem Viskosimeter handelt es sich um ein klassisches Rotationsviskosimeter zur schnellen Bestimmung der Viskosität nach folgenden Normen:

BS: 6075, 5350

ISO: 2555, 1652

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

Das Funktionsprinzip dieses Viskosimeters gleicht dem aller Rotationviskosimeter:

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 Abweichungswinkel 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 mPa s/cP (dPa/P) angegeben.

Abhängig von der Viskosität ändert sich der Widerstand gegen die Bewegung einer Substanz proportional zur Größe oder Rotationsgeschwindigkeit der Spindel. Das Viskosimeter ist so kalibriert, dass die Viskositätswerte je nach Rotationsgeschwindigkeit und Spindelart in mPa s oder cP (dPa/P) angezeigt werden. Die Kombination verschiedener Spindeln mit verschiedenen Rotationsgeschwindigkeiten ermöglicht somit eine optimale Viskositätsbestimmung über einen großen Messbereich.

6.2 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: mPa s (S.I) oder cP (C.G.S).

1 mPa s = 1 cP (centi-Poise)

1 dPa = 1P (Poise)

Scherspannung:

Die Scherspannung ist die Kraft pro Flächeneinheit, welche zur Reibung zweier Flüssigkeitsschichten gegeneinander benötigt wird (innere Reibung). Standardeinheiten für die Scherspannung sind: N/m² (S.I) oder Dyn/m² (C.G.S).

Schergeschwindigkeit:

Die Schergeschwindigkeit gibt die Geschwindigkeit an, bei der die unterschiedlichen Schichten gegeneinander reiben. Die Standardeinheit für die Schergeschwindigkeit ist die „reziproke Sekunde“, angegeben als s⁻¹ oder 1/s.

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 resultierten eine scheinbar höhere Scherspannung und ein fälschlicherweise erhöhter Viskositätswert. Den Übergang von laminarer zu turbulenter Strömung erkennt man an einem plötzlichen und deutlichen Anstieg des Viskositätswertes ab einer bestimmten Geschwindigkeit.

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

Newtonsche Flüssigkeiten:

In newtonschen Flüssigkeiten sind Scherspannung und Schergeschwindigkeit direkt proportional zueinander. Bei einer gegebenen Temperatur bleibt die Viskosität einer newtonschen Flüssigkeit unabhängig von Viskosimeter, Spindel und Rotationsgeschwindigkeit immer konstant. Beispiele mit dieser Eigenschaft sind Wasser oder dünne Motoröle.

Nicht-newtonsche Flüssigkeiten:

Bei diesen Flüssigkeiten besteht kein linearer Zusammenhang zwischen der Scherspannung 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 Viskosimetern nur reproduziert werden, wenn die Umgebungs- und Arbeitsbedingungen identisch sind und ein definierter Arbeitsablauf durchgeführt wird. Folgende Variablen beeinflussen die Ergebnisse:

- Modell des Viskosimeters
- Abmessungen des Probenbehälters
- Füllstand
- Probentemperatur
- Spindel
- Rotationsgeschwindigkeit
- Spindelschutz vorhanden oder nicht
- Untersuchungsdauer (bei zeitabhängigen Flüssigkeiten)

Grundsätzlich führt jede Veränderung der Arbeitsmethode zu einem veränderten Messergebnis. Nicht-newtonsche Flüssigkeiten können folgende verschiedene Eigenschaften haben:

Pseudoplastisch:

Flüssigkeiten mit abnehmender Viskosität bei zunehmender Schergeschwindigkeit nennt man pseudoplastisch oder auch „scherverdünnend“. 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 werden als dilatant oder scherverdickend bezeichnet.

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 Dauer des Scherprozesses ab.

Thixotrope Flüssigkeiten:

Die Viskosität nimmt in Folge ansteigender Scherspannung ab, z. B. durch Rühren bei gleichbleibender Schergeschwindigkeit, und nimmt erst wieder nach Beendigung der Beanspruchung zu.

Beispiele: Ketchup, Honig, tropffeste Farben, Mayonnaise.

Rheopektische Flüssigkeiten:

Die Viskosität nimmt in Folge ansteigender Scherspannung bei gleichbleibender Schergeschwindigkeit zu und nimmt erst wieder nach Beendigung der Beanspruchung ab.

Beispiele: Schmiermittel und spezielle Farben.

6.3 Spindeln

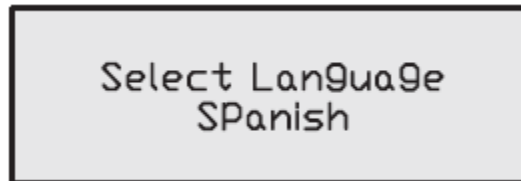
Bei der Herstellung der Spindeln wurde viel Wert auf Präzision gelegt, um eine maximale Wiederholgenauigkeit bei den Messungen zu gewährleisten, vorausgesetzt, dass das Messgerät unter den notwendigen Betriebsbedingungen angewendet wird.

7 Einstellungen

Schalten Sie das Viskosimeter mit dem Hauptschalter ein. Folgende Meldung wird in den folgenden 2 Sekunden im Display angezeigt.

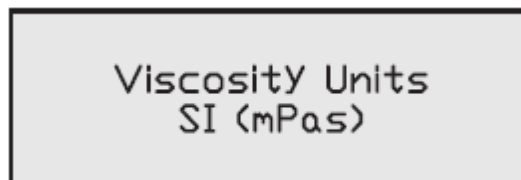


Drücken Sie während dieser 2 Sekunden nacheinander auf „**Start**“ und „**Enter**“. Das Display zeigt dann Folgendes:



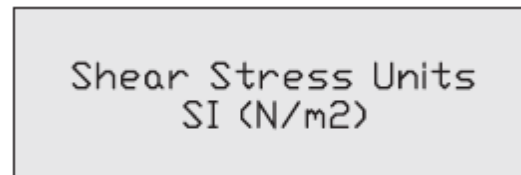
Wählen Sie die gewünschte Sprache (Deutsch, Japanisch, Spanisch, Polnisch, Französisch, Englisch, Italienisch oder Portugiesisch) mit den „**Up**“ oder „**Down**“ Tasten. Nach Auswahl der Sprache drücken Sie „**Enter**“, um die Auswahl zu bestätigen.

Folgende Anzeige erscheint als Nächstes:



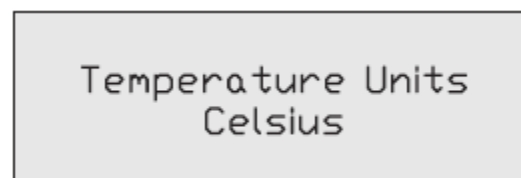
Mit der „**Up**“ oder „**Down**“ Taste können Sie die Einheit für die Viskosität SI (mPa s) oder CGS (cP) auswählen. Bestätigen Sie die Eingabe durch Drücken der „**Enter**“ Taste.

Folgende Anzeige erscheint als Nächstes:



Mit der „**Up**“ oder „**Down**“ Taste können Sie die Einheit für die Scherspannung (S.S.), SI (N/m²) oder CGS (Dyn/cm²) auswählen. Bestätigen Sie die Eingabe durch Drücken der „**Enter**“ Taste.

Folgende Anzeige erscheint als Nächstes:



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:



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 Viskosimeter 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 rechts gezeigt, ausgedruckt.

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

Folgende Anzeige erscheint als Nächstes:

```
Set Clock
Viernes          (day)
27-12-02        (dd-mm-yy)
13:38:21        (hh:mm:ss)
```

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.

```
ROTATIONAL VISCOMETER
-----
Model:V2-L
Ser.No.
-----
Hour:08:15:30
Date:10-01-06
-----
RESULTS

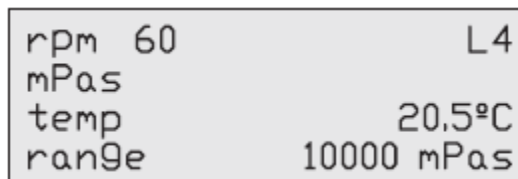
mPas: 00000930
%: 46.9
sp: L3
rpm: 60
T: 25.9C
-----
Signature
-----
```

8 Bedienung

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

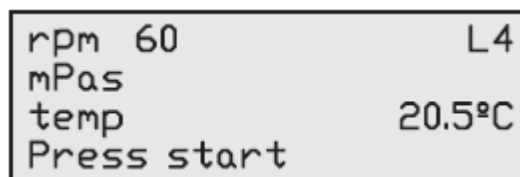


Nach 2 Sekunden springt der Bildschirm in die Datenanzeige und zeigt die zuletzt gespeicherten Parameter (Spindel und Geschwindigkeit).



Der Name der Spindel blinkt im Display. Drücken Sie auf „Up“ oder „Down“, um den Wert zu ändern und bestätigen Sie die Eingabe mit der „Enter“ Taste. Daraufhin beginnt die Geschwindigkeit (U/min) 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 U/min.

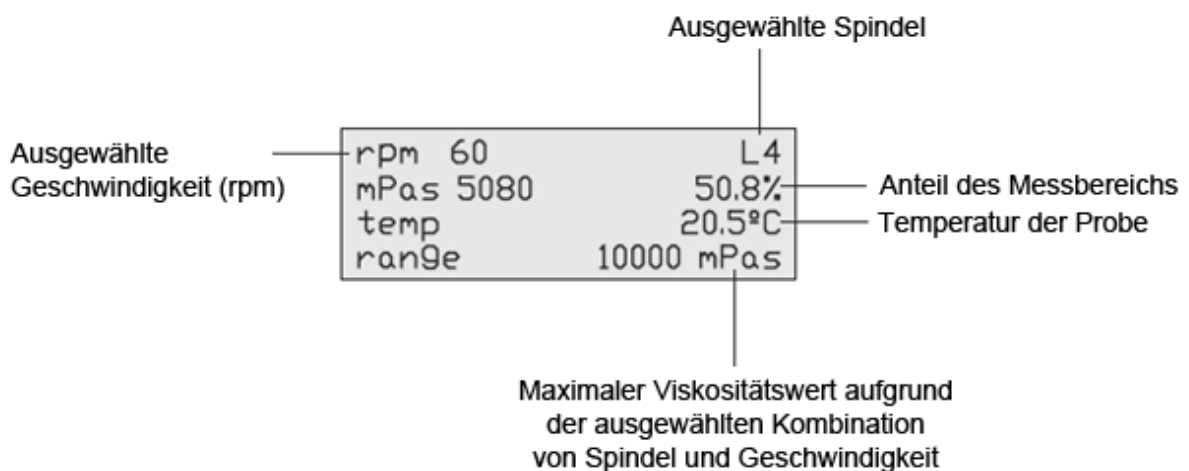
Der Hinweis „Press Start“ blinkt in der vierten Zeile. Durch Drücken von „Start“ beginnt die Spindel zu rotieren, die Messung beginnt. Es erscheint der Betriebsbildschirm:








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.

8.1 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

8.2 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.

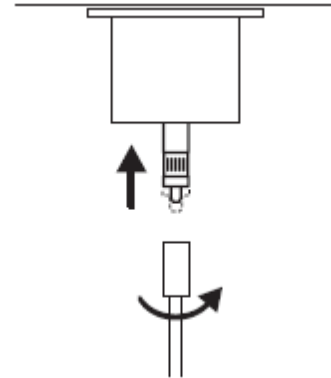


Spindel und Innengewinde des Gegenstücks müssen schmutzfrei sein.

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.



8.3 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 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.

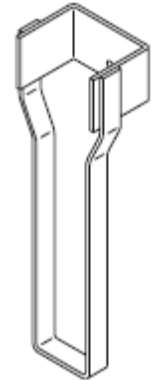
Bei Betätigen der „**Stop**“ Taste stoppt der Motor des Geräts und der zuletzt gemessene Viskositätswert wird angezeigt. Die Drehzahl verringert sich schrittweise bis auf 0 Umdrehungen, um die empfindlichen Geräteteile zu schützen. Durch erneutes Drücken der „**Start**“ Taste wird die voreingestellte 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.

9 Auswahltabellen

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

9.1 Viskosimeter PCE-RVI 2 V1L

Das Modell PCE-RVI 2 V1L 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 U/min). Das Modell wird mit dem Standard Spindelset (L1-L4) geliefert. 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 niederviskose Substanzen wird der Einsatz des „Adapters für niederviskose Materialien“ und der speziellen Zylinderspindel (LCP) empfohlen, um genauere Messwerte zu erzielen. Das Spindelset (TL5 – TL7) wird zusammen mit dem „Adapter für kleine Probenvolumina“ genutzt. Dieses ist nicht in Standard-Lieferumfang enthalten.



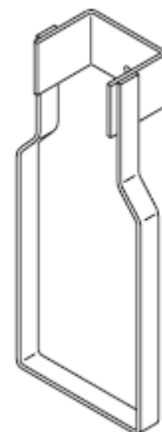
Spindelschutz

PCE-RVI 2 V1L: Standardspindeln L1-L4

Spindel	L1	L2	L3	L4
U/min	Viskosität in mPa s			
0,3	2×10^4	1×10^5	4×10^5	2×10^6
0,5	$1,2 \times 10^4$	6×10^4	$2,4 \times 10^5$	$1,2 \times 10^6$
0,6	1×10^4	5×10^4	2×10^5	1×10^6
1	6×10^3	3×10^4	$1,2 \times 10^5$	6×10^5
1,5	4×10^3	2×10^4	8×10^4	4×10^5
2	3×10^3	$1,5 \times 10^4$	6×10^4	3×10^5
2,5	$2,4 \times 10^3$	$1,2 \times 10^4$	$4,8 \times 10^4$	$2,4 \times 10^5$
3	2×10^3	1×10^4	4×10^4	2×10^5
4	$1,5 \times 10^3$	$7,5 \times 10^3$	3×10^4	$1,5 \times 10^5$
5	$1,2 \times 10^3$	6×10^3	$2,4 \times 10^4$	$1,2 \times 10^5$
6	1×10^3	5×10^3	2×10^4	1×10^5
10	6×10^2	3×10^3	$1,2 \times 10^4$	6×10^4
12	5×10^2	$2,5 \times 10^3$	1×10^4	5×10^4
20	3×10^2	$1,5 \times 10^3$	6×10^3	3×10^4
30	2×10^2	1×10^3	4×10^3	2×10^4
50	$1,2 \times 10^2$	6×10^2	$2,4 \times 10^3$	$1,2 \times 10^4$
60	1×10^2	5×10^2	2×10^3	1×10^4
100	60	3×10^2	$1,2 \times 10^3$	6×10^3
200	30	$1,5 \times 10^2$	6×10^2	3×10^3
Schritte	1 mPa s	1 mPa s	10 mPa s	10 mPa s

9.2 Viskosimeter PCE-RVI 2 V1R

Das Modell PCE-RVI 2 V1R 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 U/min). Das Modell wird mit dem Standard Spindelset (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 Spindelset TR8 – TR11 wird mit dem „Adapter für kleine Probenvolumina“ verwendet und befindet sich ebenfalls nicht im Standard-Lieferumfang.



Spindelschutz

PCE-RVI 2 V1R: Standardspindeln R2-R7 + optional R1

Spindel	R1 (optional)	R2	R3	R4	R5	R6	R7
U/min	Viskosität in mPa s						
0,3	$33,3 \times 10^3$	$133,3 \times 10^3$	$333,3 \times 10^3$	$666,6 \times 10^3$	$1,3 \times 10^6$	$3,33 \times 10^6$	$13,3 \times 10^6$
0,5	2×10^4	8×10^4	2×10^5	4×10^5	8×10^5	2×10^6	8×10^6
0,6	$16,6 \times 10^3$	$66,6 \times 10^3$	$166,6 \times 10^3$	$333,3 \times 10^3$	$666,6 \times 10^3$	$1,6 \times 10^6$	$6,6 \times 10^6$
1	1×10^4	4×10^4	1×10^5	2×10^5	4×10^5	1×10^6	4×10^6
1,5	$6,6 \times 10^3$	$26,6 \times 10^3$	$66,6 \times 10^3$	$133,3 \times 10^3$	$266,6 \times 10^3$	$666,6 \times 10^3$	$2,6 \times 10^6$
2	5×10^3	2×10^4	5×10^4	1×10^5	2×10^5	5×10^5	2×10^6
2,5	4×10^3	16×10^3	4×10^4	8×10^4	16×10^4	4×10^5	$1,6 \times 10^6$
3	$3,3 \times 10^3$	$13,3 \times 10^3$	$33,3 \times 10^3$	$66,6 \times 10^3$	$133,3 \times 10^3$	$333,3 \times 10^3$	$1,3 \times 10^6$
4	$2,5 \times 10^3$	1×10^4	$2,5 \times 10^4$	5×10^4	1×10^5	$2,5 \times 10^5$	1×10^6
5	2×10^3	8×10^3	2×10^4	4×10^4	8×10^4	2×10^5	8×10^5
6	$1,6 \times 10^3$	$6,6 \times 10^3$	$16,6 \times 10^3$	$33,3 \times 10^3$	$66,6 \times 10^3$	$166,6 \times 10^3$	$66,6 \times 10^3$
10	1×10^3	4×10^3	1×10^4	2×10^4	4×10^4	1×10^5	4×10^5
12	$8,33 \times 10^2$	$3,3 \times 10^3$	$8,3 \times 10^3$	$16,6 \times 10^3$	$33,3 \times 10^3$	$83,3 \times 10^3$	$333,3 \times 10^3$
20	5×10^2	2×10^3	5×10^3	1×10^4	2×10^4	5×10^4	2×10^5
30	$3,33 \times 10^2$	$1,3 \times 10^3$	$3,3 \times 10^3$	$6,6 \times 10^3$	$13,3 \times 10^3$	$33,3 \times 10^3$	$133,3 \times 10^3$
50	2×10^2	8×10^2	2×10^3	4×10^3	8×10^3	2×10^4	8×10^4
60	$1,66 \times 10^2$	$6,6 \times 10^2$	$1,6 \times 10^3$	$3,3 \times 10^3$	$6,6 \times 10^3$	$16,6 \times 10^3$	$66,6 \times 10^3$
100	1×10^2	4×10^2	1×10^3	2×10^3	4×10^3	1×10^4	4×10^4
200	50	2×10^2	5×10^2	1×10^3	2×10^3	5×10^3	2×10^4
Schritte	1 mPa s	1 mPa s	10 mPa s	10 mPa s	10 mPa s	100 mPa s	100 mPa s

10 Zubehör**10.1 Adapter für kleine Probenvolumina****Messbereich**

Modell V1L: 1,5* - 200.000 mPa s/cP

Modell V1R: 25* - 3.300.000 mPa s/cP

*Die hohen Rotationsgeschwindigkeiten, die zur Messung geringer Viskositätswerte benötigt werden, können einen negativen Einfluss auf die Viskositätswerte haben.

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

Beschreibung

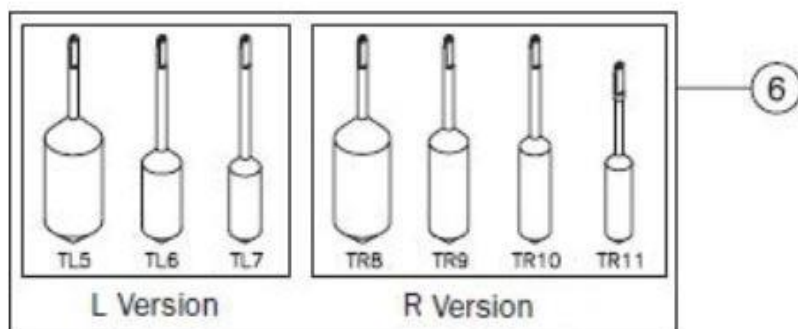
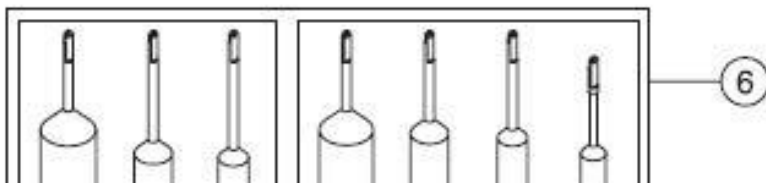
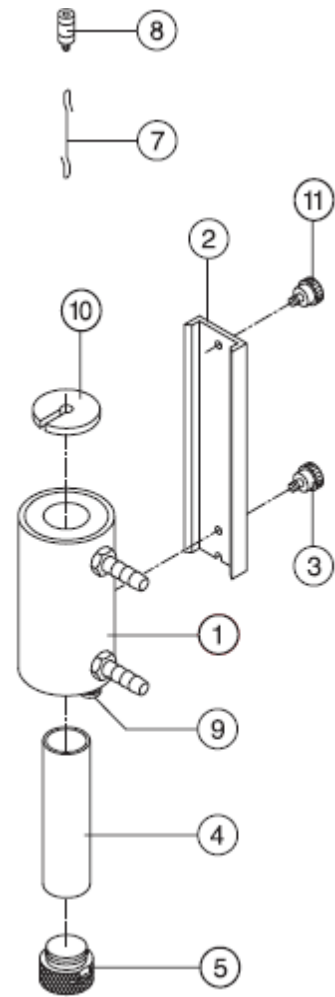
Der Adapter für kleine Probenvolumina ist ein Zubehöerteil für eine Präzisionsspindel, die in einem Probenbehälter rotiert. Dieser Behälter passt in einen Wassermantel, in dem das Wasser zirkulieren kann und ermöglicht präzise Temperaturkontrollen (zwischen -10 °C und 100 °C). Der Adapter muss separat mit dem speziellen Spindelset bestellt werden. Er wird normalerweise für sehr kleine Probenvolumina verwendet (8 – 13 ml).

Dieses Zubehöerteil kann in 2 Versionen bestellt werden:

- Standard Adapter
- Adapter mit Temperatursensor unter der unteren Abdeckung für die direkte Bestimmung der Proben temperatur.

Montage

- Befestigen Sie anhand der Schraube (3) den Wassermantel (1) an der der Halterung (2).
- Schließen Sie den Probenbehälter (4) anhand des Verschlusses (5). Stellen Sie sicher, dass der Verschluss richtig fest ist.
- Füllen Sie den Probenbehälter (4). Stellen Sie sicher, dass sich keine Luftblasen mehr im Behälter befinden. Halten Sie den Behälter schräg und füllen Sie ihn mit einer großen Spritze. Die Menge des nötigen Probenvolumens ist relativ gering (8 – 13 ml).
- Überprüfen Sie die Probenmenge. Die Spindel sollte vollständig bedeckt sein.
- Hängen Sie die gewünschte Spindel (6) an den Spindelhaken (7). Befestigen Sie den Haken an der Schraube (8).
- Führen Sie die Spindel mit Schraube und Haken in den Probenbehälter ein.
- Schieben Sie den Probenbehälter (4) von unten in den Wassermantel (1).
- Befestigen Sie den Probenbehälter (4) im Wassermantel (1). Die Nut der Verschlusskappe (5) muss parallel zur Befestigungsschraube (9) des Wassermantels ausgerichtet werden. Drehen Sie den Probebehälter, um dies zu erreichen.
- Legen Sie die Abdeckscheibe (10) auf. Achten Sie darauf, dass die Spindel dabei nicht in den Probebehälter fällt.
- Befestigen Sie jetzt die Halterung (2) mit der Schraube (11) am Viskosimeter.



**Auswahltabellen für Spezialspindeln
PCE-RVI 2 V1L (TL5-TL7)**

Spindel	TL5	TL6	TL7
U/min	Viskosität in mPa s		
0,3	1×10^4	1×10^5	2×10^5
0,5	6×10^3	6×10^4	$1,2 \times 10^5$
0,6	5×10^3	5×10^4	1×10^5
1	3×10^3	3×10^4	6×10^4
1,5	2×10^3	2×10^4	4×10^4
2	$1,5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^4$	3×10^4
2,5	$1,2 \times 10^3$	$1,2 \times 10^4$	$2,4 \times 10^4$
3	1×10^3	1×10^4	2×10^4
4	$7,5 \times 10^2$	$7,5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^4$
5	6×10^2	6×10^3	$1,2 \times 10^4$
6	5×10^2	5×10^3	1×10^4
10	3×10^2	3×10^3	6×10^3
12	$2,5 \times 10^2$	$2,5 \times 10^3$	5×10^3
20	$1,5 \times 10^2$	$1,5 \times 10^3$	3×10^3
30	1×10^2	1×10^3	2×10^3
50	60	6×10^2	$1,2 \times 10^3$
60	50	5×10^2	1×10^3
100	30	3×10^2	6×10^2
200	15	$1,5 \times 10^2$	3×10^2
Schritte	0,1 mPa s	1 mPa s	10 mPa s

Eigenschaften der Spezialspindeln

Spindel	Schergeschwindigkeit (S. R.) (Seg.-1)	Probenvolumen (cc)
TL5	$1,32 \times \text{U/min}$	8,0
TL6	$0,34 \times \text{U/min}$	10,0
TL7	$0,28 \times \text{U/min}$	9,5

Die angegebenen Schergeschwindigkeiten (S.R.) wurden aufgrund der Annahme errechnet, dass die Flüssigkeiten newtonsche Eigenschaften haben.

PCE-RVI 2 V1R (TR8-TR11)

Spindel	TR8	TR9	TR10	TR11
U/min	Viskosität in mPa s			
0,3	$166,6 \times 10^3$	$833,3 \times 10^3$	$1,6 \times 10^6$	$3,3 \times 10^6$
0,5	1×10^5	5×10^5	1×10^6	2×10^6
0,6	$83,3 \times 10^3$	$416,6 \times 10^3$	$833,3 \times 10^3$	$1,6 \times 10^6$
1	5×10^4	25×10^4	5×10^5	1×10^6
1,5	$33,3 \times 10^3$	$166,6 \times 10^3$	$333,3 \times 10^3$	$666,6 \times 10^3$
2	25×10^3	125×10^3	25×10^4	5×10^5
2,5	2×10^4	1×10^5	2×10^5	4×10^5
3	$16,6 \times 10^3$	$83,3 \times 10^3$	$166,6 \times 10^3$	$333,3 \times 10^3$
4	$12,5 \times 10^3$	$62,5 \times 10^3$	125×10^3	25×10^4
5	1×10^4	5×10^4	1×10^5	2×10^5
6	$8,3 \times 10^3$	$41,6 \times 10^3$	$83,3 \times 10^3$	$166,6 \times 10^3$
10	5×10^3	25×10^3	5×10^4	1×10^5
12	$4,16 \times 10^3$	$20,83 \times 10^3$	$41,6 \times 10^3$	$83,3 \times 10^3$
20	$2,5 \times 10^3$	$12,5 \times 10^3$	25×10^3	5×10^4
30	$1,6 \times 10^3$	$8,3 \times 10^3$	$16,6 \times 10^3$	$33,3 \times 10^3$
50	1×10^3	5×10^3	1×10^4	2×10^4
60	$83,3 \times 10^2$	$4,16 \times 10^3$	$8,3 \times 10^3$	$16,6 \times 10^3$
100	5×10^2	$2,5 \times 10^3$	5×10^3	1×10^4
200	$2,5 \times 10^2$	$1,25 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$	5×10^3
Schritte	10 mPa s	100 mPa s	100 mPa s	100 mPa s

Eigenschaften der Spezialspindeln

Spindel	Schergeschwindigkeit (S. R.) (Seg.-1)	Probenvolumen (cc)
TR8	0,93 x U/min	8,0
TR9	0,34 x U/min	10,5
TR10	0,28 x U/min	11,5
TR11	0,25 x U/min	13,0

Die angegebenen Schergeschwindigkeiten (S.R.) wurden aufgrund der Annahme errechnet, dass die Flüssigkeiten newtonsche Eigenschaften haben.

10.2 Adapter für niederviskose Materialien**Messbereich**

Modell V1L: 0,3* - 2.000 mPa s/cp

Modell V1R: 3,2* - 21.333 mPa s/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.

Beschreibung

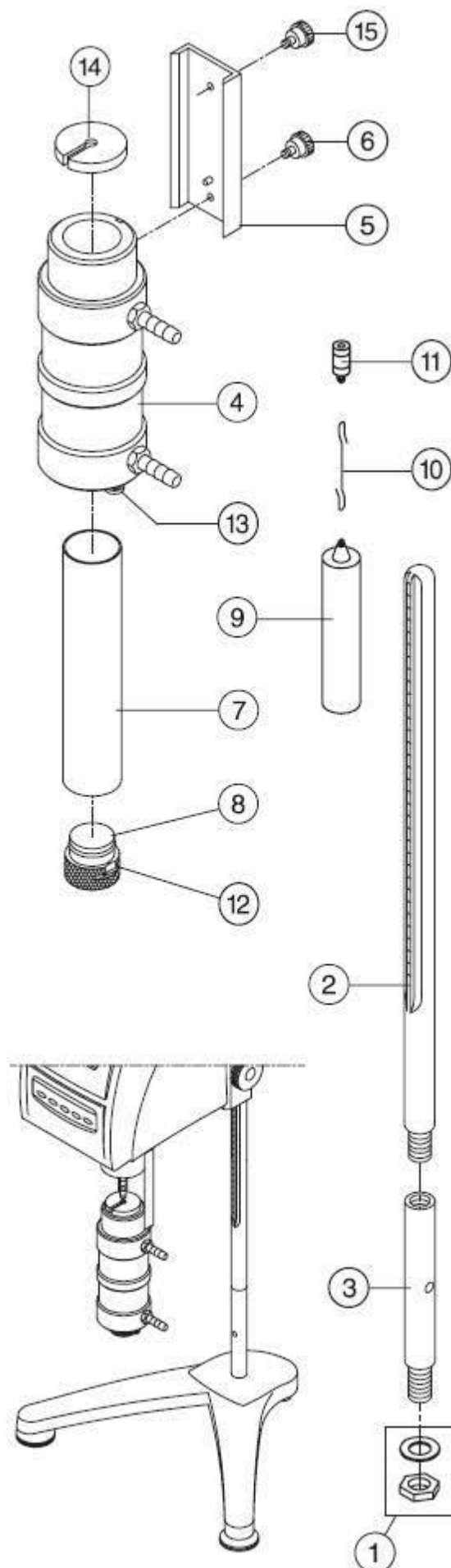
Der Adapter zur Messung niederviskoser Stoffe ist ein Zubehörteil für eine Präzisionsspindel, die in einem Probenbehälter rotiert. Dieser Behälter passt in einen Wassermantel, in dem das Wasser zirkulieren kann und ermöglicht präzise Temperaturkontrollen. Der Adapter mit der LCP Spindel muss separat bestellt werden. Diese Spindel ermöglicht die präzise und reproduzierbare Bestimmung von niederviskosen Flüssigkeiten sowie deren Schergeschwindigkeiten.

Dieses Zubehörteil kann in 3 Versionen bestellt werden:

- Standard Adapter
- Adapter mit Temperatursensor unter der unteren Abdeckung für die direkte Bestimmung der Probentemperatur.
- Hochtemperaturadapter. Die Temperaturregelung der Flüssigkeit erfolgt durch Eintauchen des Probebehälters in ein Wasserbad. Der obere und untere Verschluss des Probebehälters besteht aus Teflon™, somit sind Temperaturen bis zu 200 °C möglich.

Montage

- Entfernen Sie Mutter und Unterlegscheibe (1) von der Zahnstange (2).
- Befestigen Sie die Verlängerungsstange (3) anhand der Mutter und der Unterlegscheibe (1) zwischen dem Ständer und der Zahnstange (2).
Die Verlängerungsstange wird aufgrund der Länge des LCP Adapters benötigt. Ohne die Verlängerungsstange wäre es schwierig, den Adapter korrekt am Viskosimeter zu befestigen.
- Befestigen Sie den Wassermantel (4) anhand der Schraube (6) an der Halterung (5).
- Verschließen Sie den Probenbehälter (7) mit der Verschlusskappe (8). Stellen Sie sicher, dass diese den Probenbehälter fest verschließt.
- Füllen Sie den Probenbehälter (7). Achten Sie darauf, dass keine Luftblasen im Behälter verbleiben. Verwenden Sie zum Befüllen des Behälters eine große Spritze. Die benötigte Probenmenge ist sehr klein (18 ml).
- Überprüfen Sie den Füllstand. Bei korrekter Probenmenge sollte die Spindel vollständig bedeckt sein.
- Hängen Sie die LCP Spindel (9) an den Spindelhaken (10). Befestigen Sie den Haken an der Schraube (11).
- Führen Sie Spindel mit Haken (10) und Schraube (11) in den Probenbehälter ein.
- Schieben Sie den Probenbehälter (7) von unten in den Wassermantel (4).
- Befestigen Sie den Probenbehälter (7) im Wassermantel (4). Die Nut der unteren Verschlusskappe (12) muss parallel zur Befestigungsschraube (13) des Zylindermantels ausgerichtet werden. Drehen Sie dazu den Probenbehälter.
- Bringen Sie die obere Verschlusskappe (14) an. Achten Sie darauf, dass die Spindel nicht in den Probenbehälter fällt.
- Befestigen Sie die Halterung (5) anhand der Schraube (15) am Viskosimeter.



Auswahltabelle für das PCE-RVI 2 V1L / V1R

Spindel	V1L	V1R
	LCP	LCP
rpm	Viskosität in mPa s	
0,3	2000,00	21333,00
0,5	1200,00	12800,00
0,6	1000,00	10666,00
1	600,00	6400,00
1,5	400,00	4266,00
2	300,00	3200,00
2,5	240,00	2560,00
3	200,00	2133,00
4	150,00	1600,00
5	120,00	1280,00
6	100,00	1066,00
10	60,00	640,00
12	50,00	533,00
20	30,00	320,00
30	20,00	213,00
50	12,00	128,00
60	10,00	106,00
100	6,00	64,00
200	3,00	32,00
Schritte	0,01 mPa s	0,16 mPa s

Eigenschaften der Spezialspindeln

Spindel	Schergeschwindigkeit (S. R.) (Seg.-1)	Probenvolumen (cc)
LCP	1,224 x U/min	18

Die angegebenen Schergeschwindigkeiten (S.R.) wurden aufgrund der Annahme errechnet, dass die Flüssigkeiten newtonsche Eigenschaften haben.

10.3 Adapter für spiralförmige Bewegungen

Messbereich

Modell V1L: 156* - 9400000 mPa s/cP

Modell V1R: 1660* - 100000000 mPa s/cP

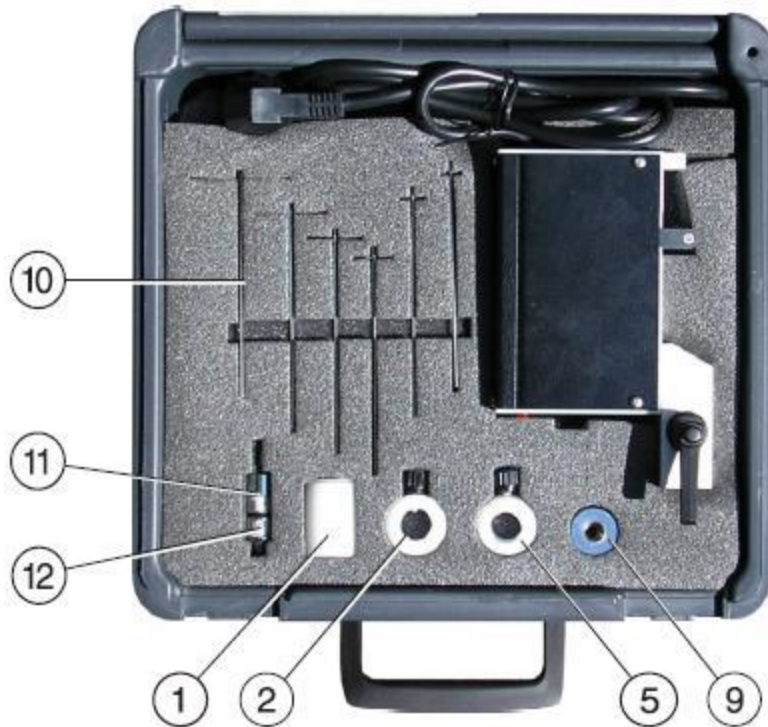
*Hohe Rotationsgeschwindigkeiten zur Messung geringer Viskositätswerte können einen negativen Einfluss auf die Ablesewerte haben.

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

Beschreibung

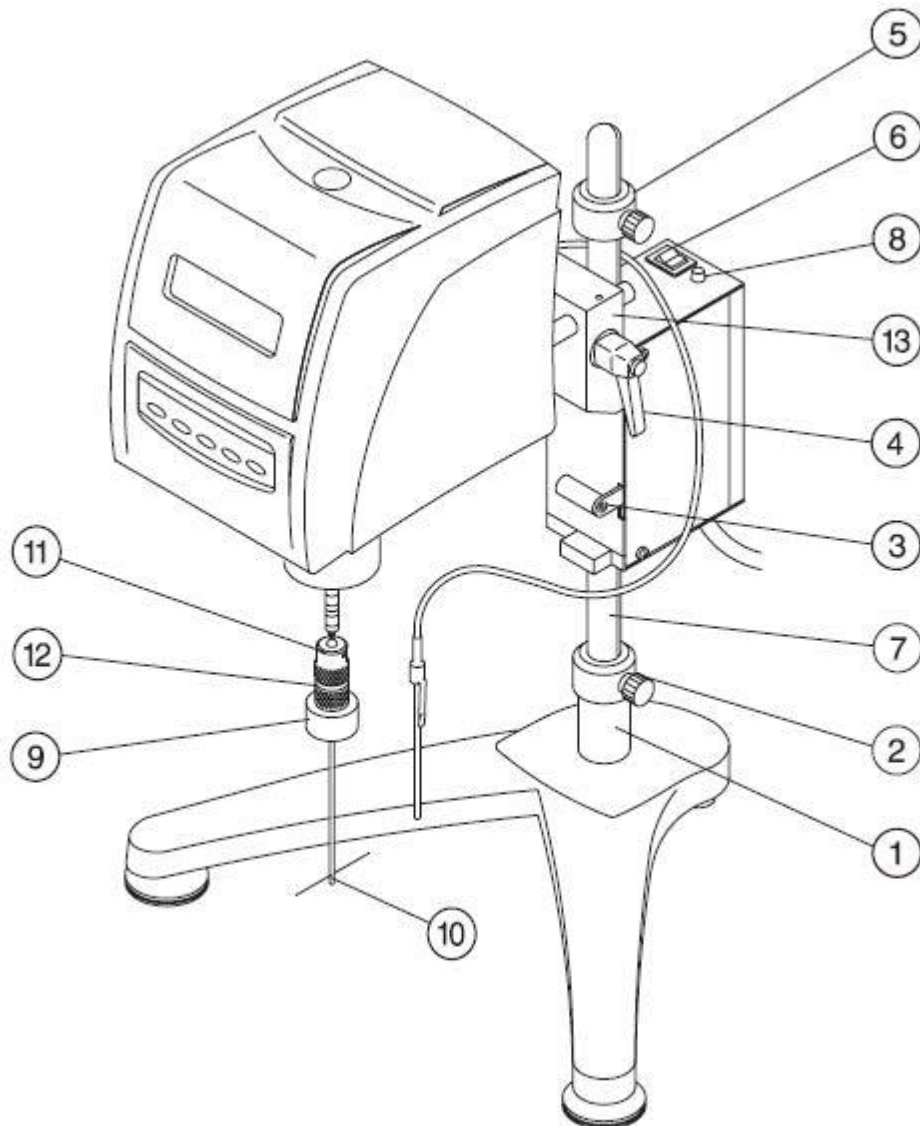
Der Adapter für spiralförmige Bewegungen ermöglicht Vergleichsmessungen in Substanzen, welche mit Standardmethoden und Standardspindeln nicht untersucht werden können. Dieses Zubehörteil eignet sich besonders für Cremes, Gel, Gelatine und andere zähe Substanzen.

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



Montage

- Entfernen Sie Mutter und die 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 Feststellring (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 Schieberiegel (3).
- Befestigen Sie den oberen Feststellring (5) mit der Schraube an der Zahnstange. Achten Sie darauf, die Schraube nicht zu fest anzuziehen.
- Richten Sie das Gerät aus.



1. Sicherungsbuchse
2. Unterer Feststellring mit Schraube
3. Schieberiegel für Adapter
4. Befestigungshebel für Messvorrichtung
5. Oberer Feststellring mit Schraube
6. EIN/AUS Schalter
7. Zahnstange
8. Betriebsanzeige
9. Gegengewicht
10. T-Spindel
11. Verbindungsschraube
12. Kontermutter
13. Klemme

- Verbinden Sie Adapter anhand der Klemme (13) mit dem Viskosimeter und ziehen Sie den Befestigungshebel (4) an.
- Verschrauben Sie das Gegengewicht (9) mit der Kontermutter (12) und der Verbindungsschraube (11).
- Lösen Sie etwas die Verbindung zwischen Kontermutter und Verbindungsschraube. Die beiden Teile sollen allerdings nicht voneinander getrennt werden.
- Führen Sie die T-Spindel (10) in das Gegengewicht (9) ein und befestigen Sie diese. Es sollte immer eine kleine Lücke zwischen Kontermutter und Kupplungsschraube verbleiben.
- Befestigen Sie die Verbindungsschraube (11) durch Drehen im Uhrzeigersinn am Viskosimeter. Schraube und Innengewinde müssen dabei schmutzfrei sein.
- Platzieren Sie den Probenbehälter unter dem Viskosimeter und tauchen Sie die Spindel durch Betätigen des Schiebehebels (3) in die Probe.
- Befestigen Sie die Feststellringe unter Berücksichtigung folgender Punkte:
Oberer Feststerring: Spindel muss in Probe eingetaucht bleiben.
Unterer Feststerring: Spindel darf den Behälterboden nicht berühren. Andernfalls könnte die Spindel beschädigt werden, woraus fehlerhafte Viskositätswerte resultieren können.
- Verbinden Sie das Viskosimeter und den Adapter mit dem Stromnetz. Schalten Sie das Viskosimeter ein und wählen Sie eine Spindel, sowie eine Geschwindigkeit aus.
- Schalten Sie den Adapter EIN (6). Kontrollieren Sie, ob die Betriebsanzeige (8) leuchtet.

Auswahltabelle für PCE-RVI 2 V1L

Spindel	PA	PB	PC	PD	PE	PF
U/min	Viskosität in mPa s					
0,3	$62,4 \times 10^3$	$124,8 \times 10^3$	312×10^3	624×10^3	$1,56 \times 10^6$	$3,12 \times 10^6$
0,5	$37,44 \times 10^3$	$74,88 \times 10^3$	$187,2 \times 10^3$	$374,4 \times 10^3$	936×10^3	$1,872 \times 10^6$
0,6	$31,2 \times 10^3$	$62,4 \times 10^3$	156×10^3	312×10^3	780×10^3	1×10^6
1	$18,72 \times 10^3$	$37,44 \times 10^3$	$93,6 \times 10^3$	$187,2 \times 10^3$	468×10^3	936×10^3
1,5	$12,48 \times 10^3$	$24,96 \times 10^3$	$62,4 \times 10^3$	$124,8 \times 10^3$	312×10^3	624×10^3
2	$9,36 \times 10^3$	$18,72 \times 10^3$	$46,8 \times 10^3$	$93,6 \times 10^3$	234×10^3	468×10^3
2,5	$7,488 \times 10^3$	$14,976 \times 10^3$	$37,44 \times 10^3$	$74,88 \times 10^3$	$187,2 \times 10^3$	$374,4 \times 10^3$
3	$6,24 \times 10^3$	$12,48 \times 10^3$	$31,2 \times 10^3$	$62,4 \times 10^3$	156×10^3	312×10^3
4	$4,68 \times 10^3$	$9,36 \times 10^3$	$23,4 \times 10^3$	$46,8 \times 10^3$	117×10^3	234×10^3
5	$3,744 \times 10^3$	$7,488 \times 10^3$	$18,72 \times 10^3$	$37,44 \times 10^3$	$93,6 \times 10^3$	$187,2 \times 10^3$
6	$3,12 \times 10^3$	$6,24 \times 10^3$	$15,6 \times 10^3$	$31,2 \times 10^3$	78×10^3	156×10^3
10	$1,872 \times 10^3$	$3,744 \times 10^3$	$9,36 \times 10^3$	$18,72 \times 10^3$	$46,8 \times 10^3$	$93,6 \times 10^3$
12	$1,56 \times 10^3$	$3,12 \times 10^3$	$7,8 \times 10^3$	$15,6 \times 10^3$	39×10^3	78×10^3
Schritte	1 mPa s	1 mPa s	2 mPa s	4 mPa s	8 mPa s	16 mPa s

Auswahltabelle für PCE-RVI 2 V1R

Spindel	PA	PB	PC	PD	PE	PF
U/min	Viskosität in mPa s					
0,3	$666,6 \times 10_3$	$1,3 \times 10^6$	$3,3 \times 10^6$	$6,6 \times 10^6$	$16,6 \times 10^6$	$33,3 \times 10^6$
0,5	$4 \times 10_5$	8×10^5	2×10^6	4×10^6	10×10^6	20×10^6
0,6	$333,3 \times 10_3$	$666,6 \times 10^3$	$1,6 \times 10^6$	$3,3 \times 10^6$	$8,3 \times 10^6$	$16,6 \times 10^6$
1	$2 \times 10_5$	4×10^5	1×10^6	2×10^6	5×10^6	10×10^6
1,5	$133,3 \times 10_3$	$266,6 \times 10^3$	$666,6 \times 10^3$	$1,3 \times 10^6$	$3,3 \times 10^6$	$6,6 \times 10^6$
2	$1 \times 10_5$	2×10^5	5×10^5	1×10^6	$2,5 \times 10^6$	5×10^6
2,5	$8 \times 10_4$	16×10^4	4×10^5	8×10^5	2×10^6	4×10^6
3	$66,6 \times 10_3$	$133,3 \times 10^3$	$333,3 \times 10^3$	$666,6 \times 10^3$	$1,6 \times 10^6$	$3,3 \times 10^6$
4	$5 \times 10_4$	1×10^5	25×10^4	5×10^5	$1,25 \times 10^6$	$2,5 \times 10^6$
5	$4 \times 10_4$	8×10^4	2×10^5	4×10^5	1×10^6	2×10^6
6	$33,3 \times 10_3$	$66,6 \times 10^3$	$166,6 \times 10^3$	$333,3 \times 10^3$	$833,3 \times 10^3$	$1,6 \times 10^6$
10	$2 \times 10_4$	4×10^4	1×10^5	2×10^5	5×10^5	1×10^6
12	$16,6 \times 10_3$	$33,3 \times 10^3$	$83,3 \times 10^3$	$166,6 \times 10^3$	$416,6 \times 10^3$	$833,2 \times 10^3$
Schritte	5 mPa s	10 mPa s	25 mPa s	50 mPa s	125 mPa s	250 mPa s

11 Kalibrierung

Kontaktieren Sie die PCE Deutschland GmbH.

12 Fehlersuche

Das Gerät funktioniert nicht.	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfen Sie die Netzverbindung. • Überprüfen Sie die Schalterposition.
Die Spindel dreht sich nicht mittig.	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfen Sie die korrekte Ausrichtung der Spindel im Schaft. • Überprüfen Sie die Verbindung zwischen Spindel und Schaft auf Verunreinigungen.
Im Vakuum zeigt das Gerät nicht „0“ an.	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfen Sie die richtige Ausrichtung des Gerätes.
Angezeigter Viskositätswert schwankt oder ist ungenau.	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfen Sie die richtige Ausrichtung des Gerätes. • Überprüfen Sie die richtige Auswahl von Spindel und Geschwindigkeit. • Stellen Sie eine konstante Proben temperatur sicher. • Das Problem könnte auf die besonderen Eigenschaften der Probe zurückzuführen sein.

13 Gewährleistung

Das Gerät hat 2 Jahre Garantie auf Verarbeitungs- und Materialfehler. Innerhalb dieses Zeitraums werden defekte Geräteteile 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 Missachtung der Bedienungsanleitung. Auch wenn wir unser Möglichstes tun, um eine vollständige und korrekte Bedienungsanleitung mitzuliefern, können wir keine Garantie für Druckfehler übernehmen.

14 Entsorgung

HINWEIS nach der Batterieverordnung (BattV)

Batterien dürfen nicht in den Hausmüll gegeben werden: Der Endverbraucher ist zur Rückgabe gesetzlich verpflichtet. Gebrauchte Batterien können unter anderem bei eingerichteten Rücknahmestellen oder bei der PCE Deutschland GmbH zurückgegeben werden.

Annahmestelle nach BattV:

PCE Deutschland GmbH
Im Langel 4
59872 Meschede

Zur Umsetzung der ElektroG (Rücknahme und Entsorgung von Elektro- und Elektronikaltgeräten) nehmen wir unsere Geräte zurück. Sie werden entweder bei uns wiederverwertet oder über ein Recyclingunternehmen nach gesetzlicher Vorgabe entsorgt.

WEEE-Reg.-Nr.DE69278128



Alle PCE-Produkte sind CE
und RoHS zugelassen.

15 Kontakt

Bei Fragen zu unserem Produktsortiment oder dem Messgerät kontaktieren Sie bitte die PCE Deutschland GmbH.

Postalisch:

PCE Deutschland GmbH
Im Langel 4
59872 Meschede

Telefonisch:

Support: 02903 976 99 8901
Verkauf: 02903 976 99 8903