www.warensortiment.de

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
Rotationsviskometer PCE-RVI 3

Version 1.0
04.12.2012

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Informationen 3
1.1 Einleitung 3
1.2 Anwendungsbereiche 3
1.3 Gefahrensymbole 3
1.4 Sicherheitshinweise 4
1.5 Zertifikation, Garantie und Dokumentation 5
2. Technische Daten 6
3. Viskometer in Betrieb nehmen 7
3.1 Auspacken des Viskometers 7
3.2 Lieferumfang 7
3.3 Batterien einsetzen 8
3.4 Spindel einsetzen 8
3.5 Spindelschutz installieren 9
3.6 Ständeraufbau (optional) 10
4. Bedienung 11
4.1 Einschalten und Konfiguration 11
4.2 Messen 13
5. Kalibrierung des Viskometers 15
5.1 Funktionskontrolle des Viskometers 15
5.2 Automatische "Abnullung" des Viskometers 15
6. Optionales Zubehör 16
7. Über Viskosität 17
7.1 Beschreibung 17
7.2 Weitere Informationen über Fluide 17
8. Viskositätstabelle 19
9. Problemlösungen 20

1. Allgemeine Informationen

1.1 Einleitung

Das PCE-RVI 3 ist ein tragbares Viskometer zur schnellen und flexiblen Ermittlung der Viskosität von Flüssigkeiten.
Das ergonomische Design des Viskometers sowie der stabile Ständer (optional) ermöglichen den Einsatz des Viskometers als mobiles oder fest installiertes Laborgerät.
Das PCE-RVI 3 ist batteriebetrieben und arbeitet mit festen Drehzahlen (20, 30, 50 oder 60 rpm). Der geringe Energieverbrauch des Gerätes ermöglicht einen Dauerbetrieb von mehr als 24h ohne Batteriewechsel. Bei Bestellung des Gerätes muss die gewünschte Geschwindigkeit in Abhängigkeit vom Messbereich ausgewählt werden. Die Viskositätswerte werden ausschließlich in Milli-Pascal-Sekunden (mPas) angegeben. Um den gesamten Messbereich abzudecken, wird das Viskometer mit einem Spindelset ausgeliefert (R2 – R7, optional R1).
Das herausstechende Merkmal des PCE-RVI 3 ist seine Benutzerfreundlichkeit. Aufgrund dieser Eigenschaft ist das PCE-RVI 3 das ideale Gerät, um Messungen während eines Produktionsprozesses, in Laboratorien oder in Forschungseinrichtungen durchzuführen und schnelle und zuverlässige Viskositätswerte zu erhalten.

1.2 Anwendungsbereiche

Das Viskometer PCE-RVI 3 wurde entwickelt, um Viskositätswerte unterschiedlichster Flüssigkeiten zu bestimmen. Das Gerät sollte nur von qualifiziertem und dafür ausgebildetem Fachpersonal verwendet werden.
Bei der Arbeit mit dem Viskometer müssen die Vorsichtsmaßnahmen und Sicherheitsbestimmungen des Laboratoriums unbedingt eingehalten werden.
Es ist nicht erlaubt, das Viskometer für einen anderen Zweck als den, in dieser Bedienungsanleitung angegebenen zu verwenden. Es besteht kein Recht auf Garantieansprüche, sollten die oben genannten Hinweise nicht beachtet werden.

1.3 Gefahrensymbole

Inbetriebnahme und Bedienung des PCE-RVI 3 sind sehr einfach durchzuführen, wenn die Hinweise dieser Bedienungsanleitung beachtet werden.
Jegliche Nutzung des Gerätes außerhalb der empfohlenen Anwendungsgebiete kann die Gesundheit des Anwenders gefährden.
Darüber hinaus werden in dieser Bedienungsanleitung Stellen hervorgehoben, bei deren Nichtbeachtung das Gerät und Anwender Schaden nehmen könnte, hervorgehoben:

Gefahr

Dieses Symbol, in Kombination mit einem entsprechenden Hinweis, signalisiert eine potentielle Verletzungsgefahr und Beschädigung des Gerätes bei Missachtung der entsprechenden Hinweise.

Vorsicht

Dieses Symbol, in Kombination mit einem entsprechenden Hinweis, warnt vor möglichen Beschädigungen des Gerätes, sollten die entsprechenden Hinweise nicht beachtet werden.

Information

Dieses Symbol weist auf Details des Viskometers hin, welche besonderer Beachtung bedürfen. Über die Hinweise in dieser Bedienungsanleitung hinausgehend, ist jeder Nutzer dazu verpflichtet, die Sicherheitshinweise und hygienischen Standards der örtlichen Gegebenheiten zu kennen und einzuhalten.

Jeder Nutzer des Gerätes muss die Bedienungsanleitung vollständig gelesen und verstanden haben bevor das Gerät in Betrieb genommen wird.

1.4 Sicherheitshinweise

Die Sicherheit des Anwenders kann nicht garantiert werden, sollten die folgenden Hinweise nicht beachtet werden.

Halten Sie die folgenden allgemeinen Vorsichtsmaßnahmen während der Nutzung des Gerätes bitte ein. Nichtbeachtung dieser Vorsichtsmaßnahmen verstößt gegen die Sicherheitsstandards. Im Falle des Missbrauchs und bei Nichteinhaltung der Sicherheitsbestimmungen kann keine Haftung übernommen werden. Garantieansprüche verfallen ebenfalls.

Batteriebetrieb

Das Viskometer ist batteriebetrieben. Es ist untersagt, die Gehäusehaube des Viskometers während des Betriebs abzunehmen. Der Austausch von Gerätekomponenten und Veränderungen an den Einstellungen darf nur von qualifiziertem Personal durchgeführt werden. Es dürfen nur original Ersatzteile verwendet werden. Ein Batteriewechsel darf nur bei ausgeschaltetem Gerät und entfernter Spindel durchgeführt werden.

Gefahren in explosiver Umgebung

Das Gerät darf nicht in entflammbarer Atmosphäre verwendet werden.
Ebenso ist es verboten, das Gerät in einer Umgebung einzusetzen, in der sich gefährliche Gaskonzentrationen bilden können.

Gefahr von Fehlfunktionen

Um Beschädigungen am Gerät zu vermeiden, sollte es nur in einem kontrollierten elektromagnetischen Umfeld verwendet werden. Dementsprechend dürfen Sendegeräte wie beispielsweise Handys nicht in der direkten Umgebung des Viskometers betrieben werden. Sollten trotzdem Fehlfunktionen auftreten, schalten Sie das Gerät aus und kontaktieren Sie ihren Händler.

1.5 Zertifikation, Garantie und Dokumentation

Zertifikation

Das Viskometer PCE-RVI 3 wurde sorgfältig getestet und geprüft. Die technischen Daten wurden kontrolliert und stimmen mit den angegebenen Daten überein. Das Gerät entspricht den internationalen Sicherheitsbestimmungen.

Garantie

Das PCE-RVI 3 besitzt 2 Jahre Garantie auf Material- und Verarbeitungsfehler. Defekte Geräteteile werden im Laufe dieser 2 Jahre kostenlos repariert oder ersetzt. Andere Garantieleistungen sind nicht enthalten. Unsachgemäße Modifikationen am Gerät oder Reparaturen durch Dritte führen zum Erlöschen der Garantie. Unsachgemäße Verwendung des Gerätes und Nichteinhaltung der Sicherheitshinweise führt ebenfalls zum Verfall der Garantie. Nach Ablauf der Garantiezeit wird der Abschluss eines Servicevertrags empfohlen. So ist die einwandfreie Funktionalität des Gerätes auch über diesen Zeitraum hinweg gewährleistet. Für weitere Informationen kontaktieren Sie ihren Händler.

Dokumentation

Diese Bedienungsanleitung wird mit jedem Gerät ausgeliefert. Kopien der Bedienungsanleitung können bei Ihrem Händler unter Angabe der Seriennummer des Gerätes und der Nummer der Bedienungsanleitung erworben werden. Trotz sorgfältiger Bearbeitung und Durchsicht sind Druckfehler und Irrtümer vorbehalten.

2. Technische Daten

Mobiles Viskometer PCE-RVI 3	
Strombedarf	Alkaline Batterien: 4 x AA/LR6
	Akkus: 4 x AA/R6
Batterieleistung	Alkaline: 1900 mAh
	Akkus: 2500 mAh
Batterielaufzeit	24 – 30 Std. Dauerbetrieb
Anzeigewerte	• Feste Drehzahl (20, 30, 50 oder 60 rpm) • Spindelauswahl (R2 – R7). Optional: R1 • Dynamische Viskosität (mPas) • Anteil am maximalen Messwert • Maximaler Messwert • Batterielevel
Kompatibilität	100 % kompatibel mit der Brookfield Methode
Spindeln	Standard Spindel Set (R2 – R7) optional: R1
Drehzahlen	• 20 rpm • 60 rpm (nur eine Geschwindigkeit voreingestellt)
Viskositätsbereiche (mit Standard Spindeln)	• Modell VP20: 200 – 200000 mPas • Modell VP60: 66 – 66600 mPas
Genauigkeit	± 2% des Anzeigewertes
Wiederholgenauigkeit	± 1%
Maße	10,5 x 16 x 25,5 cm
Gewicht	1150 g
Betriebsbedingungen	• Zwischen + 10°C und + 40°C (bei max. rel. Feuchtigkeit von 80% ohne Kondensation) • Bis zu einer Höhe von 2000 m ü. NN einsetzbar • Nur für den Gebrauch innerhalb von Gebäuden geeignet
Verschmutzungsgrad	2
Schutzklasse	IP 20

3. Viskometer in Betrieb nehmen

3.1 Auspacken des Viskometers

Nach dem Empfang des Viskometers gehen Sie schrittweise wie folgt vor:

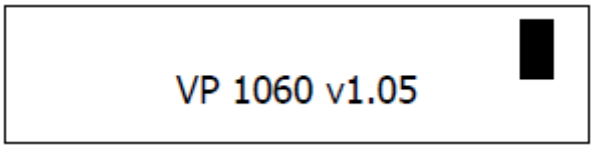
- Kontrollieren Sie zunächst die Verpackung des Viskometers um eventuell aufgetretene Transportschäden ausfindig zu machen
- Sollte die Verpackung beschädigt sein, kontaktieren Sie vor dem Öffnen die zuständige Spedition.
- Kontrollieren Sie das Gerät nach dem Auspacken auf Schäden. Sollten Sie Beschädigungen feststellen, kontaktieren Sie Ihren Händler.
- Entfernen Sie alle Verpackungselemente und Transportsicherungen, Recycle bares Material sollte in den dafür vorgesehenen Behältern entsorgt werden.

3.2 Lieferumfang

- Mobiles Rotationsviskometer PCE- RVI 3
- Standard Spindel Set (R2-R7)
- Spindelschutz
- Werkzeug
- 4 x zusätzliche Alkaline Batterien AA / LR6 (6V)

3.3 Batterien einsetzen

Das mobile Viskometer PCE-RVI 3 ist batteriebetrieben. Im Lieferumfang enthalten, sind 4 bereits im Gerät installierte Alkaline Batterien 4 x AA/LR6 (6V) sowie 4 zusätzliche Ersatzbatterien. Das Viskometer kann mit Alkaline Batterien (Typ: AA/LR6) sowie mit Akkus (Typ: AA/R6) betrieben werden. Im Dauerbetrieb haben die Batterien eine Nutzungsdauer von 24 – 30 Std. Der Ladezustand der Batterien wird auf dem Display über ein Symbol angezeigt.



Die Batterien werden auf der Unterseite des Viskometers eingelegt (s. Abb.). Um sie auszuwechseln. Gehen Sie wie folgt vor:

- Entfernen Sie die Befestigungsschraube wie in der Abbildung zu sehen.
- Entfernen Sie die Abdeckung des Batteriegehäuses und tauschen Sie die Batterien aus. Achten Sie dabei auf die richtige Polarität der Batterien.
- Um die Abdeckung in die richtige Position zu bringen, schieben Sie zunächst die Führungslaschen in die dafür vorgesehenen Nuten und befestigen Sie dann die Schraube. Auf der Abdeckung befindet sich ein Aufkleber mit den wichtigsten Daten zu diesem Viskometer.

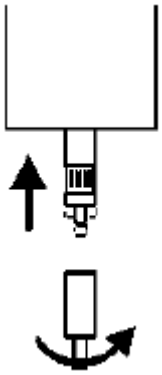
3.4 Spindel einsetzen

! Abgesehen von der Spindel R7, handelt es sich bei allen anderen Spindeln um Scheibenspindeln. Aufgrund dieser Geometrie müssen die Spindeln langsam in die Probeflüssigkeit eingetaucht werden um eine Luftblasenbildung unter den Scheiben zu verhindern.

- Halten Sie die Achse mit der eine Hand fest und schieben Sie

Die Spindel mit der anderen Hand von unten auf die Drehachse.

- Um die Spindel mit der Achse zu verschrauben, drehen Sie Die Spindel entgegen dem Uhrzeigersinn auf die Achse, wie In nebenstehender Abbildung zu sehen.
- Nach Befestigung von Spindel und Achse, tauchen Sie die Spindel bis zur oberen Füllstand-Markierung auf der Spindel in die Flüssigkeit ein. Achten Sie darauf, weder Spindel noch Achse an die Gefäßwandung zu stoßen. Andernfalls könnte die senkrechte Ausrichtung der Achse beschädigt werden.



Gehen Sie bei diesem Schritt vorsichtig vor um ein Verbiegen der Spindel oder eine Beschädigung der Achse zu vermeiden.

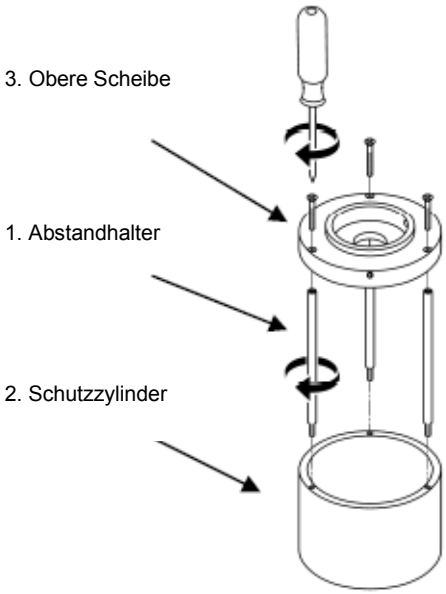
Die Spindel und das Gewinde Gegenstück auf der Achse müssen absolut schmutzfrei sein.

Die R7 Spindel muss bis zur mittleren Markierung eingetaucht werden.

Die Spindeln bestehen aus rostfreiem Stahl. Jede Spindel ist mit ihrer entsprechenden Bezeichnung auf dem Spindelkopf gekennzeichnet.

3.5 Spindelschutz installieren

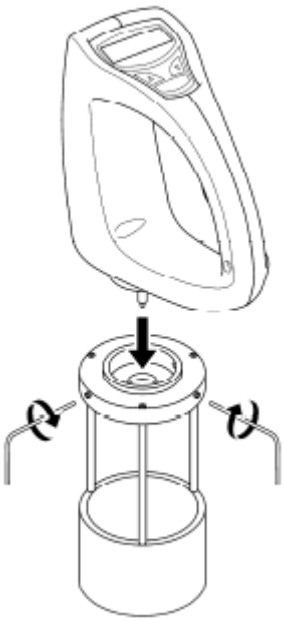
Um die empfindlichsten Teile des PCE-RVI 3 (Spindel und Schaft) vor Beschädigungen zu schützen, wird das Gerät mit einem Schutzzylinder ausgeliefert. Die Vorrichtung erlaubt es auch, das Probevolumen auf das Fassungsvermögen des Zylinders zu begrenzen. Messungen werden dadurch genauer und können auch ohne das Festhalten des Gerätes durchgeführt werden, da der Zylinder exakt in einen 800 ml Becher passt.



Der Zusammenbau dieser Vorrichtung ist einfach. Folgen Sie den untenstehenden Anweisungen und den Hinweisen nebenstehender Abbildung.

- Schrauben Sie die Abstandhalter (1.) in die Bohrungen des Schutzzylinders (2.).
- Verbinden Sie dieses Element mit der oberen Scheibe (3.) unter Verwendung der mitgelieferten Schrauben.

Nach dem Zusammenbau des Spindelschutzes muss der Schutz am Viskometer befestigt werden.



- Schieben Sie die Achse des Viskometers vorsichtig in die obere
  Scheibe der Schutzvorrichtung wie in der Abbildung zu sehen.

- Nutzen Sie den mitgelieferten Innensechskantschlüssel um die Schutzvorrichtung mit dem Schaft des Viskometers zu Verschrauben.

**! Gehen Sie beim Verschrauben von Schutzvorrichtung und
Viskometer vorsichtig vor, um Beschädigungen an Spindel und Schaft zu vermeiden.**

Nach Installation der Schutzvorrichtung kann das Viskometer senkrecht aufgestellt werden, ohne festgehalten werden zu müssen.

- Befestigen Sie jetzt wie bereits oben beschrieben die gewünschte Spindel am Schaft. Das Gerät ist jetzt einsatzbereit.

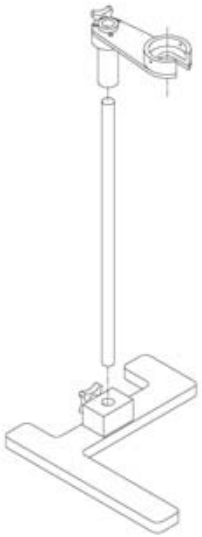
3.6 Ständeraufbau (optional)

Gehen Sie wie folgt vor:

- Schieben Sie die Stange in die untere Ständerhalterung.

- Drehen Sie den Sterngriff und die Stange zu befestigen

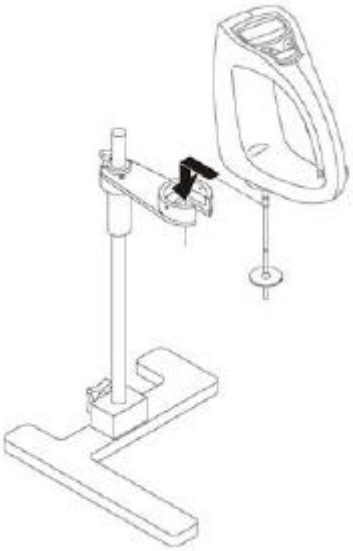
Schieben Sie die Viskometerhalterung auf die Stange. Bringen Sie die Halterung auf die gewünschte Höhe und befestigen Sie auch diese mit dem Drehgriff.



Platzieren Sie das Viskometer nach dem Zusammenbau des Ständers wie in der folgenden Abbildung zu sehen in der Halterung.

**! Gehen Sie beim Platzieren des
Viskometers in der Halterung vorsichtig vor, um Schäden an Spindel und Schaft zu vermeiden.**

- Schieben Sie das Viskometer vorsichtig in die Öffnung
- Wenn sich der Schaft in der Halterung befindet, drücken Sie das Viskometer vorsichtig nach unten, um es in der Halterung zu arretieren.
- Befestigen Sie das Viskometer mit den mitgelieferten Innensechskantschrauben an der Halterung.
- Befestigen Sie die gewünschte Spindel am Schaft des Viskometers.



Das Viskometer ist jetzt einsatzbereit.

! Da der Ständer nicht mit höhenverstellbaren Füßen ausgestattet ist, darf die Vorrichtung nur auf einer absolut ebenen Oberfläche verwendet werden.

4. Bedienung

4.1 Einschalten und Konfiguration

Die Konfiguration des PCE-RVI 3 ist sehr einfach, da der einzig veränderliche Parameter die Auswahl der Spindel ist. Die Displayanzeige kann über die „ENTER“-Taste und die „▲“- und „▼“-Taste verändert werden.

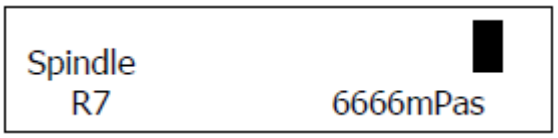
- Schalten Sie das Viskometer durch längeres Drücken (6 bis 10 Sekunden) der „ENTER“-Taste ein. Auf dem Bildschirm erscheint folgende Anzeige mit dem Batteriestatussymbol.

VP 1060 v1.05 ▮

Kurz darauf erscheint die Hauptanzeige auf dem Display mit den zuletzt gespeicherten Einstellungen.

Dem Display sind folgende Informationen zu entnehmen: Geschwindigkeit (rpm), Messeinheit (mPas), Spindeltyp (R1 – R7) und der Messbereich. Wie bereits zuvor erwähnt, arbeitet das Viskometer grundsätzlich mit einer Geschwindigkeit (20, 30, 50 oder 60 rpm) welche bei der Bestellung ausgewählt wird und einer Messeinheit: Milli Pascal Sekunfen (mPas). Der einzig veränderliche Parameter ist die Auswahl der Spindel. Sollten Sie Messungen mit einer anderen, als der auf dem Display angezeigten Spindel durchführen, gehen Sie wie folgt vor um diesen Parameter zu verändern:

- Drücken Sie kurz die „▲“- oder „▼“-Taste. Daraufhin erscheint auf dem Display folgende Information:



- Die zuletzt ausgewählte Spindel blinkt auf dem Display. Rechts wird der Messbereich angezeigt, welcher sich aus dieser Spindel und der Geschwindigkeit ergibt.

Die Messbereichsangabe bezieht sich auf den maximal messbaren Viskositätswert bei gewählter Spindel-Geschwindigkeit Kombination. Die Angabe dieses Wertes erleichtert die Auswahl der richtigen Spindel in Bezug auf die zu untersuchende Flüssigkeit.

- Nutzen Sie die „▲“- oder „▼“-Tasten um die richtige Spindel zwischen R1 und R7 auszuwählen.
- Haben Sie die richtige Spindel gefunden, drücken Sie die „ENTER“-Taste um die Auswahl zu bestätigen.

Falls Sie vergessen sollten, innerhalb der nächsten 15 Sekunden nach Auswahl der Spindel die „ENTER“-Taste zu betätigen, springt das Viskometer automatisch auf den Hauptbildschirm zurück und speichert die zuletzt ausgewählte Spindel.

Kontrollieren Sie deshalb immer ob die ausgewählte Spindel, der auf dem Display angezeigten Spindel entspricht.

4.2 Messen

Messung starten

Drücken Sie die „ENTER“-Taste um die Spindel in Rotation zu versetzen und die Messung zu starten.

Die Spindel startet mit der Drehbewegung, das Display zeigt folgende Werte an: Geschwindigkeit (20, 30, 50 oder 60 rpm), Spindelauswahl sowie Fragezeichen, welche anzeigen, dass das Viskometer gerade die Viskositätswerte ermittelt.

Messwert ermitteln

```
Rpm                    R7
mPas     ?????       ????  %
```

Daraufhin werden der Viskositätswert (in mPas) sowie der Anteil am maximal messbaren Viskositätswert angezeigt.

! Falls Sie die Hinweise dieser Anleitung nicht beachten und das Viskometer ohne Spindelschutz verwenden, achten Sie unbedingt darauf, die Spindel senkrecht in der Mitte des Probebehälters auszurichten bevor Sie das Gerät einschalten.

! Während des Messvorgangs, insbesondere beim Messen ohne Stativ, muss darauf geachtet werden, das Viskometer senkrecht im Probebehälter auszurichten, um fehlerbehaftete Messungen zu vermeiden.

Messbereichsgrenze

Falls folgende Anzeige auf dem Display erscheint, haben Sie die obere Messbereichsgrenze überschritten. Wechseln Sie in diesem Fall die Spindel.

```
Rpm                    R7
mPas ---------     ----     ---%
```

Es wird empfohlen, das Viskometer im optimalen Messbereich zwischen 10 % und 90 % des Vollausschlages zu betreiben. Nichtsdestotrotz, werden auch Messwerte von 5 % bis 100 % des Vollausschlags angezeigt. Unterhalb von 5 % zeigt das Viskometer einen Messwert von „0“ an.

Messung beenden

Zum Beenden der Messung drücken Sie erneut die „ENTER“-Taste. Der aktuelle Messwert und Anteil des Vollausschlags bleiben auf dem Display stehen.

Um eine neue Messung zu starten, gehen Sie wie bereits oben beschrieben vor.

Viskometer ausschalten

Drücken Sie die „ENTER“-Taste für mehrere Sekunden. Auf dem Display erscheint folgende Anzeige:

Power Off
Shutting Down

! Vergessen Sie nicht, das Gerät nach der Messung auszuschalten (durch längeres Drücken der „ENTER“-Taste). Andernfalls bleibt das Viskometer aktiv, wodurch sich die Batterien entladen.

! Im Falle eines zu niedrigen Batterielevels schaltet sich das Viskometer automatisch aus, folgende Anzeige erscheint auf dem Display:

Low Battery
Shutting Down

5. Kalibrierung des Viskometers

Das Viskometer wurde vor der Auslieferung vom Hersteller mit newton`schen Ölen kalibriert. Wir empfehlen in Abhängigkeit von der Nutzungshäufigkeit eine regelmäßige Neu-Kalibrierung. Für eine sachgemäße Kalibrierung kontaktieren sie bitte Ihren Händler.

5.1 Funktionskontrolle des Viskometers

Wir empfehlen eine Funktionskontrolle des Viskometers mit unseren, auf Anfrage lieferbaren Viskosität-Standardflüssigkeiten.

Die Kalibrierflüssigkeiten sind bei zwei unterschiedlichen Temperaturen (20°C und 25°C) kalibriert, wodurch sich ein besserer Zusammenhang zwischen Temperatur und Viskosität herstellen lässt. Abhängig vom Modell stehen folgende Standardflüssigkeiten zur Verfügung:

Viskometer Modell	Viskosität Standard (mPas)
VP 20	ca. 5000
VP 60	ca. 2500

Bei Durchführung der Funktionskontrolle empfehlen wir die Verwendung der Spindel R4. Nach dem Einschalten des Viskometers und minimal 5 Messwerterfassungen, sollte der auf dem Display angezeigte Messwert, dem auf dem Zertifikat der Standard-Flüssigkeit angegebenen Wert (incl. Toleranzen) entsprechen.

Da die Viskosität stark temperaturabhängig ist, empfehlen wir bei der Funktionskontrolle des Viskometers unbedingt im Temperaturbereich zu arbeiten, welcher in den Zertifikaten der Standardflüssigkeiten angegeben ist.

5.2 Automatische „Abnullung“ des Viskometers

Falls das Viskometer nach dem Einschalten, ohne in eine Flüssigkeit eingetaucht zu sein, zu rotieren beginnt und nicht den Wert „0“ anzeigt sollten Sie wie folgt vorgehen:

- Schalten Sie das Viskometer durch längeres Drücken der „ENTER“-Taste ein, auf dem Display erscheint die Startanzeige mit Batteriesymbol.
- Drücken Sie die „▼“-Taste und direkt im Anschluss die „ENTER“-Taste um zur „Abnullungsfunktion“ zu gelangen.
- Auf dem Display erscheint folgende Anzeige:

Options
AutoZERO

- Drücken Sie die „ENTER“-Taste, folgende Anzeige erscheint auf dem Bildschirm:

Remove Spindle
Press <ENTER>

Vergessen Sie nicht, bei der automatischen „Abnullung“ die Spindel zu entfernen. Des Weiteren wird dringend empfohlen, die „Abnullung“ auf dem Ständer und nicht in der freien Hand durchzuführen. Sollte dies nicht möglich sein, achten Sie auf die senkrechte Ausrichtung des Viskometers.

- Drücken Sie die „ENTER“-Taste um mit der „Abnullung“ zu beginnen. Während dieses Vorgangs erscheint folgende Anzeige auf dem Display:

AutoZERO
wait....

- Nach erfolgreicher „Abnullung“ springt das Display automatisch in den Messmodus zurück.

6. Optionales Zubehör

Batterieladegerät R6 AA/Ni-Cd/Ni-Mh
Aufladbare Batterien
Ständer
Spezialspindel R1
Spindelhalter
Zertifizierte Newton´sche Kalibrierungsöle (600 ml)

7. Über Viskosität

7.1 Beschreibung

Das PCE-RVI 3 ist ein mobiles Rotationsviskometer zur Bestimmung der Viskosität vieler Flüssigkeiten. Die Messungen werden entsprechend der Brookfield Methode durchgeführt. Die Messergebnisse können so hervorragend mit den Ergebnissen anderer, ebenfalls nach der Brookfield Methode arbeitender Geräte, verglichen werden.

Das Funktionsprinzip dieses Viskometers gleicht dem anderer Rotationsviskometer. Eine Spindel (Scheibe oder Zylinder) wird in die Probeflüssigkeit eingetaucht um das Drehmoment zu ermitteln, welches benötigt wird, um die Spindel in Rotation zu versetzen. Der ermittelte Drehmomentwert basiert auf der Kombination von Spindelgeschwindigkeit und Spindelgeometrie. Mit dieser Methode erhält man direkt Viskositätswerte in mPas.

In Abhängigkeit von der Viskosität verhält sich der Widerstand der Flüssigkeit, welcher der Drehbewegung der Spindel entgegengesetzt ist, direkt proportional zur Spindelgeschwindigkeit und Spindelgeometrie. Das Viskometer wurde so kalibriert, dass es Viskositätswerte in mPas anzeigt. Die Kombination verschiedener Spindeltypen mit unterschiedlichen Viskometermodellen (VP 20 und VP 60) ermöglicht eine optimale Ausnutzung des Viskometermessbereichs.

7.2 Weitere Informationen über Fluide

Viskosität:
Die Viskosität ist eine charakteristische 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)
1 dPas = 100 mPas

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 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 Fluide:
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 Fluide:
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.

Viskositätswerte verschiedener Referenzflüssigkeiten

Substanz	~ Viskosität (mPas)
Motor Öl SAE 10	65
Olivenöl	84
Lacke (Airbrush)	100
Joghurt	150
Zuckerlösung 70%	400
Schmieröl	50 – 1000
Saftkonzentrat	1500
Druckfarbe	550 - 2200
Honig	10000
Nano-Cellulose	8000 - 10000
Zahnpasta	100000

8. Viskositätstabelle

Spindel	R1 (optional)	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Modell	Viskosität in mPas						
VP20	500	2000	5000	10000	20000	50000	200000
VP60	166	660	1600	3300	6600	16600	66600

Viskositätsmessbereiche (mit Standard Spindeln)
(zwischen 10% - 100% des maximalen Messwertes):

Modell VP20: 200 – 200000 mPas
Modell VP60: 66 – 66600 mPas

9. Problemlösungen

Problem	Lösung
Viskometer funktioniert nicht	• Batterielevel kontrollieren
Gerät zeigt im Ruhezustand nicht „0“ an	• Automatische „Abnullung“ durchführen
Rotation instabil und ungenau	• Auf senkrechte Ausrichtung des Viskometers achten • Auf gleichmäßige Rotationsbewegung der Spindel achten • Für konstante Temperaturbedingungen der Probeflüssigkeit sorgen • Überprüfen Sie die rheologischen Eigenschaften der Probeflüssigkeit und passen Sie die Versuchsparameter gegebenenfalls an