

# Bedienungsanleitung

## Tragbares Viskosimeter Viscolite d15 und d21



---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Sicherheitsinformationen .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Spezifikationen .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Systembeschreibung.....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Entsorgung .....</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>Kontakt.....</b>	<b>22</b>

## 1 Einleitung

Vielen Dank, dass Sie sich für den Kauf eines tragbaren Viskosimeters Viscolite d15 und d21 von PCE Instruments entschieden haben.

Das Gerät ist nicht nur einfach zu bedienen und abzulesen, sondern auch sehr robust gebaut und kann daher auch unter rauen Industriebedingungen verwendet werden. Die Viskosität kann in fast allen flüssigen Medien gemessen werden, zum Beispiel in Farb-Suspensionen, Faserstoff-Suspensionen, Öl, Schlamm, Wachsen, Honig, Sirup, Lack, Alkoholen, Abwasser und vielen weiteren. Auch im Bezug auf die Verwendungsgebiete ist das Viskosimeter sehr vielseitig. Es kann im Labor, aber auch überall mobil genutzt werden und liefert dabei schnell genaue und reproduzierbare Ergebnisse. Der Sensor hat keine beweglichen Teile, Dichtungen oder Lager. Durch das integrierte Thermometer kann direkt die Kompensation der temperaturabhängigen Viskosität am Gerät erfolgen. Anders als bei anderen Geräten dieser Art müssen keine genau vorgegebenen Mess-Volumina vorliegen, sondern nur ein Mindestvolumen. Das Viskosimeter ist so gut wie wartungsfrei. Die Erstlieferung erfolgt mit ISO-Kalibrierzertifikat.

## 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.

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

- Verwenden Sie das Gerät nicht außerhalb seiner Spezifikationen. Setzen Sie es vor allem keinen extremen Temperaturen aus.
- Wenn Sie das Gerät über einen längeren Zeitraum nicht benutzen möchten, entfernen Sie vorher die Batterien.
- Bewahren Sie den Wandler möglichst immer im Tragekoffer auf.
- Lassen Sie den Wandler nie auf dem Sensorschaft.
- Benutzen Sie den Sensor nie als Hebel für Nicht-Messzwecke.

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

Bei Fragen kontaktieren Sie bitte die PCE Deutschland GmbH.

### 3 Spezifikationen

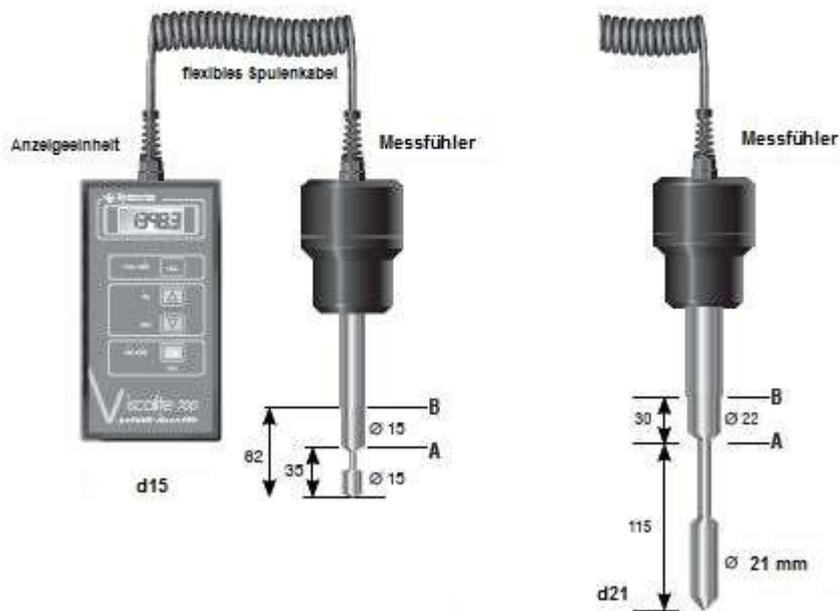


Viscolite d21 (Standard)	Viscolite d15 (kleine Sensorbauform)
Messbereich: 0 ... 10000 cP	Messbereich: 0 ... 5000 cP
Wiederholbarkeit: besser als 1 %	Wiederholbarkeit: besser als 1 %
Temperaturbereich: -20 ... +120 °C	Temperaturbereich: -20 ... +120 °C
Temperaturkompensation der Viskosität: ja, Temperaturmessung ist in der Sonde integriert	Temperaturkompensation der Viskosität: ja, Temperaturmessung ist in der Sonde integriert
Mindestprüfvolumen: 100 ml (100 ccm) (Bei kleineren Volumina verfälscht sich der Messwert der Viskosität stark)	Mindestprüfvolumen: 15 ml (15 ccm) (Bei kleineren Volumina verfälscht sich der Messwert der Viskosität stark)
Gewicht der Sonde: 700 g	Gewicht der Sonde: 500 g
Gewicht des Anzeigerätes: 500 g	Gewicht des Anzeigerätes: 500 g
Gesamtlänge der Messsonde: 305 mm	Gesamtlänge der Messsonde: 215 mm
Materialien der benetzten Teile: 316 Edelstahl Einfassung: Acetal (Delrin®)	Materialien der benetzten Teile: 316 Edelstahl Einfassung: Acetal (Delrin®)
Messgerät-Gehäuseschutzklasse: IP65	Messgerät-Gehäuseschutzklasse: IP65
Sicherheitszertifizierung: "Safe Area"	Sicherheitszertifizierung: "Safe Area"
Stromversorgung: 4 x AA Batterie	Stromversorgung: 4 x AA Batterie

## 4 Systembeschreibung

Eintauchtiefen:  
 B Viskosität oder Temperatur  
 A Nur Viskosität

Abmessungen (mm):  
 Anzeigeeinheit L 180mm B 95mm H 40mm  
 Fühler (gesamt) L 215mm (d15 Modell)  
 L 305mm (d21 Modell)



## 5 Bedienung

### 5.1 Vorbereitung

- Überprüfen Sie zuerst die Inhalte des Tragekoffers. Melden Sie etwaige Transportschäden sofort der PCE Deutschland GmbH und dem Transportunternehmen.
- Entsorgen Sie die Verpackung nicht und verwenden Sie diese, wenn Sie das Gerät weiter oder zurück senden.
- Bewahren Sie das Viscolite immer im dazugehörigen Tragekoffer auf, wenn es gerade nicht benutzt wird.
- Der Metallfühler kann in der Acetalverkleidung leicht hin und her rutschen. Dies ist normal.
- Für eine korrekte Nutzung ist es unbedingt erforderlich, dass der Sensorschaft vollkommen gerade sitzt. Lassen Sie den Wandler nicht auf dem Sensorschaft.
- Notieren Sie sich das Modell, die Seriennummer und die Nummer des Kalibrierungs- sowie des Konformitätszertifikats.

### 5.2 Einsetzen der Batterien



Batteriefach

- Das Viscolite funktioniert mit vier 1,5 V Batterien des Typs AA oder gleichwertig (LR6, AM3, MN1500).
- Finden Sie das Batteriefach an der Unterseite der Anzeigeeinheit.
- Entfernen Sie den Deckel, indem Sie an der markierten Stelle (  ) drücken und den Deckel feste nach hinten ziehen.
- Setzen Sie die Batterien richtig herum in die Halterung ein.
- Klemmen Sie die Batteriehalterung wieder in das Batteriefach ein und fügen Sie den Deckel wieder an.

Beachten Sie:

- Wenn Sie Alkaline Batterien („Duracell“ oder gleichwertig) verwenden, sollte die Betriebsdauer unter normalen Umständen bis zu 50 Stunden betragen.
- Akkus sind nicht geeignet.



### 5.3 Viskositätsmessung

Anzeigeeinheit



#### 5.3.1 Einschalten

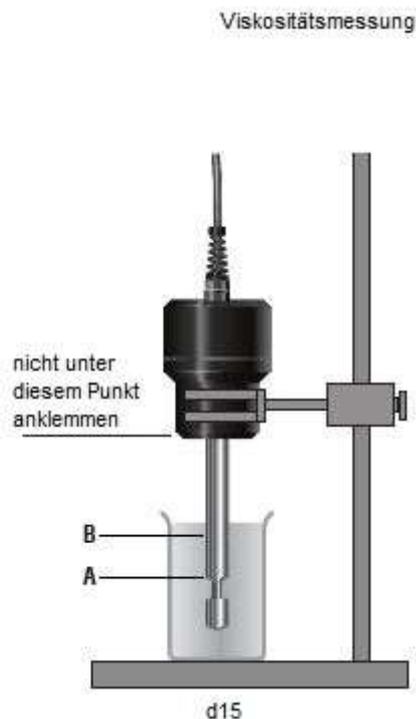
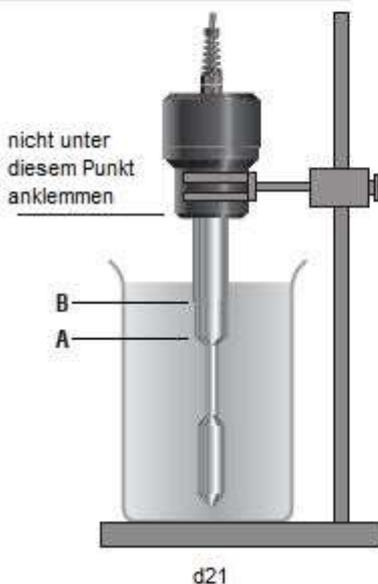
- Halten Sie die  Taste auf der Anzeigeeinheit für ein bis zwei Sekunden gedrückt.
- Das Display zeigt eine Abfolge von Ziffern, während der Mikroprozessor einen Anlaufprozess durchläuft. Es wird Ihnen dann kurz „UL“ angezeigt, bevor das Gerät zum „direkten Viskositätswert“ übergeht. Dieser stellt die dynamische Viskosität der Flüssigkeit, die sich um den Sensor herum befindet, in Centipoise (Cp) dar.
- Der Messwert wird ungefähr alle 1,5 Sekunden aktualisiert.

- Wenn Sie die Tasten  oder  drücken, erhalten Sie zwei weitere Messungen: „T“ (Temperatur) und „UL“ (temperaturkorrigierte Viskosität).
- Ein Piepton ertönt bei jedem Tastendruck.
- Um das Gerät auszuschalten, drücken Sie erneut die  Taste.

#### 5.3.2 Überprüfung der Funktionalität

- Die Anzeigeeinheit sollte 0.0 (Null) anzeigen, solange der Sensor
  - (i) einwandfrei sauber und trocken ist und
  - (ii) sich komplett in der Luft befindet, ohne etwas zu berühren.
- Das Display sollte 1.0 (genau eins) anzeigen, wenn der Sensor in 20 °C warmes Wasser eingetaucht ist, siehe weiter unten.
- Wenn der Luftwert nicht genau Null beträgt:
  - (1) überprüfen Sie, ob der Sensor einwandfrei sauber und trocken ist und nichts berührt.
  - (2) Wenn nötig, führen Sie eine „kleine Nulljustierung“ durch, siehe weiter unten.

**Mindesteintauchtiefen:**  
 B Viskosität oder Temperatur  
 A Nur Viskosität



### 5.3.3 Viskositätsmessung

- Schalten Sie das Viscolite ein.
- Tauchen Sie den Sensor in die zu messende Flüssigkeit ein. Die Eintauchtiefe entnehmen Sie der obigen Zeichnung.
- Wenn die Flüssigkeit wahrscheinlich eine andere Temperatur hat als der Sensor, planen Sie genug Zeit für einen vollständigen Temperaturengleich, bevor Sie einen Messwert ablesen.
- Die Anzeigeeinheit zeigt die dynamische Viskosität der Flüssigkeit in Centipoise (Cp), was Millipascal-Sekunden (mPas) entspricht.
- Ein instabiler Messwert kann folgende Ursachen haben:
  - (1) Temperaturunterschiede zwischen der Flüssigkeit und dem Sensor,
  - (2) Schwebstoffe in der Flüssigkeit oder
  - (3) beträchtliche Streckspannung in einer Flüssigkeit, die ein plastisches Verhalten aufweist (Bingham-Effekt).

Wenn eine der Ursachen (2) oder (3) (Schwebstoffe oder plastisches Verhalten) vorliegt, rühren Sie die Flüssigkeit leicht mit dem Fühler.

- Der Viskositätswert kann deutlich erhöht oder verringert sein, wenn:
  - (1) die Temperatur der Flüssigkeit deutlich von der Temperatur abweicht, bei der die Referenzmessung vorgenommen wurde oder
  - (2) der Sensor nicht so tief eingetaucht wurde wie in den Zeichnungen vorgesehen oder
  - (3) es sich um eine nicht-Newtonsche Flüssigkeit handelt und die Referenzmessung bei einer bedeutend anderen Schergeschwindigkeit<sup>1</sup> durchgeführt wurde oder
  - (4) die Flüssigkeitsdichte beträchtlich höher oder niedriger ist als die nominale Werkseinstellung von 1,0 g/cm<sup>3</sup>. Geben Sie in diesem Fall den korrekten Dichtewert ein, siehe weiter unten.

### 5.3.4 Temperaturmessung

- Schalten Sie das Viscolite ein.
- Stellen Sie sicher, dass der Sensor so tief eingetaucht ist wie im Bild unter „Überprüfung der Funktionalität“.
- Drücken Sie die  Taste. Das Display zeigt kurz „T“ (Temperatur) an und dann die Temperatur der Flüssigkeit, in der sich der Sensor befindet.
- Lassen Sie dem Sensor Zeit, die gleiche Temperatur wie die Flüssigkeit anzunehmen, bevor Sie den Messwert ablesen.
- Um wieder in den Modus der Viskositätsmessung zurückzukehren, drücken Sie die  Taste. Das Display zeigt dann kurz „UL“ an, bevor die aktuelle direkte Viskosität angezeigt wird.

### 5.3.5 Temperaturkorrigierte Viskosität

- Wenn die Anzeigeeinheit die direkte Viskosität anzeigt, drücken Sie zweimal die  Taste oder einmal die  Taste. Das Display zeigt kurz „UC“ an und dann die temperaturkorrigierte Viskosität.
- Weiter unten finden Sie eine detailliertere Beschreibung, wie Sie die Referenztemperatur einstellen.
- Der angezeigte Wert wird anhand der gemessenen Viskosität und Temperatur, unter Anwendung von zwei Korrekturfaktoren berechnet, die sich auf die gemessene Flüssigkeit beziehen. Weiter unten sehen Sie eine genauere Beschreibung, wie Sie diese Korrekturfaktoren eingeben.
- Um wieder in den Modus der Viskositätsmessung zurückzukehren, drücken Sie die  Taste zweimal oder die  Taste einmal. Das Display zeigt dann kurz „UL“ an, bevor die aktuelle direkte Viskosität angezeigt wird.

<sup>1</sup> Das Viscolite wird bei einer sehr hohen Schergeschwindigkeit betrieben, was eine hohe Reproduzierbarkeit begünstigt. Viele Laborviskosimeter laufen mit geringeren Schergeschwindigkeiten. Wenn die Flüssigkeit strukturviskos (pseudoplastisch oder thixotrop) ist, wird der durch das Viscolite angezeigte Wert geringer sein als wenn Sie ein Viskosimeter mit einer niedrigeren Schergeschwindigkeit benutzt hätten. Wenn die Flüssigkeit scherverdickend (dilatant oder rheopektisch) ist, fällt der Messwert des Viscolite höher aus. Siehe weiter unten.

### 5.3.6 Allgemeine Wartung

- Überprüfen Sie regelmäßig, ob das Gerät in der Luft Null anzeigt.
- Reinigen Sie den Sensor nach jeder Messung. Normalerweise müssen Sie das Viscolite dafür nicht ausschalten. Der Sensor hält einer gründlichen Reinigung stand, solange der Schaft nicht verbogen oder deformiert ist.
- Eine Überprüfung der Kalibrierung kann notwendig sein, wenn:
  - (1) Zeichen von nennenswerter Abnutzung oder Verschleiß beobachtet werden oder
  - (2) das Gerät herunterfällt oder massiven Stößen ausgesetzt ist.
- Führen Sie sofort eine Überprüfung der Kalibrierung durch, wenn der Schaft nicht genau gerade aussieht.
- Weitere Kalibrierungsüberprüfungen sind nicht notwendig, wenn das Gerät in der Luft weiterhin Null anzeigt und in Wasser eins bei 20 °C.
- Wenn nötig, können bestimmte Feineinstellungen vorgenommen werden, siehe weiter unten. Bei anderen Kalibrierungsproblemen setzen Sie sich bitte mit der PCE Deutschland GmbH in Verbindung.

## 5.4 Temperaturkorrigierte Viskosität

### 5.4.1 Einführung

- Das Viscolite arbeitet mit einem internen Algorithmus, um aus der gemessenen direkten Viskosität und der gemessenen Temperatur die temperaturkorrigierte Viskosität zu berechnen (siehe weiter unten).
- Um die Berechnung der temperaturkorrigierten Viskosität zu ermöglichen, muss der Nutzer Folgendes eingeben:
  - (1) die gewünschte Referenztemperatur und
  - (2) Korrekturfaktoren im Bezug auf die zu messende Flüssigkeit.
- Wie Sie die Korrekturfaktoren ermitteln, sehen Sie weiter unten.
- Die Korrekturfaktoren (und ein paar andere Parameter) werden eingegeben, gespeichert und im „E-Format“ angezeigt. Eine detaillierte Beschreibung, wie Sie diese Parameter eingeben, finden Sie weiter unten.

### 5.4.2 Nummern im E-Format

- Die Struktur einer Zahl im E-Format ist die Folgende:



- -E- ist der Exponent (wird immer in zwei Ziffern angezeigt).
- Int ist der ganzzahlige Anteil der Zahl (immer vier Ziffern).
- FrAc ist der Bruchteil (Dezimalteil) der Zahl (auch vier Ziffern).
- Um die komplette Zahl zu erhalten, wird die Summe aus der ganzen- und der Bruchzahl mit der um E potenzierten Basis 10 multipliziert:  $(Int. + 0,FrAC) \times 10^E$

- Zum Beispiel:  $0,61280473 = \overbrace{6128}^{Int} \overbrace{0473}^{FrAC} \times 10^{-4}$

Der Exponent -E- zeigt also an, um wie viele Stellen das Dezimalzeichen sich nach links (wenn negativ) oder nach rechts (positiv) bewegen muss, wenn die Zahl als „Int.FrAC“ dargestellt wird.

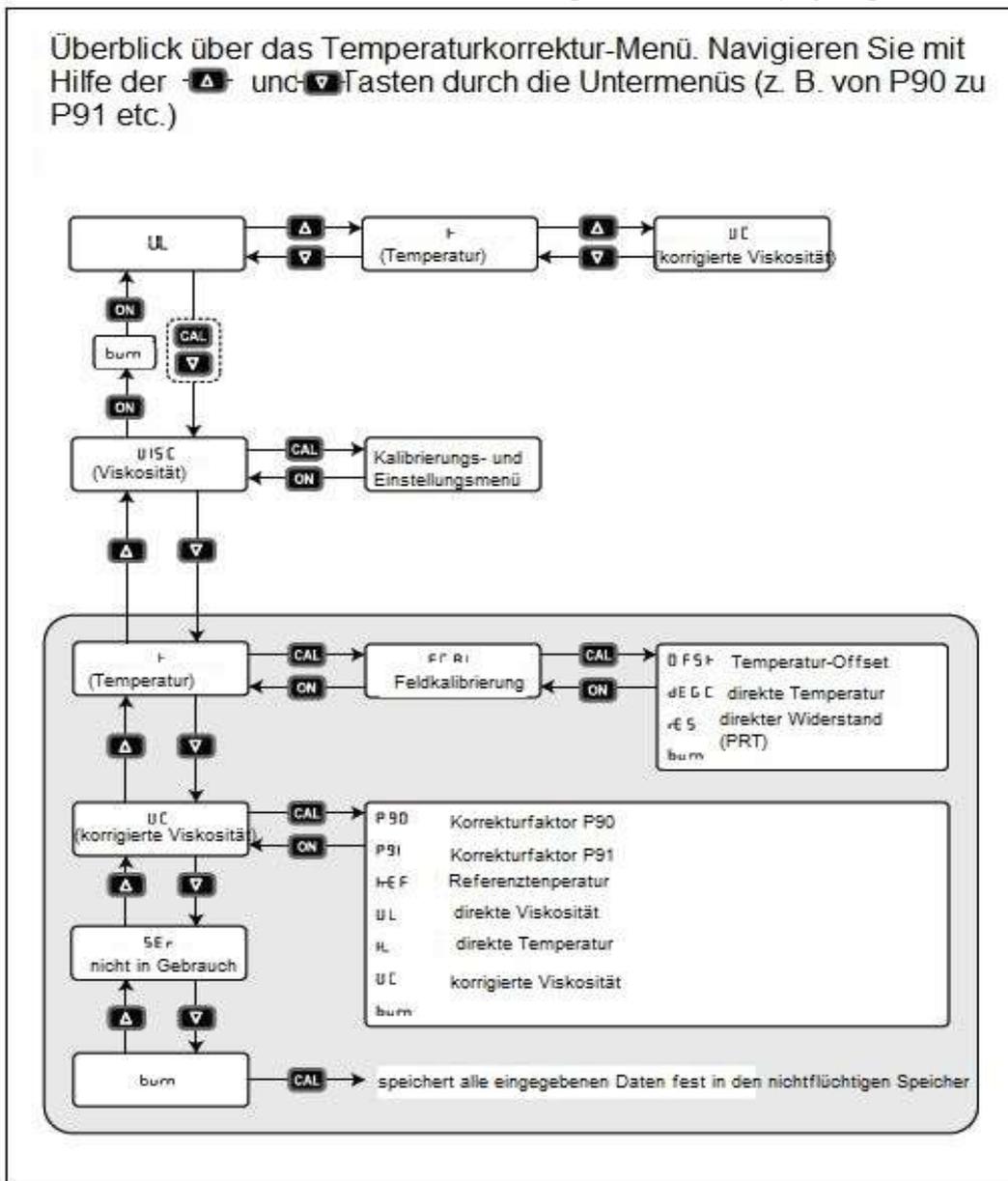
- Weitere Beispiele:

Zahl	-E-	Int	FrAC (letzte Stellen gerundet)
0,06059132781	-04	6059	1328
-58,8009340804	-02	-5880	0934
43629,5787797	01	4362	9579



### 5.4.4 Einstellung der Referenztemperatur

- Gehen Sie wie unter 5.4.3 beschrieben in den Einstellungsmodus. Das Display zeigt „ $\mu$ SC“ an.



### Haupttastfunktionen



greift auf ein Untermenü zu, erlaubt die Änderung eines numerischen Wertes oder speichert einen numerischen Wert

Auf- und Abbewegen in einem Menü oder Untermenü oder Erhöhen oder Verringern eines numerischen Wertes

Untermenü verlassen

- Drücken Sie zweimal  $\square$ . Das Display zeigt „UL“ an (siehe Temperaturkorrekturmenü)
- Drücken Sie  $\square$ . Das Display zeigt kurz „P90“ an und dann den Wert.
- Drücken Sie zweimal  $\square$ . Das Display zeigt kurz „REF“ (Referenztemperatur) an und dann den Wert in °C. Die Werksteinstellung liegt bei 15,0.
- Drücken Sie  $\square$ . Das Display fängt an zu blinken.
- Verändern Sie den Wert nach Ihren Anforderungen mit den  $\square$  und  $\square$  Tasten.
- Drücken Sie  $\square$ . Der Wert hört auf zu blinken.
- Drücken Sie  $\square$ . Das Display geht zurück zu „UL“.
- Kehren Sie anhand der  $\square$  und  $\square$  Tasten in den normalen Betriebsmodus („UL“) zurück, wie oben beschrieben.
- Wenn nötig, speichern Sie die Änderungen, wie im nächsten Kapitel beschrieben, bevor Sie das Viscolite ausschalten.

#### 5.4.5 Änderungen speichern

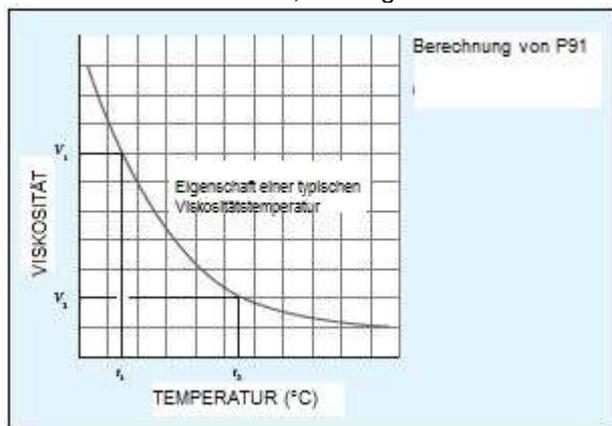
- Alle neu eingegebenen Werte gehen verloren, wenn Sie das Gerät ausschalten, es sei denn, Sie speichern sie fest in den permanenten (nichtflüchtigen Speicher). dazu:
  - (1) navigieren Sie durch das / die entsprechende(n) Menü(s) – „burn“.
  - (2) Drücken Sie 3 Sekunden lang  $\square$ . Das Display zeigt kurz „BUSY“ an, während die Daten gespeichert werden.
- Die „burn“ Funktion kann jederzeit verwendet werden, bevor das Viscolite ausgeschaltet wird. Es ist nicht notwendig, die Daten nach jeder Eingabe zu speichern.

#### 5.4.6 Bestimmung von Temperaturkorrekturfaktoren

- Die Korrekturfaktoren werden P90 und P91 genannt. Der Erste (P90) ist einfach ein Offset und kann auf Null gelassen werden. Die Werkseinstellung für P91 ist ebenfalls Null.
- Es gibt zwei Möglichkeiten, P91 zu bestimmen: (i) durch Berechnung und (ii) durch Ausprobieren.

##### (i) Berechnung von P91

- Um P91 auszurechnen, benötigen Sie die Viskosität der Flüssigkeit bei zwei Temperaturen.



Die Berechnung funktioniert folgendermaßen:

$$P91 = \frac{\log_e V_1 - \log_e V_2}{[1/(t_1 + 273)] - [1/(t_2 + 273)]}$$

$V_1$  = Viskosität bei Temperatur  $t_1$  °C  
 $V_2$  = Viskosität bei Temperatur  $t_2$  °C

- Wenn möglich, verwenden Sie für  $t_1$  und  $t_2$  Werte, die der Flüssigkeitstemperatur und der Referenztemperatur ähnlich sind.
- Geben Sie den berechneten Wert P91 ein, wie unter 5.4.3 beschrieben.
- Wenn nötig, speichern Sie den Wert wie unter 5.4.5 beschrieben, bevor Sie das Viscolite ausschalten.

(ii) Bestimmung von P91 durch Ausprobieren

- Diese Methode kann nur angewandt werden, wenn

(a) eine schwankende Flüssigkeitstemperatur zu Schwankungen des direkten Viskositätswertes (VL) führt und

(b) bekannt ist, dass die temperaturkorrigierte Viskosität stabil wäre, d. h. wirklich konstant trotz der Schwankungen des VL-Wertes.

- Navigieren Sie mit Hilfe der  $\nabla$  und  $\square$  Tasten, wie im Bild unter 5.4.4 beschrieben, durch das Temperaturkorrekturmenü zu P91.

- Geben Sie einen Wert von 5000 ein (-E- = 00, Int = 5000, FrAC = 0000), wie unter 5.4.3 beschrieben.

- Gehen Sie zu VL. Beachten Sie den Schwankungsgrad im Messwert.

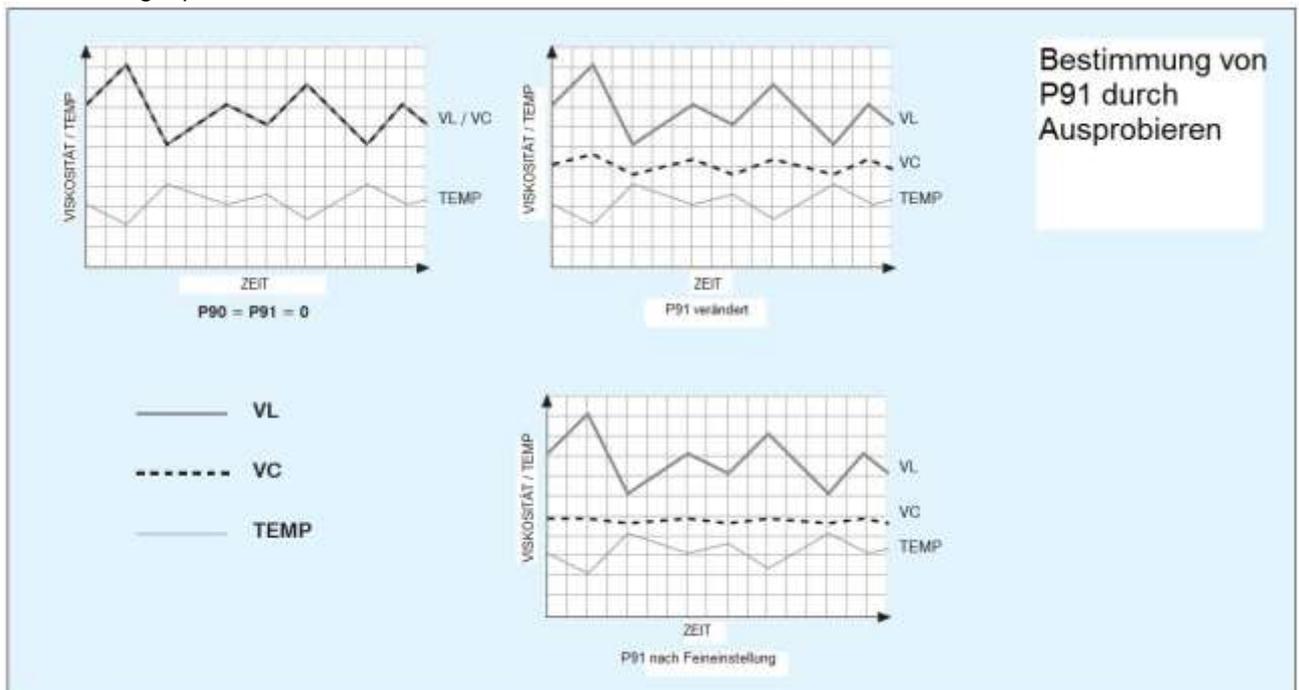
- gehen Sie zurück zu P91 und geben Sie einen höheren Wert ein, z. B. 5250 (-E- = 00, Int = 5250, FrAC = 0000).

- Gehen Sie zurück zu VL und schauen Sie, ob der Messwert mehr oder weniger schwankt.

- Wenn die Schwankung des Messwertes geringer ist, gehen Sie zurück zu P91 und erhöhen Sie den Wert wieder. Überprüfen Sie den Schwankungsgrad des VL Messwertes und fahren Sie so fort, bis sich der VL Wert stabilisiert.

- Wenn die Schwankung des Messwertes höher ist, gehen Sie zurück zu P91 und reduzieren Sie den Wert. Überprüfen Sie den Schwankungsgrad des VL Messwertes und fahren Sie so fort, bis sich der VL Wert stabilisiert.

- Wenn nötig, speichern Sie den Wert wie unter 5.4.5 beschrieben, bevor Sie das Viscolite ausschalten.



## 5.5 Betriebseinstellungen

### 5.5.1 Einführung

- Kleinere Betriebseinstellungen werden mit Hilfe des Kalibrierungs- und Einstellungsmenüs vorgenommen (siehe weiter unten).

- Die folgenden Einstellungen können vorgenommen werden:

Korrektur kleiner Viskositätsmesswerte in Luft (nicht Null)  
 Messwertstabilisierung (besonders in lauter Umgebung)  
 Skalierung des Messwertes um einen beliebigen Faktor  
 Einbezug der Flüssigkeitsdichte  
 Angabe des Messwertes in Centistokes (cst)  
 Abgleich des Viscolite mit einem Referenzviskosimeter

#### Zu finden unter

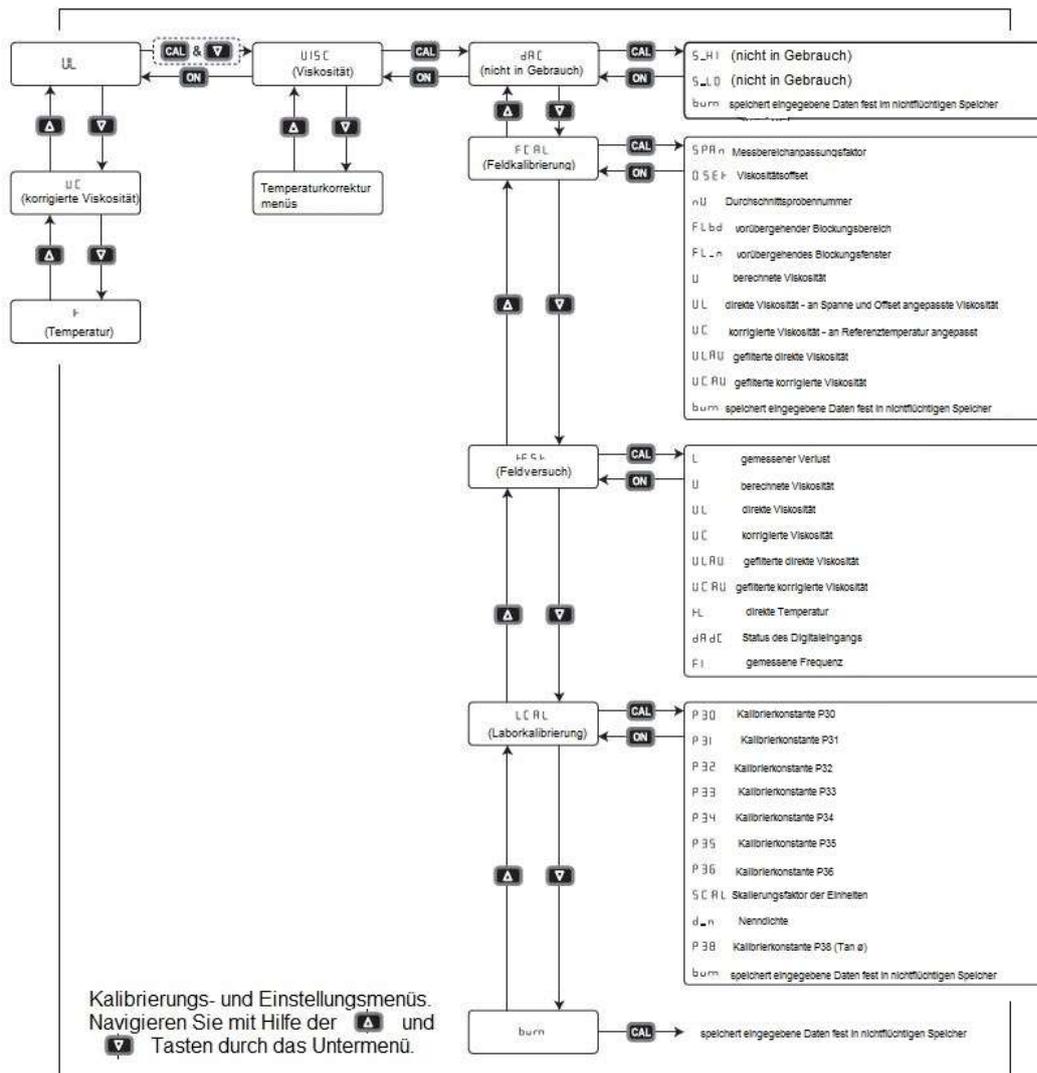
Kapitel 5.5.4  
 Kapitel 5.5.5  
 Kapitel 5.5.6  
 Kapitel 5.5.7  
 Kapitel 5.5.8  
 Kapitel 5.5.9

### 5.5.2 Änderung eines numerischen Wertes

- Die im „E-Format“ eingegebenen Parameter müssen wie unter 5.4.3 beschrieben.
- Andere Punkte werden folgendermaßen geändert:
- (1) Navigieren Sie durch das / die entsprechende(n) Menü(s), bis Sie zum gewünschten Punkt gelangen.
- (2) Der Name des Punktes wird kurz angezeigt und dann sein Wert.
- (3) Drücken Sie **CAL**. Der Wert blinkt.
- (4) Erhöhen oder verringern Sie mit Hilfe der **▽** und **△** Tasten den Wert je nach Wunsch.
- (5) Drücken Sie erneut **CAL**. Der Wert hört auf zu blinken.
- (6) Um zum nächsten Punkt im gleichen Untermenü zu gelangen, drücken Sie **▽**.
- (7) Um zum vorherigen Punkt im gleichen Untermenü zu gelangen, drücken Sie **△**.
- (8) Um das Untermenü zu verlassen, drücken Sie **ON**.

### 5.5.3 Zugriff auf die Kalibrierungs- und Einstellungs-menüs

- Um vom normalen Betriebsmodus („UL“ etc.) in diese Menüs zu gelangen:
- (1) Gehen Sie in den Setup-Modus, indem Sie **CAL** und **▽** gleichzeitig drücken. Das Display zeigt „UISC“ an.
- (2) Drücken Sie **CAL**. Das Display zeigt „dRC“.
- Navigieren Sie, wie unten angezeigt, mit Hilfe des Tastenfeldes:



### 5.5.4 Kleine Nulljustierung (Offset)

- Wenn der  $\bar{U}$  Messwert nicht Null ist und der Sensor einwandfrei sauber und trocken und komplett von Luft umgeben ist:

- (1) Navigieren Sie zu  $FCAL$ . (um von  $dARC$  dort hin zu kommen, drücken Sie  $\nabla$ .)
- (2) Drücken sie  $CAL$ . Das Display zeigt kurz „SPH“ und dann dessen Wert an.
- (3) Drücken Sie  $\nabla$ . Das Display zeigt kurz „OSET“ (Offset) an und dann dessen Wert.
- (4) Verändern Sie den  $OSET$  Wert mit Hilfe von 5.5.2.

Beispiel: Wenn der  $\bar{U}$  Messwert in der Luft 0,3 beträgt und der  $OSET$  Wert 0,1, verringern Sie den  $OSET$  Wert auf -0,2.

(5) Navigieren Sie im Untermenü herunter zum  $\bar{U}$  Wert und stellen Sie sicher, dass dessen angepasster Wert Null ist. Es ist nicht notwendig, zurück in den Hauptbetriebsmodus zu gehen, um zu  $\bar{U}$  zu kommen, siehe obiges Bild.

(6) Vergleichen Sie auf Wunsch den angepassten Wert ( $\bar{U}$ ) mit dem nicht angepassten Wert ( $\bar{U}$ ) im gleichen Untermenü.

(7) Speichern Sie die Änderung wie unter 5.4.5 beschrieben, bevor Sie das Viscolite ausschalten.

- Sobald Sie wieder im normalen Betriebsmodus sind, zeigt das Haupt- $\bar{U}$  Display den angepassten Messwert an.

### 5.5.5 Messwertstabilisierung (Durchschnittswertfilter)

- Das Viscolite wehrt Lärm und Vibration von außen zu einem großen Teil ab. Unter normalen Umständen sollte der Messwert stabil sein.

- Wenn der Messwert nennenswerte Schwankungen aufweist oder wenn eine hohe Empfindlichkeit über einen längeren Zeitraum benötigt wird, kann ein Durchschnittswertfilter genutzt werden.

- Der Filter wird eingestellt, indem man die  $nU$  im Untermenü  $FCAL$  verändert. Der  $nU$  Wert ist die Anzahl von Messwerten, die in der Durchschnittsberechnung zugrunde gelegt wird.

- Der angezeigte  $\bar{U}$  Messwert ist der Durchschnitt der  $nU$  Messungen. Der Durchschnitt wird jedes Mal neu berechnet, wenn das Display des Viscolite sich aktualisiert (ca. alle 1,5 Sekunden).

- Wenn  $nU$  auf 1 gestellt wird, wird kein Durchschnitt berechnet.

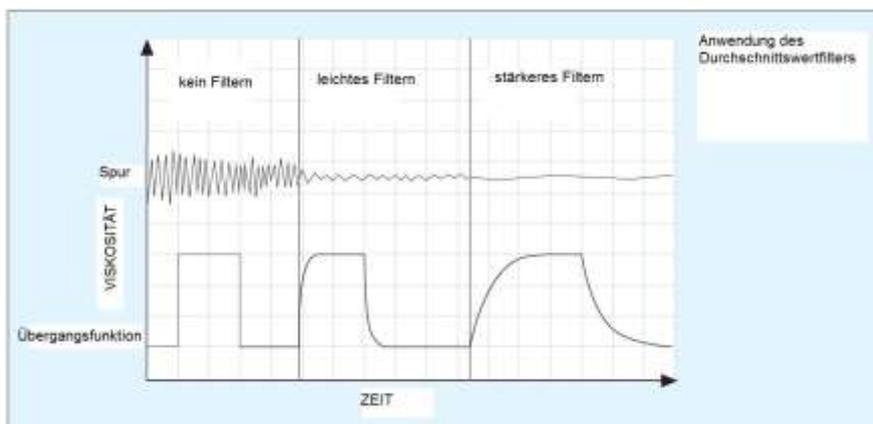
- Um den Durchschnittswertfilter einzustellen:

- (1) Navigieren Sie zu  $nU$  im Untermenü  $FCAL$  (siehe obiges Bild).
- (2) Verändern Sie den wert wie gewünscht.
- (3) Navigieren Sie im Untermenü herunter zu „ $\bar{U}LAU$ “ (gefilterte direkte Viskosität).
- (4) Der gefilterte Messwert kann mit dem ungefilterten Messwert ( $\bar{U}$ ) im gleichen Untermenü verglichen werden.

(5) Wenn nötig, gehen Sie zurück und erhöhen Sie  $\bar{U}LAU$  um einen weiteren Betrag.

(6) Auf Wunsch kann die Änderung wie unter 5.4.5 beschrieben gespeichert werden.

- Sobald Sie sich wieder im normalen Betriebsmodus befinden, zeigt das Haupt- $\bar{U}$  Display den Durchschnittsmesswert an.



### 5.5.6 Skalierung des Messwertes mit beliebigem Faktor

- Nach der Werksteinstellung zeigt das Display die dynamische (absolute) Viskosität in Centipoise (Cp), was Millipascal-Sekunden (mPas) entspricht.

- Um den Messwert um einen beliebigen Faktor zu skalieren:

- (1) Navigieren Sie im Untermenü  $\text{LCAL}$  zu  $\text{SCAL}$  (siehe Bild unter 5.5.3). Die Werkseinstellung liegt bei 1,000.
- (2) Geben Sie den passenden Umrechnungsfaktor ein (siehe unten).
- (3) Speichern Sie, wenn gewünscht, die Änderung wie unter 5.4.5 beschrieben, bevor Sie das Gerät ausschalten.

Skalierung von Centipoise (Cp)			
Einheit	Symbol	Entsprechung Centipoise	Umrechnungsfaktor
Poise	P	100	0,01
Poiseuille	Pl ( $\equiv \text{Pa}\cdot\text{s}, \text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ )	1000	0,001

- Das Viscolite Display kann nur eine Kommastelle anzeigen. Der  $\text{SCAL}$  Parameter kann deshalb genutzt werden, um mehr wichtige Zahlen auf dem Display zu sehen. Zum Beispiel:

	$\text{SCAL} = 1$	$\text{SCAL} = 10$	$\text{SCAL} = 100$
<b>Messwert auf dem Display</b>	1,2	12,3	123,4
<b>Viskosität in Cp</b>	1,2	1,23	1,234

### 5.5.7 Berücksichtigung der Flüssigkeitsdichte

- Die Werkseinstellung für die Flüssigkeitsdichte beträgt  $1,000 \text{ g/cm}^3$ . Um diese Einstellung zu ändern:

- (1) Navigieren Sie zu  $d^{-n}$  (Nennichte) im Untermenü  $\text{LCAL}$  (siehe Bild unter 5.5.3).
- (2) Geben Sie den entsprechenden Wert für die Flüssigkeitsdichte in  $\text{g/cm}^3$  ein.
- (3) Speichern Sie, wenn gewünscht, die Änderung wie unter 5.4.5 beschrieben, bevor Sie das Gerät ausschalten.

### 5.5.8 Anzeige der Viskosität in Centistokes (cst) (kinematische Viskosität)

- (1) Wenn die Flüssigkeitsdichte  $d$  ist, berechnen Sie den Wert  $d^2$ , also das Quadrat der Dichte.
  - (2) Navigieren Sie im Untermenü  $\text{LCAL}$  zu  $d^{-n}$  (siehe Bild unter 5.5.3).
  - (3) Geben Sie den berechneten Wert  $d^2$  ein. Wenn Sie zurück im normalen Betriebsmodus sind, zeigt das Haupt- $\text{U}$  Display die Viskosität in Centipoise an (d. h. kinematische Viskosität).
  - (4) Speichern Sie, wenn gewünscht, die Änderung wie unter 5.4.5 beschrieben, bevor Sie das Gerät ausschalten.
- Bitte beachten Sie, dass dieser Prozess flüssigkeitsspezifisch ist.

### 5.5.9 Abgleich mit einem Referenzgerät

- Das Viscolite wird im Werk gründlich kalibriert. Dabei werden nachvollziehbare Standards angewandt und zertifizierte Testflüssigkeiten verwendet.
- Das Gerät hat eine hohe Wiederholgenauigkeit. Die Ergebnisse einer Messung mit dem Viscolite sind daher im Vergleich zu anderen Viskosimetern, die korrekt kalibriert und gewartet wurden, sehr gut.
- Wenn das Viscolite richtig angewandt wird, kann der Messwert von Werten abweichen, die mit einem Referenzviskosimeter gemessen wurden, weil:
  - (1) Messungen nicht bei der gleichen Temperatur durchgeführt wurden,
  - (2) es sich um eine nicht-Newtonsche Flüssigkeit handelt und das Referenzviskosimeter bei einer ganz anderen Schergeschwindigkeit arbeitet,
  - (3) das Referenzviskosimeter nicht korrekt kalibriert oder gewartet wurde,
  - (4) die Betriebsparameter des Viscolite nicht mit denen des Referenzviskosimeters übereinstimmen (zum Beispiel, wenn Messwerte in Centipoise aus Versehen mit Werten in anderen Einheiten verglichen werden) oder
  - (5) der Wandler des Viscolite abgenutzt, verbogen oder beschädigt ist.
- Wenn nichts davon zutrifft und weiterhin eine inakzeptable Diskrepanz vorliegt:
  - (1) notieren Sie sich den mit dem Viscolite erhaltenen Wert und nennen Sie diesen VL.
  - (2) Notieren Sie sich den mit dem Referenzviskosimeter erhaltenen Wert und nennen Sie diesen VR:
  - (3) Berechnen Sie das Verhältnis von VR zu VL.
  - (4) Navigieren Sie im Untermenü  $FCR$  zu  $SPR$ , nachdem Sie den berechneten Wert eingegeben haben.
  - (5) Der angepasste Messwert ( $UL$ ) kann mit dem nicht angepassten Wert ( $U$ ) im gleichen Untermenü verglichen werden.

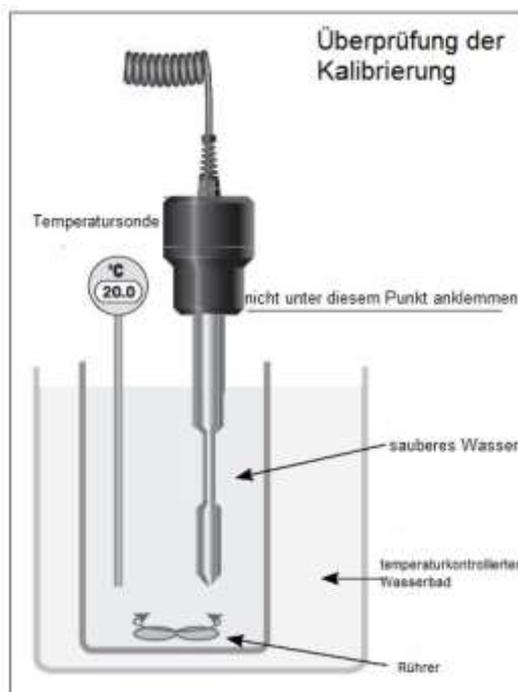
## 5.6 Kalibrierung und Wartung

### 5.6.1 Einführung

- Das Gerät wurde unter Verwendung von geprüften Silikonölen kalibriert.
- Auf Anfrage können auch andere Kalibrierflüssigkeiten verwendet werden.
- Es können (wie unter 5.5 beschrieben) Feineinstellungen vorgenommen werden.
- Die Kalibrierung kann ganz einfach überprüft werden, indem man Messungen in Luft und Wasser vornimmt (siehe 5.3.2 und weiter unten).

### 5.6.2 Überprüfung der Kalibrierung

- Um die Kalibrierung zu überprüfen:
  - (i) stellen Sie sicher, dass der Sensor sauber und trocken ist.
  - (ii) Stellen Sie das Gerät so ein wie im Bild rechts.
  - (iii) Sorgen Sie dafür, dass der Wandler stabil gestützt ist. Klemmen Sie die Klammern an die Plastikverkleidung, nicht an den Metallschaft.
  - (iv) Schalten Sie das Viscolite ein und notieren Sie sich den Messwert, den Sie erhalten, wenn sich der Sensor in der Luft befindet (ohne Kontakt zu einer Flüssigkeit oder einem Gegenstand). Schalten Sie das Gerät aus.
  - (v) Tauchen Sie den Sensor mindestens so tief in sauberes Wasser wie in den Zeichnungen am Anfang dieser Anleitung beschrieben.
  - (vi) Schalten Sie das Viscolite ein.
  - (vii) Rühren Sie das Wasser um, damit die Temperatur überall die Gleiche ist.
  - (viii) Warten Sie lange genug, damit der Sensor und das Wasser die gleiche Temperatur haben. Dies kann einige Minuten dauern.
  - (ix) Notieren Sie sich die Viskositäts- und Temperaturmesswerte (siehe 5.3.2).



Hinweis: Führen Sie diesen Test nicht eilig durch. Fehler können auftreten, wenn nicht lange genug gewartet wird, bis sich die Temperaturen angleichen.

- Kontaktieren Sie die PCE Deutschland GmbH, wenn die Messwerte inakzeptabel sind und das Problem auch nicht unter Beachtung von Kapitel 5.5 gelöst werden kann.

### 5.6.3 Geräteüberprüfungsservice

- Zur Überprüfung der Kalibrierung oder Rekalibrierung können Sie die PCE Deutschland GmbH kontaktieren.
- Eine vollständige Rekalibrierung ist erforderlich, wenn:
  - (1) Sie bestimmte Anforderungen zur Qualitätssicherung erfüllen müssen oder
  - (2) das Gerät so anpassen möchten, dass Sie es mit einer nicht-Newtonschen Flüssigkeit verwenden können (auf Anfrage).
- Sonst ist eine vollständige Rekalibrierung nur notwendig,:
  - (1) wenn ein beschädigter Wandler repariert wurde,
  - (2) wenn der Sensor verrostet oder verätzt ist oder
  - (3) wenn das Viscolite außerhalb der Spezifikation betrieben wurde (z. B. extremer Hitze ausgesetzt war).

**5.6.4 Problembehebung**

<b>Problem</b>	<b>mögliche Ursache</b>	<b>Lösung</b>	<b>Kapitel</b>
Keine Displayanzeige	nicht eingeschaltet	einschalten	5.3.1
	leere Batterien	Batterien ersetzen	5.2
Hoher Messwert	dilatante Flüssigkeit	-	5.3.3, 5.5.9
	geringe Flüssigkeitstemperatur	Temperaturkorrektur	5.3.3
	hohe Flüssigkeitsdichte	Dichte eingeben	5.5.8
Niedriger Messwert	strukturviskose Flüssigkeit	-	5.3.3, 5.5.9
	hohe Flüssigkeitstemperatur	Temperaturkorrektur	5.3.3
	sehr geringe Flüssigkeitsdichte	Dichte eingeben	5.5.8
	nicht hinreichende Eintauchtiefe	tiefer eintauchen	5.3.3
Instabiler Messwert	Sensor ist wärmer oder kälter als die Flüssigkeit	Angleichung ermöglichen	5.3.3
	Schwebstoffe in der Flüssigkeit	leicht rühren, wenn möglich Flüssigkeit filtern	5.3.3
	plastische Flüssigkeit (Bingham-Effekt)	leicht rühren	5.3.3
	Fremdgeräusche mit hoher Frequenz	Durchschnittswertfilter einstellen	5.5.5
Messwert nicht präzise genug	Flüssigkeit hat sehr geringe Viskosität	Skalierungsfaktor ändern	5.5.6

**Alarmanzeigen**

bAt	Batterien schwach – alle Änderungen speichern, um Verlust eingegebener Daten zu vermeiden
dERd	Batterien leer – temporärer Speicher nicht mehr im Betrieb
SiG	Fehlendes Signal vom Wandler – bitte kontaktieren Sie die PCE Deutschland GmbH

## 6 Arbeitsweise

### 6.1 Wie das Viscolite die Viskosität bestimmt

Das durch den Wandler erzeugte Signal wird „Verlustfaktor“  $L$  genannt. Dieser wird mit Hilfe der folgenden polynomischen Gleichung in die „grobe“ berechnete Viskosität  $V$  umgewandelt:

$$V = (1/d)(P30 + P31L + P32L^2 + P33L^3 + P34L^4 + \dots)$$

$d$  steht hier für die Dichte der Flüssigkeit und  $P30$ ,  $P31$ ,  $P32$  etc. sind „Kalibrierkonstanten“, die bei jedem Gerät einzigartig sind und empirisch ermittelt werden müssen. Die Anzahl der genutzten Kalibrierkonstanten hängt vom Wandlermodell ab. Alle Kalibrierkonstanten sind über das Untermenü  $LCAL$  erreichbar.

Die Reaktion eines resonanten Viskosimeters wie des Viscolite bezieht sich nicht nur auf die Viskosität, sondern auf das Produkt von Viskosität und Dichte, also Viskosität x Dichte. In der Praxis ist jedoch normalerweise die Reproduzierbarkeit viel wichtiger als absolute Genauigkeit. Da die Viskosität sich viel mehr verändert als die Dichte, kann man Veränderungen in der Dichte in den meisten Fällen sicher ignorieren.

Für maximale Genauigkeit kann die Dichte  $d$  der Flüssigkeit beim  $d^{-n}$  Parameter eingegeben. Siehe dazu weiter oben.

### 6.2 Skalierung

Wird der Skalierungsfaktor  $SCAL$  (siehe 5.5.6) angewandt, lautet die Gleichung:

$$VL = \left( \frac{SCAL}{d} \right) (P30 + P31L + P32L^2 + P33L^3 + P34L^4 + \dots)$$

Die im normalen Betriebsmodus ( $UL$ ) angezeigte „direkte“ Viskosität ist also das Produkt der „groben“ Viskosität  $V$  und  $SCAL$ , d. h.

$$UL = V \times SCAL$$

### 6.3 Abgleich des Viskosimeters

Beim Abgleich der Reaktion des Viscolite mit der eines Referenzgerätes, wird der  $SPRn$  Faktor angewandt (Kapitel 5.5.9). Der im normalen Betriebsmodus ( $UL$ ) angezeigte Viskositätswert ist dann das Produkt der berechneten Viskosität  $VL$  und  $SPRn$ , d. h.

$$UL = VL \times SPRn$$

### 6.4 Nulljustierung

Um einen geringen Messwert in Luft, der nicht Null ist, zu korrigieren, wird ein Offset  $OSET$  hinzugefügt (Kapitel 5.5.4). Der im normalen Betriebsmodus ( $UL$ ) angezeigte Viskositätswert ist dann  $OSET$  plus das Produkt der berechneten Viskosität  $VL$  und  $SPRn$ , d. h.

$$UL = (VL \times SPRn) + OSET$$

## 6.5 Temperaturkorrektur (Kapitel 5.4)

Um die gemessene Viskosität der Viskosität bei einer gegebenen Referenztemperatur anzugleichen, verwendet das Viscolite einen Algorithmus, der auf der gemeinhin akzeptierten Arrhenius-Gleichung basiert

$$\text{Viskosität} = A e^{B/T}$$

Dabei ist T die absolute Temperatur und A und B sind Konstanten, die von der jeweiligen Flüssigkeit abhängen. Die folgende Gleichung wird verwendet, um auf Grundlage des Viskositätswertes VL die temperaturkorrigierte Viskosität VC auszurechnen:

$$VC = \{VL \cdot e^{P91 \left[ \frac{1}{(trEF + 273)} - \frac{1}{(tL + 273)} \right]}\} - P90$$

Bedeutungen der Abkürzungen:

**VC** = um Referenztemperatur korrigierte Viskosität

**VL** = berechnete Viskosität

**trEF** = Referenztemperatur (°C) (Kapitel 5.4.4)

**tL** = gemessene Temperatur (°C)

**P90** = Korrekturfaktor (Offset) (Kapitel 5.4.6)

**P 91** = Korrekturfaktor (Kapitel 5.4.6)

Auf all diese Parameter kann von  in den Temperaturkorrektur-Menüs aus zugegriffen werden.

## 7 Wartung und Reparatur

- Wenn sie Hilfe brauchen, kontaktieren Sie die PCE Deutschland GmbH.
- Das Viscolite enthält keine Teile, die der Nutzer selbst reparieren kann. Wenn Sie einen Fehler vermuten, setzen Sie sich bitte mit der PCE Deutschland GmbH in Verbindung. Versuchen Sie nicht, das Gerät selbst zu reparieren.
- Wenn Sie einen eventuellen Fehler melden wollen, geben Sie Folgendes an:
  - (a) Seriennummer
  - (b) wie lange das Viscolite bereits in Gebrauch ist
  - (c) den Typ / die Zusammensetzung der gemessenen Flüssigkeit
  - (d) Messbedingungen (vor allem Temperatur)
  - (e) beobachtete und erwartete Viskositätswerte
  - (f) Stabilität der Messungen
  - (g) wann der Fehler zum ersten Mal bemerkt wurde
  - (h) ob der Fehler durchgehend oder mit Unterbrechungen besteht.
- Vor dem Verschicken klären Sie Kosten, Haftung, Versicherung, Import / Export Dokumentation, Zollerklärungen usw.
- Wenn Sie die Ware verschicken:
  - (1) verwenden Sie die Originalverpackung.
  - (2) Stellen Sie sicher, dass das Viscolite sicher verpackt ist.
  - (3) Geben Sie die Seriennummer an und den Grund, warum Sie das Gerät zurückschicken.

## 8 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.

## 9 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 8303

Eine Übersicht unserer Messtechnik finden Sie hier: <http://www.warensortiment.de/messtechnik.htm>

Eine Übersicht unserer Messgeräte finden Sie hier: <http://www.warensortiment.de/messtechnik/messgeraete.htm>

Eine Übersicht unserer Waagen finden Sie hier: <http://www.warensortiment.de/messtechnik/messgeraete/waagen.htm>

WEEE-Reg.-Nr.DE69278128



Alle PCE-Produkte sind CE  
und RoHS zugelassen.