



## Kurzanleitung PortaflowC

# Kurzanleitung PortaflowC

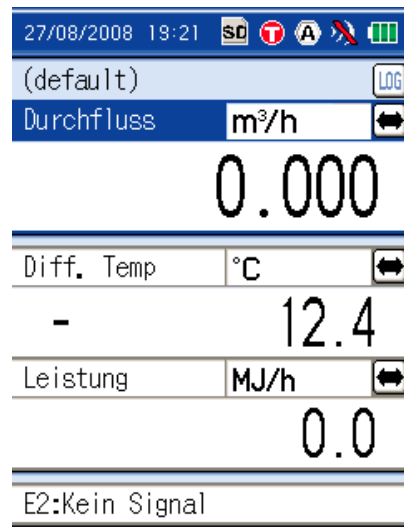
## Inhaltsverzeichnis

Kurzanleitung PortaflowC .....	2
Inhaltsverzeichnis .....	2
Einstellen der Sprache.....	2
Setup und Inbetriebnahme einer Laufzeitmessung .....	2
Sensormontage.....	5
Nullpunktgleich.....	6
Betriebsanzeige .....	7
Datenlogger.....	9
Analogausgang.....	10
Wärmemengenmessung mit Wärme-Zusatzausstattung.....	11
Installation der Temperaturfühler .....	11
Parametrierung für Wärmemengenmessung .....	12
Nützliches .....	13
Snapshots .....	13
Wartung und Diagnose .....	13
Tabellen.....	14
Kontakt.....	15

## Einstellen der Sprache

Nach dem Einschalten besteht beim PortaflowC die Möglichkeit die Sprache umzustellen. Sobald der Hinweis „Language selection“ drücken Sie bitte die ENT-Taste und wählen die gewünschte Sprache aus der Menu aus. Verwenden Sie hierzu die Pfeiltasten und die ENT-Taste zur Bestätigung.

## Setup und Inbetriebnahme einer Laufzeitmessung



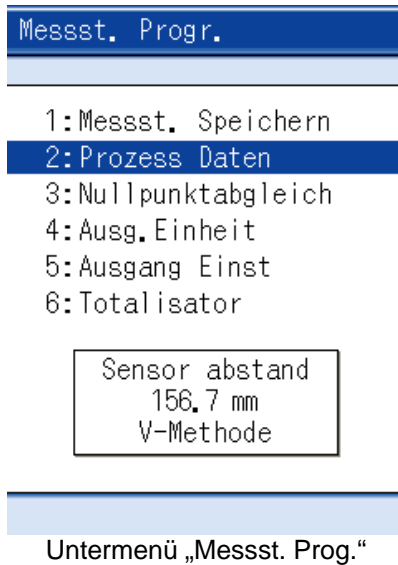
Betriebsanzeige (Beispiel)

Wenn Sie sich in der Betriebsanzeige befinden, drücke Sie bitte die MENU-Taste um in das Setupmenü zu gelangen.



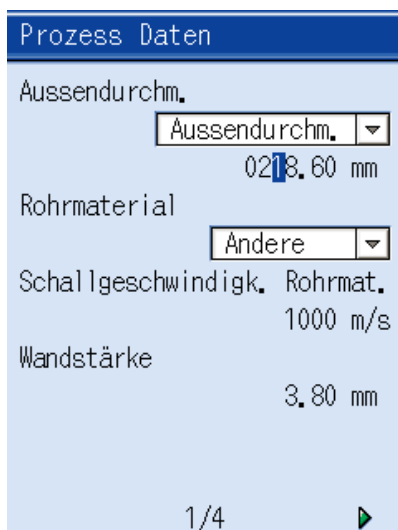
Hauptmenü (Setup)

Wählen Sie im Setupmenü den Menüpunkt „Messst. Progr.“ aus und drücken Sie die ENT-Taste.



Untermenü „Messst. Prog.“

Im Untermenü 2 „Prozess Daten“ müssen Sie nun Ihre Rohrleitungsdaten eingeben. Wählen Sie mit den Pfeiltasten das Menü 2 aus und Drücken Sie ENT.

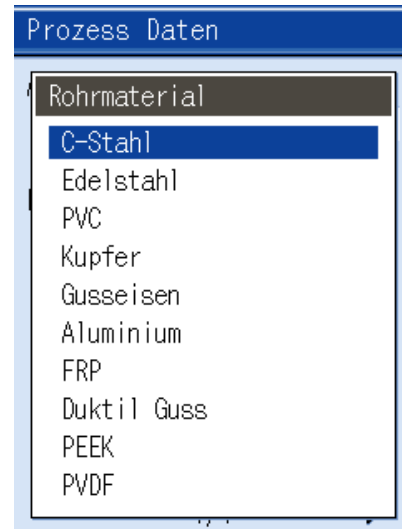


Seite 1 der Untermenüs „Prozess Daten“

Auf Seite 1 des Untermenüs „Prozess Daten“ müssen Sie die Rohrdimensionen und das Rohrmaterial definieren. Wählen Sie mit den Pfeiltasten die Optionen aus und gehen Sie mit der ENT-Taste in die Auswahl- bzw. Eingabemaske. Numerische Daten werden mit den Pfeiltasten Eingegeben (links und recht bewegt den Cursor, auf und ab ändert den Wert). Mit der ENT-Taste wird ein eingegebener Wert übernommen, ESC verwirft die Eingabe.

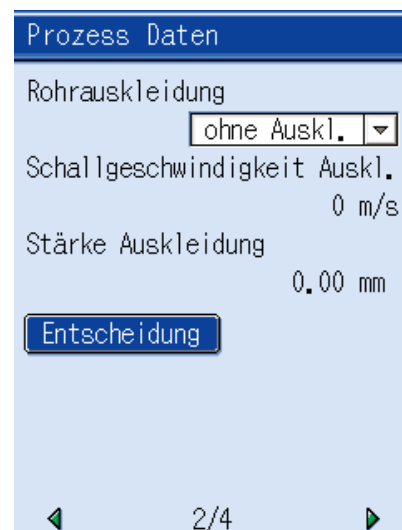
*TIP: Die korrekte Eingabe der Rohrdaten ist entscheidend für die Genauigkeit der Messung. Messen Sie die Daten möglichst immer nach. Anstelle des Durchmessers lässt der PortaflowC auch die Eingabe des Rohrumfanges zu, den Sie einfach mit einem Maßband messen können.*

Besonders bei kleinen Rohrleitungen gehen auch Fehler in der Eingabe der Wandstärke auf die Genauigkeit merklich ein. Wenn möglich sollten Sie diese mit einem Wandstärkenmessgerät nachmessen.



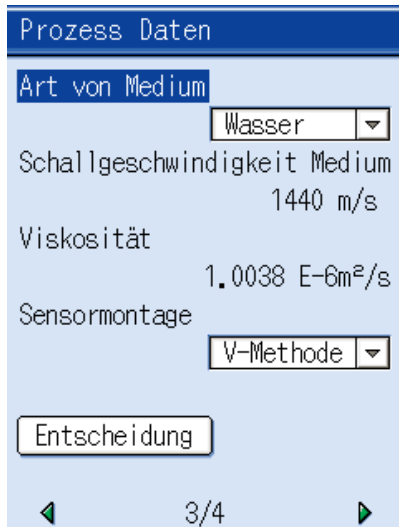
Auswahlnenü (Drop-Down)

Bei Auswahlnenüs (Drop-Down) wie dem Menü zur Definition des Rohrmaterials wählen Sie mit der Pfeiltaste die gewünschte Option aus und Übernehmen die Option durch Drücken der ENT-Taste.



Seite 2 des Untermenüs „Prozess Daten“

Sollte Ihr Rohr innen ausgekleidet sein, so müssen Sie diese Auskleidung auf der Seite 2 des Menüs „Prozess Daten“ definieren. Falls Ihr Rohr nicht ausgekleidet ist, wählen Sie „ohne Auskl.“



Prozess Daten

Art von Medium  
 Wasser ▼

Schallgeschwindigkeit Medium  
 1440 m/s

Viskosität  
 1.0038 E-6m<sup>2</sup>/s

Sensormontage  
 V-Methode ▼

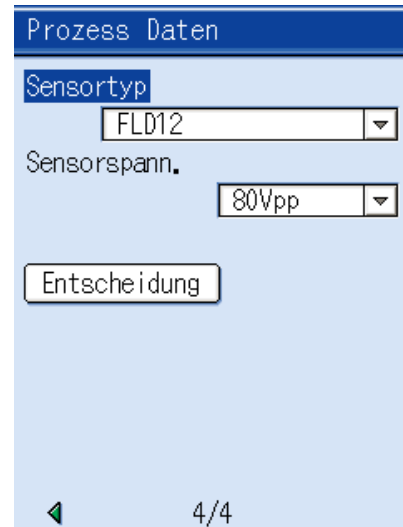
Entscheidung

3/4

Seite 3 des Menüs „Prozess Daten“

Auf Seite 3 des Menüs müssen Sie die zu Messende Flüssigkeit definieren. Auch hier bietet der PortaflowC ein Dropdown-Menü mit einer Reihe von gängigen Flüssigkeiten zur Auswahl an. Sollte Ihre Flüssigkeit nicht dabei sein, wählen Sie bitte „andere“ und geben Sie die Schallgeschwindigkeit und die Viskosität numerisch ein.

*Tip: Die Eingabe der Schallgeschwindigkeit benötigt der PortaflowC zur Berechnung des optimalen Sensorabstandes. Wenn Sie diesen nicht haben, starten Sie einfach mit einem Medium, welches ähnliche Eigenschaften hat. Der PortaflowC misst die Schallgeschwindigkeit und zeigt diese auch im Menü Wartung/Laufzeit/Messdaten an. Nach dem ersten Aufstarten können Sie hier die tatsächliche Schallgeschwindigkeit lesen und in einem zweiten Schritt korrigieren. Die Eingabe der korrekten Viskosität ist vor allem im Bereich hochviskoser Flüssigkeiten (Z.B. Zähle Öle und Durchmessern <50mm) und kleiner Rohrleitungen (niedrige Reynoldszahl) wichtig. Sollten Sie eine niederviskose Flüssigkeit (z.B. Wasser) und großen Durchmessern haben (>DN50), so ist der Einfluss der Viskosität gering und Sie können die Viskosität einer ähnlichen Flüssigkeit verwenden.*



Prozess Daten

Sensortyp  
 FLD12 ▼

Sensorspann.  
 80Vpp ▼

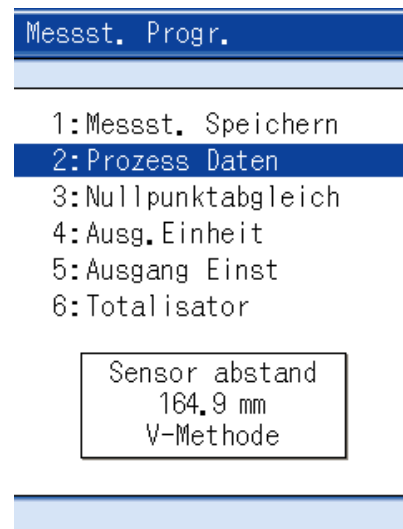
Entscheidung

4/4

Seite 4 des Menüs „Prozess Daten“

Auf der Seite 4 des Menüs müssen Sie definieren, welchen Sensor Sie verwenden. Sind Sie mit dem Typ nicht sicher, sehen Sie bitte auf dem Typenschild des Sensors nach. In der Auswahl „Sensorspann.“ Können Sie die Signalstärke der Sendesignale definieren. Der Wert 80Vpp ist in der Regel gut geeignet, bei schlecht schalleitenden Anwendungen oder großen Rohrleitungen können Sie den Wert erhöhen. Im seltenen Fall einer Übersteuerung kann der Wert manuell gesenkt werden.

Wenn Sie alle Werte eingegeben haben, drücken Sie bitte den Button „Entscheidung“. Dieser Führt Sie zurück zum Menü „Messst. Progr.“ In dem nun der Sensorabstand angezeigt wird.



Messst. Progr.

1: Messst. Speichern

2: Prozess Daten

3: Nullpunktgleich

4: Ausg. Einheit

5: Ausgang Einst

6: Totalisator

Sensor abstand  
 164.9 mm  
 V-Methode

*Tip: Manche Sensoren (FLD22) sind ausschließlich zur V-Montage geeignet (Beide Wandler auf einer Rohrseite, akustischer Pfad bildet eine V-Form. Bei anderen Sensoren (FLD41, FLD51) ist alternativ die Z-Montage möglich. Die Z-Montage ist vor allem da ein Vorteil, wo die Signalstärke schwach ist auf*

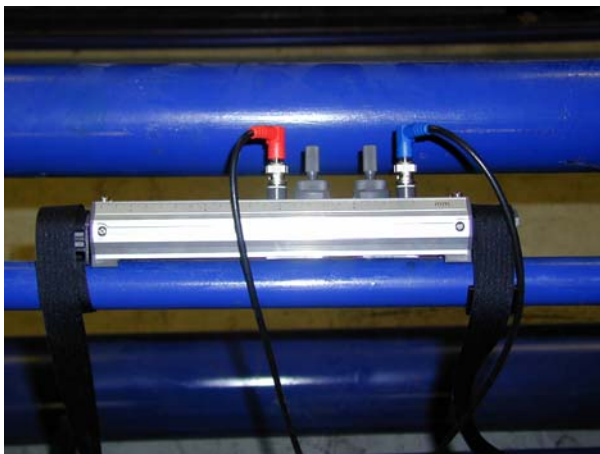
Grund z.B. große Pfadlängen. Die Pfadlänge wird hierdurch halbiert und das Signal ist stärker. Die Auswahl der Montageart (V/Z-Montag) findet sich auf Seite 3 des Menüs „Prozess Daten“ bei Auswahl der entsprechenden Sensoren.



Damit ist die Eingabe der Rohrdaten vollständig und Sie können die Sensoren auf der Rohrleitung montieren.

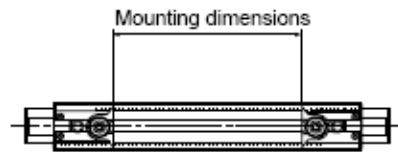
## Sensormontage

Besonders einfach geht die Montage der FLD12/22/32-Sensoren mit Montageschiene.

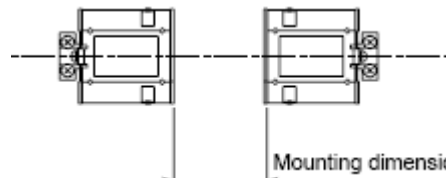


Sensor FLD22

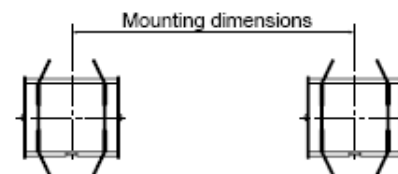
1. Lösen Sie die große Rändelschraube und stellen Sie den Abstand zwischen den beiden Sensoren mit Hilfe der Skala ein (FLD12, FLD22, FLD32). Bei Anderen Sensortypen müssen Sie den Abstand manuell vermessen (siehe unten)
2. Drehen Sie den Sensor mit der kleinen Rändelschraube etwas nach oben und bestreichen Sie ihn mit der Koppelpaste.
3. Entfernen Sie auf dem Rohr an der Stelle der Sensoren Farbe, Schmutz und Rost und stellen Sie eine glatte Rohroberfläche her.
4. Montieren Sie mit den Klettbandern die Sensorschiene an der Messstelle.
5. Drehen Sie mit der kleinen Rändelschraube den Sensor auf die Rohrleitung (leichter Druck genügt)
6. Schließen Sie die mitgelieferten BNC-Kabel an den Sensoren und am PortaflowC an (Upstream = strömungsaufwärts sitzender Sensor, Downstream = strömungsabwärts sitzender Sensor)



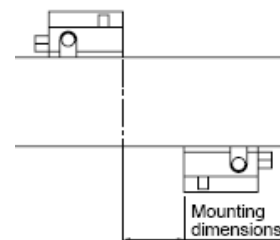
Abstandsmessung bei FLD12/22 und 32 (V-Montage)



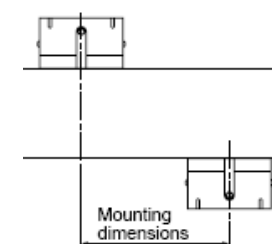
Abstandsmessung bei FLD 41 (V-Montage)



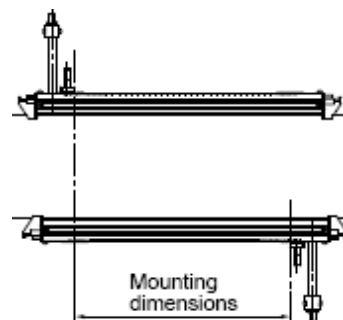
Abstandsmessung bei FLD 51 (V-Montage)



Abstandsmessung bei FLD 41 (Z-Montage)



Abstandsmessung bei FLD 51 (Z-Montage)



Abstandsmessung bei FLD12 und 32 (V-Montage)

Wenn Sie das Setup durchgeführt haben, können Sie das Setupmenü nun durch Drücken der MENU-Taste verlassen und sehen nun die Betriebsanzeige.



Betriebsanzeige

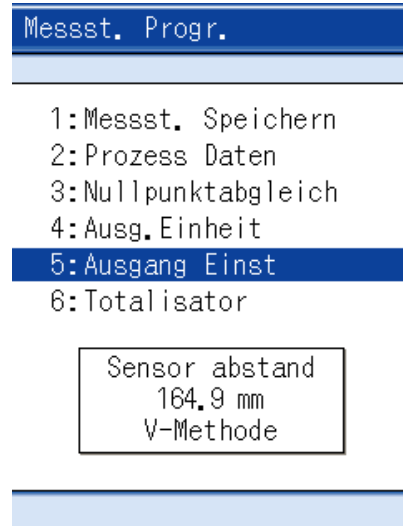
## Nullpunktgleich

Wenn möglich sollte nach der Inbetriebnahme ein Nullpunktgleich durchgeführt werden. Hierzu muss zunächst die Leitung abgeschiebert werden. Prüfen Sie an der Anzeige, ob der Durchfluss zurück geht.

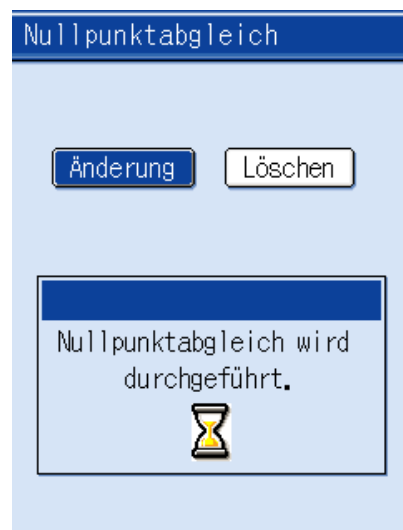
*Tipp: Nicht an jeder Stelle ist ein Abschiebern der Rohrleitung möglich. Durch Toleranzen in den Rohrdaten, der Montage und der Sensoren kommt es aber zu einem gewissen Nullpunktfehler der Messeinrichtung. Bei sorgfältiger Installation liegt dieser Fehler im Bereich 0,00-0,03m/s Strömungsgeschwindigkeit. Je größer die Rohrleitung ist, desto kleiner ist der Nullpunktfehler in der Regel. Kann ein Nullpunktgleich nicht durchgeführt werden, müssen Sie die Zusatzunsicherheit bei Ihrer Messung berücksichtigen.*



Gehen Sie bitte mit der MENU-Taste in das Setup und Wählen Sie das Menü Messst.Progr. aus.



Wählen Sie das Untermenü 3:Nullpunktgleich



Sobald das Medium in der Leitung sicher steht, drücken Sie den Button „Änderung“, der Nullpunktgleich wird durchgeführt. Dies dauert ca. 20sek.

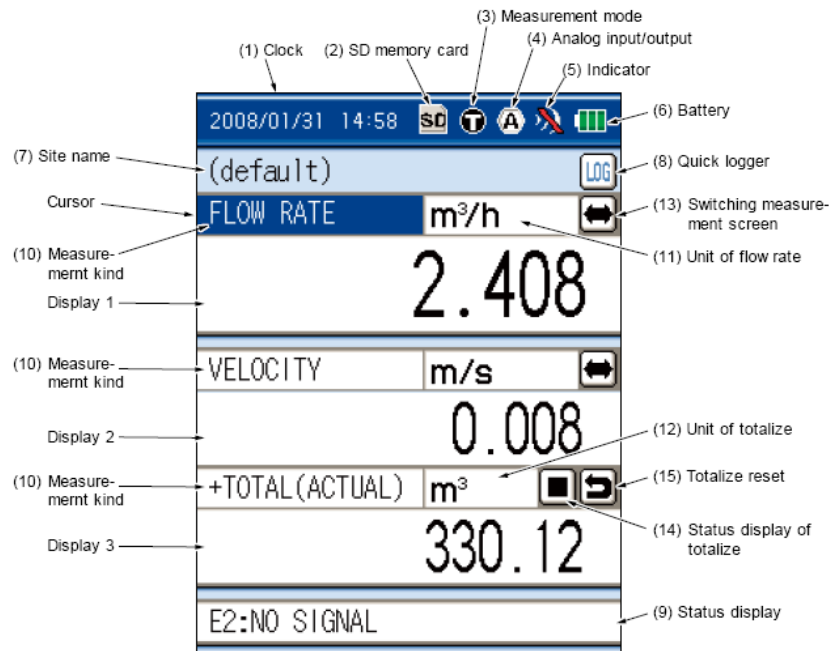
Sollten Sie den Nullpunktgleich falsch durchgeführt haben, z.B. bei nicht vollständig abgeschiebter Leitung können Sie mit dem Button „Löschen“ den Nullpunktgleich rückgängig machen.

## Betriebsanzeige

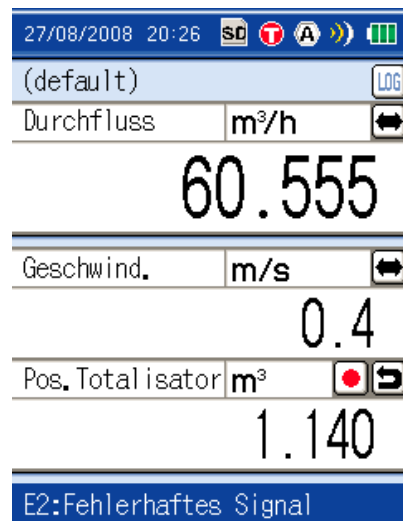
Aus dem Setupmenu können Sie zu jeder Zeit durch wiederholtes Drücken der MENU in die Betriebsanzeige gelangen.

Die Betriebsanzeige bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Datenerfassung und Datendarstellung.

In der Kopfzeile sehen Sie zunächst das Datum und die Uhrzeit (1). Daneben ein Symbol für die SD-Karte (wenn eingesteckt) (2) und eine Anzeige für den Messmodus (T=Transitzeit)(3). Das nächste Symbol (4) zeigt den Zustand der Analogein- und Ausgänge an. Die Drei Balken neben dem Batteriesymbol (5) zeigen die Signalstärke an und die Batterie ganz recht zeigt Ihnen den Status des Akkus (6). Am unteren Ende des Displays befindet sich die Statuszeile (9), die den Zustand Ihrer Messung beschreibt.

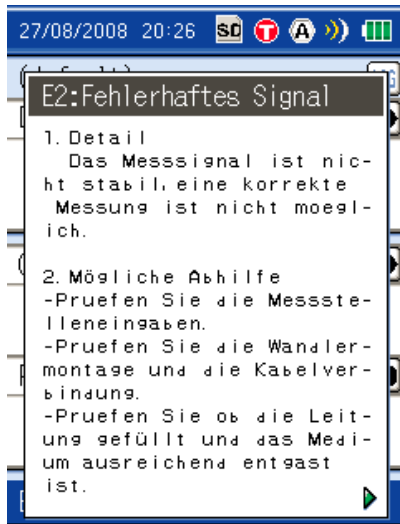


Auch in der Betriebsanzeige lässt sich mit den Pfeiltasten der Cursor auf verschiedene Felder bewegen und mit der ENT-Taste die Anzeige auf Ihre Bedürfnisse anpassen.



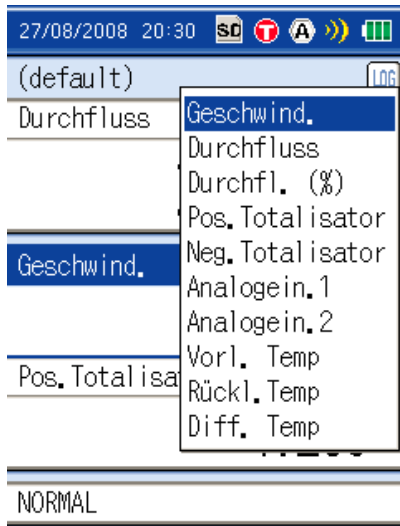
### Fehlermeldung in der Statuszeile

Sollte die Messung nicht funktionieren, so finden Sie in der Statuszeile eine Fehlerbeschreibung. Bewegen Sie mit den Pfeiltasten den Cursor auf die Statuszeile und drücken Sie die ENT-Taste. Die erhalten dann hilfreiche Hinweise zur Fehlerbeseitigung.



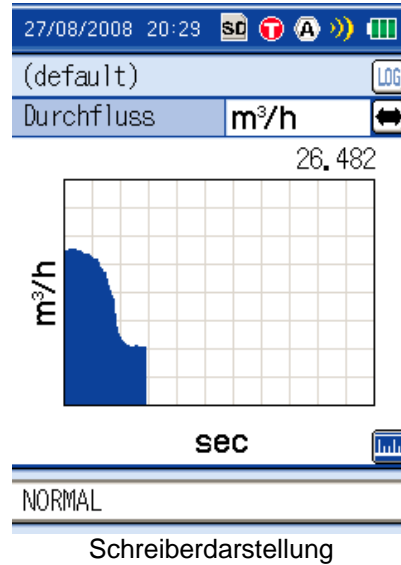
Hinweisfenster der Statuszeile

Wenn Sie den Cursor auf den Messtyp stellen und ENT drücken, bekommen Sie eine Auswahl an Größen, die am Display dargestellt werden können.



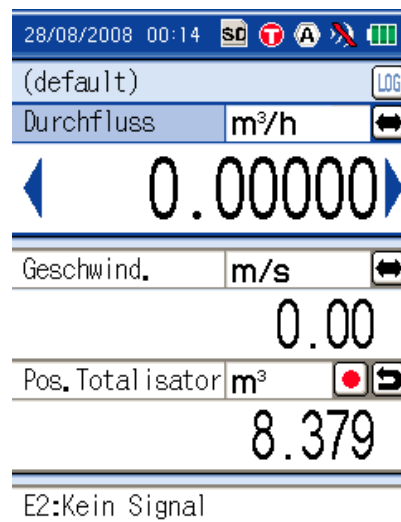
Die physikalischen Einheiten im Einheitenfeld (11) lassen sich auf die gleiche Weise ändern.

Der Doppelpfeilbutton (13) wechselt in die Schreiberdarstellung



Der Button rechts unten in der Schreiberdarstellung öffnet das Menü zur Skalierung der Größen(y)- und der Zeitachse(x). mit dem Doppelpfeilbutton neben der Einheit kommen Sie in die normale Betriebsanzeige zurück.

Wenn Sie mehr oder weniger Nachkommastellen in der Betriebsanzeige darstellen möchten, stellen Sie den Cursor auf die Doppelpfeiltaste (13) und drücken nochmals die Rechtstaste. Drücken Sie anschließend die ENT-Taste und stellen Sie mit den Links-rechts-Tasten die gewünschte Mantisse ein.



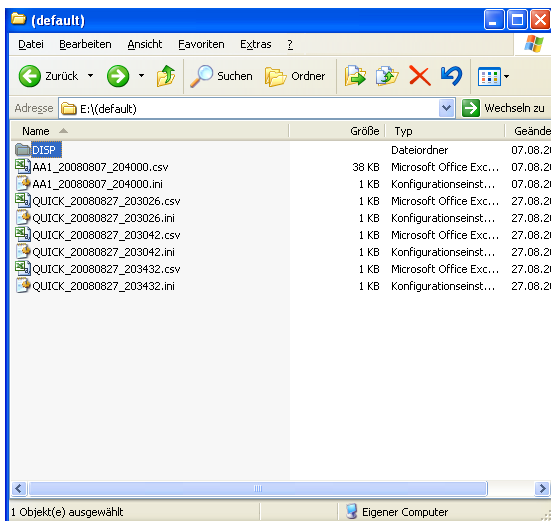
Einstellen der Nachkommastellen in der Betriebsanzeige

## Datenlogger

Der PortaflowC verwendet die SD-Karte zum Datenloggen. Sie müssen diese also mit ausreichend freiem Speicher im Gerät einstecken bevor Sie Daten mitloggen können.

Es gibt zwei Möglichkeiten zum Erstellen eines Datenlogs. Am Einfachsten Drücken Sie in der Betriebsanzeige den LOG-Button (8). Dieser Wechselt die Farbe und zeigt dadurch an, dass der PortaflowC jetzt alle in der Betriebsanzeige angezeigten Daten in ein Datenlogfile schreibt.

Dieses Datenlogfile können Sie am PortaflowC im Menü „Datenspeicher“ betrachten, oder Sie lesen die SD-Karte einfach am PC aus.



Die Datenlogs haben die Bezeichnung QUICK\_DATUM\_UHZEIT.csv. Das Format der Files ist ein einfaches Textfile, das in Excel oder in einem Texteditor geöffnet werden kann.

*Tip: Das CSV-Format ist für englisches Excel optimiert. Sollten Sie Deutsches Excel verwenden, empfiehlt es sich, das File zunächst mit Wordpad (ist im Windowslieferumfang enthalten) zu öffnen. Im Wordpad gibt es die Möglichkeit alle Kommata durch Semikolon zu ersetzen und alle Punkte durch Kommata zu ersetzen. Wenn Sie das File nach dieser Änderung speichern und in Excel öffnen, gelingt der Import in Excel sehr einfach.*

DATE	'VELOCITY m/s	'FLOW RATE m3/h	'+TOTALIZER m3
27.08.2008 20:34	0,2	26,611	6,138
27.08.2008 20:34	0,2	26,557	6,212
27.08.2008 20:34	0,2	25,578	6,286

27.08.2008 20:35	0,2	26,229	6,36
27.08.2008 20:35	0,2	27,027	6,426
27.08.2008 20:35	0,2	27,028	6,492
27.08.2008 20:35	0,2	26,961	6,565
27.08.2008 20:35	0,4	61,999	6,694
27.08.2008 20:35	0,5	68,17	6,878
27.08.2008 20:36	0,5	68,808	7,069

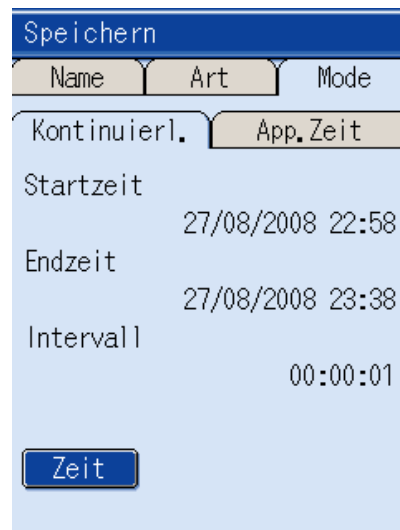
Beispiel eines Datenlogfiles nach Excelimport

Die Zweite Möglichkeit einen Datenlog auszulösen ist im Menü „Datenspeicher“ gegeben. Diese Option ist insbesondere interessant, wenn ein Datenlog z.B. in einem vorbestimmten Zeitraum, z.B. Nachts, stattfinden soll.



Menü Datenspeicher

Die umfangreichen Einstellmöglichkeiten eines Logs entnehmen Sie bitte dem Handbuch.



Einstellungen des Datenloggers.

*Tip: Wenn Sie einen Datenlog mit dem Datenspeicher-Menü auslösen wollen, ist es*

wichtig, dass sowohl die Startzeit als auch die Endzeit des Datenlogs in der Zukunft liegen. Ansonsten startet der Datenlog nicht.

## Analogausgang

Der PortaflowC besitzt einen aktiven 4..20mA Analogausgang. Dieser befindet sich auf dem seitlichen Schraubanschluss, ein Adapterkabel mit Krokodilklemmen ist im Lieferumfang enthalten.



Analogein- und Ausgangskabel

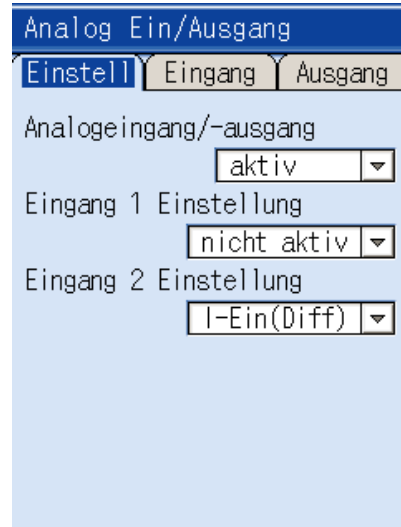
Der Analogausgang ist AO gekennzeichnet, das schwarze Kabel ist der Pluspol, das weiße der Minuspol.

Zunächst müssen die Ein- und Ausgänge aktiviert werden. Dies geschieht im Menü „Syst.Einstell“



Parametrieremü

Im Untermenü „Syst.Einstell“ wählen Sie bitte den Unterpunkt 2 „Analog Ein/Ausgang“



Untermenü „Analog Ein/Ausgang“

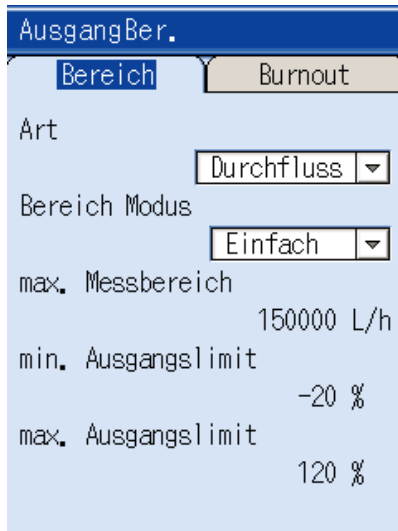
Im Ersten Menüordner können Sie die Ein- und Ausgänge aktivieren, der 3. Ordner „Ausgang“ bietet die Möglichkeit die 4..20mA zu kalibrieren (Wenn eine Anzeige. Z.B. ein Multimeter oder ein Schreiber angeschlossen ist.)

Nach der Aktivierung der Ein- und Ausgänge können Sie diesen Menüpunkt wieder verlassen und das Menü „Bereich“ auswählen



Menü

Im Untermenü Bereich wählen Sie den Punkt 2: AusgangBer.

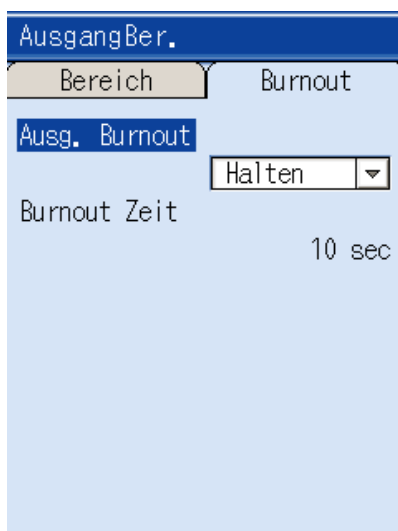


Untermenü „AusgangBer.“

Im ersten Ordner können sie Auswählen, welche Größe auf dem Analogausgang ausgegeben werden soll (Art). Außerdem können Sie bestimmen, ob der Messbereich Einfach oder Bidirektional ist. Der Wert „Max. Messbereich“ entspricht dem 20mA-Wert des Ausgangs.

Die Werte „min. Ausgangslimit“ und „max. Ausgangslimit“ bestimmen, wie weit der Analogausgang überfahren werden darf. -20% bedeutet, dass der Wert max 20% unter 4mA abfallen kann, 120% bedeutet, dass die 20mA um bis zu 20% überfahren werden können.

Im Ordner Burnout können Sie die Reaktion des Analogausganges im Fehlerfall bestimmen.



„Burnout“-Menü

Unter einem Burnout versteht man ein temporäres Aussetzen der Messung, z.B. bei zeitweisem hohen Gasanfall. Wird die Option

„Halten“ gewählt, so bleibt der letztanstehende Wert nach Ablauf der Burnout-Zeit am Ausgang anstehen. Alternativ kann Null (4mA), Max (25mA) und Min (2,5mA) gewählt werden.

*Tip: Der Analogausgang verbraucht nicht unerheblich Strom. Die Aktivierung des Analogausganges führt zu einer Verkürzung der Akkulaufzeit. Gleiches gilt für die Hintergrundbeleuchtung.*

## Wärmemengenmessung mit Wärme-Zusatzausstattung

Mit dem PortaflowC ist eine Wärmemengenmessung möglich. Hierzu besitzt der PortaflowC zwei Analogeingänge (4..20mA), die mit einer Vor- und eine Rücklauf Temperatur oder einem deltaT beaufschlagt werden können.

*Tip: Die Analogeingänge des PortaflowC sind passiv und NICHT galvanisch getrennt. Wenn Sie also zwei externe Temperatursignale auflegen möchten, achten Sie bitte auf deren galvanische Trennung.*

Systemec bietet ein batteriebetriebenes Zusatzsystem, bestehend aus einem Handgerät mit Display und zwei Aufschnall-Temperatursensoren, womit die Wärmemengenmessung komfortabel durchführbar ist.

## Installation der Temperaturfühler

Klemmen Sie die Temperaturfühler auf die Vorlauf und die Rücklaufmessung



Magnetischer Temperaturfühler

Verwenden Sie zur Besseren Kopplung etwas von der Koppelpaste, die Sie auch für die Durchflussmessung verwenden.

Schließen Sie die beiden Temperaturelemente an das Handmessgerät an (Heiße Leitung auf M0, kältere auf M1) und schließen Sie den Ausgangsstecker (Orange) an PortaflowC und Handgerät an.

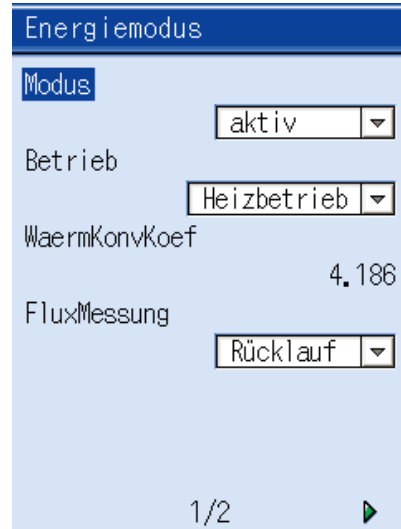


## Parametrierung für Wärmemengenmessung

Gehen Sie zunächst in das Menü „Syst.Einstell.“ und wählen Sie den Punkt 3 „Energimodus“



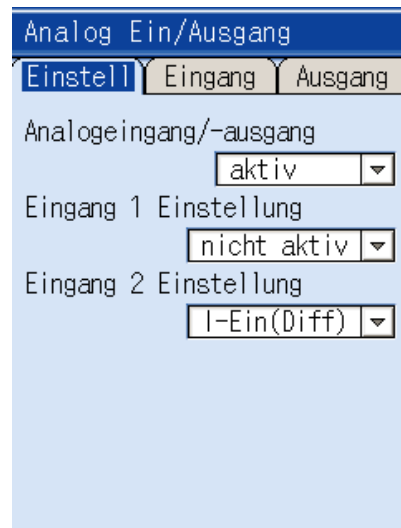
Im Menü „Energimodus“ schalten Sie zunächst den Modus aktiv.



Wählen Sie die Betriebsart Heizen oder Kühlen und geben Sie den Wärmekoeffizient Ihrer Flüssigkeit ein. Legen Sie fest, ob die Durchflussmessung auf der Vorlauf- (bei Heizbetrieb die heiße Seite, bei Kühlbetrieb auf der Kalten Seite) oder auf der Rücklaufseite installiert ist.

Die Einstellungen auf der Seite 2 sind, bei der Verwendung einen Temperaturdifferenzsignales, nicht relevant.

Gehen Sie nun zurück in das Menü „Syst.Einstell“ und wählen Sie den Menüpunkt 2 „Analog Ein/Ausgang“.



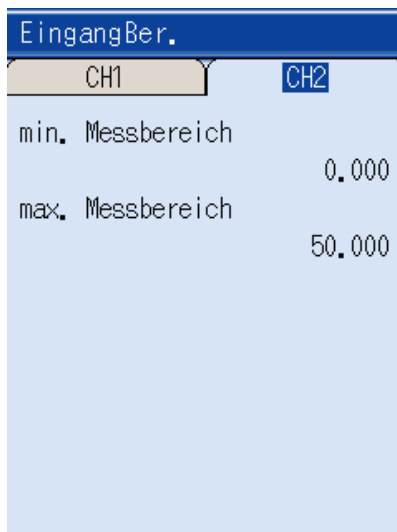
IN diesem Menü wählen Sie bitte im Reiter „Einstell“ Eingang 1 Einstellung „nicht aktiv“ und bei der Einstellung Eingang 2 „I-Ein (Diff)“, dies bedeutet, dass am Analogeingang 2 des PortaflowC ein Temperaturdifferenzsignal Vorminus Rücklauf erwartet wird.

Gehen Sie zurück in das Hauptmenü und wählen Sie das Menü „Bereich“



Wählen Sie in diesem Menü den Menüpunkt 2: „EingangBer.“

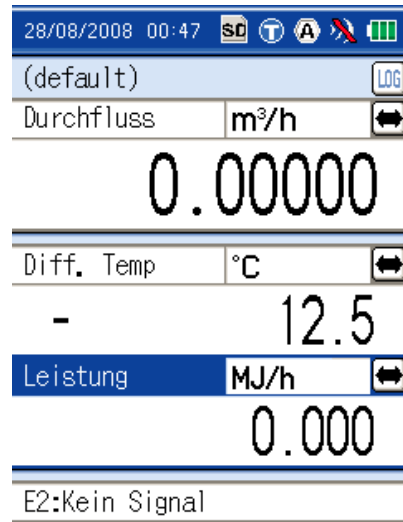
Im Zweiten Ordner „CH2“ müssen Sie nun den Messbereich des Temperaturdifferenzsignales eingeben.



Das Handgerät zur Temperaturmessung wurde von uns so vorparametriert, dass der Analogwert 4..20mA einer Temperaturdifferenz 0..50°C entspricht. Sollten Sie größere oder kleiner Temperaturdifferenzen messen möchten, so können Sie den Ausgang des Handmessgerätes entsprechend umparametrieren. Beachten Sie hierzu dessen Handbuch.

Zur Anzeige der Leitung und Wärme können Sie die die entsprechenden Größen in der Betriebsanzeige darstellen (Siehe

Betriebsanzeige) und im Datenlogger mitschreiben (Siehe Datenlogger).



Betriebsanzeige mit Darstellung von Durchfluss, Temperaturdifferenz und Leistung

## Nützliches

### Snapshots

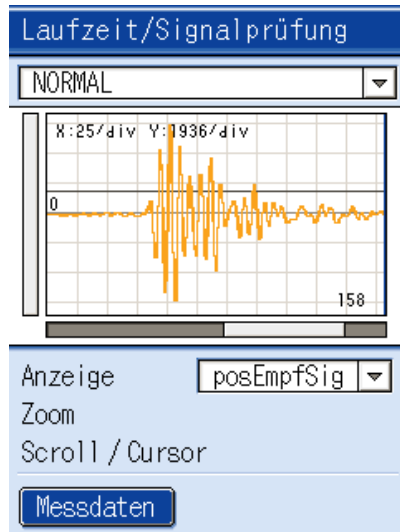
Durch Drücken der PRINT-Taste können Sie von Ihrer aktuellen Bildschirmdarstellung ein Bitmap auf der Speicherkarte ablegen. Diese Option funktioniert nur, wenn der Datenlogger NICHT in Betrieb ist.

### Wartung und Diagnose

Das Menü Wartung und Diagnose gibt Ihnen eine Vielzahl zusätzlicher nützlicher Informationen über die Messung.



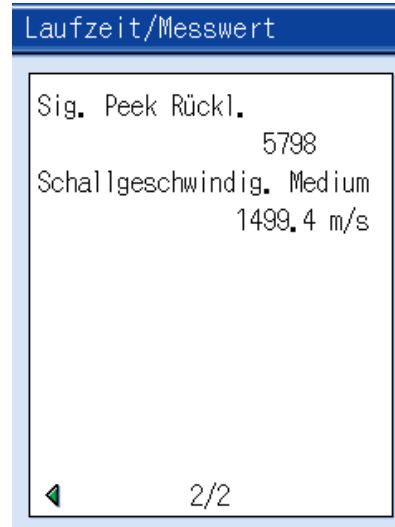
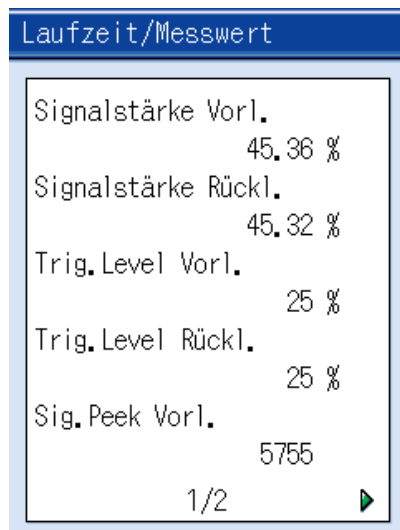
Im Untermenü 1 „Laufzeit“ finden Sie z.B. ein Oszilloskop mit dem Sie die erfassten Signale darstellen können.



IN der Abbildung oben sehen Sie ein gutes Signal mit steil ansteigender Flanke wenig Rauschen vor dem Signal und Triggerung bei ca. 30% der maximalen Amplitude.

Gestörte Signale deuten auch schlechte Schalleinkopplung (verbessern der Rohroberfläche) oder z.B. auf eine hohe Gas- oder Feststoffbelastung des Mediums hin (Probe ziehen). Auch Leistungselektronik kann im Einzelfall zu Störungen führen (anderen Standort wählen).

IM Untermenü, den Sie über den Button „Messdaten“ erreichen bekommen Sie weitere Zusatzinformationen.



## Tabellen

Spezifische Wärmekapazitäten von Flüssigkeiten

Flüssigkeit	spez. Wärmekapazität J/gK
Ethanol	2,428
Azeton	2,16
Benzol	1,738
Brom	0,266
Essigsäure	2,031
Glyzerin	2,428
Maschinenöl	1,675
Methanol	2,47
Nitrobenzol	1,507
Quecksilber	0,139
Salpetersäure	1,717
Schwefelsäure	1,386
Terpentinöl	1,8
Trichlormethan	0,95
Wasser, bei 20 °C (siehe auch Stoffdaten Wasser)	4,187
Wasser mit 45 % Ethylenglykol bei 20 °C (1,05 g/cm³)	3,33

## Schallgeschwindigkeit verschiedener Medien

Medium	Schallgeschwindigkeit (m/s)
Wasser	1484
Wasser (bei 0 °C)	1407
Meerwasser	~1500
Eis (bei -4 °C)	3250
Öl(SAE 20/30)	1740
Benzol	1326
Ethylalkohol	1168
Glas	5300
Gummi	150
Plexiglas	2670
PVC-U (hart)	2250
Beton (C20/25)	3655
Beton (C30/37)	3845
Buchenholz	3300
Marmor	6150
Aluminium	6320
Beryllium	12900
Blei/5%Antimon	2160
Blei	1200
Gold	2000
Kupfer	3800
Magnesium/Zk60	4400
Nickel	4900
Zink	3800
Quecksilber	1450
Stahl	5920
Titan	6100
Messing	3500
Wolfram	5180
Eisen	5170
Silber	2640

## Kontakt

systemec Controls  
 Mess- und Regeltechnik GmbH  
 Lindberghstraße 4  
 82178 Puchheim  
 Germany

Fon.: +49-(0)89-80906-0  
 Fax.: +49-(0)89-80906-200  
 Mail: [info@systemec-controls.de](mailto:info@systemec-controls.de)  
 Web: [www.scmr.de](http://www.scmr.de)