

**Leitfähigkeits-Messumformer
mit 4-Pol Messzelle (Graphit)**

ab Version 2.1

Bedienungsanleitung

GLMU 400 MP

Inhalt

1	Bestimmungsgemäße Verwendung	2
2	Allgemeiner Hinweis	2
3	Sicherheitshinweise	2
4	Entsorgungshinweise	2
5	Hinweis zum Kalibrierservice	2
6	Montage	3
7	Bedienung und Betrieb	4
8	Anzeigefunktionen	5
9	Fehler- und Systemmeldungen	5
10	Konfiguration des Gerätes	6
11	Technische Daten	8



GREISINGER electronic GmbH

D - 93128 Regenstauf, Hans-Sachs-Straße 26

Tel.: 09402 / 9383-0, Fax: 09402 / 9383-33, eMail: info@greisinger.de

1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der GLMU 400 MP ist ein Messumformer zum Messen von Leitfähigkeit oder anderen aus der Leitfähigkeit berechneten Größen in Flüssigkeiten.

Die Leitfähigkeitsmessung erfolgt mittels eines Wechselstromes zwischen den Polen der Messzelle, im direkten Kontakt mit der zu messenden Flüssigkeit.

Die Messwertausgabe erfolgt mittels Normsignalausgang und einer LCD Anzeige.

Die 4-20mA Ausführung versorgt sich direkt aus der Stromschleife, die 0-..V Ausführung benötigt eine separate Versorgungsspannung.

Vor der endgültigen Inbetriebnahme müssen die jeweiligen Geräteparameter konfiguriert werden.

2 Allgemeiner Hinweis

Lesen Sie dieses Dokument aufmerksam durch und machen Sie sich mit der Bedienung des Gerätes vertraut, bevor Sie es einsetzen. Bewahren Sie dieses Dokument griffbereit auf, um im Zweifelsfalle nachschlagen zu können.

3 Sicherheitshinweise

Dieses Gerät ist gemäß den Sicherheitsbestimmungen für elektronische Messgeräte gebaut und geprüft. Die einwandfreie Funktion und Betriebssicherheit des Gerätes kann nur dann gewährleistet werden, wenn bei der Benutzung die allgemein üblichen Sicherheitsvorkehrungen sowie die gerätespezifischen Sicherheitshinweise in dieser Bedienungsanleitung beachtet werden.

1. Die einwandfreie Funktion und Betriebssicherheit des Gerätes kann nur unter den klimatischen Verhältnissen, die im Kapitel „Technische Daten“ spezifiziert sind, garantiert werden.
Wird das Gerät von einer kalten in eine warme Umgebung transportiert, so kann durch Kondensatbildung eine Störung der Funktion eintreten. In diesem Fall muss die Angleichung der Gerätetemperatur an die Umgebungstemperatur abgewartet werden.
2. Beachten Sie die üblichen Vorschriften und Sicherheitsbestimmungen für Elektro-, Schwach- und Starkstromanlagen, insbesondere die landesüblichen Sicherheitsbestimmungen (z.B. VDE 0100).
3. Konzipieren Sie die Beschaltung besonders sorgfältig beim Anschluss an andere Geräte (z. B. PC). Unter Umständen können interne Verbindungen in Fremdgeräten (z. B. Verbindung GND mit Schutzerde) zu nicht erlaubten Spannungspotentialen führen, die das Gerät selbst oder ein angeschlossenes Gerät in seiner Funktion beeinträchtigen oder sogar zerstören können.
4. Wenn anzunehmen ist, dass das Gerät nicht mehr gefahrlos betrieben werden kann, so ist es außer Betrieb zu setzen und vor einer weiteren Inbetriebnahme durch Kennzeichnung zu sichern.

Die Sicherheit des Benutzers kann durch das Gerät beeinträchtigt sein, wenn es zum Beispiel:


- sichtbare Schäden aufweist
- nicht mehr wie vorgeschrieben arbeitet
- längere Zeit unter ungeeigneten Bedingungen gelagert wurde

In Zweifelsfällen sollte das Gerät grundsätzlich an den Hersteller zur Reparatur bzw. Wartung eingeschickt werden.

5. **Warnung:**

Benützen Sie dieses Produkt nicht in Sicherheits- oder in Notaus-Einrichtungen oder in Anwendungen wo ein Fehlverhalten des Gerätes die Verletzung von Personen oder materielle Schäden zur Folge haben kann. Wird dieser Hinweis nicht beachtet so kann dies zu Verletzung oder zum Tod von Personen sowie zu materiellen Schäden führen.

4 Entsorgungshinweise

 Das Gerät darf nicht über die Restmülltonne entsorgt werden. Soll das Gerät entsorgt werden, senden Sie dieses direkt an uns (ausreichend frankiert). Wir entsorgen das Gerät sachgerecht und umweltschonend.

5 Hinweis zum Kalibrierservice

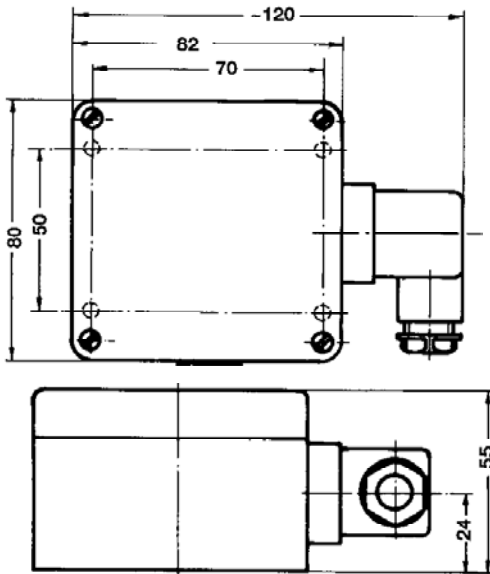
Werkskalibrierschein – DKD-Schein – amtliche Bescheinigungen:

Soll das Messgerät einen Kalibrierschein erhalten, ist dieses mit der zugehörigen Messzelle zum Hersteller einzuschicken.

Nur der Hersteller kann die Grundeinstellungen überprüfen und wenn notwendig korrigieren.

6 Montage

Abmessungen



Allgemeine Hinweise zur Winkelsteckermontage

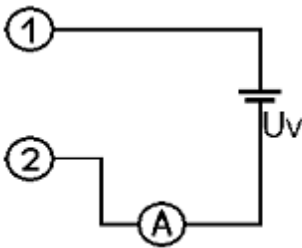
Zur Montage des Anschlusskabels (je nach Gerät: 2- oder 3-Leiter) muss die Schraube am Winkelstecker gelöst und der Kupplungseinsatz, mit Hilfe eines Schraubendrehers, an der bezeichneten Stelle (Pfeil) herausgehoben werden.

Nun kann das Anschlusskabel durch die Verschraubung gezogen und auf dem losen Kupplungseinsatz, gemäß vorstehenden Anschlussplan, montiert werden.

Den losen Kupplungseinsatz nun wieder auf die Stifte am Messumformergehäuse aufstecken und die Abdeckkappe mit dem Kabelanschluss in die gewünschte Richtung drehen und aufsnappen (Es sind hier 4 verschiedene, jeweils um 90° gedrehte Ausgangsebenen möglich). Die Schraube am Winkelstecker wieder anziehen.

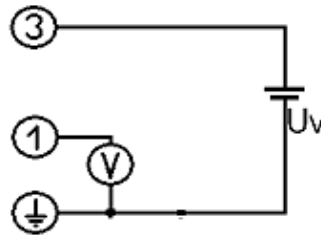
6.1 Anschlussbelegung Winkelstecker

4-20 mA (2-Leiter-Anschluss)



- 1 = Versorgung +
- 2 = GND / Signal

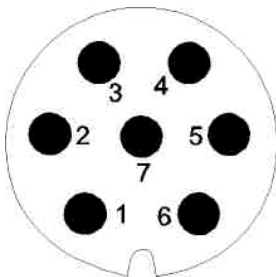
Spannung (3-Leiter-Anschluss)



- 1 = Signal +
- 3 = Versorgungsspannung +Uv
- ⊥ (4) = Versorgungsspannung -Uv

Die Ausführung Spannungs- oder Stromausgang ist ab Werk festgelegt und kann nicht verändert werden

6.2 Anschlussbelegung Messzellen-Buchse



Kontakt-Nr.	4-Pol-Messzelle (K ~ 0.55)
1	Temperatur +
2	Temperatur GND
3	Versorgung 1
4	Signal 1
5	Signal 2
6	Versorgung 2
7	Nicht belegt

6.3 Verwendung der Einheiten Labels

Bei dem Messumformer handelt es sich um ein sehr universelles Anzeigeinstrument, viele unterschiedliche Anzeige-Einheiten sind möglich (z.B. $\mu\text{S}/\text{cm}$, $\text{k}\Omega\cdot\text{cm}$). Dafür werden Einheiten-Labels mitgeliefert, die zwischen dem Gehäusedeckel und der Frontfolie in das **transparente Einheiten-Fenster** eingeschoben werden können.

Um ein Label zu ersetzen, schrauben Sie den Deckel ab, ziehen das alte heraus und schieben das neue ein. Die Einheit hängt von den Einstellungen der Zellkonstante, der Messfunktion und dem Messbereich ab! Beachten Sie hierzu die Tabelle im Kapitel „Konfiguration des Gerätes“.

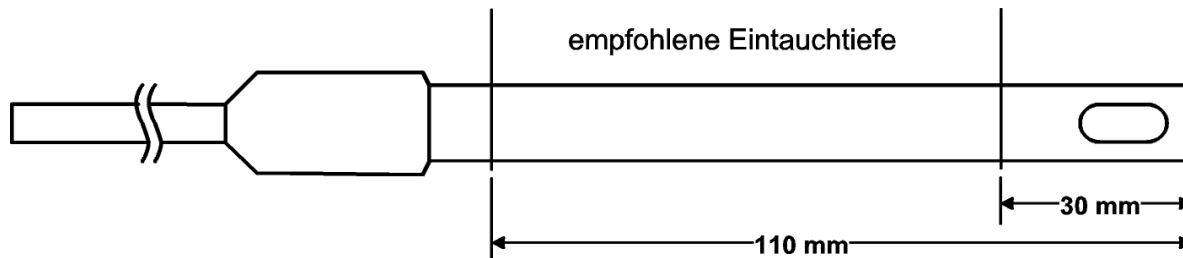


7 Bedienung und Betrieb

7.1 Allgemeines zur Leitfähigkeitsmessung

7.1.1 Die Leitfähigkeits-Messzelle

Die Messzelle ist während des Betriebes soweit einzutauchen, dass sie mindestens 30 mm in das Messmedium hineinragt. Für den Dauerbetrieb empfehlen wir eine maximale Eintauchtiefe von 110 mm.



Die Messzelle kann sowohl in Wasser stehend als auch trocken aufbewahrt werden. Nach trockener Lagerung ist die Benetzungszeit etwas länger. Beim Wechsel in eine Flüssigkeit mit stark abweichender Leitfähigkeit ist die Messzelle vorher mit deionisiertem Wasser zu spülen.

Achtung: *Messzelle niemals mit wasserabstoßenden Stoffen wie Öl oder Silikon in Berührung bringen.*

Wird eine unerwartet hohe bzw. niedrige Leitfähigkeit gemessen, so kann dies auf eine Verschmutzung der Elektroden mit nichtleitenden bzw. leitenden Fremdstoffen zurückzuführen sein. Die Messzelle muss dann ggf. mit einer wässrigen Seifenlösung gesäubert werden.

Bei Messungen bei Leitfähigkeit ist für eine ausreichende Anströmung der Messzelle zu sorgen!

7.1.2 Messhinweise

Die Leitfähigkeitsmessung ist vergleichsweise einfach durchzuführen, die Genauigkeit des Messgerätes ist bei sachgerechter Anwendung der Messzelle sehr stabil, je nach Genauigkeitsanforderung kann bis zu mehreren Jahren ohne Nachkalibrieren der Steigungskorrektur gearbeitet werden.

Soll die Genauigkeit überprüft oder verbessert werden, geschieht dies mit geeigneten Referenzlösungen und über die Anpassung der Steigungskorrektur.

Achtung! Falsche Handhabung der Referenzlösungen kann diese sehr schnell unbrauchbar machen.

Durchführung der Messung:

Vor allem bei Messung von niedrigen Leitfähigkeiten die Messzelle vor dem Eintauchen in die Messlösung mit deionisiertem Wasser spülen.

Der Messvorgang wird erheblich beschleunigt, wenn bei Beginn der Messung die Messzelle mehrmals eingetaucht und wieder herausgezogen wird. Während der eigentlichen Messung muss die Messzelle vor allem bei geringen Leitfähigkeiten ausreichend angeströmt werden, bspw. durch Umrühren.

Es muss ausreichend lange gewartet werden, bis die Messzelle die Temperatur der Lösung angenommen hat.

7.1.3 Temperaturkompensation

Die Leitfähigkeit von wässrigen Lösungen ist abhängig von der Temperatur. Die Temperaturabhängigkeit ist stark von der Art der Lösung abhängig. Für die meisten Anwendungen bspw. Im Bereich der Fischzucht u.ä. ist die nichtlineare Temperaturkompensation für natürliche Wässer („nLF“, nach EN 27888) ausreichend genau. Die übliche Bezugstemperatur ist 25 °C.

7.1.4 Salinitätsmessung

In der Messart „SAL“ kann die Salinität (Salzgehalt) von Meerwasser bestimmt werden (Grundlage: International Oceanographic Tables; IOT). Standardmeerwasser hat eine Salinität von 35 ‰ (35 g Salz pro 1 kg Meerwasser).

Die Anzeige erfolgt in ‰ (g/kg).

7.1.5 TDS-Messung

Mit der TDS-Messung (**t**otal **d**issolved **s**olids) wird anhand der Leitfähigkeit und eines Umrechnungsfaktors (C.tdS) der Filtrattrockenrückstand (Abdampfrückstand) bestimmt. Der Umrechnungsfaktor muss für die Art der Lösung ermittelt werden.

Die Anzeige erfolgt in mg/l.

8 Anzeigefunktionen

8.1 Aktuelle Messwerte

Im normalen Betrieb wird der **Leitfähigkeits-Anzeigewert** angezeigt.

Durch kurzes Drücken auf die Taste ‚SET‘ (1) kann für 10 sek. auf die Anzeige der **Temperatur** in [°C] umgeschaltet werden.



Anzeige Leitfähigkeit



Anzeige Temperatur

Pfeil auf Temp signalisiert Temperaturanzeige

8.2 Min-/Max-Wertspeicher

Min-Werte (Lo) betrachten: Taste ‚ab‘ (2) kurz drücken

Max-Werte (Hi) betrachten: Taste ‚auf‘ (3) kurz drücken

Ist-Werte wieder anzeigen: ‚ab‘ (2) o. ‚auf‘ (3) nochmals drücken

Min löschen: Taste ‚ab‘ (2) für 2s drücken

Max löschen: Taste ‚auf‘ (3) für 2s drücken

Nach 10 sek wird wieder auf die Istwertanzeige umgeschaltet.

Anzeige wechselt zwischen ‚Lo‘ und Min-Werten

Anzeige wechselt zwischen ‚Hi‘ und Max-Werten

Ist-Werte werden angezeigt

Min Werte werden gelöscht, es erscheint kurz ‚CLR‘ (Clear)

Max Werte werden gelöscht, es erscheint kurz ‚CLR‘ (Clear)

9 Fehler- und Systemmeldungen

Anzeige	Bedeutung	Mögliche Ursachen	Abhilfe
Err.1	Messbereich ist überschritten	Falsches Signal	Temperatur: größer 140 °C unzulässig. Richtigen Messbereich für Leitfähigkeit wählen
Err.2	Messbereich ist unterschritten	Falsches Signal	Temperatur: kleiner -5 °C unzulässig Richtigen Messbereich für Leitfähigkeit wählen
Err.7	Systemfehler	Fehler im Gerät	Gerät von Versorgung trennen und erneut verbinden, bleibt Fehler bestehen: => Gerät zur Reparatur einschicken
Err.9	Sensorfehler	Kabel/Sensor defekt	Sensor, Kabel und Anschlüsse prüfen
Er.11	Berechnungsfehler	Berechnungsgrundlage fehlt oder ist außerhalb Bereich	Temperatur prüfen
Er.12	Messzellenfehler	Lässt sich nicht einregeln	Reinigung/Neustart bzw. Reparatur
Er.13	Messzellenfehler	Lässt sich nicht einregeln	Reinigung/Neustart bzw. Reparatur
8.8.8.8	Segmenttest	Das Gerät führt beim Einschalten für ca. 2 Sekunden einen Segmenttest durch und wechselt anschließend bei zulässigem Sensorsignal in die Messwertanzeige.	

10 Konfigurieren des Gerätes

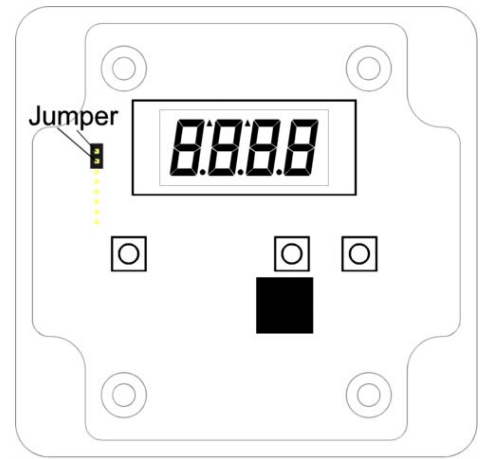
In der Konfiguration können die Geräteparameter verändert werden. Der Jumper muss gesetzt sein, siehe Abbildung rechts. Um den Jumper zu setzen oder zu entfernen, muss der Gehäusedeckel geöffnet werden. Ab Werk ist der Jumper gesetzt.

Zum Ändern von Parametern 2 Sekunden lang „SET“ (Taste 1) drücken, dadurch wird die Parameterauswahl (beginnt mit Anzeige „CELL“) aufgerufen.

Mit „SET“ wählen Sie den Parameter, die Einstellung der Parameter erfolgt mit den Tasten ▲ (Taste 3) oder ▼ (Taste 2).

Erneutes Drücken von „SET“ wechselt zurück zur Parameterauswahl.

Wurde der letzte Parameter erreicht, werden nach einem weiteren Drücken von „SET“ die Einstellungen gespeichert, das Gerät startet neu.



Wenn der Jumper von den markierten Kontakten entfernt wird, kann die Konfiguration nicht aufgerufen werden, Einstellungen sind geschützt.

10.1 'CELL': Einstellung der Zellkonstante K der angeschlossenen Messzelle

Wählbare Werte: 0.300...1.200, Einheit 1/cm

Der Wert wurde ab Werk ermittelt und liegt in zwischen 0.450 und 0.650.

10.2 'Func': Einstellung der Messfunktion

Wählbare Werte:

cond	Leitfähigkeit
rESi	spezifischer Widerstand (Resistivität)
TdS	Filtrat-Trockenrückstand TDS (Total Dissolved Solids)
SAL	Salinität, Salzgehalt von Meerwasser

10.3 'rAnG': Einstellung des Messbereiches (Range, nicht bei „Func SAL“)

Der Messbereich ist abhängig von der zuvor eingestellten Messfunktion, wählbare Werte: 0...3:

	Bereich (rAnG) r 4	Bereich (rAnG) r 3	Bereich (rAnG) r 2	Bereich (rAnG) r 1	Bereich (rAnG) r 0
Leitfähigkeit (cond)	0 - 500 mS/cm	0,0 - 200,0 mS/cm	0,00 - 20,00 mS/cm	0 - 2000 µS/cm	0,0 - 200,0 µS/cm
s.Widerstand (rESi)	1,00 - 50,00 Ohm·cm	1,0 - 500,0 Ohm·cm	1 - 5000 Ohm·cm	0,00 - 20,00 kOhm·cm	0 - 200 kOhm·cm
TDS (tdS)	0 - 1000 g/l	0.0 - 200,0 g/l	0.00 - 20,00 g/l	0 - 2000 mg/l	0,0 - 200,0 mg/l
Salinität (SAL)	0,0 - 70,0				

10.4 't.Cor': Einstellung der Temperaturkompensation (nicht bei „Func SAL“)

Wählbare Werte:

- off: keine Temperaturkompensation gewählt
- nLF: nichtlineare Kompensation für natürliche Wässer nach EN 27888 (DIN 38404). Für Messungen von Grund-, Oberflächen-, Trink- oder Reinstwasser. Achtung: eingeschränkter Temperaturbereich: -5...105 °C
- Lin: Lineare Temperaturkompensation (Für sonstige wässrige Lösungen, einstellbarer Faktor)

10.5 't.Lin': Einstellen des Kompensationskoeffizienten (nur bei t.Cor = Lin)

Wählbare Werte: 0.300 .. 5.000 [%]

Wird immer im gleichen engen Lösungsbereich gemessen, kann der lineare Temperaturkoeffizient ermittelt werden.

$$LF_{\text{Bezugstemperatur}} = \frac{LF_{\text{aktuelle Temperatur}}}{1 + \frac{\text{"t.Lin" in Prozent}}{100} * (\text{aktuelle Temperatur} - \text{Bezugstemperatur})}$$

10.6 't.rEF': Auswahl der Referenztemperatur (nur bei t.Cor = nLF oder Lin)

Wählbare Werte: 20 °C oder 25 °C

10.7 'C.tdS': Einstellen des Filtrattrockenrückstand (TDS)-Faktors (bei Func tdS)

Dieser Faktor hängt von der Zusammensetzung des Mediums ab und muss für jeden Wassertyp bestimmt werden. Wählbare Werte 0.40 .. 1.00

10.8 'DA.Lo': Nullpunkteinstellung des Ausgangs (Skalierung des Ausgangs)

Eingabe des Anzeigewertes, bei dem der Ausgang 4 mA (bzw. 0 V) ausgeben soll.

Die einstellbaren Werte ergeben sich aus der gewählten Messfunktion(Func) und Messbereich(rAnG).

10.9 'DA.Hi': Steigungseinstellung des Ausgangs (Skalierung des Ausgangs)

Eingabe des Anzeigewertes, bei dem der Ausgang 20 mA (bzw. 1 / 10 V) ausgeben soll.

Die einstellbaren Werte ergeben sich aus der gewählten Messfunktion(Func) und Messbereich(rAnG).

10.10 'Unit' mit Temp-Pfeil: Eingabe der Temperatureinheit.

Alle zugehörigen Anzeigen und Einstellungen werden in der gewählten Einheit getätigt.

Einstellbar sind: °C, °F (Werkseinstellung °C)

10.11 'OFFS' mit Temp-Pfeil: Offset bzw. Nullpunkt der Temperaturmessung

Der Nullpunkt der Messung wird um diesen Wert verschoben, die Eingabe erfolgt in °C. Berechnung siehe unten. Einstellbar: -5,0...+5,0 °C oder 'oFF' (= 0,0°) (Werkseinstellung = off)

10.12 'SCAL' mit Temp-Pfeil: Scale bzw. Steigungskorrektur der Temp.-Messung

Die Steigung wird um diesen Wert verändert, Berechnung siehe unten..

einstellbare Werte sind: -5,00...+5,00 oder 'oFF' (= 0,00) (Werkseinstellung = off)

Das Justieren mittels Offset und Steigungskorrektur dient zum Ausgleich von Temperaturmessabweichungen. Es wird empfohlen, die Steigungskorrektur deaktiviert zu lassen ("oFF"). Der Messwert wird dann nach folgender Formel berechnet:

Temperaturanzeige = gemessener Wert – Offset

Bei Verwendung der Steigungskorrektur gilt:

Temperaturanzeige = (gemessener Wert – Offset) * (1 + Steigungskorrektur/100)

Eingabe mit Taste 1 bestätigen, mit erneuten drücken von Taste führt das Gerät einen Neustart aus (Anzeige 8888).

11 Technische Daten

Messbereich 1 (einer der folgenden konfigurierbar):

	Bereich (rAnG) r 4	Bereich (rAnG) r 3	Bereich (rAnG) r 2	Bereich (rAnG) r 1	Bereich (rAnG) r 0
Leitfähigkeit (cond)	0 - 500 mS/cm	0,0 - 200,0 mS/cm	0,00 - 20,00 mS/cm	0 - 2000 µS/cm	0,0 - 200,0 µS/cm
s.Widerstand (rESi)	1,00 - 50,00 Ohm·cm	1,0 - 500,0 Ohm·cm	1 - 5000 Ohm·cm	0,00 - 20,00 kOhm·cm	0 - 200 kOhm·cm
TDS (tdS)	0 - 1000 g/l	0.0 - 200,0 g/l	0.00 - 20,00 g/l	0 - 2000 mg/l	0,0 - 200,0 mg/l
Salinität (SAL)	0,0 - 70,0				

Messbereich 2

Temperatur (nur Anzeige): -5.0...140.0 °C (0.1 °C bzw. 0.1 °F Auflösung, NTC10k)

Achtung: Einsatzbereich der Messzelle beachten: 0..80 °C

Genauigkeit: (bei Nenntemperatur = 25 °C, ±1 Digit)

Messung: Leitfähigkeit: ±0,5 % vom Messwert ±0,3 FS
Temperatur: ±0,1 °C ±1 Digit

Zus. Ausgangssignal: ±0,2 % FS

Messzelle:

4-Pol Messzelle mit Graphitelektroden, integrierter NTC Temperatursensor, Zellkonstante K: 0.45...0.65; ab Werk ermittelt und voreingestellt
7-polige Steckverbindung

Temp.-Kompensation: nicht-lineare Funktion natürliche Wässer, linear (einstellbarer Koeffizient) oder keine

Min-/Max-Wertspeicher: die Min- und Max-Werte werden gespeichert

Ausgangssignal: siehe Typenschild, frei skalierbar

Skalierung: durch Eingabe der Anzeigen, bei denen 4 mA (0 V) und 20 mA (1 V / 10 V) ausgegeben wird

Anschlussart: 4 - 20 mA Variante: Zweileiter, Messung galvanisch getrennt
bei Option AV01 (0-1 V), AV10 (0-10 V): Dreileiter, Messung galvanisch getrennt

Hilfsenergie/Versorgung: $U_v = 12 - 30 \text{ V DC (4-20 mA)}$
 $U_v = 12 - 30 \text{ V DC, max. 10 mA (0-1 V)}$ $U_v = 18 - 30 \text{ V DC, max. 10 mA (0-10 V)}$
oder entsprechend Typenschild

Verpolungsschutz: 50 V dauernd

Zul. Bürde (bei 4-20mA): $R_A(\Omega) < (U_v - 12 \text{ V}) / 0,02 \text{ A}$

Beispiel: für $U_v = 18 \text{ V}$: $R_A < (18 \text{ V} - 12 \text{ V}) / 0,02 \text{ A} \Rightarrow R_A < 300 \Omega$

Zul. Last (bei 0...V): $R_L(\Omega) > 3000 \Omega$

Justierung:

Per Tastatur. - Leitfähigkeit: durch Einstellung der Zellkonstante K (CELL)
- Temperatur: Nullpunkt und Steigungskorrektur

Anzeige: ca. 10 mm hohe, 4-stellige LCD-Anzeige

Betriebsumgebung der Elektronik:

Nenntemperatur: 25°C

Arbeitsbedingungen: -25 bis 50°C, 0 bis 95 % r.F. (nicht betauend)

Lagertemperatur: -25 bis 70 °C

Umgebung Messzelle: -5 bis 80 °C (kurzzeitig bis 100 °C)

Gehäuse: ABS (IP65)

Abmessungen: 82 x 80 x 55 mm (ohne Winkelstecker und Fühlerbuchse)

Befestigung: über Bohrungen für Wandmontage (im Gehäuse – unter Gehäusedeckels zugänglich).

Befestigungsabstand: 50 x 70mm, max. 4 mm Schaftdurchmesser der Befestigungsschrauben.

Elektrischer Anschluss: Winkelstecker nach DIN 43650 (IP65),
maximaler Leitungsquerschnitt: 1,5 mm², Leitungsdurchmesser von 4,5 bis 7 mm

EMV:

EN61326 +A1 +A2 (Anhang A, Klasse B), zusätzlicher Fehler: < 1% FS.

Bei Anschluss von langen Leitungen sind entsprechend geeignete externe Maßnahmen gegen Stoßspannungen vorzusehen.

Bei Einsatz in ESD-gefährdeten Bereichen ist der Elektrodenanschluss entsprechend ausreichend gegen ESD-Spannungen zu schützen.