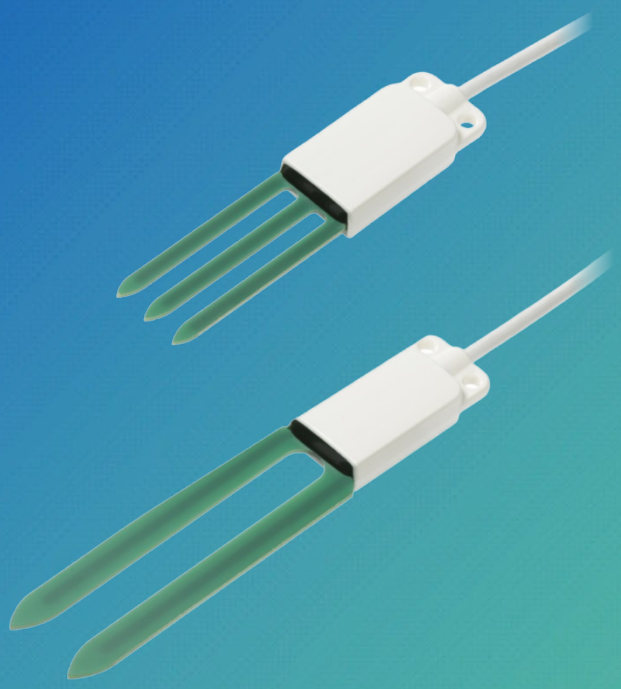
BETRIEBSANLEITUNG

HD3910 – Serie

Sonden zur Bestimmung des volumetrischen Wassergehalts (VWC) im Boden



EN

V1.0

senseca

Inhalt

1 Einführung 3
2 Technische Daten 4
3 Messprinzip 6
4 Installation 7
4.1 Elektrische Anschlüsse 9
5 Einstellung der Parameter RS485 Modbus-RTU 11
6 Modbus-RTU-Protokoll 12
7 SDI-12-Protokoll 13
8 Wartung 16
9 Sicherheitshinweise 16

1 Einführung

Die Sonden **HD3910.1** (zwei Elektroden) und **HD3910.2** (drei Elektroden) messen den volumetrischen Wassergehalt (VWC) des Bodens mithilfe eines kapazitiven Messprinzips, das schnelle Messungen im Feld und mit minimaler Invasivität ermöglicht.

Die Drei-Elektroden-Sonde eignet sich besonders für die Messung in kleinen Volumina, beispielsweise bei Topfkulturen.

Die Platine ist in einem Gehäuse aus Kunststoff geschützt und mit Epoxidharz versiegelt, wodurch auch unter rauen Umgebungsbedingungen zuverlässige Messungen möglich sind.

RS845 Modbus-RTU, SDI-12 oder analoger Spannungsausgang, je nach Modell.

Die Version mit Analogausgang verfügt über zwei Spannungsausgänge: einen für den volumetrischen Wassergehalt und einen für die Temperatur. Analoger Ausgangsbereich 0,5…3 V, 0…2,5 V, 0…5 V oder 0…10 V je nach Modell.

Die Sonden werden werkseitig kalibriert geliefert und erfordern keine Kalibrierung durch den Benutzer.

Festes Anschlusskabel, Länge 5 m (HD3910.xx.5) bzw. 10 m (HD3910.xx.10), mit offenen Adern am Ende.

Die Modelle unterscheiden sich durch die Anzahl der Elektroden und die Art des verfügbaren Ausgangs:

HD3910.

.

Kabellänge:
5 = 5 m
10 = 10 m

Analoger Ausgangsbereich:
Leer = 0,5...3 V
2 = 0...2,5 V
5 = 0...5 V
10 = 0...10 V

Art des Ausgangs:
Leer = RS485 Modbus-RTU
A = Analog
S = SDI-12

Anzahl der Elektroden:
1 = 2 Elektroden
2 = 3 Elektroden

2 Technische Daten

Volumetrischer Wassergehalt

Messprinzip	Kapazitiv
Messbereich	0…60% VWC
Auflösung	0,1%
Genauigkeit (bei 23 °C)	±3% zwischen 0 und 50% VWC (Standard-Mineralboden, EC < 5 mS/cm)
Messvolumen	∅=100 mm x H=150 mm (HD3910.**1**…) ∅=80 mm x H=110 mm (HD3910.**2**…)
Betriebstemperatur des Sensors	-40…+60°C

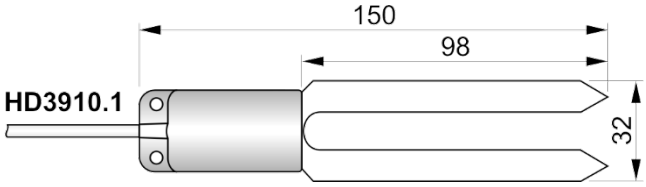
Temperatur

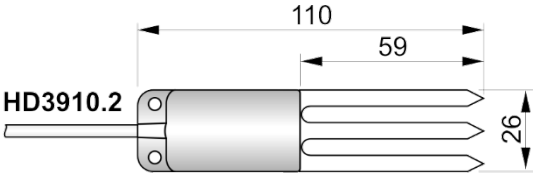
Sensor	NTC 10 kΩ bei 25 °C
Messbereich	-40…+60°C
Auflösung	0,1 °C
Genauigkeit	± 0,5 °C
Langzeitstabilität	0,1 °C/Jahr

Allgemeine Eigenschaften

Stromversorgung	• 3,6…30 VDC (HD3910.x**A2**.x) • 5…30 VDC (HD3910.xx und HD3910.x**A**.x) • 6…30 VDC (HD3910.x**S**.x) • 7…30 VDC (HD3910.x**A5**.x) • 12…30 VDC (HD3910.x**A10**.x)
Verbrauch	• 2 mA Durchschnitt / 15 mA Spitze bei 12 VDC (HD3910.xx) • 2,5 mA Durchschnitt / 15 mA Spitze bei 12 VDC (HD3910.x**A**x.x) • 300 µA im Standby / <15 mA bei Messung bei 12 VDC (HD3910.x**S**.x)
Ausgang	• RS485 Modbus-RTU (HD3910.x.x) • SDI-12 (HD3910.x**S**.x) • 2 x Analogspannung 0,5…3 V, 0…2,5 V, 0…5 V oder 0…10 V je nach Modell
Kabel	4 Pole mit offenen Adern am Ende, Länge 5 oder 10 m je nach Modell
Materialien	Griff: PP Elektroden: Kupfer auf Glas-Epoxid-Substrat, Dicke 2 mm
Gewicht	ca. 150 g (inkl. 5 m Kabel)
Schutzart	IP 67

Abmessungen (mm)


150
98
HD3910.1
32


110
59
HD3910.2
26

3 Messprinzip

Der feuchte Boden besteht aus einem festen Anteil (Mineralien), einem flüssigen Anteil (in der Regel Wasser) und einem gasförmigen Anteil (Luft, Wasserdampf).

Der volumetrische Wassergehalt (VWC) ist definiert als das Verhältnis zwischen dem vom Wasser eingenommenen Volumen (Vw) in einem bestimmten Abschnitt des Bodens und dem Gesamtvolumen des Bodenabschnitts (V):

$$VWC = \frac{Vw}{V}$$

Er kann auch als Prozentsatz (% VWC) des Wasservolumens im Gesamtvolumen ausgedrückt werden.

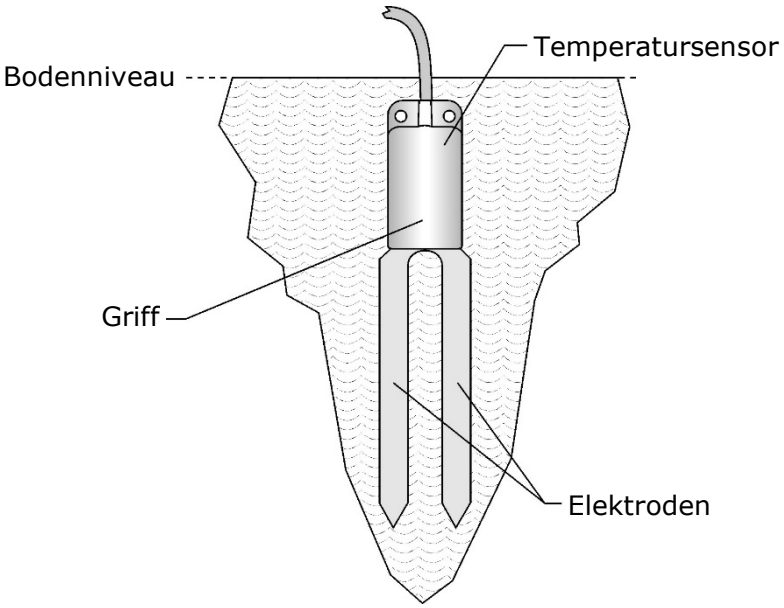
Der volumetrische Wassergehalt ist ein Parameter, der in der Hydrologie zur Untersuchung der hydraulischen Eigenschaften des Bodens und in der Landwirtschaft zur Bestimmung des Bewässerungsbedarfs von Nutzpflanzen verwendet wird.

4 Installation

Bohren Sie mithilfe eines Zubehörteils ein Loch in den Boden, das tief genug ist, um die Sonde aufzunehmen. Verwenden Sie die Sonde niemals zum Bohren eines Lochs in den Boden, um mechanische Schäden an der Sonde selbst zu vermeiden.

Sobald das Loch fertig ist, stecken Sie die Sonde **vollständig** in den Boden, sodass der gesamte Griff mit Erde bedeckt ist: Der Temperatursensor befindet sich im Inneren des Griffs, in der Nähe der Elektroden. Daher ist es für eine korrekte Temperaturmessung notwendig, dass der Griff vollständig im Boden eingetaucht ist.

Füllen Sie nach dem Einführen der Sonde den leeren Raum zwischen Erde und Sonde mit etwas pulverisierter Erde auf. Um genaue Messungen zu erhalten, sollte der Boden Kontakt mit den Elektroden und dem Sondengriff haben.



Die Sonde kann in jede beliebige Richtung ausgerichtet werden, es ist jedoch ratsam, sie senkrecht in den Boden zu stecken, um den Wasserfluss nach unten nicht zu behindern und den Einfluss der Sonde auf das Bodenverhalten zu minimieren.

Vorsicht!

- Wenden Sie beim Einführen der Sonde keine übermäßige Kraft an, um irreparable Schäden an den Elektroden zu vermeiden.
- Um die Sonde aus dem Boden zu entfernen, greifen Sie den Griff und ziehen Sie ihn nach oben. **Entfernen Sie die Sonde beim Herausziehen senkrecht und vermeiden Sie dabei eine Neigung, die die Elektroden beschädigen könnte.**
- **Entfernen Sie die Sonde nicht durch Ziehen am Kabel.**

Achtung !

- Der Bodenabschnitt, in den die Sonde eingeführt wird, muss gleichmäßig und ohne Luftspalte sein und darf nicht zu kompakt sein, da dies das Einführen der Sonde erschweren würde.
- Achten Sie auf das Vorhandensein von Wurzeln, Steinen oder anderen im Untergrund vorhandenen Gegenständen, die zwischen die Elektroden geraten und die Messung beeinträchtigen könnten.
- Die Sonde misst den Wassergehalt des Bodenvolumens, das die Elektroden unmittelbar umgibt: Positionieren Sie die Sonde so, dass sich in der Nähe der Sonde keine Gegenstände

wie beispielsweise Metallstangen befinden, die den Wirkungsbereich der Sonde selbst beeinträchtigen könnten.

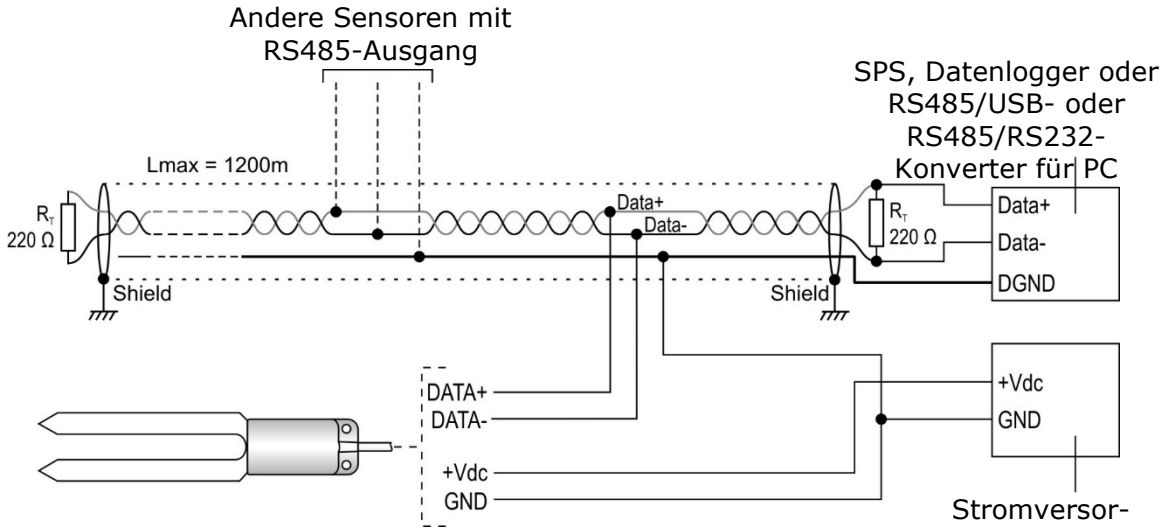
- Zeigen Sie das Vorhandensein der Sonde während der Bodenpflegearbeiten an (z. B. Rasenmähen, Pflügen, maschinelle Ernte usw.).

4.1 Elektrische Anschlüsse

Aderfarbe	Funktion		
	RS485-Ausgang (HD3910.x.x)	**SDI-12-Ausgang (HD3910.xS.x)**	**Analogausgang (HD3910.xAx.x)**
Schwarz	GND	GND	GND
Rot	+VDC	+VDC	+VDC
Weiß	RS485 A/-	DATEN	+Vout_W (%VWC)
Grün	RS485 B/+	---	+Vout_T (Temperatur)

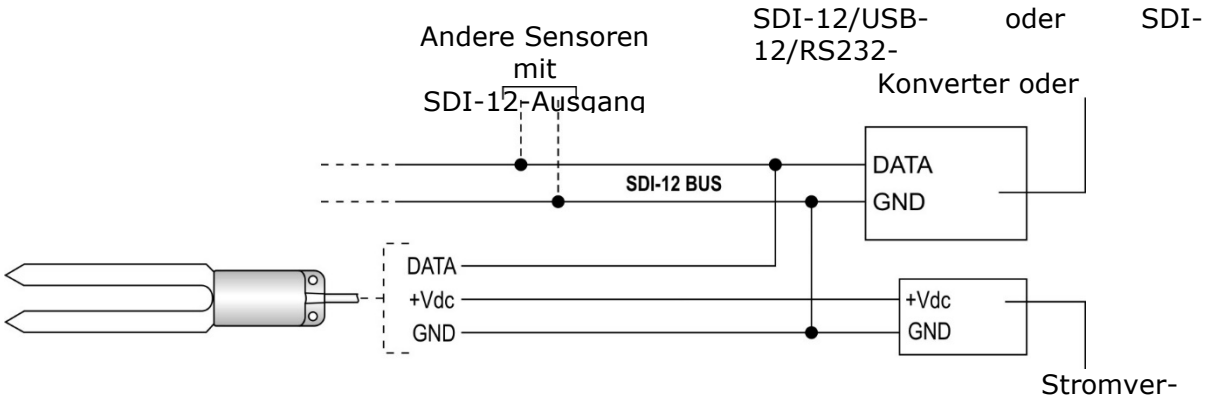
Verbinden Sie die Kabelabschirmung mit dem Minuspol der Stromversorgung.

RS485-Anschluss (HD3910.x.x):



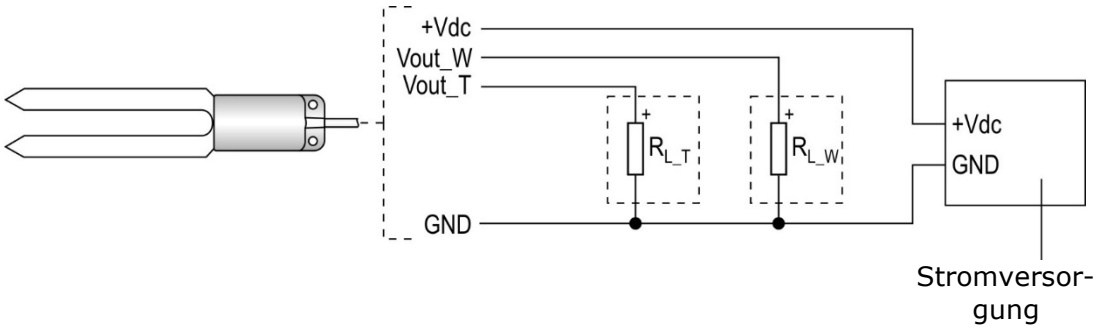
Bevor Sie die Sonde an das Netzwerk anschließen, stellen Sie die Adresse und die Kommunikationsparameter ein, falls diese von der Werkseinstellung abweichen (siehe „Einstellung der Parameter RS485 Modbus-RTU ” auf Seite11).

SDI-12-Anschluss (HD3910.xS.x):



Bevor Sie die Sonde an das Netzwerk anschließen, stellen Sie die Adresse ein (siehe „SDI-12-Protokoll ” auf Seite13).

Anschluss Analogausgang (HD3910.xAx.x):



Lastwiderstand RL > 10 kΩ.

Der Vout_W-Ausgang entspricht 0…60% VWC.

Der Vout_T-Ausgang entspricht -40…+60 °C.

5 Einstellung der Parameter RS485 Modbus-RTU

Standardmäßig hat die Sonde die Modbus-Adresse **1** und die Kommunikationsparameter 19200, 8E1. Die Adresse und die Kommunikationsparameter können wie unten gezeigt geändert werden.

1. Schließen Sie die Sonde über einen RS485/USB- oder RS485/RS232-Konverter an den PC an und starten Sie ein standardmäßiges serielles Kommunikationsprogramm.
2. Stellen Sie im seriellen Kommunikationsprogramm die Kommunikationsparameter der Sonde (Standard 19200, 8N2) und die COM-Portnummer ein, an die die Sonde angeschlossen ist.
3. Geben Sie dreimal das Zeichen **|** ein (Dezimalcode ASCII-Zeichen 124). Die Sonde antwortet mit **@**.
4. Senden Sie innerhalb von 10 Sekunden nach der Antwort der Sonde den Befehl **@** (Dezimalcode ASCII-Zeichen 64). Die Sonde antwortet mit **&**.

   Hinweis : Wenn die Sonde den **@**-Befehl nicht innerhalb von 10 Sekunden empfängt, wird der Modbus-Modus aktiviert.
5. Senden Sie den Befehl **CAL USER ON**, um die Konfigurationsänderung zu aktivieren. Nur zum Auslesen der Einstellungen wird der Befehl CAL USER ON nicht benötigt. Der Befehl CAL USER ON wird nach einigen Minuten Inaktivität automatisch deaktiviert.
6. Senden Sie die folgenden seriellen Befehle.

Befehl	**Antwort**	**Beschreibung**
CMAn	&|	Setzt die Modbus-RTU-Adresse (1…247) auf n. Standard = 1
CMBn	&|	Legt die Baudrate fest: ▪ 9600 wenn n=0 ▪ 19200 wenn n=1 (*Standard*)
CMPn	&|	Legt Paritäts- und Stoppbits fest (Datenbits = 8 fest): ▪ 8N1 wenn n=0 ▪ 8N2 wenn n=1 ▪ 8E1 wenn n=2 (*Standard*) ▪ 8E2 wenn n=3 ▪ 8O1 wenn n=4 ▪ 8O2 wenn n=5
CMWn	&|	Legt die Wartezeit nach der Übertragung mit dem Modbus-RTU-Protokoll fest: ▪ Sofortiger Empfang, wenn n=0 (verstößt gegen das Protokoll) ▪ 3,5 Zeichen warten, wenn n=1 (Protokoll eingehalten) *Standard*: Warten auf 3,5 Zeichen (n=1)
RMB	*b p w a*	Liest die Modbus-RTU-Einstellung der Sonde: *b* = Baudratenindex (0⇒ 9600, 1⇒ 19200) *p* = Paritäts- und Stoppbitindex (z. B. 2⇒ 8E1) *w* = Wartezeitindex (z. B. 1⇒ warte 3,5 Zeichen) *a* = Adresse

6 Modbus-RTU-Protokoll

Die Sonde tritt unmittelbar nach dem Einschalten in den Modus RS485 Modbus-RTU ein. Nachfolgend finden Sie die Liste der Register.

Eingangsregister:

Adresse	Beschreibung	Format
0	Statusregister	16-Bit-Ganzzahl
1	Volumetrischer Wassergehalt (VWC) in % [x10]	16-Bit-Ganzzahl
2	Scheinbare dielektrische Permittivität [x1000]	16-Bit-Ganzzahl
3	Bodentemperatur in °C [x10]	16-Bit-Ganzzahl
4	Bodentemperatur in °F [x10]	16-Bit-Ganzzahl

Das 16-Bit-Statusregister gibt folgende Informationen:

Bit	Beschreibung
0	Wenn gleich 1, ist ein Fehler aufgetreten
1	Wenn gleich 1, Datenspeicherüberlauf
2	Wenn gleich 1, Datenspeicherfehler
3	Wenn gleich 1, Programmspeicherfehler
4…5	Immer 0
6	Wenn gleich 1, VWC-Messfehler
7	Wenn gleich 1, Temperaturmessfehler
8	Wenn gleich 1, Aus- und Wiedereinschalten
9…14	Immer 0
15	Wenn gleich 1, Sonde nicht bereit (ungültige Messungen)

7 SDI-12-Protokoll

Die Sonden mit Ausgang SDI-12 sind mit der Version 1.3 des Protokolls kompatibel.

Die Kommunikationsparameter des Protokolls sind „1200, 7E1".

Standardmäßig ist die SDI-12-Adresse **0** und kann durch Verwendung des entsprechenden SDI-12-Befehls geändert werden.

Die Kommunikation mit der Sonde erfolgt durch Senden eines Befehls im folgenden Format:

<Adresse><Befehl>!

mit <Adresse> = Adresse der Sonde, an die der Befehl gesendet wird
<Befehl>= Art des Vorgangs, der an die Sonde angefordert wurde

Die Antwort der Sonde lautet wie folgt:

<Adresse><Daten><CR><LF>

mit <Adresse> = Adresse der Sonde, die antwortet
<Daten> = von der Sonde gesendete Informationen
<CR> = ASCII-Zeichen *Wagenrücklauf*
<LF> = ASCII-Zeichen *Zeilenvorschub*

Nachfolgend finden Sie die Liste der SDI-12-Befehle. Um dem SDI-12-Standard zu entsprechen, wird die Instrumentenadresse in der Tabelle durch den Buchstaben **a** gekennzeichnet.

SDI-12-Befehle

Befehl	Antwort	Beschreibung
a!	a<CR><LF>	Überprüft, ob die Sonde vorhanden ist.
aI!	allcccccccmmmmmmvvvsssssss<CR><LF> wobei: a = Adresse der Sonde (1 Zeichen) ll = kompatible SDI-12-Version (2 Zeichen) cccccccc = Hersteller (8 Zeichen) mmmmmm = Sondenmodell (6 Zeichen) vvv = Firmware-Version (3 Zeichen) ssssssss = Seriennummer (8 Zeichen)	Anfrage nach Sondeninformationen.
aAb! wobei: b = neue Adresse	b<CR><LF> Hinweis: Wenn das Zeichen „b" keine akzeptable Adresse ist, antwortet die Sonde mit „a" anstelle von „b" .	Änderung der Sondenadresse.
?!	a<CR><LF>	Anfrage nach Sondenadresse. Wenn mehr als eine Sonde an den Bus angeschlossen ist, kommt es zu einem Konflikt.

Befehle vom Typ M (Messung starten) und Typ C (gleichzeitige Messung starten)

Befehl	Antwort	Beschreibung
	VWC und Temperatur	
aM! aC!	atttn<CR><LF> wobei: a = Sondenadresse (1 Zeichen) ttt = Anzahl der Sekunden, die die Sonde benötigt, um Messungen verfügbar zu machen (3 Zeichen) n = Anzahl der erkannten Mengen (1 Zeichen für aM!, 2 Zeichen für aC!) Hinweis: ttt = 000 bedeutet, dass die Daten sofort verfügbar sind.	Anfrage zur Erfassung der Messungen.
aD0!	a+n+w…w+t…t<CR><LF> wobei: a = Sondenadresse n = Inhalt des Statusregisters w…w = volumetrischer Wassergehalt (m^3/m^3) t…t = Bodentemperatur in °C ⇒ Beispiel einer Antwort: 0+0+0,325+17,6 Sonden = 0 Inhalt des Statusregisters = 0 Volumetrischer Wassergehalt = 0,325 (m^3/m^3) = 32,5% Bodentemperatur = 17,6 °C	Anfrage für Messwerte.
	Permittivität	
aM1! aC1!	atttn<CR><LF> wobei: a = Sondenadresse (1 Zeichen) ttt = Anzahl der Sekunden, die die Sonde benötigt, um Messungen verfügbar zu machen (3 Zeichen) n = Anzahl der erkannten Mengen (1 Zeichen für aM1!, 2 Zeichen für aC1!) Hinweis: ttt = 000 bedeutet, dass die Daten sofort verfügbar sind.	Anfrage zur Erfassung der Messungen.
aD0!	a+n+p…p<CR><LF> wobei: a = Sondenadresse n = Inhalt des Statusregisters p…p = scheinbare dielektrische Permittivität ⇒ Beispiel einer Antwort: 0+0+0,029 Sondenadresse = 0 Inhalt des Statusregisters = 0 Scheinbare dielektrische Permittivität = 0,029	Anfrage für Messwerte.

Befehl	Antwort	Beschreibung
	Signalpegel und Temperatur	
aM2! aC2!	atttn<CR><LF> wobei: a = Sondenadresse (1 Zeichen) ttt = Anzahl der Sekunden, die die Sonde benötigt, um Messungen verfügbar zu machen (3 Zeichen) n = Anzahl der erkannten Mengen (1 Zeichen für aM2!, 2 Zeichen für aC2!) Hinweis: ttt = 000 bedeutet, dass die Daten sofort verfügbar sind.	Anfrage zur Erfassung der Messungen.
aD0!	a+n+v…v+t…t<CR><LF> wobei: a = Sondenadresse n = Inhalt des Statusregisters v…v = interner Signalpegel in V t…t = Bodentemperatur in °C ⇒ Beispiel einer Antwort: 0+0+0.095302+17.6 Sondenadresse = 0 Inhalt des Statusregisters = 0 Signal interner Pegel = 0,095302 V Bodentemperatur = 17,6 °C	Anfrage für Messwerte.

Zusätzlich zu den oben genannten Befehlen implementiert die Sonde auch die entsprechenden Befehle mit CRC, die das Hinzufügen eines 3-Zeichen-CRC-Codes am Ende der Antwort erfordern.

Die Sonde implementiert keine Befehle vom Typ R (kontinuierliche Messungen).

Weitere Informationen zum Protokoll finden Sie auf der Website „www.sdi-12.org".

8 Wartung

Die Sonde erfordert keine besondere Wartung.

Wir empfehlen eine regelmäßige Reinigung der Elektroden mit Wasser und normalem Reinigungsmittel, um die Ansammlung von Stoffen zu vermeiden, die die Messung verändern könnten.

9 Sicherheitshinweise

Die ordnungsgemäße Funktion und Betriebssicherheit der Sonde kann nur unter den in dieser Anleitung angegebenen klimatischen Bedingungen und bei Einhaltung aller Standard-Sicherheitsmaßnahmen sowie der in dieser Anleitung beschriebenen spezifischen Maßnahmen gewährleistet werden.

Verwenden Sie die Sonde nicht an Orten, an denen sich Folgendes befindet:

- Ätzende oder entzündliche Gase.
- Direkte Vibrationen oder Stöße auf das Instrument.
- Hochintensive elektromagnetische Felder, statische Elektrizität.

Pflichten des Nutzers

Der Instrumentenbetreiber muss die folgenden Richtlinien und Vorschriften zum Umgang mit gefährlichen Stoffen beachten:

- EU-Richtlinien zur Sicherheit am Arbeitsplatz.
- Nationale gesetzliche Vorschriften zur Arbeitssicherheit.
- Unfallverhütungsvorschriften.

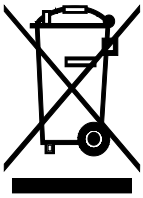
GARANTIE

Der Hersteller ist nur in den im italienischen Gesetzesdekret Nr. 206 vom 6. September 2005 vorgesehenen Fällen zur „Werksgarantie" verpflichtet. Jedes Instrument wird nach strengen Kontrollen verkauft. Wenn ein Herstellungsfehler festgestellt wird, müssen Sie sich an den Händler wenden, bei dem Sie das Instrument gekauft haben. Während der Garantiezeit (24 Monate ab Rechnungsdatum) werden festgestellte Herstellungsfehler kostenlos behoben. Ausgeschlossen sind Missbrauch, Abnutzung, Nachlässigkeit, mangelnde oder unzureichende Wartung sowie Diebstahl und Transportschäden. Die Garantie gilt nicht, wenn am Produkt Änderungen, Manipulationen oder nicht autorisierte Reparaturen vorgenommen werden. Für Lösungen, Sonden, Elektroden und Mikrofone wird keine Garantie übernommen, da eine unsachgemäße Verwendung, selbst für wenige Minuten, zu irreparablen Schäden führen kann.
Der Hersteller repariert Produkte, die Konstruktionsfehler aufweisen, gemäß den im Handbuch des Produkts enthaltenen Garantiebedingungen. Für alle Streitigkeiten ist das Gericht von Padua zuständig. Es gilt italienisches Recht und das „Übereinkommen über Verträge über den internationalen Warenkauf".

TECHNISCHE INFORMATIONEN

Das Qualitätsniveau unserer Instrumente ist das Ergebnis kontinuierlicher Produktentwicklung. Dies kann zu Abweichungen zwischen den Angaben im Handbuch und dem von Ihnen erworbenen Instrument führen.
Wir behalten uns das Recht vor, technische Spezifikationen und Abmessungen ohne vorherige Ankündigung zu ändern, um sie an die Produktanforderungen anzupassen.

ENTSORGUNGSHINWEISE



Elektrische und elektronische Geräte, die gemäß der Richtlinie 2012/19/EU mit einem bestimmten Symbol gekennzeichnet sind, müssen getrennt vom Hausmüll entsorgt werden. Europäische Benutzer können sie beim Kauf eines neuen Elektro- und Elektronikgeräts beim Händler oder Hersteller oder bei einer von den lokalen Behörden benannten WEEE-Sammelstelle abgeben. Die illegale Entsorgung wird gesetzlich geahndet.

Durch die getrennte Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten vom Hausmüll werden die natürlichen Ressourcen geschont und die Materialien können umweltfreundlich und ohne Gesundheitsrisiken recycelt werden.

CE RoHS

senseca.com

Senseca Italy S.r.l.
Via Marconi, 5
35030 Selvazzano Dentro (PD)
ITALIEN
info@senseca.com

senseca