

# Boden Analyse Sensor (Digital) + Analoger Boden Sensor

## Aufzeichnung, Überwachung und Analyse der Boden- Feuchtigkeit, Leitfähigkeit und Temperatur im Erdreich

**Präzises Sensor-Element** für die **vollautomatische Bestimmung der Bodenfeuchte** (VWC in Prozent bzw. dielektrische Permittivität), **elektrischen Leitfähigkeit** (uS/cm bzw. cS/m) und **Temperatur** (°C bzw. °F) im **Erdboden oder anderen granularen Medien!**

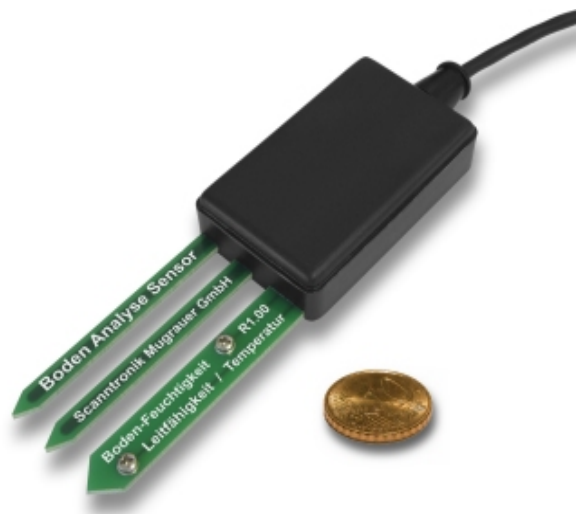
Mit dem "**Boden Analyse Sensor**" (**Digital**) und dem "**Analogen Boden Sensor**" (inklusive u.a. Bodenfeuchtesensor) erhalten Sie eines der modernsten Sensor-Elemente für die präzise Überwachung und Analyse der Feuchtigkeit, der elektrischen Leitfähigkeit und Temperatur im Erdboden und anderen granularen Medien.

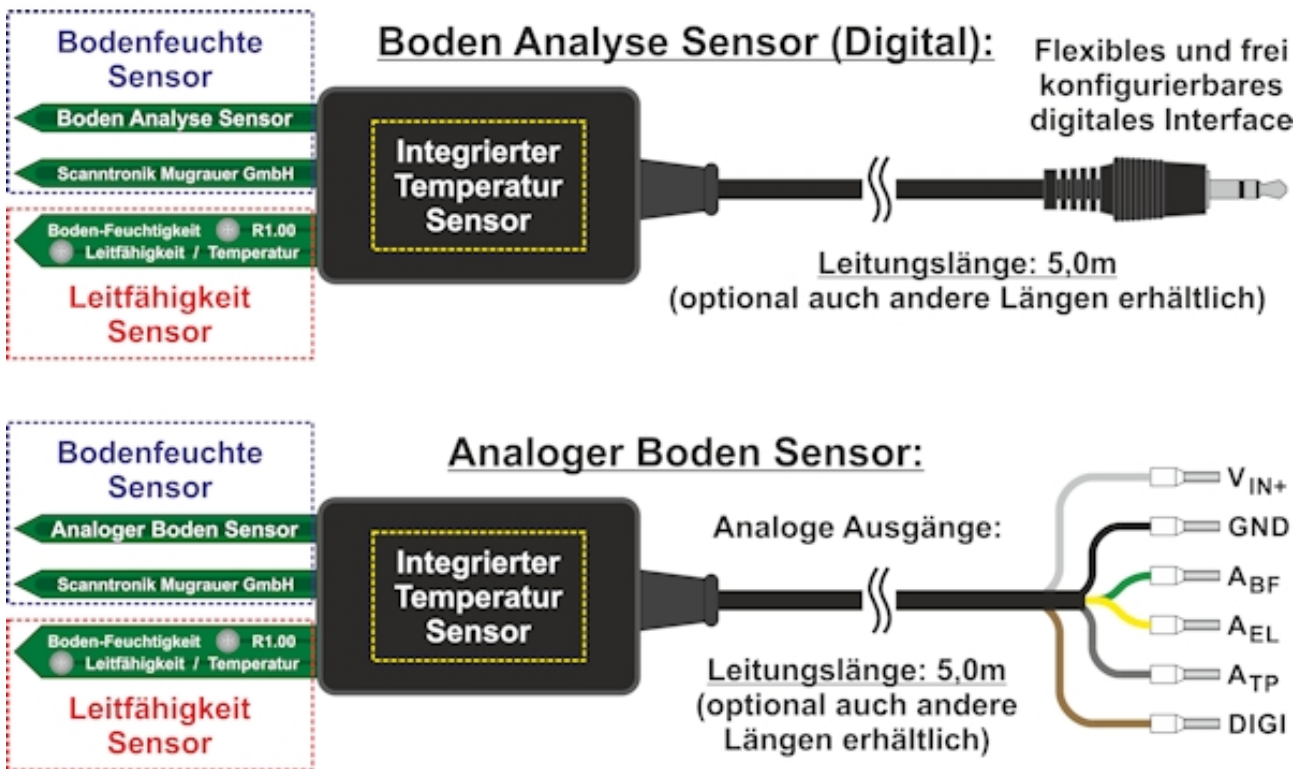
Der komplett digitale "**Boden Analyse Sensor**" wurde als flexibler **Universalsensor (Erweiterungselement)** für den direkten Anschluss an unsere Datenlogger Systeme (z.B. [Thermofox Universal](#), [Universal HUB](#), [Materialfox](#),...) entwickelt. Er ermöglicht die einfache Analyse von granularen Medien wie z.B. Erdboden oder ähnliche Stoffe.

Der "**Analoge Boden Sensor**" verfügt über die gleichen Funktionen und Eigenschaften wie sein digitales Pendant. Darüber hinaus bietet er **3 x präzise und flexibel konfigurierbare analoge Signal-Ausgänge**. Über diese kann der aktuelle Messwert einfach als **Spannungssignal (0V - 2,5V)** an andere Messsysteme, Steuerungs- und Regelungsanlagen, Datenlogger und vieles mehr weitergegeben werden.

Die Messsonde beider Sensor-Varianten verfügt über **3 x hochentwickelte Fühler-Elemente**:

Der **Feuchtegehalt des Bodens** (VWC = Volumetric Water Content = Volumetrischer Wassergehalt in %) wird durch **Messung der dielektrischen Permittivität / Dielektrizitätskonstante  $\epsilon = 1$  (Luft) bis  $\epsilon = 80$  (Wasser)** ermittelt. Diese physikalische Eigenschaft des Bodens ändert sich stark abhängig vom jeweiligen Wassergehalt und ist weltweit als Standard für die Messung der Feuchtigkeit im Erdreich aber auch in anderen Stoffen anerkannt. Die Messung der dielektrischen Permittivität erfolgt im Bodenfeuchtesensor mittels **kapazitiver Frequenzdomänen-Technologie (FDR) bei einer Frequenz von 80 MHz**.





Diese hohe Frequenz wurde speziell ausgewählt um Einflüsse durch den Salzgehalt und die Struktur des zu untersuchenden Mediums zu reduzieren. Damit ist der Sensor sehr präzise auch für unterschiedliche Bodensorten geeignet. Die **Umwandlung der Permittivität in volumetrischen Wassergehalt (VWC in %)** erfolgt bei mineralischen Bodenarten vollautomatisch mittels der weitverbreiteten und validierten **Topp-Gleichung** direkt im Sensor. Auf Wunsch kann selbstverständlich auch eine eigene Kalibrierung durchgeführt werden. Hierfür bietet der Bodenfeuchtesensor Zugriff auf alle digitalen Rohdaten, was ihn noch flexibler macht.



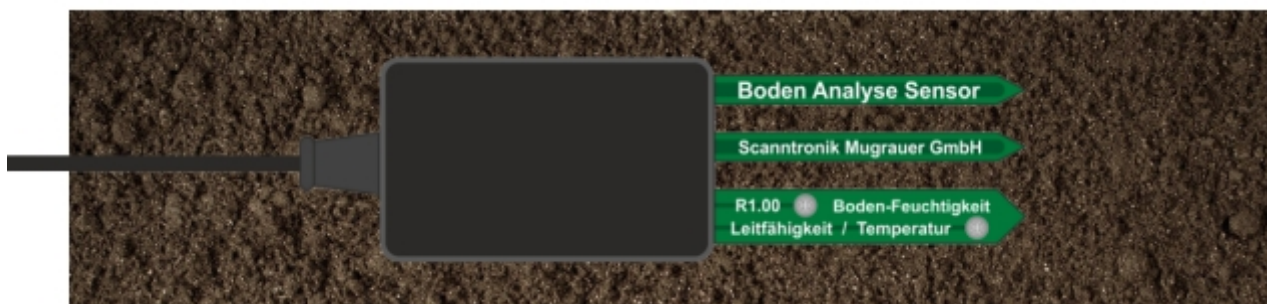
Die **elektrische Leitfähigkeit des Bodens** (Electrical Conductivity = EC, gemessen in  $\mu\text{S}/\text{cm}$  bzw.  $\text{cS}/\text{m}$ ) wird mittels **zweier hochwertiger und sehr robuster V4A-Edelstahl-Elektroden** direkt am Sensor gemessen. Dabei ist ein zuverlässiger und fester Kontakt zwischen dem Messsubstrat und den Elektroden wichtig. Der **Messbereich des Sensors liegt zwischen 0 und 20000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (bzw. 0 und 200  $\text{cS}/\text{m}$ )** und ermöglicht so die Überwachung des Einflusses von z.B. Salzen oder Düngemitteln auf die Leitfähigkeit des Erdbodens. Auf Wunsch führt der Sensor

zusätzlich eine **vollautomatische Temperatur-Kompensation** der gemessenen Leitfähigkeit durch. Dabei kann der Anwender zwischen den folgenden drei Optionen wählen: Entweder eine lineare Temperatur-Kompensation mittels einstellbarem Kompensations-Koeffizienten,

eine speziell auf Bodenuntersuchungen abgestimmte Temperatur-Kompensation basierend auf den Empfehlungen des "US Salinity Handbook 60" oder keine Temperatur-Kompensation.

Als drittes Analyse-Element enthält der wasserdichte **Boden Analyse Sensor** und der **Analoge Boden Sensor** einen hochpräzisen NTC-Temperaturfühler für die exakte Bestimmung der **Temperatur im Erdreich** (gemessen in °C oder °F). **Der Messbereich des Sensors liegt zwischen -30°C und +80°C mit einer Auflösung von 0,1°C.** Der Sensor ist bereits vorkalibriert, wobei der Anwender flexiblen Zugriff auf den internen Justieroffset hat.

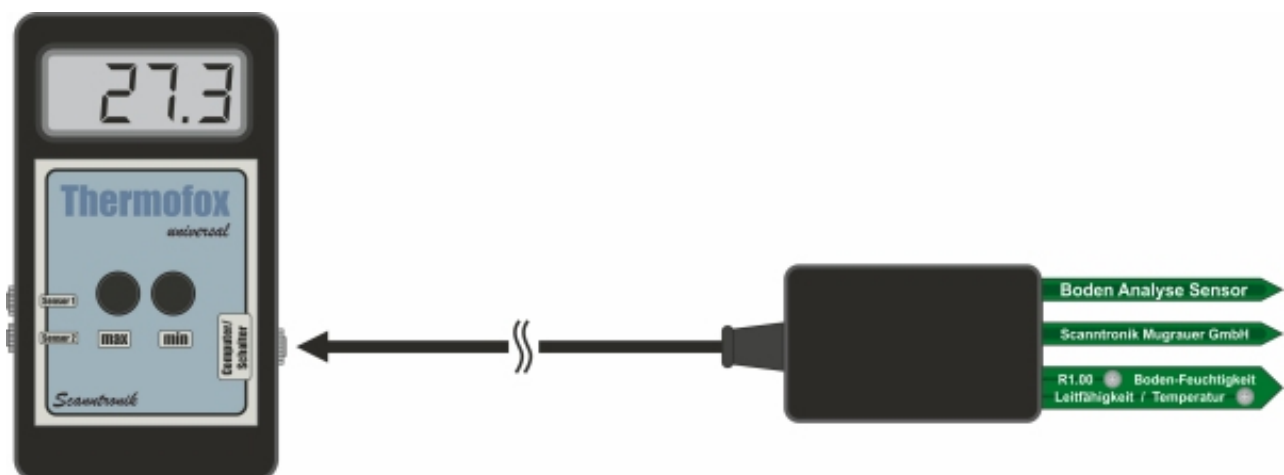
Der kompakte **Boden Analyse Sensor** und der **Analoge Boden Sensor** können jederzeit sehr leicht installiert werden. Das wasserfeste Sensor-Element wird hierfür einfach direkt und fest in den unbeeinflussten Erdboden gedrückt. Dies stellt einen guten Kontakt zwischen dem Sensor und dem Erdreich sicher und maximiert die Genauigkeit des Systems.



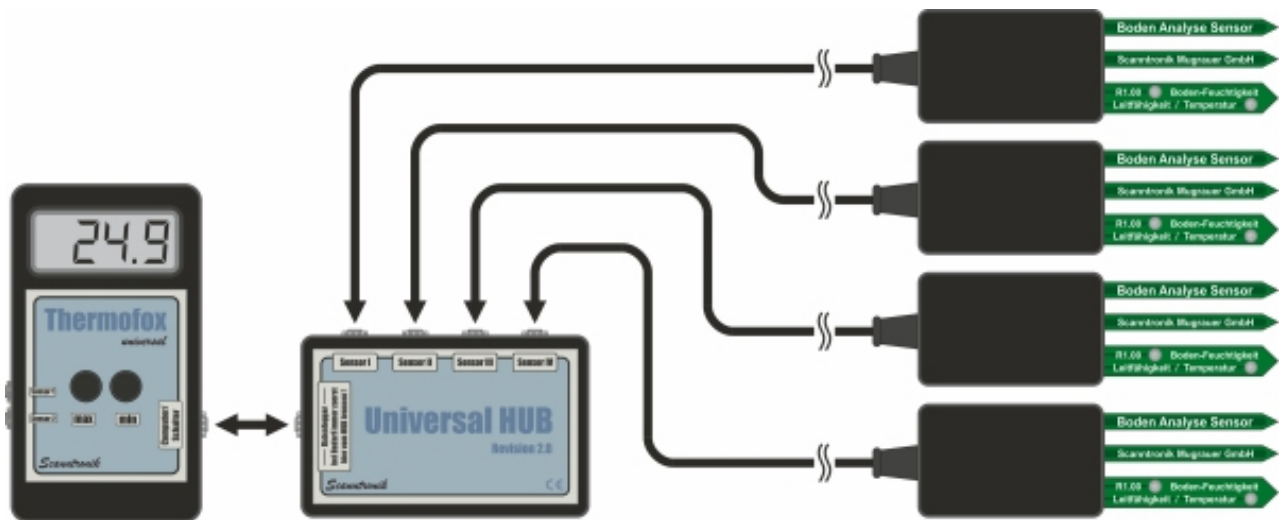
### Weitere Informationen zum "Boden Analyse Sensor" (Digital):

In vielen Fällen wird der **Boden Analyse Sensor** mit unserem komfortablen Datenlogger [Thermofox Universal](#) kombiniert. Sein großes und übersichtliches Display, Speicher für bis zu 64000 Messwerte, ein weiterer interner Temperaturfühler und zwei externe Temperatursensor-Eingänge für NTC-Thermistoren (Messbereich: -30°C bis +120°C, [kabelgebundene Sensoren](#) oder [Funksensoren](#)) sowie sein **Universalsensor-Bus für zahlreiche Erweiterungen** wie z.B. den **Boden Analyse Sensor** machen diesen Datenlogger ganz besonders vielseitig.

Abhängig vom jeweiligen Anwendungsfall kann der **Boden Analyse Sensor** entweder direkt als Einzelsensor an einen unserer flexiblen Datenlogger (z.B. [Thermofox Universal](#)) angeschlossen werden:



Oder der [Universal HUB](#) ermöglicht alternativ die gleichzeitige Verarbeitung von bis zu vier **Boden Analyse Sensoren** mit einem unserer Datenlogger (z.B. [Thermofox Universal](#)):



Möchten Sie das **Boden Analyse Sensor - System (inkl. Bodenfeuchtesensor)** und den damit verbundenen Datenlogger (z.B. [Thermofox Universal](#)) nicht manuell vor Ort auslesen, so können Sie das gesamte Messsystem auch ganz einfach mit unserem mobilen [Remotefox - Datenfernübertragungssystem](#) verbinden. Auf diese Weise erhalten Sie selbst viele hundert Kilometer entfernt vom Messort **regelmäßig alle Messdaten via Mobilfunk, Internet und Email**. Wie alle unsere Datenlogger arbeitet auch der [Remotefox](#) vollständig batteriebetrieben und benötigt keinerlei Zugang zum Stromnetz. Ein autonomer Einsatz, auch über viele Monate oder sogar Jahre hinweg, ist somit problemlos möglich!



Auf diese Weise können selbst sehr umfangreiche und örtlich verteilte Langzeitaufzeichnungen einfach und präzise durchgeführt werden.

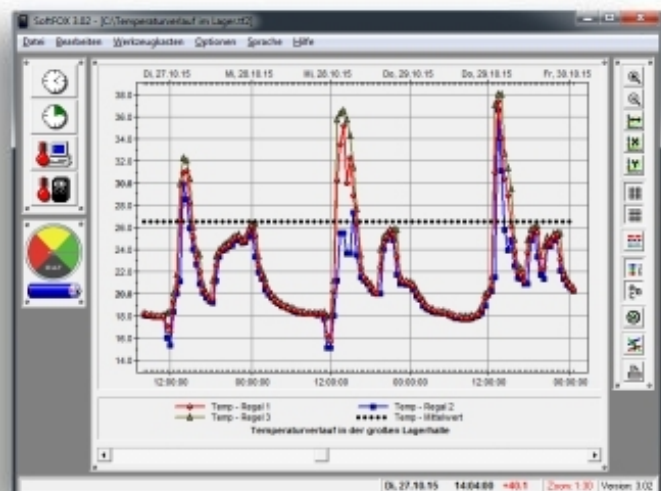
Die Anwendungsfelder des **Boden Analyse Sensors** in Kombination mit unseren Datenlogger-Systemen sind nahezu grenzenlos und reichen von der Bewässerungsplanung, über den Einsatz in Gewächshäusern, der Prognose von Pflanzen-Krankheiten, Bodenbelüftung, bis hin zur Verwaltung von Düngemittel-Ausbringung, Phyto-Ökologie und vieles mehr...

Benötigen Sie neben der Analyse und Aufzeichnung der Messwerte auch eine zuverlässige Alarmierung, so ist diese mit dem **Boden Analyse Sensor** ebenfalls kinderleicht möglich. Kombinieren Sie das System einfach mit unserem [Universal Alarm](#). Dieses optionale Alarm-Modul kann beliebig konfiguriert werden und bietet einen **äußerst flexiblen und unabhängigen Alarmausgang**. Es stehen Alarmfunktionen für das Über- oder Unterschreiten eines Messwertes, aber auch für das Eintreten oder Verlassen eines Alarmbereichs zur Verfügung. Die frei programmierbare **Alarmverzögerung** rundet das Spektrum der Alarmfunktionen ab. Als Alarmsysteme stehen unter anderem unser [SMS-Alarmsystem](#) für das mobile Versenden von SMS-Alarmnachrichten an einen oder mehrere Empfänger, unser [SMS-Power-Pack](#) oder unser [akustischer Alarmgeber](#) bereit.



Die unabhängige Stromversorgung des **Boden Analyse Sensors** erfolgt über eine hochwertige, langlebige und jederzeit austauschbare handelsübliche 3,6V Lithium-Batterie die Teil des mitgelieferten Energie-/Setup-Moduls ist. Über dieses beiliegende Modul kann der Sensor auch beliebig konfiguriert werden. Abhängig vom eingestellten Mess-Rhythmus beträgt die Batterielevensdauer bis zu 2 Jahre.

Die Programmierung des **Boden Analyse Sensors** und des verwendeten Datenloggers (Logger-Typ abhängig vom Anwendungsfall) sowie die Daten-Auswertung erfolgen über die [universelle Analyse-Software SoftFOX](#) unter Microsoft Windows® XP, 7, 8, 10 oder 11. Neuere Betriebssysteme werden selbstverständlich ebenfalls unterstützt. Nachdem der Sensor oder entsprechende Datenlogger mittels PC-Interface-Kabel mit dem Computer verbunden wurde, kann das System sofort konfiguriert oder ausgelesen werden. Die Software bietet zahlreiche allgemeine Funktionen wie etwa dynamische Projektverwaltung, grafische Datenanalyse, Hilfslinien, Kurven-Überlagerung unterschiedlicher Datenlogger, mathematische Kurvenberechnungen, statistische Kurvenanalyse, Export-Funktion, Auto-Backup, flexibler Zoom, u.v.m.

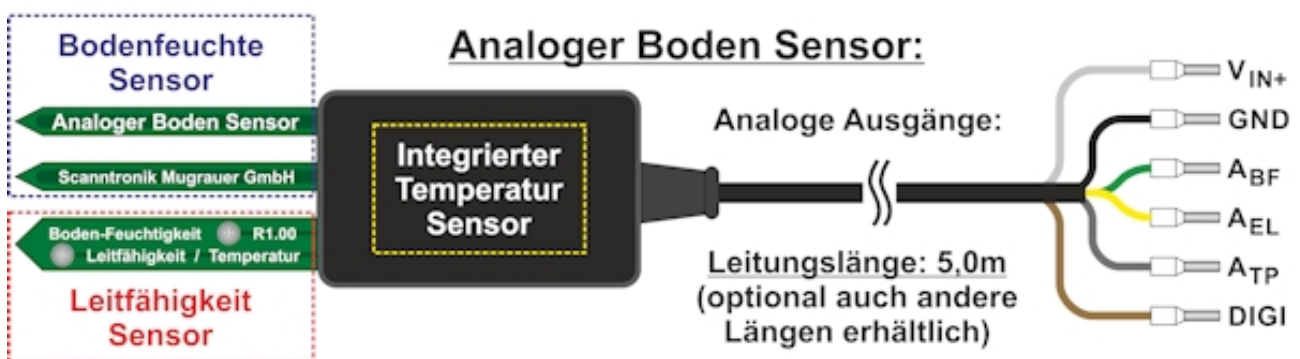


Daneben kann der **Boden Analyse Sensors** sowie das eingesetzte Datenlogger-System selbst beliebig programmiert werden. Hierfür stehen Funktionen wie etwa das Einstellen des Mess-Rhythmus, Min/Max-Überwachung zur lückenlosen Extremwerverfassung selbst bei langsamer Aufzeichnung, Konfiguration der Echtzeituhr, Daten-Auslesung, Test des Speicherfüllstandes, digitale Seriennummer u.v.m. zur Verfügung.

### Weitere Informationen zum "Analogen Boden Sensor":

Der **Analoge Boden Sensor** wird einfach über die beiden Anschlüsse **VIN+** und **GND** mit einer Gleichspannung zwischen 3V DC und 12V DC versorgt. Schon etwa 1 Sekunde nach dem Anlegen der Versorgungsspannung stehen die Messwerte für die Bodenfeuchtigkeit (BF), die elektrische Leitfähigkeit des Bodens (EL) sowie die Bodentemperatur (TP) als analoges Spannungssignal an den **drei Ausgängen Ax** zur Verfügung. Der Messwert wird hierbei für jeden Kanal hochpräzise und proportional auf den Spannungsbereich zwischen 0V DC und 2,5V DC abgebildet. Die Aktualisierung der analogen Signalausgänge erfolgt standardmäßig alle 5 Sekunden (frei konfigurierbar).

Über den Anschluss **DIGI** kann auch digital (RS-232 / UART / USB / Universalbus) auf den Sensor zugegriffen werden. Nutzen Sie hierfür einfach unser optional erhältliches Energie-/Setup-Moduls. Auf diese Weise können Sie alle Einstellungen des Sensors anpassen und so etwa den Messrhythmus oder den Abbildungsbereich der Messwerte auf das analoge 0 - 2,5V Ausgangssignal sehr flexibel konfigurieren. Für alle Fragen zur Konfiguration des **Analogen Boden Sensors** steht Ihnen unser Support natürlich jederzeit gerne zur Verfügung.



## Allgemeine Eigenschaften beider Sensor-Varianten:

- Gleichzeitige Analyse der **Bodenfeuchte, elektrischen Leitfähigkeit und Temperatur**
- Kapazitive Messung der Permittivität bei **80 MHz** (Frequenzdomänen-Technologie = FDR)
- Messvolumen für die lokale Bestimmung der Bodenfeuchtigkeit: **ca. 750 mL (ca. 0,75 l)**
- Messung der Bodenfeuchte unempfindlich gegenüber Salzgehalt und Struktur des Bodens
- Messung der elektrischen Leitfähigkeit mittels hochwertiger **V4A-Edelstahl-Kontakte**
- Temperaturkompensation der Leitfähigkeit: Keine, Linear oder nach US Salinity Handbook
- **Beide Sensor-Varianten** mittels [universeller Analyse-Software SoftFOX](#) frei konfigurierbar
- Wasserdicht vergossenes, robustes Sensor-Element mit 5m (optional länger) Kabel
  
- Messwerte für Bodenfeuchtigkeit: VWC [%] (Topp-Gleichung), Permittivität oder Rohdaten
- Messwerte für Leitfähigkeit: EC [cS/m] mit / ohne Temperaturkompensation oder Rohdaten
- Messwerte für Temperatur: Grad Celsius (°C) oder Grad Fahrenheit (°F)
- 
- Messbereich für die Bodenfeuchtigkeit (Permittivität):  **$\epsilon = 1$  (Luft) bis  $\epsilon = 80$  (Wasser)**
- Messbereich für die Bodenfeuchtigkeit (Topp-Gleichung): **VWC = 0 % bis VWC = 100 %**
- Messbereich für die elektrische Leitfähigkeit: **EC = 0 bis 20000  $\mu\text{S/cm}$**  bzw. 0 bis 200 cS/m
- Messbereich für die Temperatur: **T = -30 °C bis +80 °C** bzw. -22 °F bis +176 °F
  
- Mittlere Auflösung der Bodenfeuchtigkeit (Permittivität):  $\Delta\epsilon = 0,1$  von  $\epsilon = 1$  bis  $\epsilon = 30$
- Mittlere Auflösung der Bodenfeuchtigkeit (Permittivität):  $\Delta\epsilon = 0,7$  von  $\epsilon = 30$  bis  $\epsilon = 80$
- Mittlere Auflösung der Bodenfeuchtigkeit (Topp):  $\Delta\text{VWC} = 0,15\%$  von VWC = 0 bis 50%
- Mittlere Auflösung der Leitfähigkeit:  $\Delta\text{EC} = 10 \mu\text{S/cm}$  von EC = 0 bis 5000  $\mu\text{S/cm}$
- Mittlere Auflösung der Leitfähigkeit:  $\Delta\text{EC} = 50 \mu\text{S/cm}$  von EC = 5000 bis 10000  $\mu\text{S/cm}$
- Mittlere Auflösung der Temperatur:  $\Delta T = 0,1 \text{ °C}$  von -30 °C bis +80°C
  
- Genauigkeit der Bodenfeuchtigkeit (Permittivität):  $\epsilon = \pm 1$  von  $\epsilon = 1$  bis  $\epsilon = 40$  (Erdboden)
- Genauigkeit der Bodenfeuchtigkeit (Permittivität):  $\pm 15\%$  von  $\epsilon = 40$  bis  $\epsilon = 80$
- Genauigkeit der Bodenfeuchtigkeit (Topp): VWC =  $\pm 3\%$  (Leitfähigkeit < 10000  $\mu\text{S/cm}$ )
- Genauigkeit der elektrischen Leitfähigkeit: EC =  $\pm 10\%$  von EC = 0 bis 10000  $\mu\text{S/cm}$
- Genauigkeit der Temperatur: T =  $\pm 1 \text{ °C}$  von -30 °C bis +80°C
- Spezifische Kalibrierung erhöht Genauigkeit für beliebige granulare Medien/Erde weiter
  
- Maße der beiden Sensor-Varianten (ohne Anschlusskabel): 36 x 114 x 16 mm (HxBxT)
- Gewicht der beiden Sensor-Varianten ohne bzw. mit Anschlusskabel: 50g bzw. 130g

## Eigenschaften des Boden Analyse Sensors (Digital):

- Mit verschiedenen unserer Datenlogger einsetzbar (z.B. [Thermofox Universal](#), [HUB](#), ...)
- Weitere Sensoren am verwendeten Datenlogger anschließbar (z.B. [2 x Objekttemperatur](#))
- Sofort mit unserem [Remotefox \(Datenfernübertragungssystem\)](#) kombinierbar
- Erweiterung des Messsystems um eine **flexible Alarmfunktion** mittels [Universal Alarm](#)
- Unterschiedliche Alarmierungsmöglichkeiten [SMS-Alarmsystem](#), [akustischer Alarmgeber](#),...
- Messdaten werden im Speicher des angeschlossenen Datenloggers (Zubehör) gespeichert
- Gesammelte Daten bleiben auch ohne Batterien im Speicher des Datenloggers erhalten
- Spannungsversorgung mittels 3,6V Standard-Lithium-Batterie (Größe: 1/2 AA - 1200mAh)
- Batterielebensdauer bis zu 2 Jahre (Konfigurationsabhängig). Batterie selbst austauschbar

## Eigenschaften des Analogen Boden Sensors:

- **3 x Analoge Spannungsausgänge** für Bodenfeuchte, Leitfähigkeit und Temperatur
- Spannungsbereich der drei analogen Signal-Ausgänge (Ax): 0V DC - 2,5V DC
- Abbildungsbereich der Messwerte auf die Ausgangssignale flexibel konfigurierbar
- Aktualisierung der analogen Spannungsausgänge alle 5 Sekunden (frei konfigurierbar)
- Analoges Ausgangssignal aller Sensoren bereits ca. 1 Sekunde nach Power-On verfügbar
- Anschluss des Sensors mittels farbig codierten Signalleitungen mit Adernendhülsen
- Spannungsversorgung des **Analogen Boden Sensors** (VIN+): 3V DC bis 12V DC
- Mittlerer Strombedarf des **Analogen Boden Sensors** während des Betriebs: < 1 mA

Abhängig von der Speicherausstattung des verwendeten Datenloggers (z.B. [Thermofox Universal](#)), den aktiven Sensoren sowie dem ausgewählten Messrhythmus, ergibt sich beim **Boden Analyse Sensor (Digital)** die maximal mögliche Messdauer.

Im Folgenden einige Beispiele:

Speicherausstattung	Aktive Sensoren	Messrhythmus	Messdauer
4000 Messwerte	Bodenfeuchtigkeit Leitfähigkeit Temperatur	1 Stunde	56 Tage
4000 Messwerte	Bodenfeuchtigkeit Leitfähigkeit Temperatur	2 Stunden	111 Tage
16000 Messwerte	Bodenfeuchtigkeit Leitfähigkeit Temperatur	1 Stunde	222 Tage
16000 Messwerte	Bodenfeuchtigkeit Leitfähigkeit Temperatur	2 Stunden	444 Tage
64000 Messwerte	<b>2 x</b> Bodenfeuchtigkeit <b>2 x</b> Leitfähigkeit <b>2 x</b> Temperatur	30 Minuten	222 Tage
64000 Messwerte	<b>2 x</b> Bodenfeuchtigkeit <b>2 x</b> Leitfähigkeit <b>2 x</b> Temperatur	1 Stunde	444 Tage
64000 Messwerte	<b>4 x</b> Bodenfeuchtigkeit <b>4 x</b> Leitfähigkeit <b>4 x</b> Temperatur	30 Minuten	111 Tage
64000 Messwerte	<b>4 x</b> Bodenfeuchtigkeit <b>4 x</b> Leitfähigkeit <b>4 x</b> Temperatur	1 Stunde	222 Tage