



**TDR 350**  
**Bodenfeuchtemessgerät**

**PRODUKTHANDBUCH**

Artikelnr. 6435



***Spectrum***  
***Technologies, Inc.***

## INHALTSVERZEICHNIS

Schaftabmessungen	4
Technische Angaben	5
Batterien	6
Tastenfunktionen	8
Displayanzeigen	10
Kalibrierung des Messgeräts	14
Firmwareupdate	15
Elektrische Leitfähigkeit	16
Betrieb des Messgeräts	18
Auswechseln oder Anbringen des Sondenblocks	21
Auswechseln des Displays	22
Field Scout Handy-App / SpecConnect	23
Kopplung des TDR350 mit der FieldScout Handy-App	25
Datenprotokolle	27
Messung des volumetrischen Wassergehalts (VWG)	29
GPS-Status	30
Optionales Zubehör	31
Anhang 1: Überprüfung der VWG-Messwerte	32
Anhang 2: Bodenspezifische Kalibrierung	33
Anhang 3: FAQ	35

---

Dieses Handbuch macht Sie mit den Funktionen und der Bedienung Ihres neuen Field Scout™ TDR 350 Bodenfeuchtemessgeräts vertraut. Lesen Sie dieses Handbuch bitte aufmerksam, bevor Sie Ihr Gerät in Betrieb nehmen.

---

# ALLGEMEINER ÜBERBLICK

---

Vielen Dank, dass Sie sich für das Field Scout™ TDR 350 Messgerät zur Messung der Bodenfeuchte, der elektrische Leitfähigkeit und der Bodenoberflächentemperatur entschieden haben. In diesem Handbuch werden die allgemeinen Funktionen und der Betrieb des Messgeräts beschrieben.

Die Bodenfeuchte ist eine entscheidende und potentiell recht schwankungsanfällige Komponente der Bodenverhältnisse. Die Zeitbereichsreflektometrie ist eine bewährte Technologie zur schnellen und genauen Bestimmung des volumetrischen Wassergehalts (VWG) im Boden. Die elektrische Leitfähigkeit (EC-Wert) ist abhängig von der Feuchtigkeit und dem Salzgehalt im Boden. Darüber hinaus ermittelt das Messgerät auch die Oberflächentemperatur des Bodens. Das Gerät bietet dem Benutzer die Möglichkeit, schnell und unkompliziert zwischen VWG-Messungen im Standard- und im Ton-Modus (für Böden mit hohem Tonanteil) zu wechseln.

Die am Schaft des TDR 350 angebrachte Sonde ermöglicht dem Benutzer, Messungen im Stehen durchzuführen. Der im Messgerät integrierte Datenlogger kann Daten von mehreren Standorten erfassen, dadurch erübrigt sich die Notwendigkeit einer manuellen Datenerfassung. Die Datenpunkte können über die FieldScout Handy-App abgerufen werden, welche die Bodenmessungen anhand von gespeicherten GPS-Standorten auswertet. Die Messwerte können außerdem auf einem USB-Stick gespeichert werden, der am integrierten USB-Anschluss angeschlossen wird.

## **Inhalt**

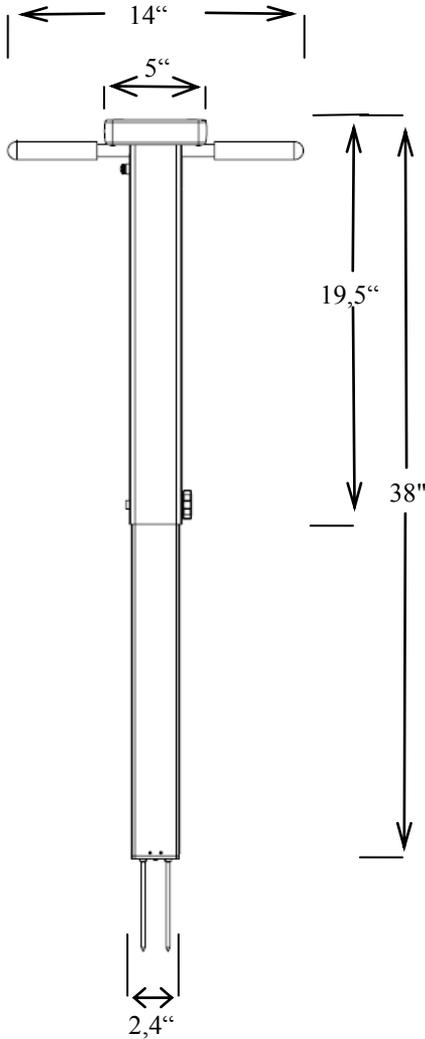
Die folgenden Komponenten sind im Lieferumfang enthalten:

- TDR 350 Messgerät (vollständig eingefahren)
- Transporttasche
- 4 AA-Batterien

Hinweis: TDR-Messnadeln sind separat erhältlich

# SCHAFTABMESSUNGEN

Nachfolgend finden Sie die Maßangaben eines vollständig ausgefahrenen Messschafte. Die Länge des Messgeräts kann durch Anpassen der unteren Schafthälfte bis auf 23" (58,5 cm) verringert werden.



# TECHNISCHE ANGABEN

---

<b>Messeinheiten</b>	Prozentualer volumetrischer Wassergehalt (VWG) Periode (Sensor-Rohwert)
<b>Auflösung</b>	<b>VWG:</b> 0,1% VWG Einheiten <b>EC:</b> 0,01 mS/cm <b>Temperatur:</b> 0,2 °F (0,1 °C)
<b>Genauigkeit</b>	<b>VWG:</b> ±3,0 % volumetrischer Wassergehalt mit elektrischer Leitfähigkeit < 2 mS/cm <b>EC:</b> ± 0,1 mS/cm <b>Temperatur:</b> ± 1,8 °F (± 1 °C)
<b>Bereich</b>	<b>VWG:</b> 0 % bis zur Sättigung ( <i>die Sättigung tritt in der Regel bei etwa 50 % volumetrischem Wassergehalt ein</i> ) <b>EC:</b> 0 bis 5 mS/cm <b>Temperatur:</b> -22 bis 140 °F (-30 bis 60 °C)
<b>Stromversorgung</b>	4 AA-Batterien Lithium-Batterien optimieren die Batterielaufzeit
<b>Datenerfassungskapazität</b>	50.000 Messungen
<b>Display</b>	Hintergrundbeleuchtetes, kontrastreiches, graphisches LCD-Display
<b>GPS</b>	Genauigkeit < 2,5 m
<b>Gewicht</b>	4,3 lbs. (1,9 kg)
<b>Sondenkopflängen</b>	2,4" x 1,4" (6 cm x 3,5 cm)
<b>Schaftabmessungen</b>	Länge vollständig ausgefahren: 38" (96,5cm) Vollständig eingefahren: 23" (58,4cm) Breite 1,4" (3,5cm)
<b>Verfügbare Messnadeln</b>	Rasen 1,5" (3,8 cm) Kurz 3" (7,6 cm) Mittel 4,7" (12 cm) <u>Lang 7,9" (20 cm)</u> Durchmesser: 0,2" (0,5 cm) Abstand: 1,2" (3cm)

# BATTERIEN

## Batterien auswechseln

Das TDR 350 Messgerät benötigt 4 AA-Batterien. Das Batteriefach befindet sich an der Unterseite der Anzeigeeinheit. Der Sensor ist über ein Kabel mit dem Display verbunden. Dieses Kabel wird an einer Klinkenbuchse zwischen den Batteriefächern angeschlossen. Das Kabel kann herausgezogen und durch die Oberseite des Schafts zurückgeschoben werden.

**Entfernen Sie das Schaumstoffkissen nicht vollständig. Es sorgt dafür, dass sich der Stecker nicht löst.**

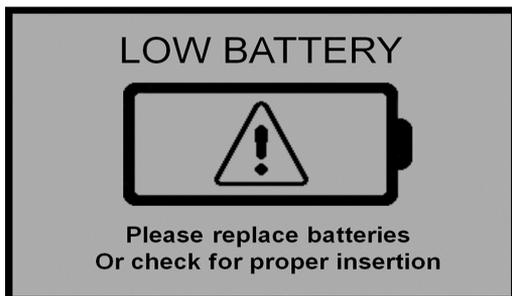
### SCHRITTE:

1. Fahren Sie den Schaft ein.
2. Drehen Sie das TDR 350 auf den Kopf und lösen Sie die 4 Schrauben. Öffnen Sie den Boden und trennen Sie das Anzeigemodul von der Grundplatte. Dazu müssen Sie möglicherweise das Kabel etwas aus dem Schaft herausziehen.
3. Legen Sie neue Batterien ein, achten Sie dabei auf die korrekte Polarität entsprechend den (+) Plus- und (-) Minuskennzeichnungen am Ende jedes Batterieschachts.
4. Stecken Sie den Kabelstecker wieder in die größere Stereoklinke.
5. Nun montieren Sie das Displaygehäuse wieder auf der Grundplatte. Achten Sie dabei darauf, dass sich die Seite mit dem USB-Anschluss an der gleichen Seite wie das Etikett befindet.
6. Re-attach the 4 screws.



### Batterielaufzeit

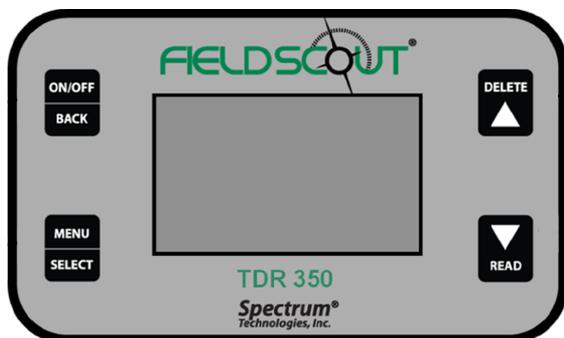
Der Batteriestand wird bei jedem Einschalten der Anzeigeeinheit überprüft. Bei niedrigem Batteriestand oder wenn eine Batterie falsch herum eingesetzt wurde, wird dieses „Low Batterie“ Bild etwa 10 Sekunden lang im Vollbildmodus auf dem Display angezeigt, anschließend schaltet sich das Display automatisch ab.



Neben der Nutzungshäufigkeit wird die Batterielaufzeit auch durch die Verwendung der Hintergrundbeleuchtung und des GPS-Empfängers beeinflusst. Wenn die GPS-Funktion nicht benötigt wird, sollte sie deaktiviert werden. Die Hintergrundbeleuchtung kann in den AUTO-Modus gestellt werden (S. 12). Dieser Modus bietet genügend Zeit, um den Messwert abzulesen, ohne die Batterie übermäßig zu strapazieren. Die folgende Tabelle liefert Ihnen eine grobe Schätzung der Anzahl der Messungen, die unter bestimmten Konfigurationsparametern durchgeführt werden können.

			Gesamtzahl der Messungen	
Bluetooth	GPS	Hintergrundbeleuchtung	Alkaline	Lithium
EIN	EIN	EIN	12.000	24.000
EIN	EIN	AUS	24.000	35.000
AUS	AUS	AUS	150.000	225.000

# TASTENFUNKTIONEN



## Grundlegende Bedienelemente

### EIN/AUS (ON/OFF) oder ZURÜCK (BACK) Taste



Drücken Sie diese Taste kurz, um das Display anzuschalten. Das Messgerät zeigt nun den Datenbildschirm an (S. 11). Um das Messgerät abzuschalten, halten Sie diese Taste etwa 2 Sekunden gedrückt.

Wenn Sie sich im Einstellungsmenübildschirm (S. 12) befinden, drücken Sie diese Taste, um zum Datenbildschirm zurückzukehren. Wenn Sie sich im separaten Dialogfenster einer Einstellungsoption befinden, kehren Sie mit dieser Taste zum Einstellungsmenübildschirm zurück.

### MENÜ (MENU) oder AUSWAHL (SELECT) Taste



Wenn Sie sich im Datenbildschirm befinden, drücken Sie diese Taste, um zum Einstellungsmenübildschirm zurückzukehren (S. 12). Befinden Sie sich im Einstellungsmenübildschirm auf einer Menüoption, drücken Sie diese Taste, um durch die verschiedenen Optionen der betreffenden Menüauswahl zu blättern. In manchen Fällen gelangen Sie durch Auswahl einer Einstellungsoption zu einem anderen Bildschirm, auf dem Sie weitere Aktionen durchführen können.

### **LÖSCHEN (DELETE) oder AUFWÄRTS (UP) Taste**



Wenn Sie sich im Datenbildschirm befinden (S. 11), drücken Sie diese Taste, um den zuletzt gemessenen Datenpunkt aus dem kalkulierten Durchschnitt zu löschen und den Zählerstand zu verringern.

Wenn Sie sich im Einstellungsmenübildschirm (S. 12) befinden, drücken Sie diese Taste, um zum vorherigen Menüpunkt zurück zu scrollen.

### **MESSEN (READ) oder ABWÄRTS (DOWN) Taste**



Wenn Sie sich im Datenbildschirm befinden, können Sie mit einem kurzen Tastendruck auf diese Taste eine Sensormessung durchführen. Drücken und gedrückt halten, um den Durchschnittswert zu löschen und die Probenanzahl auf 0 zu setzen.

Im Einstellungsmenübildschirm drücken Sie diese Taste, um zum nächsten Menüpunkt vorwärts zu scrollen.

# DISPLAYANZEIGEN

---

Das TDR 350 Messgerät bietet 3 Haupt-Displayanzeigen:

- Start-/Informationsbildschirm
- Datenbildschirm
- Einstellungsmenübildschirm

## Start-/Informationsbildschirm

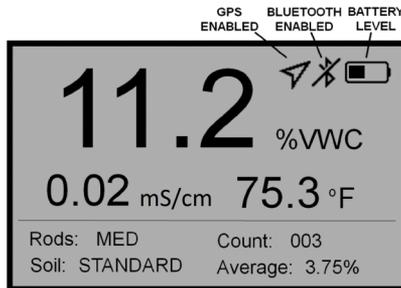
Der Start-/Informationsbildschirm wird nach dem Einschalten des Displays etwa 2 Sekunden lang angezeigt.

Bei Bedarf kann die Anzeigedauer des Startbildschirms auch verlängert werden. Halten Sie dazu beim Einschalten die **Ein/Aus/Zurück (On/Off/Back)** Taste gedrückt, um den Startbildschirm mit den Geräteinformationen länger anzuzeigen. Sobald sie dann die Taste loslassen, gelangen Sie zum Datenbildschirm.



### Datenbildschirm

Die vom Sensor ermittelten Messwerte werden auf dem Datenbildschirm angezeigt. Die Batteriestandsanzeige finden Sie der oberen rechten Ecke. Unten rechts werden der



aktuelle Durchschnittswert und die Anzahl der für die Kalkulation dieses Durchschnitts verwendeten Messungen angezeigt. Halten Sie die MESSEN (READ) Taste gedrückt, wird der Durchschnitt gelöscht und der Zähler auf 0 zurückgesetzt.

Werden die Funktionen deaktiviert, wird das GPS und/oder das Bluetooth Symbol nicht mehr angezeigt. Sofern es sichtbar ist, zeigt das GPS-Symbol die Qualität des GPS-Fixpunkts an (S. 29).



Ist Bluetooth aktiviert, das TDR Messgerät jedoch nicht mit einem mobilen Gerät verbunden, ist das Bluetooth-Symbol durchgestrichen (siehe Abbildung am oberen Rand des Datenbildschirms). Wird das TDR mit einem mobilen Gerät verbunden, verschwindet der Strich (siehe rechte Abbildung).



## Einstellungsmenübildschirm

Der Inhalt des Einstellungsmenüs ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Verwenden Sie die Pfeiltasten, um zur gewünschten Option zu scrollen. Die verschiedenen Optionen sind weiter unten beschrieben. Bei den meisten Optionen können Sie mit der **Auswahl (Select)** Taste ganz einfach durch die verschiedenen Auswahlmöglichkeiten der betreffenden Option blättern. Einige Optionen erfordern einen oder mehrere zusätzliche Schritte.

### **Durchschnitt löschen\*:**

Löscht den aktuellen Durchschnittswert und setzt den Zähler zurück auf 0.

**Messnadellänge:** Wählen Sie die Länge der am Messgerät angebrachten Messnadeln aus. Informationen zu den entsprechenden Optionen finden Sie auf S. 5.

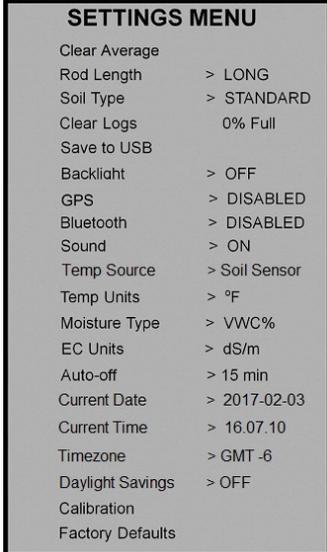
**Bodentyp:** Wählen Sie Standard, Ton (hoher Tonanteil) oder Sand.

**Protokolle löschen\*:** Die im internen Gerätespeicher enthaltenen Daten werden gelöscht.

**Auf USB speichern\*:** Startet die Datenübertragung auf einen USB-Stick.

**Hintergrundbeleuchtung:** Es sind drei Optionen verfügbar: EIN, AUS und AUTO. Im AUTO-Modus leuchtet die Hintergrundbeleuchtung 5 Sekunden auf, nachdem eine Messung durchgeführt wurde, und schaltet sich dann automatisch ab.

**GPS, Bluetooth, Sound:** Aktivieren oder deaktivieren Sie diese Optionen. Wird kein Standort benötigt bzw. kein mobiles Gerät verwendet, kann die Batterielaufzeit durch Deaktivierung dieser Funktionen verlängert werden.



SETTINGS MENU	
Clear Average	
Rod Length	> LONG
Soil Type	> STANDARD
Clear Logs	0% Full
Save to USB	
Backlight	> OFF
GPS	> DISABLED
Bluetooth	> DISABLED
Sound	> ON
Temp Source	> Soil Sensor
Temp Units	> °F
Moisture Type	> VWC%
EC Units	> dS/m
Auto-off	> 15 min
Current Date	> 2017-02-03
Current Time	> 16.07.10
Timezone	> GMT -6
Daylight Savings	> OFF
Calibration	
Factory Defaults	

**Temp. Quelle:** Wählen Sie Bodensensor oder IR-Sensor.

**Temp. Einheiten:** Wählen Sie Fahrenheit oder Celsius.

**Feuchtigkeitstyp:** Wählen Sie volumetrischer Wassergehalt (VWG%), Sensor-Rohwert (Periode) oder TDR 300 Modus. Letzterer ermittelt einen VWG, der dem Ergebnis des TDR 300 Messgeräts entspricht (keine EC-Optimierung).

**EC Einheiten:** Wählen Sie einfacher EC-Wert (mS/cm) oder Salzgehaltindex (siehe S. 17).

**Auto-Off:** Automatische Abschaltung. Wählen Sie aus, wie lange das Messgerät eingeschaltet bleibt, bis es sich automatisch abschaltet.

**Aktuelles Datum, aktuelle Uhrzeit:** Dies sind erfasste Werte. Sie können nicht manuell angepasst werden. Diese Informationen werden über das GPS-Signal erfasst.

**Zeitzone:** Wählen Sie als Zeitzone Greenwich-Zeit (GMT). Wenn Sie die Zeitzone ändern, werden auch die aktuelle Uhrzeit und das aktuelle Datum aktualisiert.

**Sommerzeit:** Verfügbare Optionen sind EIN oder AUS (ON/OFF).

**Kalibrierung\*:** Startet die Kalibrierungssequenz (siehe S. 14).

**Werkseinstellungen\*:** Setzt alle Einstellungen des Messgeräts auf die werksseitigen Einstellwerte zurück. Siehe S. 34.

*\*Wenn Sie die Auswahl (Select) Taste für diese Optionen drücken, öffnet sich ein weiterer Bildschirm.*

# KALIBRIERUNG DES MESSGERÄTS

---

Das Messgerät verfügt über geräteeigene Kalibrierungen für Standard-, Sand und Ton-Bodentypen. Es besteht auch die Möglichkeit, einen dem Vorgängermodell TDR 300 entsprechenden Wert auszulesen. Diese Kalibrierungen passen für eine Vielzahl von Böden. Allerdings reagiert jedes Messgerät leicht unterschiedlich auf identische Bodenverhältnisse. Dies ist auf die Sensorabweichung (Sensordrift) bzw. auf Qualitätsschwankungen bei der Herstellung der verwendeten elektronischen Komponenten zurückzuführen. Das Messgerät ermöglicht daher eine entsprechende Anpassung der Kalibrierung, um diese Abweichungen zu kompensieren. Das heißt, falls zwei Messgeräte leicht voneinander abweichende Messwerte im gleichen Boden liefern, kann das Ergebnis der Messgeräte so standardisiert werden, dass die Messgeräte untereinander austauschbar eingesetzt werden können. Nach der Kalibrierung sollte ein TDR 350 im „TDR 300“ Modus (siehe S. 13) den gleichen Messwert anzeigen wie ein TDR 300 Messgerät.

Für die Kalibrierung benötigen Sie einen Kunststoffbehälter mit 10,2 cm (4“) Durchmesser mit destilliertem oder deionisiertem Wasser. Die Höhe des Behälters muss mindestens der Länge der TDR Messnadeln entsprechen. Vorgehensweise:

1. Gehen Sie im Einstellungsmenü (S. 12) zur Option Kalibrierung. Drücken Sie dann die **Auswahl (Select)** Taste, um den Kalibrierungsprozess zu starten.
2. Halten Sie das Messgerät so, dass sich die Messnadeln in der Luft befinden. Drücken Sie die **Menü/Auswahl (Menu/Select)** Taste und warten Sie, bis das Messgerät anzeigt, dass es bereit ist.
3. Tauchen Sie die Messnadeln nun vollständig in das Wasser ein. Drücken Sie die **Menü/Auswahl (Menu/Select)** Taste und warten Sie, bis das Messgerät anzeigt, dass es bereit ist.

Das Messgerät zeigt dann an, dass die Kalibrierung für diese spezielle Messnadellänge abgeschlossen ist. Falls mehrere Messnadeln in unterschiedlichen Längen verwendet werden, muss für jede Länge eine separate Kalibrierung durchgeführt werden.

Hinweis: Dieses Verfahren unterscheidet sich von einer bodenspezifischen Kalibrierung (Anhang 2, S. 32), bei der eine eindeutige Kalibrierungskurve erzeugt wird.

## FIRMWAREUPDATE

---

Die Firmware des TDR 350 kann über einen USB-Stick aktualisiert werden. Die entsprechenden Firmware-Update-Dateien finden Sie auf der Spectrum Website.

1. Kopieren Sie das neueste Firmware-Update von Ihrem PC auf Ihren USB-Stick.
2. Schalten Sie das Messgerät aus.
3. Stecken Sie den USB-Stick am USB-Anschluss des Messgeräts an.
4. Halten Sie die **Löschen (Delete)** Taste gedrückt und betätigen Sie gleichzeitig die **Ein/Aus/Zurück (On/Off/Back)** Taste. Das Messgerät gibt einen Signalton ab.
5. Lassen Sie die Löschen (Delete) Taste los, nachdem das Messgerät einen zweiten Signalton abgegeben hat.
6. Ziehen Sie den USB-Stick ab.

Das Messgerät schaltet sich dann wie gewohnt ein.

# ELEKTRISCHE LEITFÄHIGKEIT

---

## **Elektrische Leitfähigkeit**

Eine genaue Kenntnis des Salzgehalts Ihres Bodens ist ein wesentlicher Aspekt für die richtige Bewässerung und Düngung des Bodens. Die Quelle für Salze im Boden reicht von ursprünglichem Mutterbodenmaterial bis hin zu Beimengungen aus natürlichen Quellen oder durch Düngemittelbeigaben. Salze im Boden werden häufig als negative Begleiterscheinung gewertet. Der Grund dafür ist, dass die Pflanzenwurzeln bei einer zu hohen Salzkonzentration der Bodenlösung keine ausreichende Bodenfeuchtigkeit einbringen können. Düngemittel liegt jedoch in Form von Salzionen in der gleichen Bodenlösung vor. Ist der Salzgehalt zu niedrig, kann die Pflanze wiederum nicht die Nährstoffe aufnehmen, die sie benötigt.

Eine direkte Messung des Salzgehalts ist nur möglich, indem eine Feldprobe einer Laboranalyse unterzogen wird. Erfreulicherweise ist die elektrische Leitfähigkeit (EC-Wert) abhängig vom Gehalt an gelösten Salzen im Boden. Der EC-Wert wird in der Einheit mS/cm angegeben. Diese Näherungsmessung ist möglich da sich Salze, wenn sie sich im Boden lösen, in Ionen aufspalten, die elektrischen Strom leiten.

Die von einer Elektrode gemessene elektrische Leitfähigkeit (EC) wird als Bulk-EC definiert. Die Aussagekraft dieses Werts ist davon abhängig, wie die Probe präpariert wurde. Der von einem Bodenlabor erfasste EC-Wert wird üblicherweise aus einem Extrakt aus gesättigten Medien ermittelt. Kurz gesagt, dem Boden wird destilliertes Wasser hinzugefügt, bis er feucht schimmert. Anschließend lässt man die Bodenlösung ruhen, damit an den Bodenaustauschstellen ein Ionengleichgewicht entstehen kann. Dieses Bodenwasser wird dann abgesaugt und gemessen. Die Messung der elektrischen Leitfähigkeit von gelösten Boden/Wasser-Lösungen (z. B. 1 Teil Boden zu 2 Teile Wasser) ist ebenfalls üblich. Die Beurteilung, ob der EC-Wert innerhalb eines zulässigen Bereichs liegt, basiert auf der Art der zu messenden Probe.

Das TDR 350 verwendet die gleichen Metallnadeln, die auch für den Bodenfeuchtesensor genutzt werden, als Elektroden für den EC-Stromkreis. Der gemessene Wert ist ein Mittelwert aus der gesamten erfassten Tiefe.

### **Salzgehaltindex**

Das TDR 350 misst die Bulk-EC des gesättigten bzw. ungesättigten Bodens. An dieser Stelle kommen zwei gegensätzliche Mechanismen zum Tragen. Wenn der Boden trocknet, steigt die Konzentration der im Porenraum verbleibenden Lösung, wodurch sich die elektrische Leitfähigkeit erhöht. Allerdings führt ein geringerer Wassergehalt in den Poren zu einem längeren und verschlungeneren Weg zwischen den Sensorelektroden, was wiederum die elektrische Leitfähigkeit verringert. Der zweite Mechanismus ist der dominanter. Das bedeutet, dass die Bulk-EC mit abnehmender Bodenfeuchtigkeit sinkt. Zu verschiedenen Zeitpunkten durchgeführte EC-Messungen sind nur vergleichbar, wenn der Feuchtigkeitsgehalt bei jeder Messung gleich ist. Dies ist einfach zu erreichen, indem immer gemessen wird, wenn der Standort die Feldkapazität erreicht hat. Der Begriff Feldkapazität definiert die Wassermenge, die im wassergesättigten Boden maximal als Haftwasser zurückgehalten wird, nachdem das durch Schwerkraft bewegbare Wasser abgeflossen ist.

Das TDR 350 bietet außerdem die Möglichkeit, die elektrische Leitfähigkeit in Form des Salzgehaltindex auszugeben. Der Salzgehaltindex ist definiert als das Verhältnis der Bulk-EC zum volumetrischen Wassergehalt (als Dezimalzahl angegeben). Beträgt die Bulk-EC beispielsweise 0,25 mS/cm und der VWG 22 %, wird der Salzgehaltindex als 1,14 ( $0,25 \div 0,22 = 1,14$ ) angegeben. Das heißt, der Salzgehaltindex kombiniert den VWG und die EC (temperaturkorrigiert) in einem Parameter, der in geringerem Maße vom subgesättigten Wassergehalt abhängig ist.

# BETRIEB DES MESSGERÄTS

---



*Abbildung 1. Schaft, Sicherungsschraube und Messnadeln*

## Einrichten des Messgeräts

Der Teleskopschaft (Abb. 1) kann in ausgefahrener oder eingefahrener Position verwendet werden. Um die Länge einzustellen, lösen Sie erst die Sicherungsschraube und drücken oder ziehen den Schaft dann in die gewünschte Position.

Schrauben Sie die Messnadeln in die Hülsen an der Unterseite des Sondenblocks.

## Konfiguration des Messgeräts

Die Konfiguration des Messgeräts erfolgt im Einstellungsmenü (S. 12-13).

Das TDR 350 kann wahlweise auf einen von drei **Bodentyp**-Modi eingestellt werden, Standard, Ton oder Sand. Der Standardmodus ist für die meisten mineralischen Böden geeignet. Der Ton-Modus liefert bei Böden mit einem höheren Tonanteil (>27 %) genauere Ergebnisse. Sand eignet sich für sandige Sport- oder Golfplätze. Es stehen 3 Optionen für den **Feuchtigkeitstyp** zur Auswahl. Der VWG%-Modus zeigt den durch den Messwert des EC-Sensors optimierten Feuchtigkeitsgehalt an. Im Periodenmodus wird der Sensor-Rohwert angezeigt. Dieser Modus ist in erster Linie für die Fehlersuche oder für bodenspezifische Kalibrierungen vorgesehen. Der TDR 300 Modus zeigt einen Messwert an, der dem Messergebnis eines TDR 300 Messgeräts entspricht.

Um eine Georeferenzierung (Verortung) der Daten durchzuführen, aktivieren Sie die **GPS** Funktion. Wenn Sie die FieldScout Handy-App (S. 22) verwenden, muss die Bluetooth Funktion aktiviert sein. Bei aktiviertem **Bluetooth** bleibt die Funktion immer aktiv, solange das Messgerät eingeschaltet ist. Bei deaktiviertem **GPS** verwendet die App stattdessen das im Mobiltelefon integrierte GPS.



*Abbildung 2. Beispiel für eine Datenanzeige*

Anzahl der für die Kalkulation dieses Durchschnitts verwendeten Messungen zu sehen. Die aktuell verwendete **Nadellänge** und der **Bodentyp** sind in der unteren linken Ecke zu finden.

### Durchführen von Messungen

Stechen Sie die Messnadeln in den Boden ein. Beim Durchführen einer Messung ist es wichtig, dass die Nadeln vollständig im Boden versenkt werden. Sollte dies nicht der Fall sein, besteht ein Teil des Probevolumens aus Luft und der Messwert wird ungenau niedrig angezeigt. Aus dem gleichen Grund sollte die Sonde mit gleichmäßigem, nach unten gerichtetem Druck eingesetzt werden. Werden die Nadeln ungleichmäßig in den Boden hinein gedrückt, können sich neben den Nadeln Lufteinschlüsse bilden, die fehlerhaft niedrige Messwerte verursachen können. Die Sonde sollte auf keinen Fall mit einem Hammer oder einem anderen stumpfen Gegenstand in den Boden geschlagen werden, da dies die innenliegende Elektronik beschädigen könnte. Außerdem ist darauf zu achten, dass die Messnadeln möglichst parallel zueinander in den Boden geschoben werden. Dies hat zwar keinen großen Einfluss auf den Messwert, verringert aber die Wahrscheinlichkeit, dass die Nadeln verbogen werden oder abbrechen. Ebenso sollten Flächen mit Steinen oder anderen festen Materialien vermieden werden, die dazu führen könnten, dass sich die Nadeln verbiegen oder abknicken. Bei besonders

hartem oder kompaktem Untergrund können Sie einen Vorbohrer (Artikelnr. 6430PH) verwenden, um 7,6 cm (3“) große Löcher vorzubohren. Auf diese Weise lassen sich die Sondennadeln leichter im Boden versenken.

Drücken Sie die **MESSEN (READ)** Taste, um die Messsequenz zu starten. Das Messergebnis sollte praktisch sofort erscheinen. Wenn das Display den Sensor nicht erkennt, werden Striche angezeigt. Überprüfen Sie in diesem Fall, ob der Sensor richtig angeschlossen wurde (siehe S. 21).

**Hinweis:** Die TDR Messnadeln bestehen aus Edelstahl 303 und sind so konzipiert, dass sie sich bei nicht vertikaler Krafteinwirkung verbiegen. Dies dient dem Schutz des TDR Elektronikblocks vor möglichen Schäden durch übermäßige Belastung.

Ein gelegentliches Verbiegen der Messnadeln ist normal und ist während der Probenahme auch durchaus zu erwarten. Längere Nadeln sind anfälliger für Verbiegen als kürzere Nadeln. Wenn sich die Nadeln verbiegen, sollten sie einfach wieder in eine parallele Position, senkrecht zum TDR Block zurück gebogen werden. Die Messergebnisse werden auch weiterhin genau sein, vorausgesetzt, die Nadeln stehen möglichst parallel zueinander.

Wird es versäumt, die Nadeln wieder in eine parallele Position zu bringen, kann eine spätere Druckeinwirkung die Messnadeln weiter verbiegen und letztendlich zum Bruch der Nadeln führen.

*Die Messnadeln sind Verschleißartikel, die gelegentlich ausgewechselt werden müssen, abhängig von der Art und Häufigkeit der Probenahme. In sandigen Wurzelzonen verschleifen die Nadeln am schnellsten.*

# AUSTAUSCH ODER ERNEUTES ANBRINGEN DES SONDENBLOCKS

---



Abbildung 1. Verbindung des Sensorkabels mit der Platine.



Abbildung 2. Schnittstelle von Sensorblock und Schaft

Der TDR 350 Sensorblock ist eine vom Benutzer austauschbare Komponente (Artikelnr. 6435S). Entfernen Sie die Messnadeln, bevor Sie den alten Sensor abtrennen.

1. Stellen Sie das TDR 350 auf den Kopf und lösen Sie die 4 Schrauben. Öffnen Sie den Boden und trennen Sie das Anzeigemodul von der Grundplatte (Abb. 1). Dazu müssen Sie möglicherweise das Kabel etwas aus dem Schaft herausziehen.
2. Ziehen Sie den Kabelstecker aus der Buchse, um das Display vollständig von der Basis zu lösen.
3. Lösen Sie die Befestigungsschraube, die den Sondenblock am Schaft fixiert.
4. Trennen Sie nun den Sondenblock vom Schaft (Abb. 2).
5. Fädeln Sie das Kabel vom neuen Sondenblock durch den Schaft.
6. *Schließen Sie das Kabel nun an der großen Buchse an der Unterseite des Anzeigemoduls an und montieren Sie das Display wieder.*

# AUSWECHSELN DES DISPLAYS

Entfernen Sie die Messnadeln, bevor Sie das alte Display vom Sondenblock trennen. Der Schaft sollte vollständig eingefahren sein, bevor Sie damit beginnen.

1. Drehen Sie das TDR 350 auf den Kopf und lösen Sie die 4 Schrauben. Öffnen Sie den Boden und trennen Sie das Anzeigemodul von der Grundplatte (Abb. 1). Dazu müssen Sie möglicherweise das Sensorkabel etwas aus dem Schaft herausziehen.
2. Entfernen Sie das Schaumstoffkissen und ziehen Sie den Sensorkabelstecker aus der Klinkenbuchse. Sollte ein IR-Temperatursensor angeschlossen sein, muss der betreffende Stecker ebenfalls herausgezogen werden. Lösen Sie das Display vollständig von der Basis.
3. Schließen Sie nun das Sensorkabel an der großen Buchse an der Unterseite des neuen Anzeigemoduls an. Schließen Sie ggf. auch den IR-Temperatursensor wieder an.
4. Legen Sie das Schaumstoffkissen wieder an seinen Platz. Das gegabelte Ende legt sich passgenau um das Sensorkabel.
5. Zum Schluss montieren Sie das Display wieder.



Abb. 1: Angeschlossenes Kabel. Eingelegtes Schaumstoffkissen.

# FIELDSCOUT HANDY-APP/ SPECCONNECT

Abgesehen von der Übertragung der Daten auf einen USB-Stick kann auch die FieldScout Handy-App genutzt werden, um die Daten direkt an das Internetdienstprogramm SpecConnect zu senden. Die Daten lassen sich auf einem Smartphone in zwei Formaten aufrufen. Im Rastermodus wird der Standort in ein individuell anpassbares zweidimensionales Raster aus 3 bis 5 Reihen und 3 bis 5 Spalten unterteilt. In jeder Rasterzelle werden Messungen durchgeführt. In der App werden dann farbcodierte Mittelwerte angezeigt (Abb. 1). Im Freiform-Modus wird an jeder Messstelle ein farbcodiertes Stecknadelsymbol platziert. Wenn das TDR 350 einen guten GPS-Fixpunkt (S. 29) hat, verwendet die App die Koordinaten des Messgeräts. Falls nicht oder wenn das GPS des Messgeräts deaktiviert ist, nutzt sie das im Smartphone integrierte GPS.

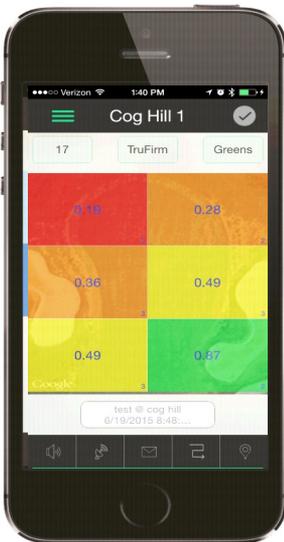


Abbildung 1.  
Rastermodus



Abbildung 2.  
Freiform-Modus

Die Daten aus der Pro-Version der App werden sofort an SpecConnect gesendet. Die Daten können in Kartenform betrachtet (Abb. 3), in eine Excel-Tabelle exportiert oder als Trendbericht (Abb. 4) angezeigt werden.

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie im Benutzerhandbuch der App.

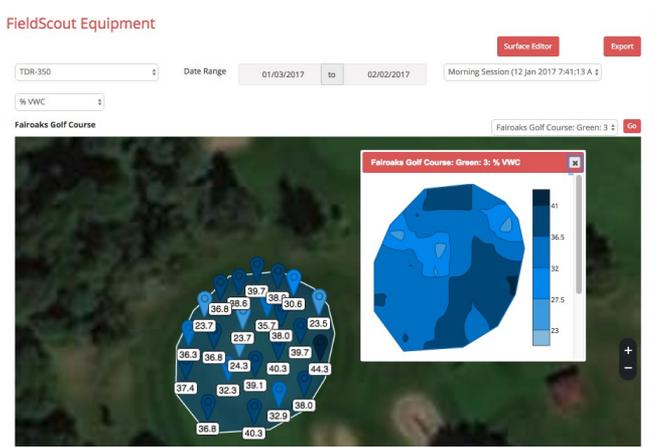


Abb. 3. 2D-Konturdiagramm in SpecConnect

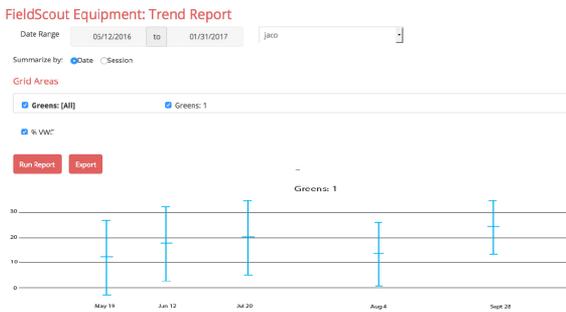


Abb. 4. Trendbericht

# KOPPLUNG DES TDR350 MIT DER FIELDSCOUT HANDY-APP

Die interne Bluetooth Funkverbindung muss mit dem Smartphone gekoppelt werden, auf dem die FieldScout Handy-App installiert wurde. Die Funkverbindung wird aktiviert, sobald das Messgerät eingeschaltet wird. Bei manchen Smartphone-Betriebssystemen müssen die Ortungsdienste möglicherweise manuell aktiviert werden.

1. Aktivieren Sie die Bluetooth-Funktion auf dem Smartphone.
2. Öffnen Sie die App.

3. Tippen Sie auf das Route/Farm Symbol. Wählen Sie eine vorhandene Route aus oder erstellen, benennen und wählen Sie eine neue Route.

4. Wählen Sie eine vorhandene Sitzung aus oder erstellen, benennen und wählen Sie eine neue Sitzung. Daraufhin öffnet sich der Bildschirm **Sitzungsmodus auswählen (Select Session Mode)** (Abb. 1). Wählen Sie nun, ob Sie den Raster- oder Freiform-Modus (nur Pro-Version) verwenden möchten, um Daten zu sammeln.

5. a. Im Rastermodus öffnet sich der **Haupttraster (Main Grid)** Bildschirm (Abb. 2a). Vergewissern Sie sich, dass das von Ihnen verwendete Messgerät am oberen Bildschirmrand angezeigt wird. Sollte dies nicht der Fall sein, muss eine neue Sitzung erstellt werden. Tippen Sie auf eine der Zonen, um den Bildschirm **Messung starten (Take Reading)** zu öffnen (Abb. 2b).

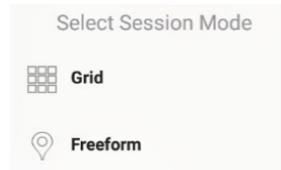


Abbildung 1. Sitzungsmodus Bildschirm



Abbildung 2a. Hauptbildschirm



Abbildung 2b. Bluetooth Verbindungstaste (Raster)



Abbildung 3. Bluetooth Verbindungstaste (Freiform)

b. Im Freiform-Modus wechselt die App sofort zum **Messung starten (Take Reading)** Bildschirm (Abb. 3).

6. Tippen Sie auf die Schaltfläche **FieldScout Gerät über Bluetooth verbinden (Connect FieldScout Device via Bluetooth)**. Ist die Bluetooth-Funktion noch nicht aktiviert, erhalten Sie an dieser Stelle eine entsprechende Aufforderung.
7. Die App sucht nach dem Bluetooth-Gerät. Es sollte anschließend in der Liste der erkannten Geräte aufscheinen (Abb. 4).

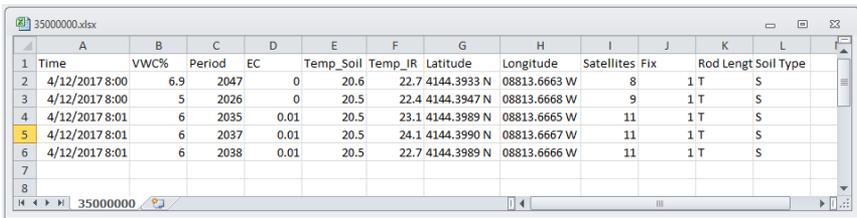
Nachdem Sie das Gerät ausgewählt haben, ist die App bereit, um Messungen vorzunehmen.

*Hinweis: Obwohl das Gerät in der App angezeigt wird, kann es vorkommen, dass es nicht in der Liste der Bluetooth-Geräte Ihres Handys aufscheint.*



Abbildung 4. Liste der erkannten Bluetooth-Geräte

# DATENPROTOKOLLE



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Time	VWC%	Period	EC	Temp_Soil	Temp_IR	Latitude	Longitude	Satellites	Fix	Rod Leng	Soil Type
2	4/12/2017 8:00	6.9	2047	0	20.6	22.7	4144.3933 N	08813.6663 W	8	1 T	S	
3	4/12/2017 8:00	5	2026	0	20.5	22.4	4144.3947 N	08813.6668 W	9	1 T	S	
4	4/12/2017 8:01	6	2035	0.01	20.5	23.1	4144.3989 N	08813.6665 W	11	1 T	S	
5	4/12/2017 8:01	6	2037	0.01	20.5	24.1	4144.3990 N	08813.6667 W	11	1 T	S	
6	4/12/2017 8:01	6	2038	0.01	20.5	22.7	4144.3989 N	08813.6666 W	11	1 T	S	
7												
8												

Abbildung 1: Beispiel: TDR 350 Datendatei

## Daten herunterladen

Die im internen Speicher des Messgeräts gespeicherten Daten können mithilfe eines USB-Sticks auf Ihren PC übertragen werden. Schließen Sie den USB-Stick am USB-Anschluss an der Vorderseite des Messgeräts an. Drücken Sie die **Menü/Auswahl (Menu/Select)** Taste (S. 8), um das Einstellungsmenü zu öffnen. Scrollen Sie zur Option **Auf USB-Stick speichern (Save to USB)** und betätigen Sie erneut die **Menü/Auswahl (Menu/Select)** Taste. Die Daten werden auf dem USB-Stick als .CSV Datei gespeichert. Falls sich auf Ihrem USB-Stick bereits eine Datendatei für das Messgerät, von dem Sie die Daten herunterladen, befindet, wird sie durch diese Datenübertragung überschrieben\*.

*\*Achtung: Wenn Sie das Datenprotokoll vor Durchführung der aktuellen Messreihe gelöscht haben, vergewissern Sie sich, dass alle Daten auf dem USB-Stick bereits auf Ihrem PC gespeichert wurden.*

## Daten löschen

Drücken Sie die **Menü/Auswahl (Menu/Select)** Taste (S. 8), um das Einstellungsmenü zu öffnen. Scrollen Sie zur Option **Protokolle löschen (Clear Logs)** und betätigen Sie erneut die **Menü/Auswahl (Menu/Select)** Taste. Drücken Sie nun die **Menü/Auswahl (Menu/Select)** Taste, um den Vorgang abzuschließen, oder die **Ein/Aus/Zurück (On/Off/Back)** Taste, um ihn abzubrechen.

## Datenverwaltung

Die Daten werden in kommaseparierten Textdateien gespeichert. Der Dateiname entspricht der Seriennummer Ihres Messgeräts. Diese Dateien können mit einer Textbearbeitungs- oder Tabellenkalkulationssoftware geöffnet

werden (Abb. 1). Die Daten sind in 11 Felder aufgeschlüsselt.

<b>Spalte</b>	<b>Beschreibung</b>
1	Datum und Uhrzeit <sup>a</sup>
2 - 6	Sensormessungen <sup>b</sup> (VWG, Periode, EC, Bodentemperatur, IR-Temperatur)
7 - 8	GPS-Koordinaten (Längen- und Breitengrad) <sup>c</sup>
9	Anzahl der während der Messung sichtbaren Satelliten
10	Satelliten-FIX-Status <sup>d</sup>
11	Nadellänge <sup>e</sup>
12	Bodentyp <sup>ef</sup>

<sup>a</sup> Zeit basiert auf der GMT-Einstellung, die in der Option **Zeitzone (Timezone)** ausgewählt wurde (S. 13)

<sup>b</sup> Wird „TDR 300“ als **Feuchtigkeitstyp** ausgewählt, wird der TDR 300 VWG (ohne EC-Optimierung) in der VWG% Spalte angezeigt.

<sup>c</sup> Das GPS-Format ist DDMM.MMMM C

Wobei DD Grad bezeichnet, MM.MMMM die Dezimalminuten und C die Kompassrichtung.

<sup>d</sup> Der Satelliten-FIX-Status ist 0, wenn das Messgerät den Standort nicht bestimmen konnte, 1, wenn ein Standort gefunden wurde, jedoch ohne Differenzkorrektur, und 2, wenn eine Differenzkorrektur verfügbar war.

<sup>e</sup> Verfügbare Nadellängen sind **L** Lang (8"/20 cm), **M** Mittel (4,8"/12 cm), **S** Kurz (3"/7,6 cm) und **T** Rasen (1,5"/3,8 cm)

<sup>f</sup> Bodentyp-Optionen sind **S**tandard, **H**oher Tonanteil (Ton) und **Sa**nd.

# MESSUNG DES VOLUMETRISCHEN WASSERGEHALTS (VWG)

---

## **Volumetrischer Wassergehalt (VWG)**

Der Boden besteht im Wesentlichen aus Erdreich, Wasser und Luft. Der volumetrische Wassergehalt (VWG) ist das Verhältnis des Wasservolumens in einem vorgegebenen Bodenvolumen zum gesamten Bodenvolumen. Dieser Wert kann entweder als Dezimalzahl oder in Prozent angegeben werden. Drei wesentliche Bodenfeuchtegrade können wie folgt definiert werden:

**Sättigung:** Alle Bodenporen sind mit Wasser gefüllt. Der VWG entspricht dem prozentualen Porenanteil des Bodens.

**Feldkapazität:** Die Wassermenge, die im wassergesättigten Boden maximal als Haftwasser zurückgehalten wird, nachdem das durch Schwerkraft bewegbare Wasser abgeflossen ist.

**Permanenter Welkepunkt (PWP):** Der höchste Feuchtigkeitsgehalt, bei dem eine Pflanze dem Boden kein Wasser mehr entziehen kann (Austrocknungsgrad).

Zusätzlich können wir das pflanzenverfügbare Wasser als die Wassermenge zwischen dem permanenten Welkepunkt und der Feldkapazität definieren. Eine Faustregel besagt, dass mit Bewässerung begonnen werden sollte, sobald die Hälfte des pflanzenverfügbaren Wassers aufgebraucht ist.

## **Zeitbereichsreflektometrie (TDR, Time Domain Reflectometry)**

Das der TDR zugrunde liegende Prinzip besteht darin, die Laufzeit einer elektromagnetischen Welle entlang eines Wellenleiters zu messen. Die Geschwindigkeit der Welle im Boden ist abhängig von der dielektrischen Permittivität ( $\epsilon$ ) der Bodenmatrix. Zur Bestimmung des VWG des Bodens wird die Tatsache genutzt, dass Wasser ( $\epsilon = 80$ ) eine wesentlich größere Dielektrizitätskonstante als Luft ( $\epsilon = 1$ ) oder Bodenfeststoffe ( $\epsilon = 3-7$ ) aufweist. Der mittels TDR gemessene VWG ist ein Mittelwert über die gesamte Länge des Wellenleiters.

Die Elektronik im TDR 350 gibt ein hochenergetisches Signal ab und registriert seine Rückkehr, wenn es sich durch den Boden entlang dem Wellenleiter, der aus zwei auswechselbaren rostfreien Edelstahlstäben besteht, hinauf und hinunter bewegt. Das Messvolumen ist ein elliptischer Zylinder, der ca. 3 cm aus den Stäben herausragt. Die hochfrequenten Signalinformationen werden anschließend in volumetrischen Wassergehalt umgewandelt. Ein hoher Tonanteil im Boden oder eine hohe elektrische Leitfähigkeit ( $EC > 2 \text{ mS/cm}$ ) dämpft das hochfrequente Signal und beeinflusst dadurch den vom Messgerät angezeigten Messwert. Ein sehr hoher Gehalt an organischen Substanzen wirkt sich ebenfalls nachteilig auf den VWG-Messwert aus.

## GPS-STATUS

---

Um ein bestmögliches Ergebnis zu erzielen, sollten Sie so lange mit dem Messen warten, bis der GPS so viele Satelliten wie möglich lokalisiert hat. Wenn GPS aktiviert ist und der Standort bestimmt wurde, verändert sich das Symbol von weiß über grau zu schwarz. Ein schwarzes Symbol zeigt an, dass das Messgerät 10 oder mehr Satelliten gefunden hat. Ist eine Differenzkorrektur verfügbar, wird im GPS Symbol auch ein Fadenkreuz Symbol angezeigt.



Das GPS verfügt über den besten Satellitenempfang, wenn Sie freien Blick auf den Himmel haben. Der GPS-Empfänger befindet sich an der Vorderseite des Messgeräts (in der Nähe des USB-Anschlusses). Während des Messvorgangs sollte der Empfänger von Gebäuden oder anderen Hindernissen wie Bäumen weg weisen.

# OPTIONALES ZUBEHÖR

---

Es stehen zwei optionale Artikel zur Verfügung, mit denen die Funktionen des TDR350 erweitert werden können. Sie werden im Folgenden kurz beschrieben. Produktspezifische Benutzerinformationen sowie eine Installationsanleitung finden Sie auf der Website.

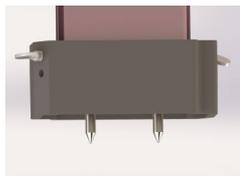
## **Infrarot-Temperatursensor (Artikelnr. 6435TS)**

Der Infrarot-Temperatursensor ist eine Alternative zum Oberflächentemperatursensor. Der Sensor erfasst die Infrarotsignatur von der Oberfläche unmittelbar vor dem Sensorblock. Auf diese Weise ist eine sofortige und hochpräzise Temperaturmessung möglich.



## **TDR Abstandshalter (Artikelnr. 6435SP)**

Für den TDR350 sind 4 Nadellängen-Standardoptionen verfügbar (1,5“ (3,8 cm), 3,0“ (7,6 cm), 4,8“ (12 cm) und 8,0“ (20 cm)). Der Nadelabstandshalter ermöglicht eine Messung von sehr geringen Bodentiefen mit nur 0,5“ (1,3 cm) oder 1,0“ (2,5 cm). Dies kann dabei helfen herauszufinden, wie schnell und fest die Grasplätze sind. Der Abstandshalter ist nur für Messgeräte geeignet, die mit 1,5“ (3,8 cm) Rasenmessnadeln ausgestattet sind. Der Abstandshalter muss über dem Ende eines Sensorblocks aufgesteckt werden. Dadurch wird verhindert, dass die Messnadeln vollständig in den Boden eindringen. Der Abstandshalter besitzt zwei Ausrichtungen, so dass er für jede gewünschte Tiefe verwendet werden kann. Das Messgerät muss über die Firmware Version 1.02 oder höher verfügen, um mit dem TDR Abstandshalter kompatibel zu sein.



# ANHANG 1

## ÜBERPRÜFUNG DER VWG-MESSWERTE

---

Es gibt zwei Tests, die zur Überprüfung der ordnungsgemäßen Funktion des Messgeräts durchgeführt werden können.

**Test 1 (ohne Messnadeln):** Trennen Sie die Messnadeln vom Sondenblock. Wählen Sie die Option Periode für **Feuchtigkeitstyp (Moisture Type)** (S. 13). Da keine Messnadeln angebracht sind, sollte das Messgerät  $1930 \pm 30 \mu\text{s}$  anzeigen.

**Test 2 (mit Messnadeln):** Die Messungen können in drei Standardumgebungen durchgeführt werden: in Luft, in destilliertem Wasser und in mit destilliertem Wasser gesättigtem Spielsand. Es ist wichtig, dass bei der Fehlersuche stets destilliertes Wasser verwendet wird. In Leitungswasser gemessene Werte können erheblich von den in destilliertem Wasser zu erwartenden Werten abweichen. Werden die Messungen in Wasser und gesättigtem Sand durchgeführt, sollte der Behälter einen Mindestdurchmesser von 3 Zoll (7,5 cm) aufweisen und hoch genug sein, so dass die Messnadeln vollständig eingetaucht oder eingeführt werden können.

Für die Messungen sollten die Optionen **Bodentyp (Soil Type)** auf Standard (S. 12) und **Feuchtigkeitstyp (Moisture Type)** (S. 13) auf TDR 300 Modus gesetzt werden. Achten Sie darauf, dass die korrekte **Messnadellänge** (S. 12) ausgewählt wurde. Das Messgerät sollte in der Luft  $\text{VWG}=0\%$  anzeigen. In gesättigtem Sand sollte es zwischen 35 % und 45 % anzeigen. Die Tabelle unten zeigt die ungefähren Wertebereiche des volumetrischen Wassergehalts, die für verschiedene Messnadellängen in destilliertem Wasser zu erwarten sind.

Messnadellänge	Wasser
8" (20 cm)	60 - 65 %
4,8" (12 cm)	70 - 75%
3" (7,5 cm)	75 - 80%
1,5" (3,8 cm)	65 - 70%

Hinweis: Das Messgerät misst in Wasser nicht zu 100 %, da die Kalibrierungsgleichungen für die Bodenfeuchte so ausgelegt wurden, dass sie die genauesten Ergebnisse mit den üblicherweise in mineralischen Böden vorkommenden volumetrischen Wassergehalten liefern.

# ANHANG 2

## BODENSPEZIFISCHE KALIBRIERUNG

Für größtmögliche Genauigkeit können Sie wahlweise eine bodenspezifische Kalibrierung durchführen, statt die internen, in die Firmware des TDR 350 kodierten Bodenkalkulierungen (Standard, Ton oder Sand) zu verwenden. In diesen Fällen ist eine separate Messung des Bodenfeuchtegehalts erforderlich. Anschließend kann zwischen dem Periodenwert des Messgeräts (siehe Option **Feuchtigkeitstyp (Moisture Type)**, S. 13) und dem tatsächlichen volumetrischen Wassergehalt (VWG) eine Beziehung hergestellt werden. Dies lässt sich am einfachsten bewerkstelligen, indem man einen Datensatz mit dem anderen überlagert.



VWG-Daten können mit Geräten wie beispielsweise einer Neutronen-sonde erfasst werden. In diesem Fall wird das Gewicht einer gesättigten Bodensäule mit bekanntem Volumen gemessen, während sie allmählich austrocknet, bzw. indem man ein bekanntes Bodenvolumen durch schrittweise Zugabe bekannter Wassermengen nach und nach befeuchtet. In den meisten Fällen erfolgt die Kalibrierung jedoch mittels gravimetrischer Probenahme. Dieses Verfahren wird nachfolgend kurz beschrieben.

Dazu werden im gewünschten Gebiet mehrere Stellen für die Probenahme festgelegt. Jede dieser Stellen sollte durch Zugabe unterschiedlicher Wassermengen auf eine unterschiedliche Bodenfeuchte gebracht werden. An jeder Probenahmestelle wird eine FieldScout TDR-Messung durchgeführt, gefolgt von der Extraktion eines bekannten Bodenvolumens. Im Optimalfall handelt es sich dabei um einen unberührten Bodenkern. Nun muss das Nassgewicht dieses Bodens bestimmt werden. Wenn der Boden nicht sofort gewogen werden kann, ist er in einem Plastikbeutel aufzubewahren, um die Verdunstung zu minimieren. Anschließend wird die Bodenprobe im Ofen getrocknet (48 Stunden bei 105°C ist allgemein gängige Praxis) und anschließend neuerlich gewogen. Der volumetrische Wassergehalt wird folgenderweise berechnet:

$$\mathbf{VWG} = 100 * (M_{\text{wet}} - M_{\text{dry}}) / (\rho_w * V_{\text{tot}})$$

Wobei gilt:

$M_{\text{wet}}, M_{\text{dry}}$  = Masse (g) von nassem bzw. trockenem Boden

$V_{\text{tot}}$  = Gesamtvolumen des Bodens (ml)

$\rho_w$  = Wasserdichte (1g/ml)

Eine alternative, jedoch gleichwertige Berechnung ist über den gravimetrischen Wassergehalt und die Lagerungsdichte des Bodens möglich.

$$\mathbf{VWG} = \text{GWG} * (\rho_b / \rho_w)$$

Wobei GWG für den gravimetrischen Wassergehalt und  $\rho_b$  für die Lagerungsdichte (Bodendichte) steht:

$$\text{GWG} = 100 * (M_{\text{wet}} - M_{\text{dry}}) / M_{\text{dry}}$$

$$\rho_b = M_{\text{dry}} / V_{\text{tot}}$$

Im letzten Schritt werden dann die berechneten Werte sowie die gemessenen Periodenwerte gemeinsam mit den Messwerten des Field-Scout TDR-Messgeräts grafisch dargestellt. Anhand dieser Daten kann anschließend eine Regressionsanalyse durchgeführt werden, um eine Gleichung zur Umrechnung von Periode in VWG zu entwickeln.

# ANHANG 3

## FAQ

---

### 1. Was sind die Werkseinstellungen?

<b>Messnadellänge</b>	Rasen	<b>Temp. Quelle:</b>	Bodensensor
<b>Bodentyp</b>	Standard	<b>Feuchtigkeit</b>	VWG
<b>Hintergrundbeleuchtung, GPS,Bluetooth</b>	Deaktiviert	<b>EC-Einheiten</b>	Salzgehaltindex
<b>Sound</b>	Ein	<b>Auto-Off (automatische Abschaltung)</b>	15 Minuten
<b>Temperatur</b>	Fahrenheit	<b>Zeitzone</b>	GMT

### 2. Welche Art von Sensor wird zur Messung der Oberflächentemperatur verwendet?

Der Sensor an der Unterseite des Sondenblocks ist ein Thermistor.

### 3. Welche Art von Differenzkorrektur ist für den GPS-Empfänger verfügbar?

In Nordamerika wird das Wide Area Augmentation System (WAAS) eingesetzt. In Europa verwendet man das European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS).

### 4. Wie erhalte ich Zugriff auf SpecConnect?

SpecConnect ist ein auf Abonnements basierendes Webdienstprogramm. Weitere Einzelheiten dazu erhalten Sie direkt von Spectrum Technologies oder über Ihren Händler.

### 5. Ich kann mit meinem USB-Stick keine Daten speichern oder Firmware hochladen.

Überprüfen Sie, ob der Speicher voll ist. Vergewissern Sie sich, dass der Stick FAT- oder FAT32-Format hat.

### 6. Die Meldung „Kein Sensor/No Sensor“ wird auf dem Display angezeigt.

Vergewissern Sie sich, dass der Sondenblock fest mit dem Display verbunden ist.

## Garantie

Für dieses Produkt wird eine Garantie von einem Jahr ab Kaufdatum auf alle Material- oder Verarbeitungsfehler gewährt. Während der Garantiezeit repariert oder ersetzt Spectrum nach eigenem Ermessen sämtliche Produkte, die sich nachweislich als fehlerhaft erweisen. Diese Garantie erstreckt sich nicht auf über das Produkt von Spectrum hinausgehende Schäden, die durch unsachgemäße Installation oder Verwendung, Blitzschlag, Fahrlässigkeit, Unfall oder unbefugte Änderungen oder durch zufällige oder Folgeschäden verursacht werden. Sie müssen unbedingt eine Retouren-Genehmigungsnummer (RMA-Nummer) von Spectrum anfordern, bevor Sie ein defektes Gerät einschicken. Spectrum übernimmt keine Verantwortung für Pakete, die ohne gültige RMA-Nummer retourniert werden oder für den Verlust des Pakets durch ein Versandunternehmen.



### KONFORMITÄTSERKLÄRUNG

Spectrum Technologies, Inc.  
3600 Thayer Ct.  
Aurora, IL 60504 USA

Modellnummern: 6435  
Beschreibung: Tragbare Bodenfeuchte-\Leitfähigkeits-\Temperaturmesssonde  
Typ: Elektrisches Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgerät  
Richtlinie: 2004/30/EU  
Normen: EN 61326-2:2012  
EN 61000-6-1:2007  
EN 61000-6-3:2007+A1:2010  
ICES-003:2016; ITE Emissions, Kanada (ANSI C63.4:2014)  
FCC Teil 15:2016: Emissions for Unintentional Radiators, USA  
(ANSI C63.4:2014)  
EN 55032:2015

Paul Martis, Hardware Engineering Manager

6. Februar 2017

# **Spectrum<sup>®</sup>** **Technologies, Inc.**

**3600 Thayer Ct.  
Aurora IL 60504  
(800) 248-8873 oder (815) 436-4440  
Fax (815) 436-4460  
E-Mail: [info@specmeters.com](mailto:info@specmeters.com)  
[www.specmeters.com](http://www.specmeters.com)**