

Müssen Sie die Boden-Profilfeuchte korrekt und langzeitstabil ohne Drift messen oder genügen Ihnen kurzzeitige Schätzwerte?

Korrekte Bodenfeuchtemessungen sind eine erhebliche Herausforderung wenn es darum geht, nicht nur Abschätzungen im Boden zu machen, sondern präzise und vor allem langzeit-stabile Messwerte zu liefern die auch überprüfbar sind.

Genügen einem als Anwender in einer zeitlich begrenzt angesetzten Applikation nur grobe Schätzwerte, dann kann man auch preiswerte kapazitive oder preiswerte TDR-Sonden einsetzen, die immer irgendeinen Messwert anzeigen. Für anspruchsvollere, auf längere Zeit angesetzte Anwendungen wo höhere Genauigkeiten gefordert werden, ist der Einsatz von Präzisionssensoren unabdingbar! In Datenblättern (Papier ist geduldig) vieler Sondenhersteller findet man selten Angaben welche die Herausforderungen bei der Bodenfeuchtemessung objektiv darstellen.

Warum ist aber die präzise Bodenfeuchtemessung eine so große Herausforderung?

- Präzise Bodenfeuchtesensoren sollten auch bei höheren Salzgehalten präzise messen. Wenn ein Sensor anstatt 30% Feuchte plötzlich 40% misst weil der Boden stärker versalzen ist oder gedüngt wurde, dann hat man es hier mit einer erheblichen Abhängigkeit des Sensors von der Leitfähigkeit zu tun!
- Präzise Bodenfeuchtesensoren sollten auch höhere Feuchtwerte messen können. Ein tonhaltiger lockerer Boden kann problemlos 70% feucht werden. Wenn ein kapazitiver Sensor dann nur 35...40% anzeigt weil er höhere Feuchten gar nicht messen kann, dann gilt es dies zu berücksichtigen.
- **Bodenfeuchtesensoren müssen langzeit-stabil ohne Drift messen können.** An blanken Stäben bildet sich durch galvanische Effekte allmählich eine isolierende Schicht, die im Langzeitbetrieb erhebliche Messfehler verursacht. Ein Ausbau aus größeren Bodentiefen zur Stabreinigung

kostet i.d.R. dann mehr als der Sensor selbst!

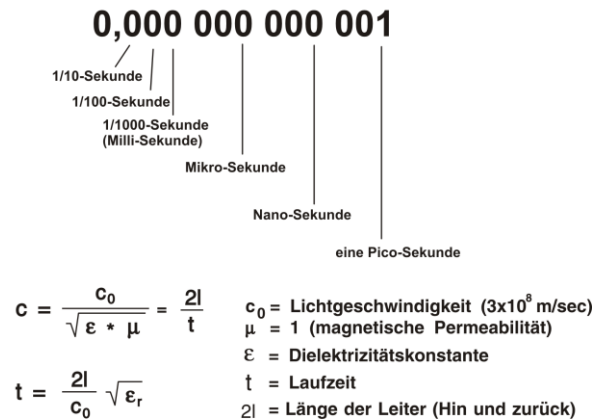
- TDR-Sonden mit langen HF-Kabeln sind Wind und Wetter ausgesetzt. Wenn jetzt Regen auf das TDR-Kabel fällt und der Messwert um 5% abweicht weil die Kabelimpedanz durch das Regenwasser nicht mehr stimmt, dann gilt es dies zu berücksichtigen.
- Da Böden sehr inhomogen sein können, sollten Bodenfeuchtesensoren ein großes Messfeld haben. Vermisst ein Feuchtesensor mit z.B. 4 Stäben nur ein sehr kleines Messvolumen innerhalb der Stäbe, dann ist dieser Messwert je nach Bodentyp nicht repräsentativ und das Messergebnis kann nicht brauchbar sein.
- Bodenfeuchtesensoren sollten in den meisten Bodentypen (von Sand bis Ton) mit nur einer einzigen Kalibrierkurve präzise messen können.



TRIME PICO-Sonden - Bodenfeuchtesensoren die halten was sie versprechen!

- Je nach Sondentyp haben PICO-Sonden ein großes Messvolumen von bis zu 2 Liter.
- Der Messbereich kann bis zu 100% Wasser betragen, wobei auch der Bereich zwischen 40% und 75% präzise vermessen wird.
- Der Leitfähigkeitsbereich kann bis zu 20dS/m betragen.
- PICO-Sonden sind bereits bei Auslieferung für Anwendungen in den meist verbreiteten Böden präzise vorkalibriert. Für spezielle Anwendungen wie z.B. in reinem Ton kann aus bis zu 15 Kalibrierkurven ausgewählt werden.
- **Sehr wichtig:** Die Messstäbe sind Kunststoff beschichtet womit ein langzeitstabiler Einsatz unter Boden **ohne Drift** über Jahrzehnte garantiert ist.
- PICO Stab- und Rohrsonden sind lieferbar für Einbautiefen bis zu 50 Meter!
- PICO-Sonden messen Feuchte, Leitfähigkeit, Salzgehalt und Temperatur mit dem revolutionären TRIME-Verfahren bei 1GHz.
- PICO-Sonden eignen sich für sandige, organische und tonhaltige Böden, sogar in reinem Ton sind Messungen möglich!
- PICO-Sonden haben keine Begrenzung betreffend der Kabellänge und unterliegen keinen sonstigen fehlerträchtigen Kabel-Beeinflussungen, da die TDR-Elektronik in der Sonde eingebaut ist.
- PICO-Sonden sind betreffend der Stablänge auf 160mm begrenzt. TDR-Sonden mit größeren Stablängen (bis zu 1 Meter) weisen erhebliche Messfehler auf wenn in Böden unterschiedliche Feuchtschichten auftreten, da es dadurch zu Veränderungen in der Sonden-Impedanz kommen kann.

Zeitbereichsmessung mit der TDR-Methode



Mit Erreichen einer Genauigkeit von ± 1 Pico-sekunde bei der Messung der Radarlaufzeit war es möglich, präzise Radar-Feuchtesonden aufzubauen. Das **TDR-Messprinzip (Time-Domain-Reflectometry, auch Kabelradar** genannt) hat sich in den letzten 10 Jahren als neues und präzises Messverfahren für anspruchsvolle Anwendungen in Forschung und Industrie immer mehr durchgesetzt. Beim TDR-Verfahren wird über die Laufzeit (Zeitbereichsmessung) eines elektromagnetischen Impulses die Dielektrizitätskonstante ϵ und damit die Feuchte bestimmt.

Nachfolgend eine Gegenüberstellung von TRIME PICO-Sonden mit kapazitiven Sonden

Thema	PICO-Sonden	Kapazitive Sonden
Messbereich	Der Wassergehalt kann bis zu vol. 75% betragen. 1GHz TDR-Technologie garantiert bestmögliche Frequenzspektr.	Je nach Sondentyp ist der maximal mögliche Messbereich bereits bei 35% vol. Wassergehalt begrenzt. Die Ursache liegt in einem zu niedrigen Frequenzspektrum bei kapazitiven Sonden. Der Imaginärteil von Epsilon (Störgröße) kann genauso hoch sein wie der Realteil.
Bodentyp	Geeignet für alle Bodentypen, d.h. sogar reiner Ton sowie stark tonhaltige Böden mit erheblichem Mineralienanteil können präzise vermessen werden. Auch eine Kalibrierkurve für Epsilon ist in der Sonde verfügbar.	Erhebliche Begrenzungen betreffend des Bodentyps, besonders bei tonhaltigen und Böden mit hohem Mineraliengehalt.
Langzeitstabilität	Durch Stabbeschichtung keinerlei galvanische Effekte. Bodenfeuchtesensoren müssen langfristig stabil und ohne Drift messen!	An blanken Stäben bildet sich durch galvanische Effekte allmählich eine isolierende Schicht, die im Langzeitbetrieb erhebliche Messfehler verursacht. Ein Ausbau aus größeren Bodentiefen zur Stabreinigung kostet i.d.R. dann mehr als der Sensor selbst.
Einkalibrierung bei der Inbetriebnahme	TRIME PICO-Sonden sind ohne Einkalibrierung mit einer Universalkalibrierung für die meist verbreiteten Böden einsetzbar. Für spezielle Böden kann die Sonde auf eine spezielle Kalibrierkurve (max. 15 Kurven) eingestellt werden.	Erhebliche Abhängigkeiten, je nach Bodentyp und Einbaurohr. Die Ursache liegt in einem zu niedrigen Frequenzspektrum bei kapazitiven Sonden. Der Imaginärteil von Epsilon (Störgröße) kann genauso hoch sein wie der Realteil.
Bodenleitfähigkeit, Boden-Temperatur	So gut wie keine Abhängigkeit bei der Messgenauigkeit. Die Leitfähigkeit kann zusätzlich bei 1GHz bestimmt werden.	Erhebliche Abhängigkeiten bei höheren Leitwerten, d.h. höherem Salzgehalt in Böden. Die Ursache liegt in einem zu niedrigen Frequenzspektrum bei kapazitiven Sonden. Eine Leitfähigkeitsmessung erfolgt bei niedrigen Frequenzen an blanken Stäben.
Messfeldausdehnung	Durch ein großes Messfeld ist eine repräsentative Messung auch in heterogenen Böden garantiert	Kleines Messfeld welches sich besonders konzentriert zwischen mehreren Stäben aufbauen muss.
Bestimmung des Salzgehaltes in Böden	Mit dem TRIME-Verfahren kann über die Bestimmung von EC_{TRIME} bei 1GHz eine Aussage zur Salzbelastung in Böden gemacht werden.	Nicht bekannt.

Mit den innovativen PICO-Sonden und der revolutionären TRIME-Messtechnologie wurde ein neues Kapitel in der professionellen Bodenfeuchtemessung aufgeschlagen.

IMKO GmbH, Im Stöck 2, D-76275 Ettlingen, Phone: 07243-59210
 e-mail: info@imko.de Internet: www.imko.de