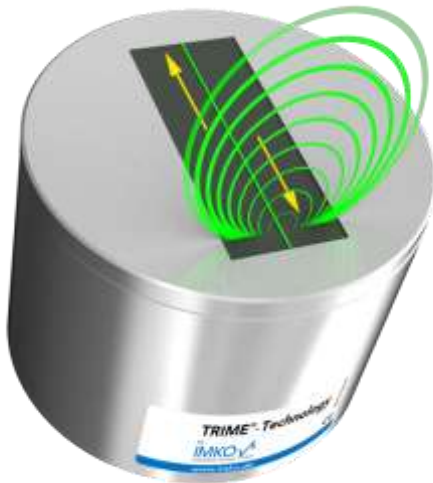


Vergleich von SONO- und Mikrowellen Feuchtesonden

SONO-Feuchtesonden sind keine Mikrowellensonden!



Die SONO-Sonde als „Feuchte-Tomograph“

Grün dargestellt ist die geführte Radarwelle welche sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitet. Ähnlich wie bei einem Computer-Tomograph wird das Material Schicht für Schicht scheibenförmig vermessen womit sich viele Vorteile im Vergleich zu konventionellen Feuchtesonden ergeben.

Konventionelle Sonden zeigen Abhängigkeiten von: der Höhe der Materialüberdeckung über der Sonde, der Struktur des Materials, von Feinanteilen und von vielen anderen Störfaktoren die eine ungeführt abstrahlende Mikrowelle beeinflussen können.

Mit Erreichen einer Genauigkeit von ± 1 Picosekunde (entspricht 1 Terahertz!) bei der Messung der Radarlaufzeit ist es IMKO seit dem Jahr 2010 möglich, Prozessfeuchtesonden für Anwendungen in der Industrie anzubieten. 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 der Industrie immer mehr durchgesetzt. Beim TDR-Verfahren wird über die Laufzeit eines elektromagnetischen Impulses und einer Genauigkeit von 10^{-12} Sekunden, die Dielektrizitätskonstante ϵ und damit die Feuchte präzise bestimmt. Das Messfeld von SONO-Sonden „begnügt“ sich bei geringer Schütthöhe über der Sonde mit weniger Material (bis zu gewissen Grenzen). Liegt mehr Material über der Sonde dann dringt das Messfeld auch in das größere Materialvolumen ein. Messfeldbeeinflussungen durch z.B. größere Kiesel oder durch Feinanteile werden bei dieser Methode quasi ausgemittelt und Fremdeinwirkungen durch anlagenspezifische Teile sind dadurch minimiert. Geführte Radarwellen werden auch bei der industriellen Füllstandsmessung eingesetzt.

Mikrowellensonden / Kapazitive Feuchtesonden



Bei Mikrowellen- und Kapazitiven Sonden breitet sich das Messfeld „führungslos“ in das Material aus. Dadurch reagieren diese Sonden mit Messfehlern auf Änderungen in der Schütthöhe und auf andere Einflüsse welche im Bereich des Messfeldes das Messsignal verändern, da die Mikrowelle zuerst aus der Sonde heraus und danach wieder in die Sonde „hineinlaufen“ muss. Sowohl beim Senden als auch beim Empfangen muss die Mikrowelle, je nach Sondentyp eine bis zu 10mm dicke Keramikplatte durchdringen. Der empfindlichste Bereich einer Mikrowellensonde liegt je nach Sondentyp in der Mitte der Sonde da der Mikrowellensender unter der Sondenoberfläche platziert ist. Der Einfluss durch größere Kiesel, durch Feinanteile oder durch externe Anlagenteile kann erheblich sein. Wenn bei Mikrowellensonden alle einfließenden Randparameter (Störgrößen) exakt eingestellt sind, dann ist es möglich die Feuchte zu messen. Weicht jedoch nur einer der vielen Randparameter ab, ist eine Neujustage einer Mikrowellensonde erforderlich. Eine Mikrowellensonde kann in der Anwendung mehr oder weniger als ein Expertensystem betrachtet werden.

Nachfolgend eine Gegenüberstellung von SONO- und Mikrowellen Sonden bei Anwendungen in der Bau-, Lebensmittel-, Chemie- und Pharmaindustrie:

Thema	SONO-Feuchtesonden	Mikrowellen-Sonden
Korngröße, Kornform	So gut wie keine Abhängigkeit, von z.B. 0/2er Sand bis 8/16/32er Kies. Keine Beeinflussung bei rundem oder gebrochenem Korn bzw. Split.	Erhebliche Abhängigkeit, geringe Änderungen in der Materialzusammensetzung erfordern eine Anpassung der Kalibrierung. Z.B. bestehen Probleme die Feuchte von größeren Zuschlägen (Kiesel) zu ermitteln.
Feinanteil im zu vermessenden Material.	Eine Variation im Feinanteil wirkt sich nicht auf den Messwert aus. Anmerkung: Die Oberfläche von Sand kann extrem variieren; bei 1kg Sand mit geringem Feinanteil können dies 0,5m ² sein, bei hohem Feinanteil jedoch bis zu 8m ² !	Variierender Feinanteil spiegelt sich als erhebliche Messwertschwankung wieder. Erhebliche Probleme bestehen bei sehr hohem Feinanteil.
Einkalibrierung bei der Inbetriebnahme	Eine SONO-Sonde ist ohne Einkalibrierung für Sand, Kies und andere Materialien einsetzbar. Eine Feinjustierung um $\pm 0,3\%$ ist mit einer Universal-Kalibrierkurve möglich.	Je nach Materialzusammensetzung sind präzise Einkalibrierungen notwendig.
Langzeitstabilität durch Abrasion	Eine Autokorrektur ermöglicht den Langzeitbetrieb ohne Nachkalibrierung beim Einsatz in abrasiven Materialien.	Muss bei Abrasion von einem Techniker oder Laboranten mit erheblichem Zeit- und Kostenaufwand permanent nachkalibriert werden.
Leitfähigkeit, Temperatur	So gut wie keine Abhängigkeit; die Leitfähigkeit kann zusätzlich bestimmt werden. Hochtemperatur-Versionen sind bis zu 200°C machbar.	Erhebliche Abhängigkeiten.
Messfeldausdehnung	Je nach SONO-Sondentyp können Materialvolumen von 50cm ³ bis zu 1m ³ vermessen werden. Durch die geführte Radarwelle kann die Messfeldtiefe bei SONO-Sonden konstruktiv festgelegt werden.	Erhebliche Abhängigkeit von der Schütthöhe (bei 3, 5, oder 10cm) und vom Messfeld, welches konzentriert in der Sondenmitte gestört werden kann. Die Mikrowelle muss zweimal, beim Senden und Empfangen eine relativ dicke Keramikplatte durchdringen.
Fremdbeeinflussung des Messfeldes	So gut wie keine Beeinflussung durch die geführte Radarwelle.	Erhebliche Beeinflussung durch Anlagenteile, etc.

Thema	SONO-Sonden	Mikrowellen-Sonden
Sonden-interne Messwertaufbereitung	Intelligente Messwert-Vorverarbeitung bei hochfrequenten internen Zyklusraten mit physikalischer Plausibilitäts-Überprüfung sowie unterschiedlichen und leistungsfähigen Filteralgorithmen.	Je nach Sonde bis zu 100 Messwerte pro Sekunde die je nach Sondentyp gemittelt und gefiltert werden können.
Lebensdauer des Sondenkopfes	Je nach SONO-Sonde ist Sondenkopf und Elektronik getrennt aufgebaut. D.h. bei einem Verschleiß kann der Sondenkopf bei Verwendung der Elektronik getauscht werden. Bei der SONO-MIX besteht der Kopf aus einer massiven Hartmetallplatte sowie spezieller Silizium-Keramik für äußerste Robustheit und ermöglicht Standzeiten die mit anderen Sonden bisher nicht erreicht werden konnten.	Außer bei Mischersonden sind Sondenkopf und Elektronik meistens eine Einheit. Mit einer relativ großen Keramikplatte ist die Bruchgefahr groß. Ein Stahl-Halterahmen für die Keramikplatte ist einer erheblichen Abrasion ausgesetzt und muss je nach Beanspruchung bereits nach einigen Monaten getauscht werden.
Kontrolle des w/z-Wertes eines Frischbetons	Machbar durch präzise Trennung von Feuchte und Leitwert, womit w/z-Werte bis zu 0,40 kontrolliert werden können.	Nicht bekannt.
Feuchte-Messbereich	SONO-Sonden können von 0% bis zu 100% Wassergehalt messen. Damit ist sogar eine Messung von Feststoffen (z.B. 0 bis 10% Feststoffgehalt) in Flüssigkeiten oder Suspensionen möglich. Aber auch Materialien mit sehr geringer Dichte können vermessen werden.	Nicht bekannt.
Kontrolle weiterer Materialparameter wie z.B. Viskosität	Machbar durch die parallele und präzise Messung der Hochfrequenz-Radar-Dämpfung mit dem revolutionären TRIME-Messverfahren.	Nicht bekannt.

Mit den neuen innovativen SONO-Sonden und der revolutionären TRIME-Messtechnologie wird ein neues Kapitel in der Materialfeuchtemessung aufgeschlagen.

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