

Schnelle und präzise Bestimmung des Wassergehaltes von Frischbeton vor Ort

Ein revolutionäres Messverfahren basierend auf Radarbasis ermöglicht erstmalig eine wichtige Anwendung in der Bauindustrie, die schnelle Bestimmung des Wassergehaltes eines Frischbetons vor Ort.

Die Probleme sind allseits bekannt. Beton ist, sofern er materialgerecht verarbeitet wird, langlebig und hält in Optimalfällen 80 bis 120 Jahre. Wir kennen jedoch viele Betonbauwerke wie Brücken und Sichtbetonfassaden, die bereits nach wenigen Jahren ihrer Erstellung aufwendig saniert oder abgerissen werden müssen. Ein korrekter w/z-Wert ist **der** maßgebliche Faktor für langlebigen Beton. Wenn der w/z-Wert nicht stimmt, können sich erhebliche Nachteile für Beton und das Betonbauteil ergeben, wie z.B. schlechtere Verarbeitbarkeit, größere Poren als erwartet, geringere Druckfestigkeit, Frostempfindlichkeit, Verringerung des Schutzes für Bewehrungsstahl, geringere Tragfähigkeit, Schwinden von Beton, Rissbildung oder Abplatzungen.

Die Kontrolle des korrekten Wassergehaltes garantiert, dass spätere Probleme am Betonwerk ausgeschlossen werden können. Die bisherige Darr-Methode ist in der Praxis nur bedingt einsetzbar.

Die Probleme bei der Kontrolle des Wassergehaltes mit dem bisherigen Darr-Prüfverfahren

- Die Darr-Prüfung dauert mit bis zu einer halben Stunde zu lange, der Beton bindet in dieser Zeit ab und die Verarbeitbarkeit leidet darunter.
- Beim Darren mit einem Gasbrenner muss darauf geachtet werden, dass keine Feststoffpartikel in die Luft (oder aus dem Darrbehälter!) entweichen da sonst durch Gewichtsverlust zu hohe Feuchtwerte ermittelt werden. Manche Anwender rühren den Frischbeton beim Darren, andere rühren ihn nicht und entsprechend gibt es Differenzen beim Darrwert.

- Bei zu langsamen Darren besteht die Gefahr, dass das freie Wasser des Frischbetons im Zement gebunden wird. Das Messergebnis beim Wiegen der Probe wäre verfälscht, weil das Wasser in der Darre chemisch bzw. kristallin gebunden und der ermittelte Darr-Wassergehalt dadurch zu niedrig wäre.
- Beim Darren mit einem Mikrowellenofen ist auf die Trocknungszeit bei entsprechender Leistung (800Watt oder 1000Watt) und der Menge der Darrprobe (z.B. 1,5kg bis 2kg) zu achten. Darrwert-Abweichungen bis zu 10 Liter/m³ von Gasbrenner und Mikrowelle bei derselben Probe sind nicht selten.
- Beim Wiegen der getrockneten Darr-Probe muss auf die Temperatur der Darr-Probe geachtet werden. Beim Wiegen einer sehr heißen Darr-Probe kann durch Auftriebs-Luftströmungen ein nicht unerheblicher Fehler in der Waage erzeugt werden.

Die Messung des Wassergehaltes von Frischbeton war mit elektronischen Sensoren bisher nicht möglich.

Die Probleme mit Kapazitiven- und Mikrowellenmessverfahren

Kapazitive und Mikrowellen Feuchtesonden haben einen eingeschränkten Leitfähigkeitsbereich in welchem die Feuchte gemessen werden kann und eignen sich damit nicht zur Messung der Feuchte in Frischbeton. Zement hat in Verbindung mit Wasser eine äußerst hohe Leitfähigkeit, die bei Frischbeton mit z.B. feingemahlenem 52.5 Zement bis zu 45dS/m betragen kann. Mit dem patentierten TRIME-Messverfahren in Verbindung mit den SONO-Sonden kann dieser extrem hohe Leitfähigkeitsbereich abgedeckt werden.

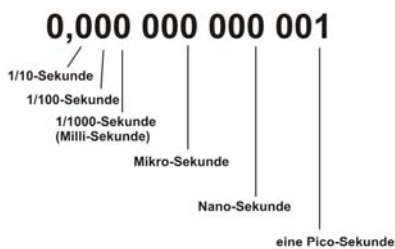
Die neue SONO-Technologie ermöglicht eine neue Dimension der Qualitätskontrolle vor Ort

Die SONO-WZ Sonde als „Feuchte-Tomograph“



Das Bild zeigt eine SONO-WZ Sonde mit SONO-DIS Handmessgerät. Grün dargestellt ist die Radarwelle welche mit nahezu Lichtgeschwindigkeit entlang der Sonde läuft. Ähnlich wie bei einem CT wird der Frischbeton Schicht für Schicht scheibenförmig vermessen. Die Laufzeitmessung mit einer Auflösung von einer Picosekunde ist bei der TDR-Methode das Maß für die Feuchte. Die 12te Stelle nach dem Komma entspricht 1 Terahertz !

Zeitbereichsmessung mit der TDR-Methode



$$c = \frac{c_0}{\sqrt{\epsilon \cdot \mu}} = \frac{2l}{t}$$

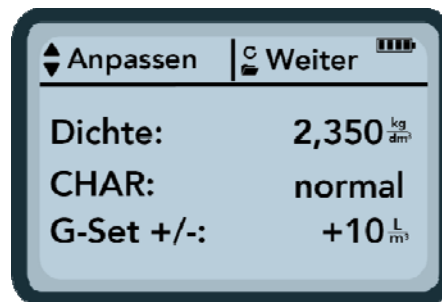
c_0 = Lichtgeschwindigkeit (3×10^8 m/sec)
 μ = 1 (magnetische Permeabilität)
 ϵ = Dielektrizitätskonstante
 t = Laufzeit
 $2l$ = Länge der Leiter (Hin und zurück)

$$t = \frac{2l}{c_0} \sqrt{\epsilon_r}$$

Und so einfach und strukturiert ist der Messablauf mit SONO-WZ

1. Die Einstellung

Zur Voreinstellung auf den Beton dient der Parameter CHAR welcher die Sieblinie A, B, C oder U repräsentiert. Mit G-Set wird einmalig die Betonsorte mit Kernfeuchte bzw. Gesteinsart festgelegt. Zur Wassergehaltsbestimmung ist dann nur noch die Eingabe der Rohdichte des Frischbetons erforderlich.



2. Die Messung

SONO-WZ mehrmals nacheinander in den Frischbeton im Eimer einbringen und per Tastendruck einzelne Messungen durchführen.



3. Die Auswertung

Der Darr-Wassergehalt in Liter/m³ sowie weitere wertvolle Messergebnisse werden übersichtlich dargestellt.

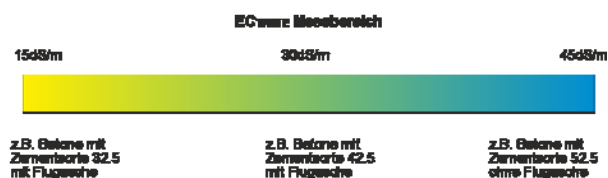


Mit SONO-WZ können im Praxisbetrieb unterschiedlichste Betone vermessen werden, mit w/z-Werten von 0,4 bis >1 und auch Betone mit hohem Wassergehalt.

Zusätzlich zum Wassergehalt wird nach der Auswertung des Ergebnisses der Parameter EC_{TRIME} angezeigt. Über die Hochfrequenz-Dämpfung des Radarpulses bestimmt SONO-WZ mit dem innovativen TRIME-Messverfahren die elektrische Leitfähigkeit (Electrical Conductivity EC_{TRIME}) und ermöglicht damit eine Aussage zum Zementgehalt bzw. zur Zementsorte. Der dabei ermittelte Parameter EC_{TRIME} kann schon bei der Einzelmessung als Rohwert für den Zementgehalt oder die Zementsorte interpretiert werden und sorgt somit für eine erhöhte Sicherheit bei der Kontrolle einer bekannten Betonsorte.

In der nachfolgenden Grafik ist dargestellt, mit welchen EC_{TRIME} Werten bei welchen Beton- bzw. Zementsorten grob zu rechnen ist. Empfohlen wird hier eine Dokumentation der vom Anwender jeweilig vermessenen Betonsorten um spätere Kontrollmessungen besser verifizieren zu können.

EC_{TRIME} ein wertvoller Parameter zur kontinuierlichen Zement-Kontrolle einer Beton-Rezeptur



Nachfolgende Firmen und Anwender setzen das SONO-WZ bereits erfolgreich in der Praxis ein:

Betonlabor MBL, Herr Dreher, Herr Naumann

<http://www.bkgbeton.de/betonlabor.html>

HOLCIM Schweiz, Herr Benedikt Schneider

<http://holcim.com>

BASF Construction Solutions, Herr Dittmar

<http://www.dispersions-pigments.basf.com>

Dr. Krell Beton-Sachverständiger

<http://www.krell-consult.de/>

BAS Research, Herr Wilko van der Meer

<http://www.basbv.com>

BARG Baustofftechnik, Herr Linke
Fehler! Hyperlink-Referenz ungültig.

Nachfolgend eine Aussage des MBL-Betonlabors zu SONO-WZ:

Wir setzen in unserem akkreditierten Betonlabor das SONO-WZ seit über einem Jahr zur Bestimmung des Wassergehaltes unterschiedlichster Betone ein. Es wurde die gesamte Bandbreite von Betonzusammensetzungen mit Wassergehalten bis zu 210 Liter pro m^3 überprüft. Die Zuverlässigkeit von SONO-WZ konnte unabhängig vom Wasserzementwert (0,32...1,0) und den verwendeten Ausgangsstoffen (Zementart, Gesteinskörnungsart) festgestellt werden. Nach mehr als 150 durchgeführten Messungen vertrauen wir den Ergebnissen von SONO-WZ dabei soweit, dass wir im Rahmen unserer WPK auf vergleichende Darrproben inzwischen verzichten können. Deshalb bedeutet der Einsatz von SONO-WZ für uns eine erhebliche Arbeitserleichterung mit signifikanter Zeitersparnis. Andererseits kann mit geringem Aufwand die Anzahl der Prüfungen erhöht und dadurch wertvolle Erkenntnisse

gewonnen werden.

Vladimir Naumann, Betontechnologe

Nachfolgend eine Aussage der Firma BAS Research zu SONO-WZ:

*Die B/A/S (www.basbv.com) ist ein Materialtechnologisches Baustoff Institut und Ingenieurbüro mit hochwertigen Dienstleistungen für den gesamten Bausektor. Wir sind immer auf der Suche nach verbesserten Produktionsabläufen die den Prozess im Betonbau für unsere Kunden nachhaltig optimieren. Mit einer Spezialisierung in Sachen Beton und mit den modernsten Laboren haben wir das **SONO-WZ** in unterschiedlichsten Betonsorten mit unterschiedlichen Zementsorten getestet, wobei auch erfolgreiche Tests bei niedrigen und höheren Betontemperaturen durchgeführt wurden. Um mögliche Fehler mit einem Darr-Test zu umgehen, haben wir alle Mischungen mit trockenen Zuschlägen hergestellt. Wir sind beeindruckt betreffend der Übereinstimmung der w/z-Werte unserer Betonrezepturen welche vergleichend mit **SONO-WZ** gemessen wurden.*
Wilko van der Meer, Geschäftsführer



Schlussbemerkung

Mit neuen innovativen Technologien sollten sowohl Verbesserungen als auch geringere Investitions- und Folgekosten verbunden sein. Die Anforderungen an die Betonqualität werden immer höher. Mit **SONO-WZ** wird ein neues Kapitel der mobilen Betonkontrolle vor Ort aufgeschlagen.

An dieser Stelle soll noch angemerkt werden, dass es bei der Gesamtkette in der Betonherstellung in den meisten Betonanlagen zwei Schwachpunkte gibt die dafür sorgen, dass die geforderten w/z-Werte oft nicht eingehalten werden können:

1. Konventionelle Sandfeuchtesonden

reagieren auf nachfolgende Einflüsse mit erheblichen Messfehlern: schwankende Sandsieblinien, Abrasion der Sonde, schwankende Materialüberdeckung und weitere Störfaktoren.

2. Beim Anmischen von Beton war die Kontrolle der Kiesfeuchte in der Vergangenheit nicht möglich. Eine Kiesfeuchte von nur 2% steht aber in Zusammenhang mit bis zu 25 Liter Wasser pro m³ und kann damit zu erheblichen Abweichungen vom w/z-Wert führen.

Die Prozess-Feuchtesonde **SONO-VARIO Xtrem** der IMKO GmbH lässt sich von voran genannten Störparametern nicht beeinflussen. Erstmals ist die zuverlässige und langzeitstabile Kontrolle sowohl der Sand- als auch der Kiesfeuchte direkt im Herstellungsprozess möglich. Mit SONO-Sonden können Betonrezepturen präzise und langzeitstabil auf +-2 Liter pro m³ eingehalten werden.

Presseartikel Januar 2016: IMKO GmbH,
Tel.: ++49 (0)7243-59210 info@imko.de

Weitergehende Informationen, Fachartikel und

Referenzen zu unserer Feuchtesensoren finden Sie in nachfolgendem Link:

<http://www.imko.de/en/support/catalogues>