

Handbuch SONO-DIS mit SONO-WZ oder SONO-M1



Vielen Dank, dass Sie dieses IMKO-Produkt erworben haben.

Sollten Sie irgendwelche Fragen zu diesem Produkt haben, kontaktieren Sie Ihren Händler vor Ort oder wenden Sie sich direkt an IMKO.

IMKO Micromodultechnik GmbH

Am Reutgraben 2
D-76275 Ettlingen
Germany

Benutzerhandbuch SONO-WZ mit Handmessgerät SONO-DIS

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeine Hinweise	5
1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung	5
1.2 Aufladbarer Akku.....	5
1.3 Laden des SONO-DIS-Handmessgerätes.....	5
1.4 Temperaturen und Umgebungsbedingungen	5
2 Bedienelemente	6
2.1 Kurzübersicht der Tastenfunktionen von SONO-DIS.....	6
3 Inbetriebnahme	7
3.1 Sicherheitshinweise	7
3.2 Verpackungsinhalt prüfen.....	7
3.3 Akku laden	7
3.4 Sonde anschließen	7
4 Bedienung	8
4.1 SONO-DIS Handmessgerät einschalten	9
4.2 SONO-DIS Handmessgerät ausschalten	9
5 Einstellung und Messung.....	10
5.1 Parameter CHAR für die Rezeptur-Charakteristik	10
5.2 General G-Set Parameter	11
5.2.1 SONO-WZ misst drei Arten von Wasser	11
5.3 „Anpassen“ bzw. Einstellung der drei Rezeptur-Parameter	12
5.3.1 Die Rohdichte „ANPASSEN“ bzw. Eingeben	12
5.3.2 Einstellung CHAR Rezeptur-Charakteristik.....	12
5.3.3 G-Set Feineinstellung für Betonsorte mit Gesteinsart und Kernwasser	12
5.3.4 Messen im Betriebsmodus „Mittelwert“	13
5.4 EC-TRIME ein Parameter für die Zementanalyse.....	14
5.5 Allgemeine Einstellungen	15
5.5.1 Sonde suchen.....	15
5.5.2 Sprache	16
5.5.3 Auto-Power-Off.....	16
5.5.4 Displaybeleuchtung	16
5.5.5 Displaykontrast	17
5.5.6 Sondeninfo	17
5.5.7 SONO-DIS-Info.....	17
5.5.8 Materialkalibrierkurven.....	17
6 Handhabung der SONO-WZ Sonde.....	18
6.1 Einführung.....	18

6.2	Messvolumen der SONO-WZ Sonde.....	18
6.3	Messprozedur im Kunststoffeimer	19
6.4	Messprozedur für Betone mit Ausbreitmaß F2, F3, F4	20
6.5	Messprozedur für Betone mit Ausbreitmaß F5 und F6	20
6.6	Fallstricke im Labor und im Betonwerk.....	22
6.6.1	Fallstrick1: Probleme beim Anmischen mit trockenen Zuschlägen	22
6.6.2	Fallstrick2: Probleme bei nachträglicher Wasserzugabe zum Beton	22
6.6.3	Fallstrick3: Beprobung im Betonwerk.....	23
7	Kurzanleitung für die Erst-Inbetriebnahme Step1 bis Step5.....	24
7.1	Zum Thema Kernfeuchte, Kernwasser bzw. Wasseraufnahme	27
7.2	Zum Thema Darren als Vergleichswert	28
7.3	Vermessung von erdfeuchtem Frischbeton der Konsistenz F1	29
7.4	Die von SONO-WZ gemessenen drei Arten von Wasser.....	29
7.5	Zum Thema Luftporen, Glasfaser und Stahlfaser	29
8	Rezepturverwaltung und Archivierung	30
9	Formular Baustellentest.....	31
10	Technische Daten SONO-DIS	32
11	Technische Daten SONO-WZ Sonde	33
12	Sandfeuchtesonde SONO-M1.....	35
12.1	Sonde SONO-M1 anschließen	36
12.2	Messung	36
12.2.1	Betriebsmodus „Einzelwerte“	36
12.2.2	Betriebsmodus „Mittelwert“	37
12.2.3	Betriebsmodus „Wasserberechnung“	38
12.3	Einstellungen	39
12.3.1	Einzelwert/Mittelwert Modus	39
12.3.2	Materialkalibrierung	40
12.3.3	Sonde suchen.....	43
12.4	Handhabung der SONO-M1 Sonden.....	44
12.4.1	Einführung	44
12.4.2	Messvolumen der SONO-M1 Sonden.....	44
12.5	Empfohlene Vorgehensweise zur Erzielung bestmöglicher Messgenauigkeit mit der Sonde SONO-M1	45
12.5.1	Messungen direkt im Sand- und Kieshaufen.....	45
12.5.2	Messungen von Laborproben im Eimer	46
13	Austausch der Sondenstäbe	49
14	Technische Daten SONO-M1 Sonde.....	50
15	Sicherheitshinweise	53

1 Allgemeine Hinweise

Bitte lesen Sie diese Bedienungsanleitung sorgfältig durch.

Bei auftretenden Fragen wenden Sie sich bitte an unseren Service unter den oben aufgeführten Kontaktdaten. Öffnen Sie das Gerät in keinem Fall selbst und führen Sie keine eigenen Reparaturversuche durch. Bei Gewährleistungsansprüchen wenden Sie sich bitte an Ihren Händler.

Im Zuge von Produktverbesserungen behalten wir uns vor technische und optische Veränderungen am Gerät vorzunehmen.

1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Handmessgerät SONO-DIS wurde als Auslesegerät für die Sonde SONO-WZ entwickelt. An dieses Gerät darf nur die dafür vorgesehene Sonde SONO-WZ angeschlossen werden. Der Anschluss einer nicht dafür vorgesehenen Sonde kann zur Zerstörung dieses Gerätes und/oder der angeschlossenen Sonde führen.

1.2 Aufladbarer Akku

Tauschen Sie den verbauten Akku niemals selbst.

Die angegebenen maximalen Betriebszeiten gelten bei optimalen Bedingungen. Umgebungstemperatur und Aufladezyklus können die Leistungszeiten deutlich verringern. Die Ladekapazität reduziert sich darüber hinaus technisch bedingt im Verlauf der Nutzung oder durch Lagerung bei sehr hohen oder niedrigen Temperaturen.

1.3 Laden des SONO-DIS-Handmessgerätes

Verwenden Sie zum Aufladen des SONO-DIS-Handmessgeräts nur das mitgelieferten Ladegerät bzw. eine vergleichbare Spannungsquelle. Eine Abweichung der Ladespannung kann zur Beschädigung des Geräts führen.

Sollte sich das Gerät beim Laden erwärmen, so ist dies normal und ungefährlich.

Sollte das SONO-DIS trotz wiederholter Ladung nur kurz oder gar nicht mehr funktionieren, so ist der verbaute Akku defekt und muss getauscht werden. Wenden Sie sich in diesem Fall bitte an Ihren Händler oder direkt an IMKO.

1.4 Temperaturen und Umgebungsbedingungen

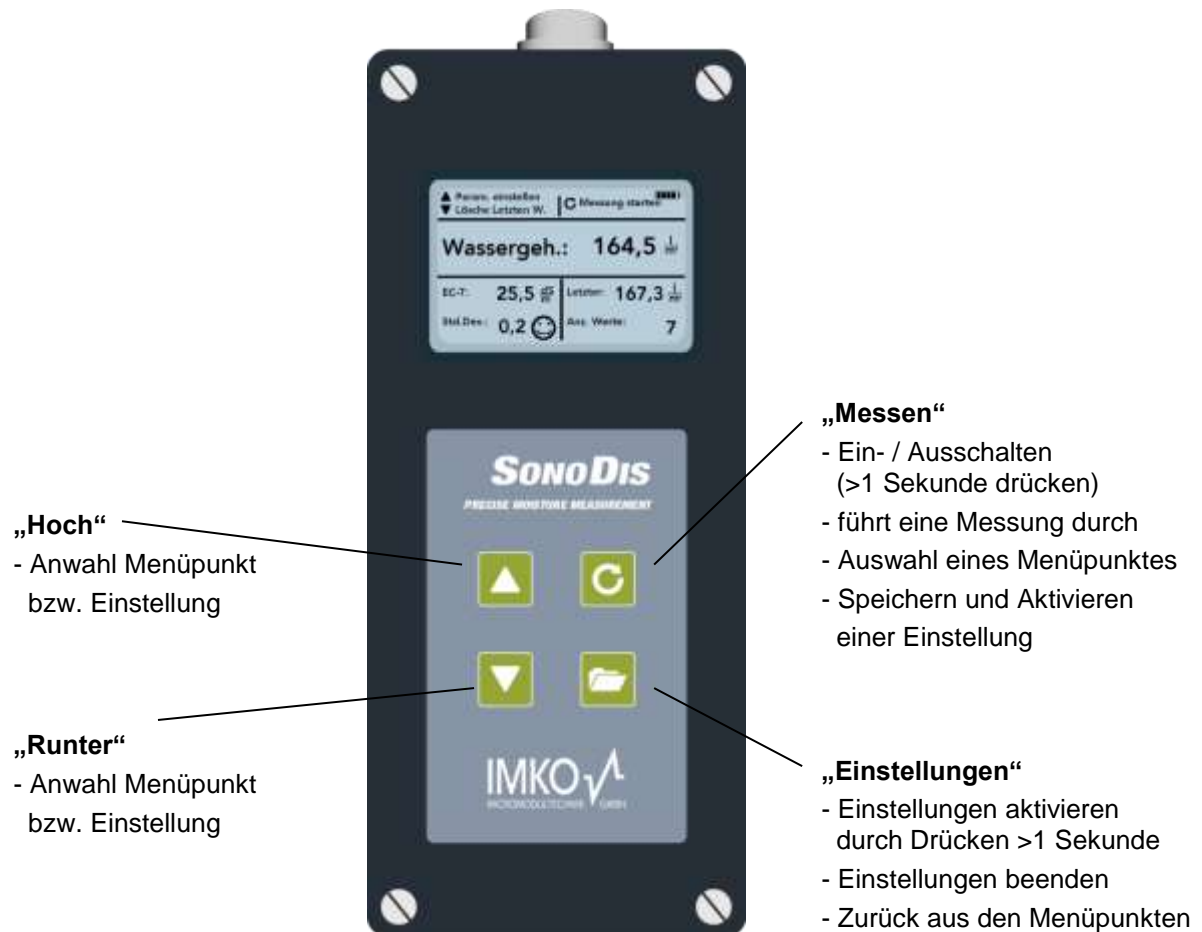
Das SONO-DIS-Handmessgerät ist für den Betrieb in rauen Umgebungen entwickelt worden.

Der Betrieb außerhalb der angegebenen Bedingungen kann zu einer Beschädigung dieses Gerätes führen.

2 Bedienelemente

2.1 Kurzübersicht der Tastenfunktionen von SONO-DIS

SONO-DIS erlaubt mit nur 4 Bedientasten einen einfachen und strukturierten Messablauf.



Bitte beachten: Für Betone ist generell die Standard Kalibrierkurve die „Cal. Nr.: 4“ voreingestellt. Beim Einschalten von SONO-DIS wird angezeigt, dass das Gerät auf Cal.Nr.4 eingestellt ist. Diese Einstellung sollte nicht bzw. nur dann verändert werden, wenn ein anderes Material anstelle von Frischbeton vermessen wird.

3 Inbetriebnahme


3.1 Sicherheitshinweise

Achtung: Lesen Sie vor der Inbetriebnahme unbedingt die Allgemeinen Hinweise, Punkt 1 am Anfang dieser Bedienungsanleitung. Eine nicht bestimmungsgemäße Verwendung kann zur Beschädigung dieses Geräts führen.

3.2 Verpackungsinhalt prüfen

- SONO-DIS-Handmessgerät
- Steckernetzteil (12V/2A)
- Ladeadapter
- Schutzkappe
- Handbuch
- Lanzensonde SONO-WZ

3.3 Akku laden

Der eingebaute Akku sollte vor dem ersten Gebrauch geladen werden. Hierzu stecken Sie den mitgelieferten Ladeadapter in die 7polige Buchse am SONO-DIS. Anschließend verbinden Sie das Steckernetzteil mit dem Ladeadapter. Sollte das SONO-DIS-Handmessgerät bereits eingeschaltet oder der Akku tiefentladen sein, beginnt die Ladung sofort. Andernfalls schalten Sie das SONO-DIS ein, indem Sie die Taste „Messen“  für etwa 1 Sekunde gedrückt halten. Eine aktive Ladung wird im Display durch ein animiertes Akkusymbol angezeigt.

Die eingebaute Ladeelektronik lädt den Akku bis zur vollständigen Ladung auf. Dies dauert bei vollständiger Entladung etwa 2 Stunden. Sobald die Ladung beendet ist, erscheinen alle 4 „Akkubalken“ dauerhaft im Display und die Erhaltungsladung beginnt.

Achtung: **Laden Sie den Akku nur bei Zimmertemperaturen (ca. 10°C bis ca. 30°C) auf! Bei zu niedrigen Temperaturen kann es vorkommen, dass die Ladeschlussabschaltung nicht sicher funktioniert und der Akku überladen wird. Bei zu hohen Umgebungstemperaturen kann das SONO-DIS durch die beim Laden entstehende Hitze Schaden nehmen.**





3.4 Sonde anschließen

Das SONO-DIS Handmessgerät kann sowohl mit der Feuchtesonde SONO-WZ als auch mit der Sand- und Kiesfeuchtesonde SONO-M1 betrieben werden:

Schließen Sie die Feuchtesonde SONO-WZ an das SONO-DIS an, indem Sie den 7poligen Stecker in die dafür vorgesehene Buchse am SONO-DIS stecken und die Überwurfmutter anziehen.

4 Bedienung

Tastenbedeutungen:

Taste	Beschreibung
	Messen <ul style="list-style-type: none"> - Ein- / Ausschalten → 1s gedrückt halten - Messung durchführen → kurz drücken - Aktivieren eines Menüpunkts → kurz drücken - Speichern einer Einstellung → kurz drücken
	Einstellungen <ul style="list-style-type: none"> - Geräte-Einstellungen aktivieren durch Drücken >1 Sekunde - Einstellungen beenden - Zurück aus den Menüpunkten
	Hoch <ul style="list-style-type: none"> - Vorheriger Menüpunkt oder Einstellung
	Runter <ul style="list-style-type: none"> - Nächster Menüpunkt oder Einstellung - Löschen des Wertspeichers (Modus – Mittelwert)


Displaysymbole:

Symbol	Beschreibung
	Verbleibende Akkukapazität
	Messen aktiv
	Einstellung gespeichert
	Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung
	Zeit bis zum Abschalten (Beleuchtung / APO)
	Taste „Hoch“ drücken
	Taste „Runter“ drücken
	Warnzeichen: Wassergehaltswerte kleiner 100 Liter werden nicht berücksichtigt oder die Gültigkeit des Messwertes wird bei zu hohen Streuungen in Frage gestellt.

Textbedeutung:

Text (deutsch)	Bedeutung
Dichte	Rohdichtewert des vermessenen Frischbetons
Wassergehalt:	Darr-Wassergehalt in l/m ³
EC-TRIME	Electrical Conductivity - Elektrische Leitfähigkeit auf Basis des TDR-Radarsignals und damit eine Aussage zum Zement in der Betonmischung.
Seriennr.:	Seriennummer der Sonde bzw. des SONO-DIS
HW:	Hardwareversion
FW:	Firmware-Version

4.1 SONO-DIS Handmessgerät einschalten


Schalten Sie das SONO-DIS ein, indem Sie die Taste  etwa 1 Sekunden gedrückt halten.

Das SONO-DIS versucht während des Einschaltvorgangs mit der angeschlossenen Sonde zu kommunizieren. Dies dauert etwa 4 Sekunden. Sollte keine Sonde angeschlossen sein oder die Sonde aus einem anderen Grund nicht erreichbar sein, erscheint eine Fehlermeldung auf dem Display.

Wurde die Sonde erfolgreich gefunden erscheint je nach Betriebsmodus der Messhintergrund auf dem Display. Während des Einschaltens wird die Meldung „Einkalibrierung“ am unteren Rand des Displays angezeigt. D.h. das SONO-DIS kalibriert sich auf die Sonde SONO-WZ ein. Danach ist das SONO-DIS einsatzbereit.

Hinweis: Sollte trotz mehrfacher Versuche keine Verbindung mit der Sonde möglich sein überprüfen Sie den korrekten Anschluss der Sonde. Sollte auch dies zu keiner Abhilfe führen, wenden Sie sich bitte an unseren Service.

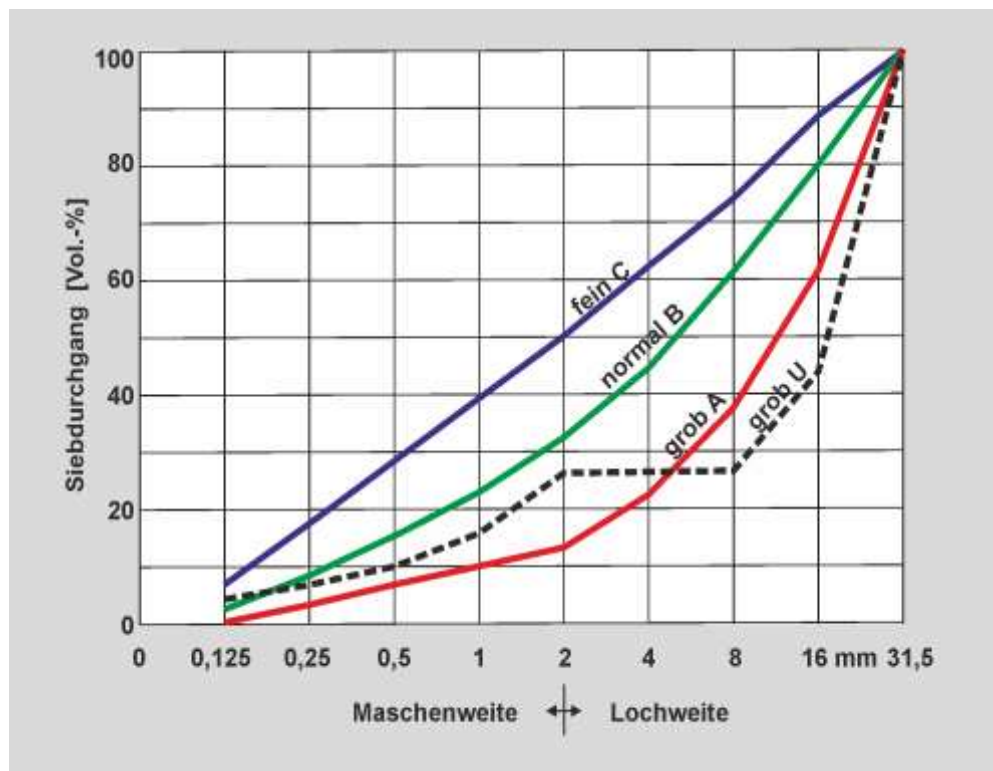
4.2 SONO-DIS Handmessgerät ausschalten

Zum Ausschalten des SONO-DIS-Handmessgerätes halten Sie die Taste  etwa 1 Sekunde gedrückt.

5 Einstellung und Messung

Damit SONO-DIS den Wassergehalt als Darrwert mit einer geforderten Genauigkeit von $+1$ bis $+3$ Liter/m³ anzeigen kann, muss das System vorher auf eine „Rezeptur-Charakteristik“ sowie auf das verwendete Gestein eingestellt werden. Diese Einstellung erfolgt mit Hilfe der Parameter CHAR und G-Set.

5.1 Parameter CHAR für die Rezeptur-Charakteristik



SONO-WZ zeigt mit seinem Radar-Messfeld betreffend der Sieblinien Abhängigkeiten bei unterschiedlichen Rezeptur-Charakteristiken. Daher bietet SONO-DIS 4 verschiedene Einstellungsmöglichkeiten welche als **CHAR-Parameter** in das Handmessgerät SONO-DIS eingegeben werden kann.

Die 4 möglichen **CHAR-Parameter**:
fein (Sieblinie C),
normal (Sieblinie B),
grob (Sieblinie A),
spezial (Ausfallkörnung U)

fein C	normal B	grob A	spezial U
Sieblinien C	Sieblinien B	Sieblinien A	Ausfallkörnung U
SONO-WZ misst etwas zu wenig Wasser und muss deshalb den Wassergehalt etwas nach oben korrigieren.	keine bzw. geringe Korrektur	SONO-WZ misst etwas zuviel Wasser und muss deshalb den Wassergehalt etwas nach unten korrigieren.	SONO-WZ misst zuviel und muss deshalb den Wassergehalt nach unten korrigieren.
Betone mit hohem Mörtelgehalt, d.h. sehr viel Sand, besonders mit hohem Feinanteil, viel Zement. Standard Zusatzstoffe, Standard Zusatzmittel als auch PCE's.	Stetige und relativ gut verteilte Sieblinien. Standard Zusatzstoffe, Standard Zusatzmittel als auch PCE's.	<ol style="list-style-type: none"> Betone mit größeren k-Werten und geringem Mörtelgehalt. Betone mit stetigen und relativ gut verteilten B-Sieblinien mit einer Besonderheit: niedrigem Sollwassergehalt der kleiner 160 Liter/m³ ist, sowie viel Hochleistungsbetonverflüssiger PCE welcher für die <u>generelle</u> Fließfähigkeit sorgt. 	Ausfallkörnung U: d.h. sehr wenig oder gar kein 2/8er bzw. 4/8-Kies. Standard Zusatzstoffe, Standard Zusatzmittel als auch PCE's.

5.2 General G-Set Parameter

SONO-WZ misst sowohl das freie Wirkwasser in einem Frischbeton, **sowie einen Teil des Kern- bzw. Saugwassers**. Es gibt Gesteinsarten welche sehr wenig Kernwasser aufnehmen, aber auch stark saugende Gesteinskörnungen wie z.B. Sandstein oder Kalksplit, welche bis zu 50 Liter Kernwasser aufnehmen können. Das Kern- bzw. Saugwasser dient nicht zur Zementbindung und wird deshalb nicht für den w/z-Wert verrechnet.

5.2.1 SONO-WZ misst drei Arten von Wasser

Im Prinzip misst SONO-WZ dieselben Anteile Wasser wie das Darr-Verfahren.



1. Das freie Wasser in der Betonmischung welches für den w/z-Wert angerechnet wird. Dieses Wasser ist der eigentlich gesuchte Zielwert bei der Anwendung von SONO-WZ.

2. Einen Teil des Kernwassers, Wasser das von den Zuschlägen aufgesaugt wird, wobei hier von SONO-WZ nur ein Teil (ca. 1/3) des Kernwassers gemessen werden kann. Je nach Gesteinsart kann das Kernwasser 10 bis 35 Liter pro m³ betragen. Dieser (Korrektur) Wert wird abhängig von der Rezeptur und Gestein im Parameter **G-Set** (ca. 2/3 des Kernwassers) repräsentiert. Typischerweise liegt der Wert von G-Set bei ca. -10 Liter/m³ wenn man von einem Kernwassergehalt von 15 Liter/m³ ausgeht. Diese -10 Liter/m³ werden dann bei der Messung im SONO-DIS automatisch abgezogen damit die Anzeige im SONO-DIS mit dem Wirkwassergehalt übereinstimmt.

3. Zusatzmittel die sich wie Wasser verhalten werden ebenfalls von SONO-WZ mit gemessen. Dies gilt es entsprechend zu berücksichtigen.

Für den G-Set sollte SONO-WZ deshalb einmalig auf die rezepturabhängige und verwendete Gesteinsart eingestellt werden. Um den effektiven (oder Darr-) Wassergehalt im SONO-DIS anzeigen zu können muss ein einmalig zu ermittelnder Wert für den Parameter „G-Set“ für die verwendete Rezeptur mit Gesteinsart berücksichtigt werden.

(siehe auch Kapitel „Zum Thema Kernfeuchte, Kernwasser bzw. Saugwasser“.

Falls SONO-WZ bei einem speziellen Beton einen zu hohen Wassergehalt anzeigt, muss **G-Set** um die entsprechende Literanzahl angepasst werden. Der exakte für die Rezeptur mit Gesteinsart (Standort) zu berücksichtigende Wert für den **G-Set** zur Eingabe in das SONO-DIS kann auf zwei Arten kontrolliert bzw. ermittelt werden:

A) Durch Vergleichsmessungen von SONO-WZ mit mehreren korrekten Wassergehalten des Betons. Z.B. durch Anmischen von Beton mit trockenen Zuschlägen.

B) Durch Vergleichsmessungen von SONO-WZ mit mehreren korrekten (!) Darrwerten nach dem Darren. Beim Darren gilt es dann die möglichen Fehlerquellen zu beachten.

Der Darr-Wassergehalt setzt sich nachfolgend zusammen:

Darrwert = wirksames Wasser + Kernwasser + Zusatzmittel die sich wie Wasser verhalten.

Siehe auch Kapitel: „Zum Thema Kernfeuchte, Kernwasser bzw. Wasseraufnahme“

5.3 „Anpassen“ bzw. Einstellung der drei Rezeptur-Parameter

5.3.1 Die Rohdichte „ANPASSEN“ bzw. Eingeben

Erst nach Eingabe der einstellbaren Parameter kann das SONO-DIS in den Messmodus zur Messung des Wassergehaltes weitergeschaltet werden.

Rohdichte D




Charakteristik:
der Rezeptur mit 4 Einstellmöglichkeiten: **grob** A (Minus-Korrektur), **normal** B (keine Korrektur), **fein** C (Plus-Korrektur), oder **spezial** U (Minus-Korrektur bei Ausfallkörnung).
Anmerkung: der Mörtelgehalt im Beton beeinflusst im Wesentlichen diesen Parameter.

General-Set:
Feineinstellung von SONO-WZ auf Betonsorte mit Gesteinsart und Kernwasser. Eingabe max. +- 50 Liter
Typisch: -10 Liter (2/3 vom Kernwasser) welche bei der Messung automatisch abgezogen werden, wenn der effektive Wassergehalt (das Wirkwasser) gemessen werden soll.






Falls mit SONO-WZ der Darrwassergehalt gemessen werden soll, ist der G-Set mit einem Plus-Wert einzugeben, mit 1/3 vom Kernwasser!

Als erster Parameter kann die Rohdichte in Schritten von +-0,005 eingestellt werden. Idealerweise wird die Rohdichte bereits vor der Wassergehaltsmessung korrekt im SONO-DIS eingestellt.




Stellen Sie den mit einem Betonprüfkörper ermittelten Dichtewert D Ihres Frischbetons mit den Tasten „+“  und „-“  ein und bestätigen Sie Ihre Eingabe mit der Taste  „OK“ womit Sie automatisch wieder in das Menu „ANPASSEN“ gelangen.


Achtung: Die Eingabe der Rohdichte ist wichtig, da diese unmittelbar in die Berechnung des Wassergehaltes eingeht. Falls die Rohdichte vor Ort nicht bestimmt werden kann, ist auch die Eingabe der Soll-Rohdichte möglich um akzeptable Messergebnisse zu erzielen. Eine Abweichung der Dichte von +-0,02 würde einen Fehler bei der Wassergehaltsmessung von +-1,6 Liter bedeuten. Eine Differenz der Rohdichte von 0,1 d.h. von Dichte 2,200 zu 2,300 bedeutet einen Unterschied im Wassergehalt von 8 Liter!

5.3.2 Einstellung CHAR Rezeptur-Charakteristik

Die Eingabe des CHAR Parameters erfolgt durch die Aktivierung von einer der sechs möglichen Einstellungen „**fein C**, **mittel B**, **grob A**, oder **Ausfall U**“. Im Wesentlichen beeinflusst der Mörtelgehalt im Beton den Parameter CHAR. Wählen Sie eine der vier Möglichkeiten für CHAR mit den Tasten  und  aus und bestätigen Sie Ihre Eingabe mit der Taste  „OK“.

5.3.3 G-Set Feineinstellung für Betonsorte mit Gesteinsart und Kernwasser

Die Eingabe des G-Set Wertes erfolgt in Liter/m³ und kann in 1-Liter Schritten bis +- 50 Liter eingegeben werden. Es empfiehlt sich, einen einmal gefundenen G-Set Wert für eine bestimmte Gesteinsart zu archivieren. Stellen Sie den Wert für G-Set in +-1 Liter Schritten bis max. +- 50 Liter/m³ mit den Tasten „+“  und „-“  ein und bestätigen Sie Ihre Eingabe mit der Taste  „OK“.



Nach Anpassen bzw. Einstellung der Rohdichte, des CHAR-Parameters sowie des G-Set gelangt man mit Aktivierung der Taste  „Weiter“ automatisch zum nachfolgenden Mess-Menu.

5.3.4 Messen im Betriebsmodus „Mittelwert“

Nach der Eingabe der Rohdichte und G-Set, erscheint nachfolgende Anzeige im Mess-Menu. Das SONO-DIS misst generell in einem Mittelwert-Modus und ermittelt über die eingegebene Rohdichte den Darr-Wassergehalt einer Frischbetonprobe in l/m^3 .

Darstellung des Mess-Menüs:



Um eine Einzelmessung zu starten drücken Sie kurz die Taste  „Messung starten“. Die Messung beginnt und es erscheint für die Dauer der Messung in der oberen rechten Ecke ein drehendes  Symbol an Stelle des Akkus. Während dieser Zeit können keine anderen Aktionen durchgeführt werden. Eine Einzelmessung dauert etwa 2-3 Sekunden. Wurde die Messung abgeschlossen erscheint wieder das Akku-Symbol. Im Display wird der über die Rohdichte D ermittelte **Wassergehalt** in l/m^3 angezeigt. Darunter die Anzahl der durchgeführten Einzelmessungen „**Anz. Werte**“.

Um einen repräsentativen Material-Mix zu erhalten, werden mindestens 5 Einzelmessungen wie im Punkt „Messungen von Laborproben im Eimer“ beschriebenen Vorgehensweise empfohlen. **Bei Betonsorten die zum Bluten neigen empfiehlt sich unbedingt eine Erhöhung der Anzahl der Einzelmessungen, da dies zu einer Erhöhung der Repräsentativität und der Genauigkeit führt!**


Anmerkung: Fehlerhaft angemischte Betone können von SONO-WZ nur schwer vermessen werden!

Eine Aussage zur Qualität der Messung:

Das SONO-DIS macht eine Aussage zur Qualität der Messung mit der Anzeige der Standardabweichung **StdDev** (Standard-Deviation). Die **StdDev** ist eine Angabe zur Qualität der Messung. Bei **StdDev** Angaben von größer 0,5 ist die Betonmischung so inhomogen, dass es empfohlen ist, noch mehr Einzelmessungen durchzuführen. Erst nach mindestens 6 Einzelmessungen und einer **StdDev** von 0,1 bis 0,5 sollten die Einzelmessungen beendet werden und der Messwert als Endergebnis übernommen werden. Zu erwähnen ist, dass bei sehr inhomogenen Betonen (z.B. stark blutende Betone) es jedoch schwierig ist, eine **StdDev** von kleiner 0,5 zu erreichen.



Smileys im Display zeigen jeweils an ob die Standardabweichung gut ($<0,2$), akzeptabel ($0,2 \text{ ..}0,49$) oder nicht-akzeptabel ist ($>0,5$).

Das SONO-DIS filtert automatisch Messergebnisse von Wassergehaltswerten aus, welche kleiner als 100 Liter sind. Dies kann z.B. passieren, wenn während einer Messreihe aus Versehen der Startknopf betätigt wird oder wenn die Sonde noch nicht ganz im Beton eingetaucht war. Diese zu kleinen Messwerte (<100 Liter) werden mit einem Warnzeichen  signalisiert und gehen nicht weiter in die Mittelwertbildung ein!

Mit Betätigung der Taste  kann die Messreihe gelöscht werden und das SONO-DIS ist wieder bereit für einen neuen Messzyklus.

5.4 EC-TRIME ein Parameter für die Zementanalyse

Am SONO-DIS wird 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}) des Betons und ermöglicht damit eine Aussage zum Zementgehalt bzw. zur Zementart. Der dabei angezeigte Parameter EC_{TRIME} kann schon bei der Einzelmessung als Rohwert für den Zementgehalt oder die Zementart interpretiert werden und sorgt somit für eine erhöhte Sicherheit bei der Kontrolle einer bekannt Betonsorte.


Empfohlen wird hier eine Dokumentation der vom Anwender jeweilig vermessenen Betonsorten um spätere Kontrollmessungen besser verifizieren zu können. Wie und ob der Parameter EC-TRIME von einzelnen Zementarten abhängt, wird zukünftig bei IMKO weiter untersucht.







Anmerkung: Eine Auswertung von EC-TRIME macht eigentlich nur Sinn, wenn wiederkehrend immer nur eine bekannte Betonsorte kontrolliert wird.

5.5 Allgemeine Einstellungen

Die Einstellungen des SONO-DIS Handmessgeräts können vielfältig verändert und angepasst werden.

Durch langes Drücken (2 Sekunden) der Taste „Einstellungen“  gelangt man in die Menüstruktur „Einstellungen“.

Durch Drücken der Tasten „Hoch“  und „Runter“  kann der gewünschte Eintrag markiert und mit der Taste „Auswahl“  ausgewählt werden. Mit der Taste „Einstellungen“  verlassen Sie den aktuellen Menüpunkt und auch das Einstellungsmenü.

Übersicht über die Einstellungsmöglichkeiten

Einstellung	Beschreibung
Sonde suchen	Sucht erneut nach einer angeschlossenen Sonde (falls beim Einschalten ein Fehler aufgetreten ist)
Sprache	Umschalten der Systemsprache - Deutsch - Englisch
Auto-Power-Off	Einstellung der automatischen Abschaltung
Displaybeleuchtung	Einstellung der Hintergrundbeleuchtung - Abschaltzeit - Helligkeit
Displaykontrast	Einstellen des optimalen Kontrasts
Sondeninfo	Gibt verschiedene Informationen über die Sonde aus
SONO-DIS Info	Gibt verschiedene Informationen über das SONO-DIS Handmessgerät aus
Materialkalibrierung	Auswahl Kalibrierkurve für unterschiedliche Materialien (Die Einstellung von Cal. 4 für Frischbeton sollte nicht verändert werden).





5.5.1 Sonde suchen

Falls es beim Einschalten des SONO-DIS-Handmessgeräts zu Kommunikationsproblemen mit der Sonde kam, bzw. noch keine Sonde angeschlossen war oder die Sonde während des Betriebs gewechselt werden soll, kann der Menüpunkt „Sonde suchen“ ausgewählt werden. Nach Auswahl dieses Menüpunktes versucht das SONO-DIS erneut eine Verbindung mit einer angeschlossenen Sonde aufzubauen. Nach erfolgreicher Verbindung erscheint die Seriennummer der Sonde im Display.

Sollte keine Verbindung möglich sein, wird „Keine Sonde gefunden“ im Display angezeigt.

Hinweis: Sollte trotz mehrfacher Versuche keine Verbindung mit der Sonde möglich sein, überprüfen Sie den korrekten Anschluss der Sonde. Sollte auch dies zu keiner Abhilfe führen, wenden Sie sich bitte an unseren Service.

5.5.2 Sprache





In diesem Menüpunkt kann die Sprache des SONO-DIS-Handmessgerätes ausgewählt werden. Es kann zurzeit zwischen den Sprachen Deutsch und Englisch gewählt werden. Durch Drücken der Tasten „Hoch“  und „Runter“  wählen Sie die gewünschte Sprache aus und aktivieren diese mittels der Taste „Messen“ . Nach der Aktivierung der Sprache erscheint das Symbol  in der oberen rechten Displayecke.

5.5.3 Auto-Power-Off

Im Menüpunkt „Auto-Power-Off“ können Sie eine automatische Abschaltung mit verschiedenen Zeitvorgaben auswählen.

Dabei können Sie zwischen folgenden Zeiten wählen:

- -- Minuten (Abschaltfunktion deaktiviert)
- 1 Minute
- 2 Minuten
- 5 Minuten
- 10 Minuten
- 20 Minuten

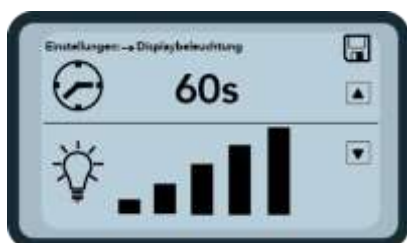
Wählen Sie hierzu mittels der Tasten „Hoch“  und „Runter“  die gewünschte Abschaltzeit aus und aktivieren Sie diese mit der Taste „Messen“ . Nach der Aktivierung erscheint das Symbol  in der oberen rechten Displayecke.


Hinweis: Das SONO-DIS schaltet sich nur automatisch aus wenn keine Taste mehr betätigt wurde. Eine Druck auf eine Taste startet die vorgegebene Zeit erneut bis zum Abschalten.




5.5.4 Displaybeleuchtung

Wenn nötig, kann die Hintergrundbeleuchtung des Displays individuell angepasst werden. So ist es möglich Strom einzusparen und dadurch eine längere Betriebszeit zu erzielen.

Nach Auswahl des Menüeintrags erscheint folgende Displayanzeige:

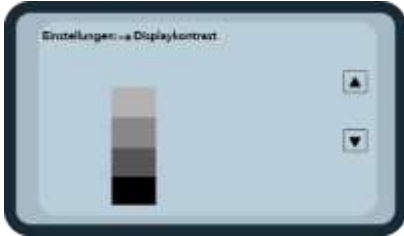






Mit der Taste „Hoch“  wählen Sie durch mehrfaches Drücken die automatische Abschaltfunktion der Hintergrundbeleuchtung bzw. deren Zeit bis zum Abschalten aus.

Mittels der Taste „Runter“  können Sie die Helligkeit der Beleuchtung einstellen bzw. diese ganz ausschalten. Aktivieren Sie Ihre Einstellungen mit Hilfe der Taste „Messen“ . Nach der Aktivierung erscheint das Symbol  in der oberen rechten Displayecke.

5.5.5 Displaykontrast

Bei extremen Temperaturen kann es notwendig sein, den Kontrast des Displays anzupassen um die Anzeige optimal ablesen zu können.



Verändern Sie nach Auswahl des Menüpunkts „Displaykontrast“ den Kontrast mit den Tasten „Hoch“  bzw. „Runter“ . Stellen Sie den Kontrast so ein, dass Sie alle Graustufen in dem Balkendiagramm deutlich erkennen können. Aktivieren und speichern Sie Ihre Einstellungen mit der Taste „Messen“ . Nach der Aktivierung erscheint das Symbol  in der oberen rechten Displayecke.

5.5.6 Sondeninfo

Durch Auswahl dieses Menüpunktes erhalten Sie nach einem kurzen Moment einige Informationen über die angeschlossene Sonde.

Dies sind:

- Seriennummer
- Sondentyp
- Hardware-Stand (HW)
- Firmware-Stand (FW)

5.5.7 SONO-DIS-Info

Durch Auswahl dieses Menüpunktes erhalten Sie einige Informationen über Ihr SONO-DIS-Handmessgerät.

Dies sind:

- Seriennummer
- Hardware-Stand (HW)
- Firmware-Stand (FW)
- Akkukapazität
- Akkuspannung

5.5.8 Materialkalibrierkurven

Mit Auswahl dieses Menüpunktes erhalten Sie die Möglichkeit, die Sonde SONO-WZ auf eine andere Materialkalibrierkurve einzustellen. Nach dem Einschalten von SONO-DIS wird für ca. 3 Sekunden die in diesem Menüpunkt eingestellte Kalibrierkurve am unteren Bildschirmrand angezeigt.

Achtung: Für Beton ist die Standard Kalibrierkurve die „Cal. Nr.: 4“ voreingestellt. Diese Einstellung sollte nicht bzw. nur dann verändert werden, wenn ein anderes Material als Frischbeton vermessen wird.

Insgesamt können für Materialien wie Suspensionen, Schlämme und andere, bis zu 15 Kalibrierkurven verwaltet werden, Weiterhin kann durch die Auswahl einer anderen Kalibrierkurve die Sensitivität bei der Betonvermessung geändert werden. Für nähere Details bitten wir um Kontaktaufnahme mit der Service-Abteilung der IMKO GmbH.

6 Handhabung der SONO-WZ Sonde

6.1 Einführung

SONO-WZ verwendet modernste Radartechnologie bei 1 Gigahertz, mit einer Sonde deren Messfeld tief in das zu vermessende Material eindringt. Plastische und flüssige Frischbetone der Konsistenz F2 bis F6 können von Hand einfach und direkt mit SONO-WZ vermessen werden. Für eine repräsentative Messung bei unterschiedlichem Materialmix sorgt eine automatische Mittelwertbildung bei der Durchführung von 4...10 Einzelmessungen. Durch den strukturierten Messablauf werden repräsentative und präzise Messergebnisse innerhalb weniger Minuten ausgegeben.

SONO-WZ arbeitet mit der innovativen TRIME TDR-Technologie (Time-Domain-Reflectometry) auf Basis der geführten Radarwelle. Geführte Radarwellen mit sehr geringen Leistungen von nur 10 Milliwatt (d.h. keinerlei Gefährdungspotential durch elektromagnetische Strahlung etc.), werden z.B. auch bei der industriellen Füllstandsmessung eingesetzt. Bei der TDR-Messung nach der TRIME-Methode wird der Radarpuls je nach Zementgehalt und Zementsorte gedämpft und als EC_{TRIME} Leitwert in dS/m (Dezi-Siemens pro Meter) zu Aussagen betreffend des Zements herangezogen.

Bitte beachten: Bei Betonen welche nicht den Spezifikationen nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 entsprechen (die z.B. zum Bluten neigen), kann es zu erheblichen Messwertschwankungen kommen. Fehlerhaft angemischte Betone können von SONO-WZ (aber auch mit einem Darr-Test) nur schwer vermessen werden!

6.2 Messvolumen der SONO-WZ Sonde

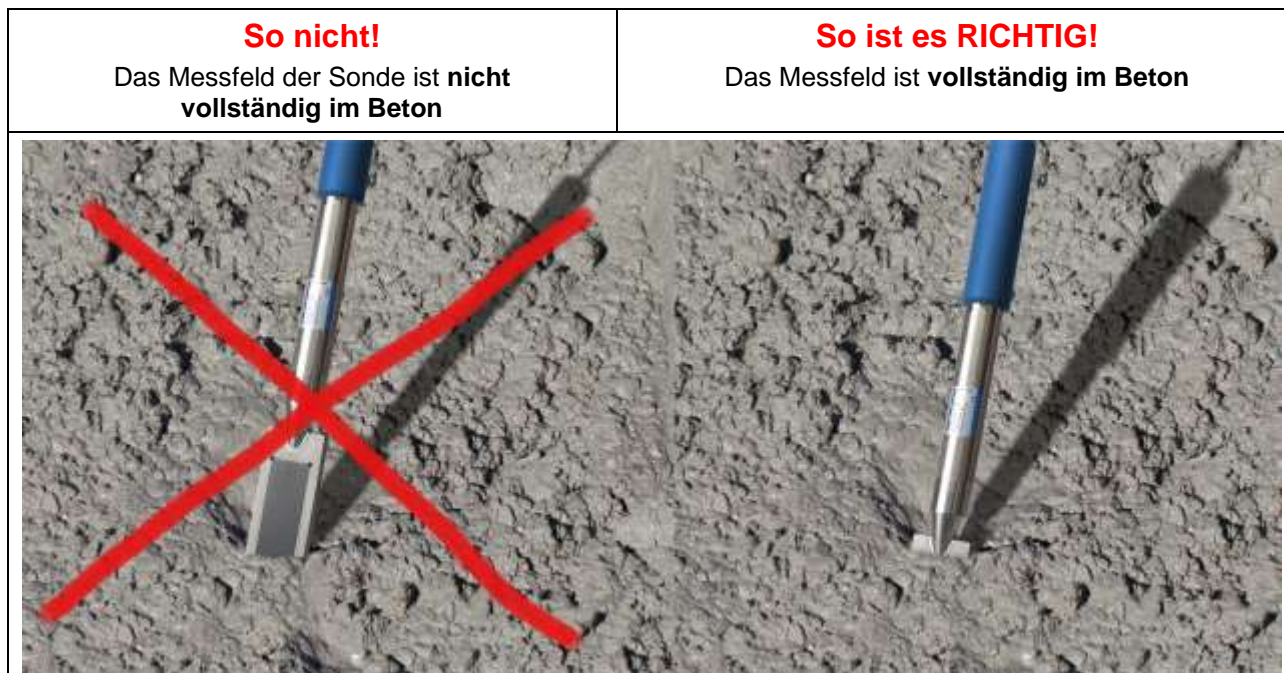


Die Eindringtiefe der elektromagnetischen Feldlinien reicht theoretisch unendlich weit in das zu messende Material. Aber die effektive, für die Messung relevante Eindringtiefe der SONO-WZ Sonde beträgt max. 5 cm um die Sondenoberfläche an der dunklen Keramikplatte. Die Abbildung zeigt grün dargestellt die Feldlinien um die Sonde herum.

Betreffend der Messfeldintensität gilt es physikalisch zu berücksichtigen, dass alle dielektrischen Messverfahren wie TDR, Mikrowelle und das kapazitive Messverfahren keine lineare, sondern eine exponentielle Feldlinienverteilung haben, d.h. die Feldlinienintensität ist bei allen Messmethoden unmittelbar am Sondenkopf am größten und nimmt exponentiell ab je weiter weg vom Sondenkopf gemessen wird. Dies ist eine physikalische Gesetzmäßigkeit und lässt sich (leider) konstruktiv nicht ändern. Die Konsequenz daraus bedeutet für Feuchtesonden nun, dass größere Kiesel welche direkt am Sondenkopf liegen, einen Messwert verfälschen können. Aus diesem Grund werden z.B. beim Einsatz von Feuchtesonden in Betonmischern viele Einzelmesswerte ausgemittelt und gefiltert um zum Beispiel bei der Mischersonde **SONO-MIX** Genauigkeiten von $\pm 1,5$ Liter pro m^3 zu erreichen.

Wie beim Einsatz in einem Mischer gilt es beim Einsatz von SONO-WZ zu berücksichtigen, dass größere Kiesel direkt am Sondenkopf einen Messwert verfälschen können. Es geht also bei der Messung mit SONO-WZ darum, die Lagerungsverhältnisse von Sand, Zement und großen Kieselsteinen zu verändern, so dass bei mehrmaligen Einzelmessungen ein repräsentativer Materialmix erzeugt wird. Dies wird erreicht indem mehrere Einzelmessungen bei unterschiedlichen Lagerungsverhältnissen am Sondenkopf durchgeführt werden.

Es ist wichtig, dass bei der Messung der Sondenkopf komplett im vermessenen Beton, ohne „Luftlöcher“ eingetaucht ist



Es ist wichtig, dass der Sondenkopf bei mehreren Messungen nicht an derselben Stelle im Beton eingestochen wird. Würde mehrmals an nur einer Stelle eingestochen, besteht die Gefahr der Entmischung an dieser Stelle, da beim Herausziehen des Sondenkopfes der Leerraum mit feineren bzw. flüssigeren Partikeln aufgefüllt werden kann und der Wassergehaltswert allmählich immer höher ausfallen würde.

6.3 Messprozedur im Kunststoffeimer

Eine Messung mit Frischbeton sollte immer in einem Kunststoffeimer erfolgen, da hier der Einfluss von Metall ausgeschlossen ist. Aufgrund der Messfeldausdehnung (grüne Wellen in der Abbildung) ist ein Eimer mit ca. 10 Liter Fassungsvermögen wie unten abgebildet auszuwählen. Damit beim Einstechen der Sonde noch genügend Platz zum Eimerboden vorhanden ist, sollte der Eimer eine geeignete Höhe besitzen.

Um Entmischungen vorzubeugen sollte der Frischbeton im Eimer nicht gerüttelt werden. Nach dem Einstechen der Sonde sollte der Beton durch 2-3 maliges Klopfen mit dem Fuß an den Eimer soweit verdichtet werden, dass der Frischbeton die Sondenoberfläche mit der dunklen Keramikfläche ohne Lufteinschlüsse umschließt.

Wir empfehlen mindestens 4 bis 5 Messungen, wobei jeweils um 70° bis 90° versetzt am Eimerrand eingestochen wird.

Bitte beachten Sie folgendes:

1. An der Sondenoberfläche um die Keramik dürfen keine alten Betonreste haften. Gegebenenfalls ist die Oberfläche mit einer Drahtbürste zu reinigen.
2. Der Eimer sollte mindestens 3cm höher gefüllt sein als der Sondenkopf lang ist (<18cm). Besonders bei hohem Wassergehalten ist darauf zu achten, dass sich der Beton während bzw. durch die Messung nicht entmischt.
3. Der Sondenkopf ist leicht schräg am Rande des Eimers komplett in den Beton einzuführen. Verdichten Sie den Beton an der Sonde durch seitliches Klopfen am Eimer. **Damit ist gewährleistet, dass der Frischbeton an der Sondenoberfläche für die Messung optimal verdichtet ist.**



6.4 Messprozedur für Betone mit Ausbreitmaß F2, F3, F4

Führen Sie nach dem Einstechen in dieser Position eine Einzelmessung durch. Ziehen Sie die Sonde danach aus dem Eimer. Durch das Herausziehen der Sonde kann sich der Frischbeton an dieser Stelle entmischen, Feinanteile können in den Hohlraum dringen. Führen Sie deshalb die Sonde ca. 70° bis 90° versetzt erneut am Eimerrand ein, wie unter Punkt 3 beschrieben. Verdichten Sie den Beton durch seitlichen Klopfen (z.B. mit dem Fuß) sodass der Beton gut an der Sondenoberfläche anliegt. Führen Sie hier erneut eine Einzelmessung durch.

Wiederholen Sie diesen Vorgang 4 bis 5 mal, wobei die Sonde jeweils ca. 70° bis 90° versetzt am Eimerrand eingeführt wird.

Die dunkle Keramikoberfläche der Sonde sollte bei „klebenden“ Betonen vor der Messung jedesmal abgewischt werden, um sicherzustellen, dass „klebende“ Betonreste an der Sonde die Messung nicht verfälschen.

Betone mit Ausbreitmaß F2, F3 und F4 entmischen sich nicht so leicht. Deshalb gewährleistet diese Messprozedur mit dem seitlichen Einstechen und dem Verdichten durch seitliches Klopfen am Eimer bestmögliche Messergebnisse.

Bei relativ steifem F2-Beton kann es erforderlich sein, den Eimer zusammen mit der Sonde vor der Messung auf einem Rütteltisch zu verdichten.



6.5 Messprozedur für Betone mit Ausbreitmaß F5 und F6

Sehr fließfähige Betone neigen zum Entmischen und sind mitunter nicht einfach zu vermessen. Es besteht die Gefahr, dass sich am Eimerboden die größeren Fraktionen ansammeln. Weiterhin besteht die Gefahr dass nach dem Einstechen der SONO-WZ Sonde um die Sondenoberfläche herum sich Feinanteile sammeln, was dazu führen kann, dass ein zu hoher Wassergehalt gemessen werden würde. Wir empfehlen für Betone mit Fließmaß F5 bis F6 deshalb folgendes Vorgehen:

1) Füllen Sie den 12 Liter Eimer nur zu $\frac{3}{4}$ mit Beton.

2) Führen Sie den Sondenkopf mit **übergezogener WZ-Schaufel** (aus Kunststoff) senkrecht am Rande des Eimers komplett in den Beton ein. Die Schaufel sorgt dafür, dass während der Messung die größeren Kiesel nicht seitlich am Sondenkopf „wegdriften“, was zu Abweichungen führen könnte.

3) Drücken Sie langsam die Sondenspitze mit der schwarzen Keramikfläche voraus, schräg bis zur gegenüberliegenden Kante am Eimerboden, so dass der Handgriff am Eimerrand aufliegt (siehe rote Pfeile). Damit ist gewährleistet, dass sich eine repräsentative Betonmischung an der Sondenoberfläche anlegt.

Führen Sie diese Prozedur mehrmals durch, wobei die Sonde jeweils versetzt eingestochen wird. Löschen Sie einzelne Messwerte, falls diese weit außerhalb des angezeigten Mittelwertes liegen sollten.

Anmerkung: Auch die Darr-Beprobung und der Darr-Test von Betonen mit Fließmaß F5 und F6 kann fehlerbehaftet sein. Wenn der Beton für das Darren von der Eimer-Oberfläche oder vom Eimer-Boden entnommen wird, kann bei zum Bluten neigenden Betonen bis zu 40 Liter Wassergehaltsunterschied auftreten!



Nach der Durchführung von 4-5 Messungen:

Falls die Standardabweichung nach 4-5 Messungen nicht akzeptabel ist (d.h. $>0,5$) bzw. die Messwertschwankungen zu groß sind, müssen weitere Einzelmessungen durchgeführt werden. Hierzu empfehlen wir den Frischbeton im Eimer neu zu mischen. Idealerweise benutzen Sie hierzu professionelle Mischwerkzeuge wie z.B. den nachfolgend dargestellten Rührer der gewährleistet, dass der durch die Messungen evtl. leicht entmischte Frischbeton wieder optimal und gleichmäßig gemischt wird. Aber darauf achten, dass nicht zu lange gemischt wird, da sonst Wasser aus dem Beton entweichen kann. Danach können weitere Messungen gemäß Punkt3 durchgeführt werden.



Anmerkung: Nicht optimale Beton-Rezepturen wirken sich betreffend Messwertschwankungen stärker aus. Ein Beton der zum Bluten neigt, entmischt sich. Man kann sich aber fragen, ob eine Messwert-Abweichung von SONO-WZ mit einem zu hoch ermittelten Wassergehalt dann als Nachteil interpretiert werden soll.

Bei Betonen welche nicht den Spezifikationen nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 entsprechen (Betone die z.B. zum Bluten neigen), kann es zu Messwertschwankungen kommen. Fehlerhaft angemischte Betone können mit SONO-WZ (aber auch mit einem Darr-Test) nur schwer vermessen werden!

6.6 Fallstricke im Labor und im Betonwerk

6.6.1 Fallstrick1: Probleme beim Anmischen mit trockenen Zuschlägen

Je nach Gestein dauert es eine gewisse Zeit, bis trockene Zuschläge sich nach dem Anmischen aufgesättigt haben. Bei relativ saugfähigen Zuschlägen kann das 3-5 Minuten dauern, bei weniger saugfähigen Zuschlägen kann das aber auch eine Stunde dauern. Da SONO-WZ das Kernwasser nur zu einem Drittel „sieht“ empfehlen wir eine „gewisse“ Zeit nach dem Anmischen von trockenen Zuschlägen zu warten, bevor mit SONO-WZ der Wassergehalt kontrolliert wird.

Beispiel: Ein trockenes sehr saugfähiges Gestein kann maximal bis zu 30 Liter Wasser pro Kubikmeter relativ schnell aufnehmen. Durch die Ausgleichsfeuchte ist das verwendete und gelagerte Gestein aber nicht komplett trocken, sondern hat einen Wassergehalt von typisch 7 Liter/m³. Für eine Betonrezeptur mit 175 Liter/m³ effektivem Wassergehalt wurden dann 175 + 23 = 197 Liter verwendet. Unmittelbar nach dem Anmischen würde SONO-WZ hier ca. 185 Liter messen und dann relativ schnell nach ca. 3-5 Minuten Wartezeit (je nach Gestein) einen Messwert von 175 Liter anzeigen.

Für das SONO-DIS wäre der Parameter G-Set mit zwei Drittel vom maximalen Kernwasser eingegeben worden. In diesem Falle wäre für den **G-Set** zwei Drittel von 30 Liter maximalem Kernwasser, d.h. G-Set = - 20 Liter in das SONO-DIS eingegeben worden, wenn das Wirkwasser gemessen werden soll.

Beim Anmischen mit trockenen Zuschlägen ist je nach Gesteinsart eine gewisse Wartezeit vor der Messung mit SONO-WZ zu berücksichtigen!

6.6.2 Fallstrick2: Probleme bei nachträglicher Wasserzugabe zum Beton

IMKO wurde des öfteren auf Probleme und Abweichungen bei einem Labortest aufmerksam gemacht, einem Labortest der folgendermaßen ablief:

1. Ca. 8 Liter Frischbeton wurden in einem Eimer mit SONO-WZ betreffend des Wassergehaltes vermessen. Es wurden z.B. 178 Liter/m³ mit SONO-WZ gemessen.
2. Danach wurden 50 Gramm Wasser dem Frischbeton zugegeben was einer Zunahme des Wassergehaltes von 178 Liter/m³ auf z.B. 184,25 Liter/m³ entsprechen würde. Nach dem Mischen von ca. einer Minute in einem Kleinmischer, wurde der Beton noch betreffend der Rohdichte und das Ausbreitmaßes kontrolliert. Der Beton von der Dichtebestimmung und vom Ausbreitmaß wurde danach wieder in den Mess-Eimer geschüttet um danach den Wassergehalt mit SONO-WZ zu bestimmen.
3. Danach wurde mit SONO-WZ erneut der Beton-Wassergehalt gemessen, jedoch kam als Ergebnis nicht die erwarteten 184,25 Liter/m³ heraus, sondern nur 181 Liter/m³.

Was ist hier passiert?

Durch das Mischen im Kleinmischer entweicht bereits schon Wasser weil beim Mischen von relativ kleinen Mengen in einem offenen Behälter das Wasser an der Behälterwand großflächig haften bleibt und verdunstet. Wird der Beton danach noch zusätzlich für den Test von Ausbreitmaß und Rohdichte verwendet, dann bleibt an den Außenwänden der Testgeräte kein Kies und fast kein Sand hängen, aber das Wasser und die Feinanteile bleiben durch die Adhäsion von Wasser auf diesen Flächen regelrecht „kleben“.

Man kann diesen Effekt einfach überprüfen. Nach dem ersten SONO-WZ Messergebnis mit den 178 Liter/m³ mischt man den Beton nochmals ca. eine Minute und kontrolliert dann nochmals den Wassergehalt mit SONO-WZ. Die Abnahme des Wassergehaltes um 2-3 Liter/m³ ist dann ein Maß für den Verdunstungseffekt durch das Mischen.

Fazit: Nachträgliches Vermischen von Beton sorgt für erhebliche Abweichungen des Wassergehaltes!







6.6.3 Fallstrick3: Beprobung im Betonwerk

Vor der Befüllung des Betons in einen Fahrmischer wurde eine Betonprobe direkt aus einem Doppel-Wellenmischer in einen Eimer gezogen. Die Betonprobe mit normal verteilter Sieblinie und einem Wasser-sollwert von 170 Liter/m³ wurde mit dem SONO-WZ vermessen und als Ergebnis wurde 170 Liter/m³ angezeigt. Danach wurde eine Beton-Probenmenge mit 5kg gedarrt. Als Darrwert wurden 149 Liter ermittelt, d.h. es gab eine Differenz von -21 Liter zum SONO-WZ Messwert mit 170 Liter/m³.

Was ist hier passiert?

Durch das Mischen im Doppelwellenmischer ohne nochmaliges kontinuierliches Vermischen im Fahrmischer waren bei der ersten Beprobung sehr viele große Kiesel in der Darrprobe enthalten. Diese großen Kiesel haben beim Beprobieren zu einem erheblichen Fehler geführt, es waren einfach zu viele große Kiesel in der Probe, welche den Darrwert nach unten zu 149 Liter/m³ „gezogen“ haben (Kiesel haben keinen Wassergehalt). Der Zementleim der dadurch sehr hoch war, hat zu der Abweichung von SONO-WZ zum (eigentlich falschen) Darrwert geführt. Man kann sich jetzt natürlich fragen, ob dies ein Nachteil war, da in diesem Fall der Zementleim einen zu hohen Wassergehaltswert hatte (so wäre das kein guter Beton geworden).

Nachfolgende Tabelle soll nochmals den Einfluss von großen Kieseln beim Beprobieren verdeutlichen:

	Einfluss des Wassergehaltes der Kiesel beim Beprobieren	Rezeptur A mit relativ hohem Feingehalt und wenig 16/32er Kiesel	Rezeptur B mit Ausfallkörnung, d.h. wenig 4/8er Kiesel und hoher 16/32er Kieselgehalt
 Darrprobe von 1,5 kg	+2 große Kiesel verursachen einen Fehler von +9 Liter/m ³	 ca. 5 Stück 16/32er Kiesel	 ca. 15 Stück 16/32er Kiesel
 Darrprobe von 5,0 kg	+2 große Kiesel verursachen einen Fehler von +3 Liter/m ³	 ca. 16 Stück 16/32er Kiesel	 ca. 100 Stück 16/32er Kiesel

Man muss berücksichtigen, dass **ein einziger 16/32er Kiesel zwischen 10..50g** wiegt. Geht man von einem Mittel von 20g pro Kiesel aus, wird die Prozedur der Beprobung auf einmal viel wichtiger als es im ersten Moment scheint!

7 Kurzanleitung für die Erst-Inbetriebnahme Step1 bis Step5

Wichtig: Um den Sondenkopf herum dürfen sich bei der Messung keine Metallteile befinden, da Metall das Messfeld der Sonde beeinflussen kann. Eine Messung mit Frischbeton sollte immer in einem Kunststoffeimer erfolgen da hier der Einfluss von Metall ausgeschlossen ist. Die Sondenoberfläche muss sauber und frei sein. Es dürfen sich keine Betonanbackungen an der Sondenoberfläche befinden. Gegebenenfalls ist die Sonde mit einer Drahtbürste zu reinigen.

Um einen repräsentativen Material-Mix zu erhalten werden mindestens 5 Einzelmessungen wie im Punkt „Messungen von Laborproben im Eimer“ beschriebenen Vorgehensweise empfohlen. Große Kiesel direkt an der Sondenoberfläche können eine Einzelmessung beeinflussen, es würde ein geringerer Wassergehalt gemessen werden. **Bei Betonsorten die zum Bluten neigen, empfiehlt sich unbedingt eine Erhöhung der Anzahl der Einzelmessungen, da dies zu einer Erhöhung der Repräsentativität und der Genauigkeit führt. Fehlerhaft angemischte Betone können von SONO-WZ nur schwer vermessen werden!**

Das SONO-DIS macht eine Aussage zur Qualität der Messung mit der Anzeige der Standardabweichung **StdDev** (Standard-Deviation). Bei **StdDev** Angaben von $>0,5$ ist die Betonmischung so inhomogen, dass es empfohlen ist, noch mehr Einzelmessungen durchzuführen. Erst nach mindestens 6 Einzelmessungen und einer **StdDev** von kleiner 0,5 können die Einzelmessungen beendet werden und der Messwert als Endergebnis übernommen werden.

Die Bedienung des SONO-DIS mit den einzelnen Tasten, Sondenanschluss, Ladegerät, etc. ist im Handbuch detailliert beschrieben. Nachfolgend werden nur einzelne Aktionen mit der dazu gehörenden LCD-Displayanzeige und der SONO-DIS-Tastatur dargestellt.


Vorabbermerkung: Damit SONO-WZ den exakten Wassergehalt anzeigen kann, muss das System vorher auf die „Rezeptur-Charakteristik“ sowie auf die Betonsorte mit Gesteinsart eingestellt werden.

Mit dem Parameter **CHAR** kann SONO-DIS auf die Rezeptur-Charakteristik des Betons mit „fein, grob, normal oder spezial“ eingestellt werden (Siehe Kapitel „Einstellungen und Messung“).

Mit dem Parameter **G-Set** ist eine Feineinstellung von SONO-DIS auf die Betonsorte mit Gesteinsart möglich. Mit positivem Vorzeichen von G-Set wird automatisch der eingestellte Wert bei der Messung subtrahiert oder addiert. Sollte SONO-DIS dann immer noch einen abweichenden Darr-Wassergehalt anzeigen, dann müsste der G-Set von z.B. -10 auf z.B. -8 verringert werden. **Der exakte für die Betonsorte mit Gesteinsart (Standort) zu berücksichtigende Wert für den G-Set zur Eingabe in das SONO-DIS kann auf zwei Arten kontrolliert bzw. ermittelt werden:**

- A) Durch Vergleichsmessungen von SONO-WZ mit mehreren korrekten Sollwassergehalten des Betons.
- B) Durch Vergleichsmessungen von SONO-WZ mit mehreren korrekten Darrwerten..

Step 1. Einschalten des SONO-DIS

Durch längeres Drücken mit > 1 Sekunde der Taste  wird das SONO-DIS im Menu Rezeptur „ANPASSEN“ eingeschaltet. Bei nochmaligem längerem Drücken dieser Taste (nur in diesem Mess-Fenster!) würde das SONO-DIS wieder ausgeschaltet werden. Nach 10 Minuten ohne Bedienung schaltet sich das SONO-DIS automatisch ab (dies kann im Menüpunkt „Auto-Power-Off verkürzt oder auf bis zu 20 Minuten verlängert werden).

Step 2. ANPASSEN von Rohdichte, CHAR-Parameter und G-Set

Vor der Messung des Wassergehaltes muss die Rohdichte des zu vermessenden Betons eingegeben werden. Weiterhin muss die Charakteristik der Rezeptur mit dem Parameter CHAR auf „Fein, Grob, Normal oder Spezial“ eingestellt werden (siehe Kapitel „Einstellungen“). Mit dem Parameter G-Set wird das SONO-DIS auf die Betonsorte mit der entsprechenden Gesteinsart eingestellt. Die Eingabe von G-Set erfolgt in Liter/m^3 und kann in Schritten von einem Liter bis auf ± 50 Liter eingegeben werden.

Rohdichte D**Charakteristik:**









der Rezeptur mit 4 Einstellmöglichkeiten: **grob** A (Minus-Korrektur), **normal** B (keine Korrektur), **fein** C (Plus-Korrektur), oder **spezial** U (Minus-Korrektur bei Ausfallkörnung).
Anmerkung: der Mörtelgehalt im Beton beeinflusst im Wesentlichen diesen Parameter.

General-Set:

Feineinstellung von SONO-WZ auf Betonsorte mit Gesteinsart und Kernwasser. Eingabe max. +- 50 Liter
Typisch: -10 Liter (2/3 vom Kernwasser) welche bei der Messung automatisch abgezogen werden, wenn der effektive Wassergehalt (das Wirkwasser) gemessen werden soll.



Falls mit SONO-WZ der Darrwassergehalt gemessen werden soll, ist der G-Set mit einem Plus-Wert einzugeben, mit 1/3 vom Kernwasser!

Durch Betätigen der Tasten   „Anpassen“ kann durch die Parameter-Liste geblättert werden. Mit den Tasten „Hoch“  und „Runter“  wird der angewählte Parameter am LCD **dunkler** angezeigt. Der angewählte Parameter wird mit der Taste  „Auswählen“ aktiviert. Nach der Aktivierung kann der Parameter mit den Tasten „+“  und „-“  eingestellt werden. Mit Betätigung der Taste  „OK“ wird der eingestellte Wert übernommen und man gelangt automatisch wieder zum Menü „ANPASSEN“ um weitere Parameter einstellen zu können.

Achtung: Die Eingabe der Rohdichte ist wichtig, da diese unmittelbar in die Berechnung des Wassergehaltes eingeht. Alternativ zur Bestimmung der Rohdichte vor Ort, ist auch die Eingabe der Soll-Rohdichte möglich um akzeptable Ergebnisse zu erzielen. Eine Abweichung der Dichte von +-0,02 würde einen Fehler bei der Wassergehaltmessung von +-1,6 Liter bedeuten. Eine Differenz der Rohdichte von 0,1 d.h. von Dichte 2,200 zu 2,300 bedeutet einen Unterschied im Wassergehalt von 8 Liter!

Nach Anpassen bzw. Eingabe der Rohdichte, des CHAR-Parameters und eines möglichen Wertes von „G-Set“ gelangt man mit Aktivierung der Taste  „Weiter“ automatisch zum nachfolgenden Mess-Menu.



Step 3. SONO-WZ Lanzensonde in Frischbeton einstecken und Einzelmessung starten

Stellen Sie sicher, dass sich im Frischbeton keine Luftporen befinden.

Beachten Sie die im Merkblatt dokumentierten zwei unterschiedlichen Vorgehensweisen beim Einstecken in plastische F2/F3 und flüssigere Betone bis Ausbreitmaß F6.

F2, F3 und F4 Betone: leicht schräges Einstecken am Eimerrand mit etwas Verdichten durch Klopfen an den Eimer.

F5-F6 Betone: Verwendung der WZ-Schaufel. Gerades Einstecken am Eimerrand und langsames schräges Drücken der Sondenspitze an die gegenüberliegende Eimerseite, sodass sich eine repräsentative Betonmischung an die Sonde legt.


Mit Drücken der Taste  „Messung starten“ wird die erste Einzelmessung durchgeführt die ca. 2 Sekunden dauert (mit drehendem  -Symbol am LCD dargestellt). Der über die Rohdichte ermittelte Wassergehalt wird in l/m^3 berechnet und angezeigt. **Anz.-Werte** zeigt die Anzahl der durchgeführten Einzelmessungen an. **Darstellung des Mess-Menüs:**



Um einen repräsentativen Material-Mix zu erhalten werden je nach Rezeptur mindestens 4-10 Einzelmessungen wie im Punkt „Messungen von Laborproben im Eimer“ beschriebenen Vorgehensweise empfohlen. Große Kiesel direkt an der Sondenoberfläche können eine Einzelmessung beeinflussen; es würde z.B. ein geringerer Wassergehalt gemessen werden. **Bei Betonsorten die zum Bluten neigen, empfiehlt sich unbedingt eine Erhöhung der Anzahl der Einzelmessungen, da dies zu einer Erhöhung der Repräsentativität und der Genauigkeit führt!**

Das SONO-DIS macht eine Aussage zur Qualität der Messung mit der Anzeige der Standardabweichung **Std-Dev** (Standard-Deviation). Bei **Std-Dev** Angaben von größer 0,5 ist die Betonmischung so inhomogen, dass es empfohlen ist, noch mehr Einzelmessungen durchzuführen. Erst nach mindestens 4-5 Einzelmessungen und einer **Std-Dev** von kleiner 0,5 können die Einzelmessungen beendet werden und die Anzeige des Wassergehaltes als Endergebnis übernommen werden.


Bei sehr inhomogenen Betonen (z.B. blutende Betone) ist es jedoch schwierig, eine **StdDev** von kleiner 0,5 zu erreichen. Das SONO-DIS filtert automatisch Wassergehaltswerte aus die kleiner als 100 Liter sind. Dies kann z.B. passieren, wenn während einer Messreihe aus Versehen der Startknopf betätigt wird oder wenn die Sonde noch nicht ganz im Beton eingetaucht war. Diese zu kleinen Messwerte (<100) werden mit einem

Warnzeichen  signalisiert und gehen nicht weiter in die Mittelwertbildung ein!



Smileys im Display zeigen jeweils an ob die Standardabweichung gut (<0,2), akzeptabel (0,2 - 0,49) oder nicht-akzeptabel ist (>0,5).

Step 4. Nächste Einzelmessung starten

Um einer Entmischung vorzubeugen empfiehlt sich nach 5 Messungen ein erneutes Durchmischen des Frischbetons. Betreffend der Repräsentativität geht es hierbei nur darum, den Materialmix bzw. die Mischzusammensetzung mit unterschiedlich großen Kieseln am Sondenkopf zu verändern (ähnlich wie bei einer Mischersonde in einem Betonmischer). Mit erneutem Drücken der Taste  „**Messung starten ...**“ wird die zweite Messung durchgeführt die ebenfalls ca. eine Sekunde dauert. Der neu ermittelte Messwert wird zur Mittelwertbildung herangezogen und es wird ein Mittelwert **Wassergehalt** aus erster und zweiter bzw. weiterer Messungen berechnet und am LCD angezeigt.

Step 5. Weitere Einzelmessungen durchführen (zurück zu Step 4.)

Ablauf wie unter Punkt 4. beschrieben. Zu erwähnen ist, dass bei einer höheren Anzahl von Einzelmessungen die Repräsentativität und Genauigkeit des Endergebnisses erhöht wird. Bei stark schwankenden Einzelmesswerten durch z.B. blutende Betone, empfiehlt sich unbedingt eine höhere Anzahl Einzelmessungen. Nach einer bestimmten Anzahl durchgeführter Einzelmessungen sollte die Standard-Abweichung **Std-Dev** einen Wert kleiner 0,5 anzeigen, damit die Qualität der Messung gewährleistet ist und das Ergebnis des Wassergehaltes in l/m^3 übernommen werden kann.

Mit Betätigung der Taste  wird die Messreihe gelöscht und das SONO-DIS ist wieder bereit für einen neuen Messzyklus.

7.1 Zum Thema Kernfeuchte, Kernwasser bzw. Wasseraufnahme

SONO-WZ misst sowohl das freie Wasser in einem Frischbeton sowie tendenziell 1/3 des maximalen Kernwassers bei einer höheren Gewichtung des Kernwassers von Sand. Es gibt Gesteinsarten welche sehr wenig Kernwasser aufnehmen, aber auch stark saugende Gesteinskörnungen wie z.B. Sandstein oder Kalksplit, welche Werte bis zu 50 Liter Kernwasser aufnehmen können.

SONO-WZ muss deshalb einmalig auf die verwendete Rezeptur mit der Gesteinsart bzw. den Gesteins-Standort eingestellt werden.

Damit SONO-DIS den Wirkwasser oder alternativ den Darrwassergehalt anzeigen kann, muss ein einmalig zu ermittelnder Wert für den Parameter „G-Set“ für die verwendete Gesteinsart berücksichtigt werden.

Wenn SONO-WZ das Wirkwasser messen soll:

Hat ein Gestein z.B. 15 Liter Kernwasser, dann sieht SONO-WZ nur 1/3 davon. D.h. der G-Set muss dann mit den restlichen 2/3 als negativer Wert angegeben werden um den effektiven Wassergehalt zu messen, hier dann G-Set = -10 Liter/m³ wenn das Kernwasser typisch 15 Liter/m³ beträgt.

Wenn SONO-WZ das Darrwasser messen soll:

Wenn mit SONO-WZ der Darr-Wassergehalt gemessen werden soll, dann muss der G-Set mit einem Drittel des positiven Wertes vom Kernwasser eingegeben werden. Hier dann G-Set = +5 Liter wenn das Kernwasser typisch 15 Liter/m³ beträgt.

Der exakte für die Gesteinsart (Standort) zu berücksichtigende positive oder negative Wert für den G-Set zur Eingabe in das SONO-DIS kann auf zwei Arten kontrolliert bzw. ermittelt werden:

- A) Durch Vergleichsmessungen von SONO-WZ mit mehreren korrekten Sollwassergehalten des Betons. Mit Betonmischungen die mit trockenen Zuschlägen angemischt wurden.
- B) Durch Vergleichsmessungen von SONO-WZ mit mehreren korrekten Darrwerten bzw. Ermittlung des Wassergehaltes nach dem Darren.

Der Darr-Wassergehalt setzt sich nachfolgend zusammen:

Darrwert = wirksames Wasser + Kernwasser + Zusatzmittel die sich wie Wasser verhalten.

Zusätzlich misst SONO-WZ auch noch Zusatzmittel welche sich bei der Messung wie Wasser verhalten. Auch dies gilt es bei der Auswertung und Ermittlung des w/z-Wassergehaltes zu berücksichtigen.

Anrechnungswert für das Kernwasser für die Kalkulation beim Darren:

Nimmt z.B. ein sehr saugfähiger Kalksplit 2% Wasser auf, dann wären dies 34 Liter Kernwasser bei einem Kubikmeter Gesteinsfraktion wenn man von einer Schüttdichte der Zuschläge von 1700kg/m³ ausgeht.

Kernwasser = Feuchte * Rohdichte Gestein /100 = 2% * 1700 / 100 = 34 Liter pro Kubikmeter

Wasseraufnahme (WA₂₄)

Anrechnungswert für den G-Set in SONO-DIS:

Da das SONO-WZ das Kernwasser nicht zu 100% messen kann, könnte in diesem Beispiel ein G-Set mit ca. -23 Liter/m³ passen (= 2/3 vom Gesamtkernwasser mit 34 Liter) wenn mit SONO-WZ der effektive Wassergehalt bzw. das Wirkwasser gemessen werden soll.

Die einmalige Ermittlung bzw. Annahme des Wertes für G-Set für die Gesteinsart bzw. den Standort, sollte mit Vergleichsmessungen, entweder mit zuverlässigen Mischungen mit Trockenzuschlägen oder mehreren zuverlässigen Darrwerten ermittelt bzw. kontrolliert werden.

7.2 Zum Thema Darren als Vergleichswert

Der in SONO-DIS einstellbare Parameter **G-Set** kann dazu verwendet werden, die Kalibrierung von SONO-WZ an die Betonrezeptur mit Gesteinsart anzupassen indem Darr-Vergleichsmessungen durchgeführt werden. Vorab ist zu erwähnen, dass korrektes Darren von Frischbeton nicht einfach ist. Das Darren von Frischbeton muss relativ schnell erfolgen, um zu verhindern dass der Zement beim Darren allmählich abbinde, da bei zu langsamen Darren die Gefahr besteht, dass das freie Wasser des Frischbetons im Zement gebunden wird. Das Messergebnis beim Wiegen der Probe wäre dadurch verfälscht weil das Wasser in der Darre chemisch bzw. kristallin gebunden und der ermittelte Darr-Wassergehalt dadurch zu niedrig wäre.

Nachfolgend eine Aufzählung möglicher Probleme bzw. Einflüsse beim Darren:

1. 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 Wassergehaltswerte ermittelt werden. Manche Anwender rühren den Frischbeton beim Darren, andere rühren ihn nicht und entsprechend gibt es Differenzen beim Darrwert. Bei Nicht-Rühren besteht die Gefahr, dass durch die längere Darrzeit das Wasser im Beton chemisch gebunden wird, was dann selbst bei größter Hitze nicht mehr entweichen kann. Der ermittelte Wassergehalt ist bei starkem Rühren i.d.R. höher als bei Nicht-Rühren, da durch das Rühren zu viele Feststoffpartikel in die Luft entweichen können.
2. 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 von Gasbrenner und Mikrowelle von bis zu +3 bis +10 Liter/m³ bei derselben Probe sind nicht selten. Im DBV-Merkblatt „Besondere Frischbetonprüfungen“ wird auf das Darren mit Mikrowellenöfen eingegangen. Zu beachten ist, dass bei Trocknungszeiten größer 20 Minuten das Wasser im Beton chemisch gebunden werden kann und das Ergebnis dadurch mit einem zu niedrigen Wassergehalt verfälscht werden kann. Auch bei zu großen Probenmengen in der Mikrowelle besteht die Gefahr der chemischen Bindung von Wasser, wodurch der ermittelte Wassergehalt dann zu niedrig ausfällt.
3. Bei der Probenentnahme für das Darren können erhebliche Abweichungen auftreten. Stand der Beton z.B. längere Zeit im Eimer dann kann bei der Beprobung vom Beton an der Oberfläche deutlich zuviel Wasser gedarrt werden wenn sich der Beton entmischt hat. Dies betrifft besonders Betone mit Fließmaß F5 und F6.
4. Beim Wiegen der getrockneten Darr-Probe sollte auf die Temperatur der Darr-Probe geachtet werden. Beim Wiegen einer sehr heißen Darr-Probe kann durch Auftriebs-Luftströmungen ein erheblicher Fehler in der Waage produziert werden. Beim Wiegen eines 4kg Gewichtes kann durch die Warmluftströmung, je nach Wiegevorrichtung eine Differenz beim Wiegen von 30 Gramm erzeugt werden. Dies würde bei 4kg einer Feuchtedifferenz von +0,75% entsprechen. Im Worstcase entsprechen die +0,75% Feuchte dann einem **Fehler von +17 Liter Wasser pro Kubikmeter!**
5. Zusatzmittel im Beton verhalten sich beim Darren wie Wasser, d.h. sie gehen sowohl in die Darr-Wassergehaltsmessung als auch in die Messung mit SONO-WZ ein.
6. Es gibt Zusatzmittel welche Wasser chemisch so binden, dass Wasser relativ schnell kristallin gebunden wird und somit beim Darren nicht vollständig entweichen kann (besonders beim Darren mit Mikrowelle ohne Rühren).

Sollte die mit SONO-WZ durchgeführte Messung mit einer parallel durchgeführten korrekten Darrprobe nicht übereinstimmen, dann besteht im Menu „ANPASSUNGEN“ mit dem Parameter „G-Set“ die Möglichkeit, das SONO-DIS auf einen korrekten Wasser-Messwert einzustellen. Für Darr-Vergleichsmessungen mit SONO-WZ wird das im Anhang aufgeführte „**Formular Baustellentest**“ empfohlen.

Wie wichtig eine repräsentative Beprobung für das Darren ist, soll dieser 32mm Kiesel zeigen. Bei einer Probenmenge von 1,5kg für das Darren mit Mikrowelle, repräsentiert dieser eine Kiesel einen Wert von 5,3 Liter Wasser/m³ ! Werden 5kg gedarrt repräsentiert er immer noch 1,5 Liter/m³. Ein Kiesel mehr oder weniger kann also je nach Darrmethode und Beprobung zu erheblichen Fehlern führen.



7.3 Vermessung von erdfeuchtem Frischbeton der Konsistenz F1

Steife Frischbetone mit der Konsistenz F1 haben große Luftporenschlüsse und können mit der Lanzensonde SONO-WZ nicht vermessen werden. Für diese Anwendung plant IMKO eine Messprozedur zu entwickeln, um mit nachträglicher Wasserzugabe in einem 10 Liter Eimer von einem steifen F1er-Beton zu einem F3er-Beton zu kommen. Mit der Konsistenz F3 kann der Beton mit SONO-WZ vermessen werden. Per Mathematik könnte dann nach der Messung des F3er Betons auf den Wassergehalt des erdfeuchten F1er-Betons zurückgerechnet werden.

Weitere Informationen hierzu auf Anfrage!

7.4 Die von SONO-WZ gemessenen drei Arten von Wasser

Im Prinzip misst SONO-WZ dieselben Anteile Wasser wie das Darr-Verfahren.



1. **Das freie Wasser** in der Betonmischung welches für den w/z-Wert angerechnet wird. Dieses Wasser ist der eigentlich gesuchte Zielwert bei der Anwendung von SONO-WZ.

2. **Einen Teil des Kernwassers**, Wasser das von den Zuschlägen aufgesaugt wird, wobei hier von SONO-WZ nur ein Teil (ca. 1/3) des Kernwassers gemessen wird. Je nach Gesteinsart kann das Kernwasser 5 bis 35 Liter pro m^3 betragen. Dieser (Korrektur) Wert wird abhängig von der Rezeptur und Gestein im Parameter **G-Set** (ca. 2/3 des Kernwassers) repräsentiert. Typischerweise liegt der Wert von G-Set bei -10 Liter/ m^3 wenn man von einem Kernwasser von typischerweise 15 Liter/ m^3 ausgeht. Diese -10 Liter/ m^3 werden dann bei der Messung im SONO-DIS automatisch abgezogen damit die Anzeige im SONO-DIS mit dem Wirkwassergehalt übereinstimmt.

3. **Zusatzmittel** die sich wie Wasser verhalten werden ebenfalls von SONO-WZ mit gemessen. Dies gilt es entsprechend zu berücksichtigen.

7.5 Zum Thema Luftporen, Glasfaser und Stahlfaser

Luftporen und Glasfasern reduzieren die Betondichte und damit die Feuchte.

SONO-WZ reagiert (leider) weder auf Luftporen noch auf Glasfasern. D.h. das SONO-WZ zeigt hier bei Betonen mit Luftporen oder Glasfasern einen etwas zu hohen Wassergehalt an.

Je nach Luftporen bzw. Glasfaser Anteil können hier bei der Messung 5 bis 10 Liter/ m^3 im SONO-DIS zu viel angezeigt werden. Je nach Rezeptur empfehlen wir hier den Parameter G-Set um -5 bis -10 Liter/ m^3 im SONO-DIS zu reduzieren.

Auch bei Betonen mit Stahlfasern zeigt das SONO-DIS wegen dem Stahlanteil einen etwas zu hohen Wassergehalt an und auch hier gilt es, dies mit dem Parameter G-Set um -5 bis -10 Liter/ m^3 im SONO-DIS zu reduzieren.

8 Rezepturverwaltung und Archivierung

Mit der Einstellung der beiden Parameter **CHAR** (fein, grob, normal, spezial) sowie **G-Set** (Kernwasser und Zusatzmittel), sollte man zu einer relativ guten Übereinstimmung der SONO-WZ Ergebnisse mit überprüften Istwerten bzw. Sollwerten kommen.

Um das Beste an möglicher Genauigkeit von SONO-WZ zu erreichen, empfehlen wir bei wiederholter Kontrolle unterschiedlicher Betonsorten, die für die Messung erforderlichen Einstellungen für SONO-DIS zu archivieren.

Nachfolgende Beispiel-Tabelle zeigt eine Möglichkeit der Archivierung auf.

Betonsorte bzw. Sorten- nummer	Soll-Rohdichte	Parameter CHAR	Parameter G-Set
F600TL	2,422	grob	-10
AAV2	2,441	normal	-5
163802	2,330	normal	-8
3716CL	2,367	fein	-5

9 Formular Baustellentest

Datum:	Messtelle und Tester:	Betonsorte (C30/37...):
Soll-Rohdichte laut Rezeptur:	Soll-Wassergehalt lt. Rezeptur in Liter/m ³ :	
Zementart und Gewicht in kg/m ³ :	Zusatzstoffe und Gewicht: (z.B. Flugasche 30kg)	Zusatzmittel BV, LP, etc. in Liter/m ³ :
Menge der Zuschläge: Sand 0/2 Kies 2/8 Kies 8/16 Kies 16/32		Max. mögl. Kernwasser bzw. Saugwasser des Gesteins (in Liter/m ³):


Darrfeuchte und Daten zum Darrverfahren:

Darrfeuchte in l/m ³ inkl. Kernwasser:	Darrverfahren (Mikrowelle, Gasbrenner)	Darrmenge in kg:	Darrzeit:
---	--	------------------	-----------

Im SONO-DIS eingestellte Parameter:

Rohdichte in kg/dm ³ :	CHAR-Parameter (normal B, fein C, grob A oder U):	G-Set für Rezeptur mit Gesteinsart:
-----------------------------------	---	-------------------------------------

Vom SONO-DIS ermittelte Messergebnisse:

Wassergehalt in l/m ³	StdDev Standardabweichung:
EC-TRIME in dS/m:	Anzahl Messwerte:
Radarlaufzeit t_p (durch langes Drücken der Taste  wird die Radarlaufzeit angezeigt):	Falls machbar, bitte alle Felder ausfüllen

10 Technische Daten SONO-DIS

Höhe		36mm	
Breite		64mm	
Länge		150mm	
Gewicht		(mit Akku) ca. 437g	
Stromverbrauch	Power Down	ca. 35µA	
	Idle	- Hintergrundbeleuchtung aus	ca. 26mA
		- Hintergrundbeleuchtung an	ca. 56mA
	Sonde eingeschaltet	ca. 100mA	
Messung	ca. 350 mA		
Messungen pro Ladung	20°C / Hintergrundbeleuchtung max	bis ca. 5000	
Anschließbare Sensoren		SONO-WZ	
Lagertemperatur		-30°C bis 80°C	
Arbeitstemperatur		-20°C bis 70°C	
Ladetemperatur		10°C bis 30°C	
Ladespannung		Nom. 12V, Max. 15V, Min. 12V	
Ladestrom		ca. 1A	
Ladezeit		bei vollständig entladenem Akku ca. 2h	
Akkumulator		Ni-MH (4 x 1.2V) (AA), 2000mAh, >1000 Messungen	
Physischer BUS		RS485	
Bus-Protokoll		IMP-BUS-Protokoll II	

11 Technische Daten SONO-WZ Sonde

Spannungsversorgung:	7V..24V-DC
Stromaufnahme:	150mA @ 12V/DC während 2..3sek. Messzykluszeit
Messbereich:	0..100% Wassergehalt
Wiederholgenauigkeit Wassergehaltsmessung (bei ruhen- der Sonde im Beton)	±2 Liter/m ³
Absolutgenauigkeit	+3% von der Wassermenge
Leitfähigkeitsbereich:	0..40dS/m
Messvolumen:	0,5L
Temperaturbereich Sonde:	0°C...50°C
Kalibrierung:	Kalibrierungen für Frischbeton vorinstalliert Eigene Kalibrierungen möglich, Speichermöglichkeit von bis zu 15 Kalibrierkurven
Schutzart Sonde:	wasserdicht vergossen in Schutzart IP67
Sondenmaße:	155 x 60mm
Schnittstellen:	1,5m Kabel mit 7-pol Kupplungsdose

Notizen:

12 Sandfeuchtesonde SONO-M1

Handbuch SONO-DIS mit SONO-M1



Bitte beachten: das SONO-DIS hat in der Anwendung mit der Sonde SONO-M1 zur Sandfeuchtemessung dieselbe Funktion wie das Handmessgerät HD2 von IMKO. Im Display des SONO-DIS sowie in diesem Handbuch kann deshalb das Wort "HD2" angezeigt werden. Das Wort „HD2“ ist hier auch für das SONO-DIS gültig.

12.1 Sonde SONO-M1 anschließen

Schließen Sie die Feuchtesonde SONO-M1 an das SONO-DIS an, indem Sie den 7poligen Stecker in die dafür vorgesehene Buchse am SONO-DIS stecken und die Überwurfmutter anziehen. SONO-DIS erkennt automatisch, dass eine Sandfeuchtesonde angeschlossen ist.

Textbedeutung:

Text	Bedeutung
Kal.:	Nummer der aktiven Kalibrierung in der Sonde
Feuchte:	Feuchte-Messwert Hinweis: Je nach eingestellter Kalibrierung, kann der Messwert %vol, %grav, ϵ oder tp bedeuten.
Temp.:	Temperatur
EC-Trime	Electrical Conductivity - Elektrische Leitfähigkeit auf Basis der TDR-Messung
Seriennr.:	Seriennummer der Sonde bzw. des SONO-DIS
HW:	Hardwareversion
FW:	Firmwareversion

12.2 Messung

Das SONO-DIS Handmessgerät kennt drei Betriebsmodi:

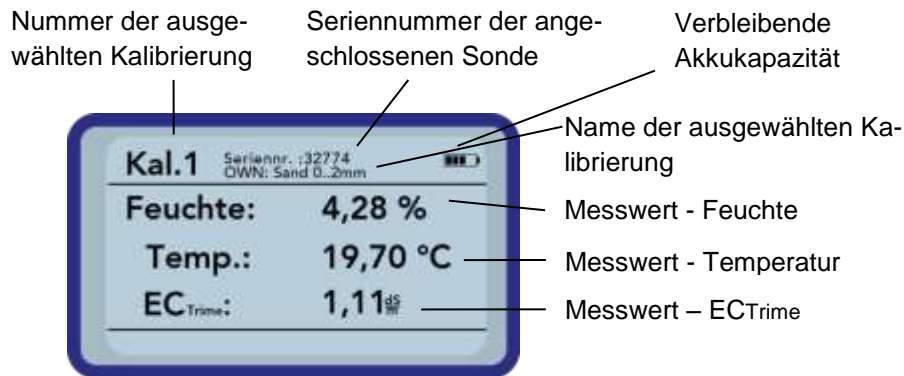
1. Einzelwert → Einzelwertanzeige - zeigt die Messgrößen Feuchte, Temperatur und EC-Trime an
2. Mittelwert → zeigt den Mittelwert der Feuchte aus bis zu 6 Einzelmessungen an
3. Wasserberechnung → Ermittelt den Wassergehalt in l/m³



Hinweis: Während einer Messung sind keine weiteren Aktionen möglich. Es muss abgewartet werden, bis die Messung beendet ist.

12.2.1 Betriebsmodus „Einzelwerte“

Der Betriebsmodus „Einzelwerte“ ist der ideale Modus zur Ermittlung aller mit einer TRIME-Sonde erfassbarer Bodenparameter. Es werden die Feuchte in „%“, die Bodentemperatur in „°C“ bzw. „°F“, sowie die ermittelte Leitfähigkeit EC_{TRIME} in „dS/m“ angezeigt.

Nach dem Einschalten des SONO-DIS Handmessgeräts erscheint nach der Startanzeige folgende Anzeige:

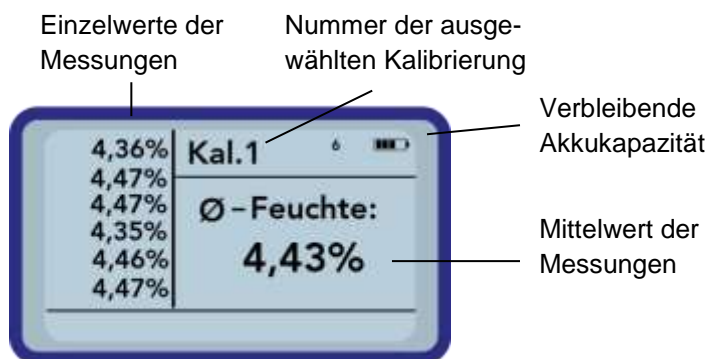




Um eine Messung zu starten, drücken Sie kurz die Taste „Messen“ . Die Messung beginnt und es erscheint für die Dauer der Messung ein drehendes -Symbol an Stelle des Akkus in der oberen rechten Ecke. Während dieser Zeit können keine anderen Aktionen durchgeführt werden. Die Messung dauert etwa 4-5 Sekunden. Wurde die Messung abgeschlossen erscheint wieder das Akku-Symbol und die gemessenen Werte im Display. Die Anzeige der Werte bleibt erhalten, bis eine neue Messung durchgeführt wurde.

12.2.2 Betriebsmodus „Mittelwert“

In diesem Modus wird nur die Feuchtigkeit ermittelt und ein arithmetischer Mittelwert aus bis zu sechs Einzelwerten errechnet. Je nach eingestellter Kalibrierung wird die volumetrische oder die gravimetrische Feuchtigkeit ausgegeben. Dieser Betriebsmodus eignet sich um Feuchtwerte größerer Mengen Materials (z.B. Sand, Kies, ...) zu erfassen.

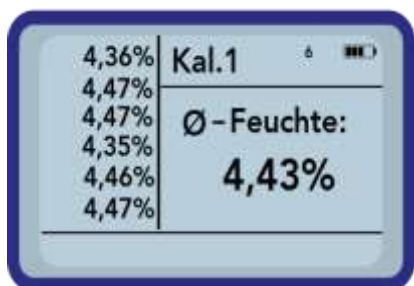
Nach dem Einschalten des SONO-DIS Handmessgeräts erscheint nach der Startanzeige im Betriebsmodus „Mittelwert“ folgende Anzeige:



Um eine Messung zu starten drücken Sie kurz die Taste „Messen“ . Die Messung beginnt und es erscheint für die Dauer der Messung ein drehendes -Symbol an Stelle des Akkus in der oberen rechten Ecke. Während dieser Zeit können keine anderen Aktionen durchgeführt werden. Die Messung dauert etwa 4-5 Sekunden. Wurde die Messung abgeschlossen erscheint wieder das Akku-Symbol. Auf der linken Seite des Displays erscheinen die Einzelwerte der Messungen. Der zuletzt gemessene Wert wird an oberster Position angezeigt, ältere Werte eine Position weiter verschoben. Auf der rechten Seite wird der arithmetische Mittelwert ausgegeben. Der Mittelwert wird aus den vorhandenen bis zu sechs Einzelwerten errechnet.

Hinweis: Es können nur maximal 6 Werte in der Liste gespeichert werden. Ältere Werte werden aus der Liste herausgeschoben und nicht mehr für die Mittelwertbildung berücksichtigt.

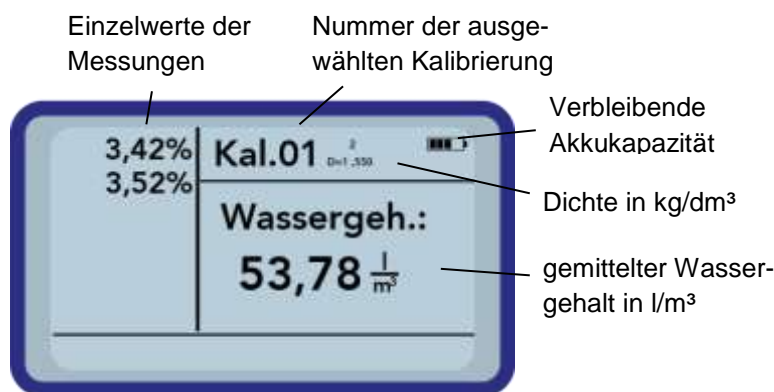
Zum Löschen der Messreihe drücken Sie die Taste „Runter“ .

TIPP:


Mit nur sechs Messungen im Betriebsmodus „Mittelwert“ erhalten Sie bereits ein repräsentatives Messergebnis von allen Messstellen über eine große Menge Material.

12.2.3 Betriebsmodus „Wasserberechnung“




In diesem Modus wird nur die Feuchtigkeit gemessen. Es werden bis zu sechs Einzelwerte zu einem Mittelwert zusammengefasst. Aus diesem wird die Wassermenge pro m³ errechnet. Um eine korrekte Berechnung zu gewährleisten, muss die Dichte des zu vermessenden Materials eingestellt werden.




Zum Löschen der Messreihe drücken Sie die Taste „Runter“ .


Um die Einstellung der Dichte vorzunehmen, drücken Sie im Messfenster die Taste „Hoch“ . Anschließend erscheint folgende Darstellung:



Stellen Sie den Dichtewert Ihres Materials mit den Tasten „Hoch“  und „Runter“  ein und bestätigen Sie Ihre Eingabe mit der Taste „Messen“ .

Sie gelangen automatisch wieder ins Messfenster. Sie können die Dichteeinstellung mit der Taste „Einstellungen“  verlassen, ohne den alten Dichtewert zu verändern.

12.3 Einstellungen

Die Einstellungen des SONO-DIS Handmessgeräts können vielfältig verändert und angepasst werden. Durch drücken der Taste „Einstellungen“  gelangt man in folgende Menüstruktur:



Durch Drücken der Tasten „Hoch“  und „Runter“  kann der gewünschte Eintrag markiert und mit der Taste „Messen“  ausgewählt werden. Mit der Taste „Einstellungen“  verlassen Sie den aktuellen Menüpunkt und auch das Einstellungsmenü.

Übersicht über die Einstellungsmöglichkeiten

Einstellung	Beschreibung
SONO-DIS-Modus	Umschalten des Betriebsmodus <ul style="list-style-type: none"> • „Normal“ → Messung der Größen Feuchte, Temperatur, EC-Trime • „Mittelwert“ → Mittelwert aus bis zu 6 Feuchtemesswerten bestimmen • „Wasserberechnung“ → errechnet die Wassermenge in l/m³
Materialkal.	<ul style="list-style-type: none"> • Auswahl der gewünschten Materialkalibrierung in der Sonde • Anpassen einer Materialkalibrierung
Sonde suchen	Sucht erneut nach einer angeschlossenen Sonde (falls beim Einschalten ein Fehler aufgetreten ist)
Sprache	Umschalten der Systemsprache <ul style="list-style-type: none"> • Deutsch • Englisch
Auto-Power-Off	Einstellung der automatischen Abschaltung
Displaybeleuchtung	Einstellung der Hintergrundbeleuchtung <ul style="list-style-type: none"> • Abschaltzeit • Helligkeit
Displaykontrast	Einstellen des optimalen Kontrasts
Sondeninfo	Gibt verschiedene Informationen über die Sonde aus
SONO-DIS-Info	Gibt verschiedene Informationen über das SONO-DIS Handmessgerät aus

12.3.1 Einzelwert/Mittelwert Modus

In diesem Menüpunkt kann der Betriebsmodus des SONO-DIS Handmessgeräts umgeschaltet werden.





Mit der Auswahl „Einzelwert“ wird eine Einzelmessung der drei Sondenparameter Feuchte, Temperatur und EC-Trime ausgewählt.

Der Parameter Feuchte gibt je nach ausgewählter Kalibrierung die Feuchtigkeit in volumetrischen oder gravimetrischen Prozent an oder kann die Laufzeit des TDR-Impulses ausgeben. Im Fall der Laufzeitanzeige ist das Prozentzeichen als „Rohwert tp“ zu verstehen.

Durch die Auswahl „Mittelwert“ wird nur die Feuchtigkeit, je nach ausgewählter Kalibrierung in %vol oder %grav, bzw. die Laufzeit in tp's ermittelt. Der gemessene Wert wird in einer Liste aus bis zu sechs Messwerten gespeichert. Aus dieser Liste wird der arithmetische Mittelwert berechnet.

Hinweis: Es können nur maximal 6 Werte in der Liste gespeichert werden. Ältere Werte werden aus der Liste herausgeschoben und nicht mehr für die Mittelwertbildung berücksichtigt.

Die Einstellung „Wasserberechnung“ schaltet einen Modus ein, welcher die Wassermenge in l/m³ im zu vermessenden Material angibt. Um dabei auch größere Materialmengen vermessen zu können, kann mittels einer Mittelwertbildung eine Materialbeobachtung an mehreren Stellen stattfinden.

Durch drücken der Tasten „Hoch“  und „Runter“  kann der gewünschte Eintrag markiert und mit der Taste „Messen“  ausgewählt werden. Nach Auswahl erscheint das Symbol  in der oberen rechten Displayecke und zeigt ein, dass die Auswahl aktiviert und gespeichert wurde.

12.3.2 Materialkalibrierung

In der Sonde sind je nach Einsatzzweck verschiedene Kalibrierungen hinterlegt. Dieses können volumetrische Kalibrierungen für Böden verschiedener Dichten, gravimetrische Kalibrierungen für Sandfeuchtemessungen oder auch Laufzeitkalibrierungen sein.

In dem Menüpunkt „Materialkalibrierung“ können Sie die für Ihre Anwendung benötigte Kalibrierung auswählen. So wird es möglich verschiedene Einsatzmöglichkeiten mit einer Sonde abzudecken. Außerdem haben Sie hier die Möglichkeit eigene Kalibrierungen durchzuführen um auch spezielle Materialien vermessen zu können.








Nach Auswahl des Menüpunktes „Materialkal.“ wählen Sie zwischen „AUSWÄHLEN“, um eine der 15 Kalibrierungen einzustellen, oder „ANPASSEN“ um eine neue Kalibrierung auf einem der 15 Kalibrierspeicher vorzunehmen.

Menüpunkt: „AUSWÄHLEN“:

Es werden die 15 Kalibrierungen mit ihren Namen abgerufen, was einen Moment in Anspruch nimmt. Danach erscheint die folgende Anzeige in ähnlicher Form:



Durch betätigen der Tasten „Hoch“  und „Runter“  wird durch die Liste geblättert und die gewünschte Kalibrierungen ausgewählt. Dabei zeigt das „!“ vor einer Kalibrierung die aktuell aktive an. Durch Druck auf die Taste „Messen“  setzen Sie die ausgewählte Kalibrierung als aktive Kalibrierung. Nach einem kurzen Moment erscheint das Symbol  in der oberen rechten Displayecke und zeigt an, dass die Auswahl aktiviert wurde. Außerdem erscheint das „!“ vor der aktiven Kalibrierung.

TIPP: In diesen Menüpunkt können Sie auch direkt vom Messfenster aus gelangen, indem Sie die Taste „Hoch“  drücken.

Menüpunkt: „ANPASSEN“:

Sie haben hier die Möglichkeit eigene Materialkalibrierungen vorzunehmen oder auch bestehende Kalibrierungen an Ihre Bedürfnisse anzupassen. Hierzu stehen Ihnen zwei Optionen zur Verfügung:

**1-Punkt Kalibrierung:**

- Verschiebt die Kalibrierkurve auf den ausgewählten Punkt.
- Die Steigung wird dabei nicht verändert
- Nur eine Materialbeprobung nötig.

2-Punkt Kalibrierung

- Erstellen einer linearen Kalibrierung zwischen zwei gemessenen Punkten
- Zwei Materialproben mit unterschiedlichen Feuchtwerten notwendig




1-Punkt-Kalibrierung:

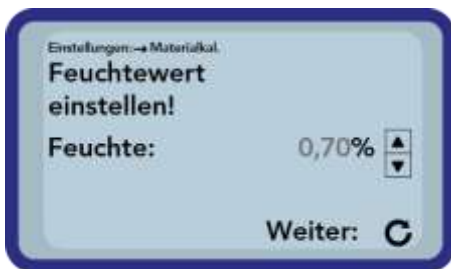
Bei dieser Materialkalibrieroption wird lediglich eine Verschiebung (Offset) der eingestellten Kalibrierung durchgeführt. Da keine Anpassung der Steigung stattfindet, ist es wichtig, zu Beginn eine zum Material passende Kalibrierkurve auszuwählen.




HINWEIS: Um eine 1-Punkt Materialkalibrierung durchzuführen benötigen Sie eine Probe des zu vermessenden Materials. Der Feuchtwerte muss mit einem anderen Verfahren (Darren, o.Ä.) vor der Kalibrierung bestimmen werden.

Ablauf:




Zu Beginn der Kalibrierung muss der zu überschreibende Kalibrierspeicher (01 – 15) mit den Tasten „Hoch“  und „Runter“  eingestellt werden. Mit der Taste „Messen“  wird die Einstellung übernommen



Anschließend wird die prozentuale Feuchte mit den Tasten „Hoch“  und „Runter“  eingestellt und ebenfalls mit der Taste „Messen“  bestätigt.




Um die Vermessung des Materials zu starten, betätigen Sie erneut die Taste „Messen“ . Um die Genauigkeit zu erhöhen, finden vier Messungen statt. Die Werte dieser Messungen werden anschließend gemittelt. Die Messzeit beträgt dabei etwa 20 Sekunden. Ist die Messung beendet, wird für einen kurzen Augenblick die gemessene Impulslaufzeit angezeigt.

HINWEIS: Stellen Sie sicher, dass sich die Stäbe der Sonde vor dem Start der Messung vollständig in dem zu vermessenden Material befindenden. Die Sonde muss während der gesamten Messzeit im Material verbleiben und sollte nicht bewegt werden.

ACHTUNG: Wenn Sie zum Abschluss der Kalibrierung „SPEICHERN“ auswählen, überschreiben Sie eine der voreingestellten (oder von Ihnen bereits geänderten) Kalibrierungen in der Sonde! Es ist nur in Verbindung mit einem PC und der Software PICO-Config, sowie einem RS485-Adapter (z.B. SM-USB) möglich die Original-Kalibrierungen wieder herzustellen.



Anschließend kann die Kalibrierung unter dem zu Beginn eingestellten Speicher abgelegt werden („Speichern“). Erst mit Drücken der Taste „Messen“  wird der ausgewählte Speicher überschrieben. Um anschließend nachvollziehen zu können, welcher Speicher überschrieben wurde, wird der Originalname beibehalten, aber ein „OWN:“ vorangestellt.




2-Punkt-Kalibrierung:

Bei der 2-Punkt Kalibrierung werden zwei Materialproben unterschiedlicher Feuchten vermessen und anschließend daraus eine Geradengleichung ($f(x)=mx+b$) errechnet. Auch wenn zur Erzielung größerer Genauigkeit ein höherwertigeres Polynom sinnvoll ist, so reicht die Geradengleichung vor allem im unteren Feuchtbereich oftmals aus und erzielt sehr gute Ergebnisse.




HINWEIS: Um eine 2-Punkt Materialkalibrierung durchzuführen benötigen Sie zwei Materialproben mit unterschiedlichen Feuchtwerten. Die Feuchtwerte sind mit einem anderen Verfahren (Darren, o.Ä.) vor der Kalibrierung zu bestimmen. Die Reihenfolge –„unterer Feuchtwert“ (trockeneres Material) und im Anschluss –„oberer Feuchtwert“ (feuchteres Material) ist einzuhalten.

Ablauf:




Zu Beginn der Kalibrierung muss der zu überschreibende Kalibrierspeicher (01 – 15) mit den Tasten „Hoch“  und „Runter“  eingestellt werden. Mit der Taste „Messen“  wird die Einstellung übernommen






Anschließend wird die prozentuale Feuchte des unteren Feuchtwertes mit den Tasten „Hoch“  und „Runter“  eingestellt und ebenfalls mit der Taste „Messen“  bestätigt.




Um die Vermessung des Materials zu starten, betätigen Sie erneut die Taste „Messen“ . Um die Genauigkeit zu erhöhen, finden vier Messungen statt. Die Werte dieser Messungen werden anschließend gemittelt. Die Messzeit beträgt dabei etwa 20 Sekunden. Ist die Messung beendet, wird für einen kurzen Augenblick die gemessene Impulslaufzeit angezeigt.

HINWEIS: Stellen Sie sicher, dass sich die Stäbe der Sonde vor dem Start der Messung vollständig in dem zu vermessenden Material befindenden. Die Sonde muss während der gesamten Messzeit im Material verbleiben und sollte nicht bewegt werden.



Anschließend wird die prozentuale Feuchte des oberen Feuchtwertes mit den Tasten „Hoch“  und „Runter“  eingestellt und anschließend mit der Taste „Messen“  bestätigt.




Um die Vermessung des Materials zu starten, betätigen Sie erneut die Taste „Messen“ . Um die Genauigkeit zu erhöhen, finden vier Messungen statt. Die Werte dieser Messungen werden anschließend gemittelt. Die Messzeit beträgt dabei etwa 20 Sekunden. Ist die Messung beendet, wird für einen kurzen Augenblick die gemessene Impulslaufzeit angezeigt.

HINWEIS: Stellen Sie sicher, dass sich die Stäbe der Sonde vor dem Start der Messung vollständig in dem zu vermessenden Material befindenden. Die Sonde muss während der gesamten Messzeit im Material verbleiben und sollte nicht bewegt werden.

ACHTUNG: Wenn Sie zum Abschluss der Kalibrierung „SPEICHERN“ auswählen, überschreiben Sie eine der voreingestellten (oder von Ihnen bereits geänderten) Kalibrierungen in der Sonde! Es ist nur in Verbindung mit einem PC und der Software Pico-Config, sowie einem RS485-Adapter (z.B. SM-USB) möglich die Original-Kalibrierungen wieder herzustellen.



Anschließend kann die Kalibrierung unter dem zu Beginn eingestellten Speicher abgelegt werden („Speichern“). Erst mit Drücken der Taste „Messen“  wird der ausgewählte Speicher überschrieben. Um anschließend nachvollziehen zu können, welcher Speicher überschrieben wurde, wird der Originalname beibehalten, aber ein „OWN:“ vorangestellt.

Tipp: Sichern Sie Ihre auf der Sonde gespeicherten Kalibrierungen mit der Software „Pico-Config“ und einem RS485-Adapter (z.B. SM-USB) auf Ihren PC. Auf diese Weise können Sie auch weitere Sonden mit den von Ihnen erstellten Kalibrierungen ausstatten.

12.3.3 Sonde suchen

Falls es beim Einschalten des SONO-DIS Handmessgeräts zu Kommunikationsproblemen mit der Sonde kam, noch keine Sonde angeschlossen war oder die Sonde während des Betriebs gewechselt werden soll, kann dieser Menüpunkt ausgewählt werden. Nach Auswahl dieses Menüpunktes versucht das SONO-DIS erneut eine Verbindung mit einer angeschlossenen Sonde aufzubauen. Nach erfolgreicher Verbindung erscheint die Seriennummer der Sonde im Display.

Sollte keine Verbindung möglich sein, wird „Keine Sonde gefunden“ im Display angezeigt.

Hinweis: Sollte trotz mehrfacher Versuche keine Verbindung mit der Sonde möglich sein überprüfen Sie den korrekten Anschluss der Sonde. Sollte auch dies zu keiner Abhilfe führen, wenden Sie sich bitte an unseren Service.

12.4 Handhabung der SONO-M1 Sonden

12.4.1 Einführung

Die Bestimmung der Materialfeuchte mit der Time Domain Reflectometry (TDR) Technik hat weite Verbreitung gefunden. Eine zuverlässige Messung der Feuchte war in der Vergangenheit nur umständlich und ungenau möglich. Seit der Entwicklung der TRIME-TDR Technologie gibt es kaum noch Gründe, Feuchte mittels ungenauer und umständlicher Technik zu messen.

12.4.2 Messvolumen der SONO-M1 Sonden

Die Eindringtiefe der elektrischen und magnetischen Feldlinien reicht theoretisch unendlich weit in das zu messende Material. Aber die effektive, für die Messung relevante Eindringtiefe der SONO-M1 Sonden beträgt circa das 2-fache des Stababstandes. Die Abbildung zeigt das effektive erfasste Messvolumen (grüne Wellen).



12.5 Empfohlene Vorgehensweise zur Erzielung bestmöglicher Messgenauigkeit mit der Sonde SONO-M1

12.5.1 Messungen direkt im Sand- und Kieshaufen

Bei Messungen in Sandhaufen ist darauf zu achten, dass die Sonde bis zum blauen Sondenkörper im Material steckt. Um einen repräsentativen Feuchtwert Ihres Materials zu erhalten, wählen sie den Betriebsmodus „Mittelwert“, und nehmen sie Messungen an unterschiedlichen Stellen vor.

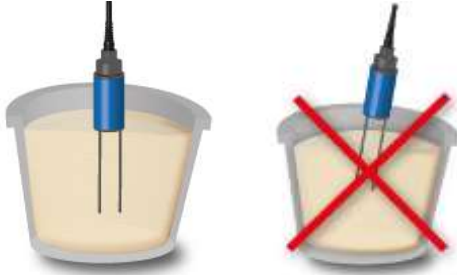
Bitte beachten Sie dabei, dass Ihr Material bei langer Trockenheit oberflächlich trockener ist, als in tieferen Schichten. Hat es zum Beispiel nach längerer Trockenheit geregnet, ist das Material nun an der Oberfläche feuchter. Um das beste Messergebnis zu erhalten messen Sie am besten an unterschiedlichen Stellen und in unterschiedlichen Tiefen.



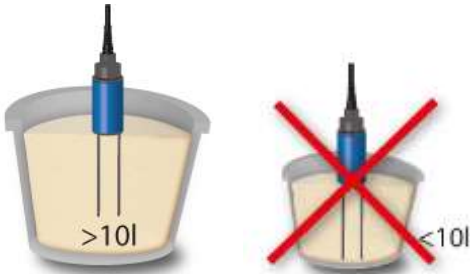
12.5.2 Messungen von Laborproben im Eimer

Folgende Voraussetzungen müssen erfüllt sein, um die bestmögliche Messgenauigkeit mit dem Messsystem zu erzielen:

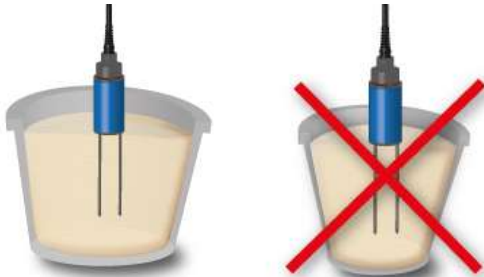
- Die Sondenstäbe müssen **in voller Länge** im zu vermessenden Material stecken



- Der Behälter muss ein Volumen von **10 Litern** oder größer haben und **nichtmetallisch** sein



- Der Behälter sollte annähernd **zylindrisch** sein



- Die **Füllhöhe** im Behälter muss mindestens **5 Zentimeter größer** sein als die Stablänge der Sonde



Werden die Messungen dann entsprechend des folgenden Ablaufs durchgeführt ist die bestmögliche Qualität der Messergebnisse gewährleistet

1. Sand in den Messbehälter füllen



2. Sand durch 5-faches, senkrechtes anheben und auf den Boden fallen lassen des Behälters aus ca. 5cm Höhe verdichten (**ist nach 5-maligem fallenlassen noch eine weitere Verdichtung des Materials erkennbar diese Prozedur weitere Male durchführen**)



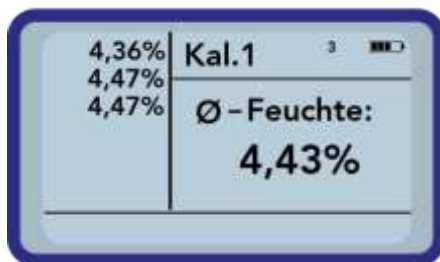
3. Sonde in den Sand einstecken, erreicht der Sondenboden die Sandoberfläche, dann noch etwas nachdrücken (**weder an der Sonde wackeln noch diese während des Einbringens drehen!**)
 - a. Bei Kies und Splitt die Sonde unter Rütteln am Behälter einbringen, da sich die Sonde sonst nur schwer in das Material einbringen lässt und sich durch das Rütteln das Material optimal um die Sondenstäbe legt.



4. Messung mit dem SONO-DIS Handmessgerät durchführen



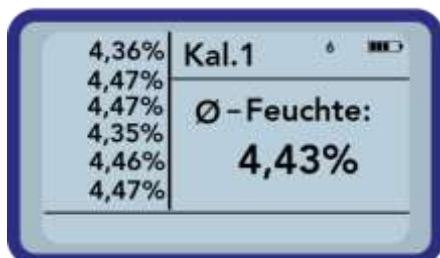
5. Die Sonde aus dem Sand entfernen und den Sand durch rütteln erneut auflockern
6. Die Punkte 2. Bis 4. zwei weitere male wiederholen, so dass 3 Messwerte ermittelt wurden



7. Den Sand in einen weiteren Eimer umkippen um diesen von der Unterseite zu vermessen (**dies ist vor allem dann relevant bei Kies und falls der Sand nahe der Sättigung ist, da sich in diesem Fall eventuell freies Wasser unten im Behälter absetzen kann!**)



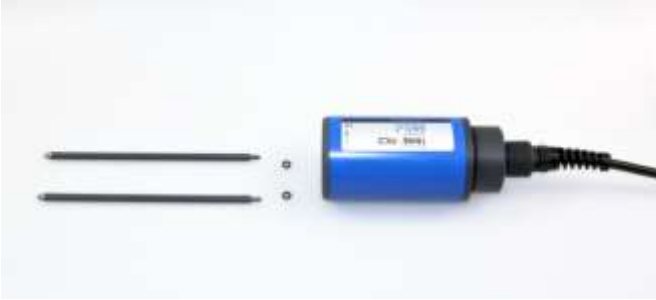



8. Die Punkte 2. Bis 4. drei weitere male wiederholen, so dass insgesamt 6 Messwerte ermittelt wurden



9. Den aus 6 Messungen ermittelten Mittelwert für die Dokumentation notieren

13 Austausch der Sondenstäbe

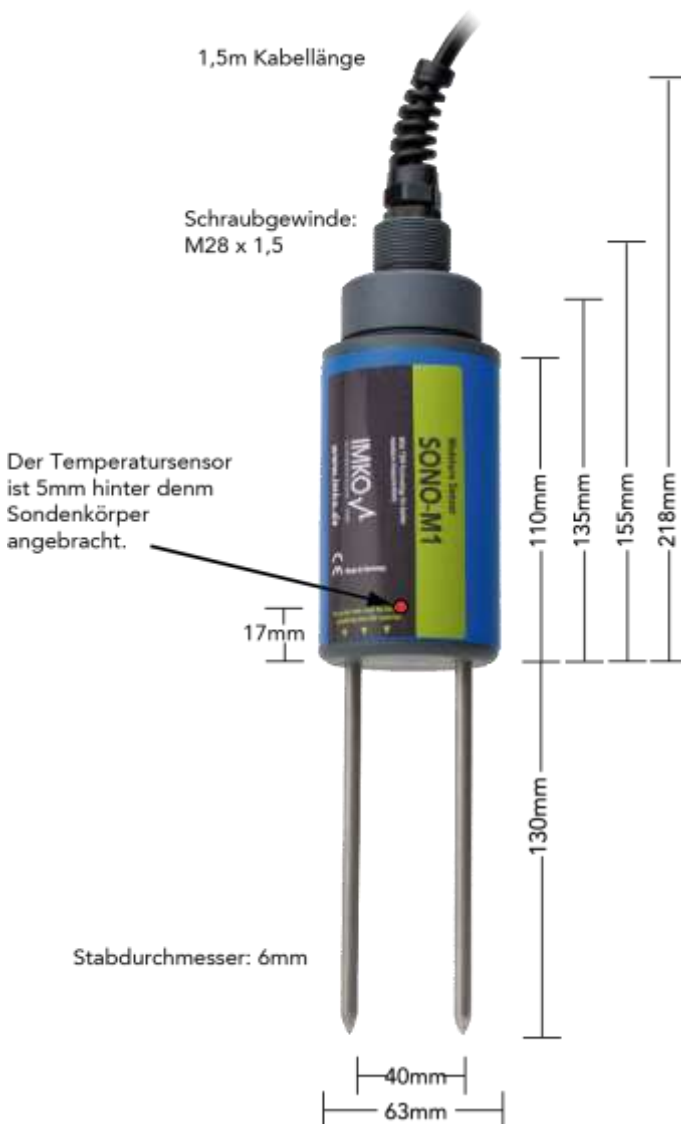
Sollten die Sondenstäbe einmal zu Bruch gehen, können Sie diese problemlos austauschen.

	
<p>1) Sondenstäbe, Dichtung und Sondenkörper vorbereiten</p>	<p>2) Drücken Sie die Dichtungsringe in die Bohrlöcher</p>
	
<p>3) Drücken Sie die Dichtung bis zum Gewinde</p>	<p>4) Schrauben Sie die Stäbe in den Sondenkörper</p>

14 Technische Daten SONO-M1 Sonde

Zur Feuchtemessung in Sand und Kies

- High-Tech Sensor mit integrierter TDR-Elektronik
- Messwertbereich von 0..40 vol.%
- Integrierter Temperatursensor
- Einsatzfähig bis zu max. 5dS/m Gesamtleitfähigkeit (Bulk-Soil-Conductivity).
- Messvolumen \approx 1000ml
- Robust (IP68), bewährt und für Langzeit-Einsatz geeignet



Spannungsversorgung:	7V..24V-DC
Stromaufnahme:	100mA @ 12V/DC während 2..3sek. Messzykluszeit
Messbereich:	0..40% vol. Wassergehalt
Genauigkeit (in % vol. Wassergehalt):	±0.2%
Leitfähigkeitsbereich:	0..5dS/m
Wiederholgenauigkeit:	±0.3%
Temperaturdrift:	±0.3%
Messbereich Materialtemperatur:	-15°C...50°C
Messgenauigkeit Materialtemperatur:	±0,5°C (bei permanentem, kompletten verbleib im Material)
Messvolumen:	1,0L \cong 130x100mm Durchmesser
Temperaturbereich Sonde:	-15°C...50°C
Kalibrierung:	Kalibrierungen für Sande, Kies und Split vorinstalliert Eigene Kalibrierungen möglich, Speichermöglichkeit von bis zu 15 Kalibrierkurven, Kalibrierkurve für die Dielektrizitätskonstante <i>möglich</i>
Schutzart Sonde:	wasserdicht vergossen in Schutzart PVC (IP68)
Sondenmaße:	155 x Ø63mm
Stablänge:	130mm
Stabdurchmesser:	6mm
Schnittstellen:	1,5m Kabel mit 7-pol Kupplungsdose

15 Sicherheitshinweise

In dieser Dokumentation sind Textstellen, die besondere Aufmerksamkeit erfordern, entsprechend hervorgehoben.



ACHTUNG:

Das Warndreieck mit dem Ausrufungszeichen warnt Sie vor Personen- oder Sachschaden.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Sensoren und Messsysteme der IMKO GmbH dürfen nur zu dem beschriebenen Zweck unter Berücksichtigung der technischen Daten eingesetzt werden. Zweckentfremdeter Einsatz ist nicht zulässig. Die Funktion und Betriebssicherheit eines Sensors oder Messsystems kann nur dann gewährleistet werden, wenn bei der Benutzung die allgemein üblichen Sicherheitsvorkehrungen, nationalen Vorschriften sowie die speziellen Sicherheitshinweise in dieser Bedienungsanleitung beachtet werden.

Die Feuchtesensoren und Messsysteme der IMKO GmbH dienen zum Messen von Feuchtigkeit gemäß dem in den Technischen Daten definierten und festgelegten Messzweck und Messbereich. Nur die Einhaltung der im Handbuch beschriebenen Anleitung gilt als bestimmungsgemäßer Gebrauch.

Das Handbuch beschreibt Anschluss, Gebrauch und Pflege der IMKO-Sensoren und IMKO-Messsysteme.

Lesen Sie das Handbuch, bevor Sie einen Sensor oder Messsystem anschließen und betreiben.

Das Handbuch ist Teil des Produkts und muss griffbereit in der Nähe des Sensors oder Messsystems aufbewahrt werden.



Beeinträchtigung der Sicherheit

Der Sensor oder das Messsystem ist gemäß EN 61010 Sicherheitsbestimmungen für elektronische Messgeräte gebaut, geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Wenn der Sensor oder das Messsystem nicht mehr gefahrlos betrieben werden kann, so ist es außer Betrieb zu setzen und durch Kennzeichnung vor einer weiteren Inbetriebnahme zu sichern. In Zweifelsfällen muss der Sensor oder das Messsystem an den Hersteller oder dessen Vertragspartner zur Reparatur bzw. Wartung eingeschickt werden.

Veränderungen

Es ist aus Sicherheitsgründen nicht gestattet, ohne Zustimmung des Herstellers Umbauten oder Veränderungen am Sensor oder am Messsystem vorzunehmen.

Das Öffnen des Sensors oder Handmessgerät, Abgleich- und Reparaturarbeiten sowie alle Wartungsarbeiten außer den im Handbuch beschriebenen Arbeiten dürfen nur von einer von uns autorisierten Fachkraft ausgeführt werden. Vor Installations- oder Wartungsarbeiten muss der Sensor oder das Messsystem von der Spannungsversorgung getrennt werden.

Das Handmessgerät und das Netzteil dürfen nicht geöffnet oder repariert werden!

**Gefahrenhinweise**

Gefahr durch unsachgemäße Bedienung

Der Sensor oder das Messsystem darf ausschließlich von eingewiesenem Personal bedient werden. Das Bedienpersonal muss die Gebrauchsanleitung gelesen und verstanden haben.

**Gefahr durch Elektrizität**

Das Handmessgerät darf nicht in Wasser oder andere Flüssigkeiten getaucht werden. Der Sensor ist unempfindlich gegenüber Feuchtigkeit, die in den typischerweise gemessenen Produkten enthalten ist.

Schließen Sie das Handmessgerät nur mit dem mitgelieferten Spannungsversorgungskabel an eine ordnungsgemäß installierte Steckdose an, deren Spannung den Technischen Daten entspricht.

Achten Sie darauf, dass die Steckdose gut zugänglich ist, damit Sie im Bedarfsfall schnell das Stecker-Netzteil ziehen können.

Verwenden Sie ausschließlich den für Ihre Steckdose passenden Adapter.

Betreiben Sie das Messgerät ausschließlich mit dem zum Lieferumfang gehörenden Original-Zubehör. Wenden Sie sich an den Hersteller, wenn Sie weiteres Zubehör oder Ersatz benötigen.

Benutzen Sie das Messgerät nicht:

- wenn Messgerät, Sensor, Stecker-Netzteil oder Zubehörteile beschädigt sind,
- der Sensor oder das Messsystem nicht wie vorgesehen arbeitet,
- das Stromkabel oder der Stecker beschädigt sind,
- der Sensor oder das Messsystem heruntergefallen ist.

Ziehen Sie das Stecker-Netzteil aus der Steckdose:

- wenn Sie der Sensor oder das Messsystem längere Zeit nicht benutzen,
- bevor Sie den Sensor oder das Messsystem reinigen, wegpacken oder umstellen,
- wenn Sie eine Arbeit am Sensor oder Messgerät durchführen, z.B. Geräte anschließen,
- wenn während des Betriebs offensichtlich eine Störung auftritt,
- bei Gewitter.

**Achtung - Sachschäden**

Achten Sie auf einen ausreichend großen Abstand zu starken Wärmequellen wie Heizplatten, Heizungsrohren.

Trennen Sie die Verbindung des Sensors oder Handmessgerätes zu anderen Geräten, bevor Sie es umstellen oder transportieren. Ziehen Sie die Stecker am Gerät heraus.

Verwenden Sie zum Reinigen keine aggressiven chemischen Reinigungsmittel, Scheuermittel, harte Schwämme o. ä.