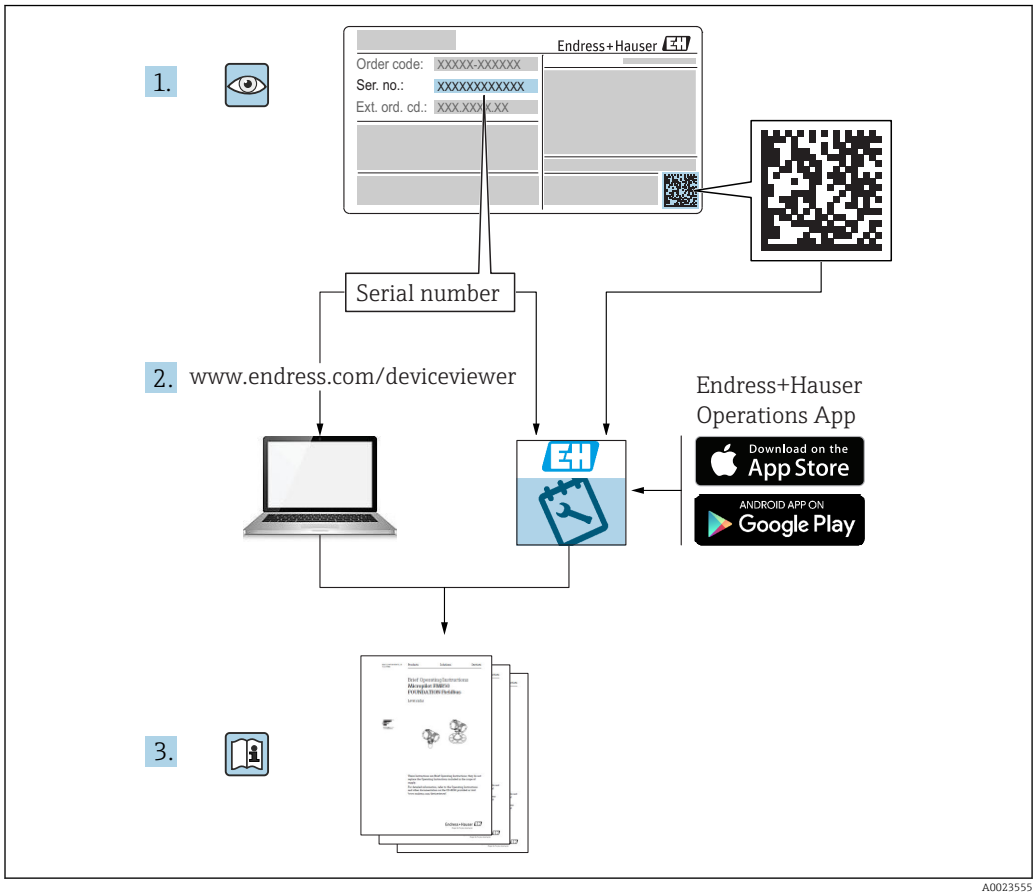
BA01947M/00/DE/02.19
71457245
2019-12-27

Betriebsanleitung
Solitrend MMP20 (Option D)

Materialfeuchtemessung

Endress+Hauser
People for Process Automation


1.
Endress+Hauser
Order code: XXXXX-XXXXXX
Ser. no.: XXXXXXXXXXX
Ext. ord. cd.: XXX XXX XX XX
Serial number
2. www.endress.com/deviceviewer
Endress+Hauser
Operations App
Download on the App Store
ANDROID APP ON Google Play
3.
A0023555

Inhaltsverzeichnis

1 Hinweise zum Dokument 4
1.1 Dokumentfunktion 4
1.2 Verwendete Symbole 4
1.3 Begriffe und Abkürzungen 6
1.4 Dokumentation 6

2 Grundlegende Sicherheitshinweise 7
2.1 Anforderungen an das Personal 7
2.2 Bestimmungsgemäße Verwendung 7
2.3 Arbeitssicherheit 7
2.4 Betriebssicherheit 7
2.5 Produktsicherheit 8

3 Produktbeschreibung 9
3.1 Bauform 9

4 Warenannahme und Produktidentifizierung 10
4.1 Warenannahme 10
4.2 Produktidentifizierung 10
4.3 Herstelleradresse 10
4.4 Lagerung, Transport 10

5 Elektrischer Anschluss 11
5.1 Sonde anschließen 11
5.2 Akku laden 11

6 Bedienmöglichkeiten 12
6.1 Bedienelemente 12
6.2 Funktionsbeschreibung der Tasten 12
6.3 Beschreibung der Display-Symbole 13
6.4 Textbedeutung 14

7 Inbetriebnahme 15
7.1 Verpackungsinhalt prüfen 15
7.2 Akku laden 15
7.3 Sonde anschließen 15
7.4 Handmessgerät einschalten / ausschalten . . . 15
7.5 Einstellung und Messung 16
7.6 General G-Set Parameter 17
7.7 Anpassen bzw. Einstellung der drei Rezeptur-Parameter 18
7.8 EC-T ein Parameter für die Zementanalyse . . . 20
7.9 Allgemeine Einstellungen 21

8 Sonde-SWZ 25
8.1 Einführung 25
8.2 Messvolumen 25
8.3 Messablauf 26
8.4 Mögliche Probleme im Labor und im Betonwerk 30

9 Inbetriebnahme Frischbetonmessung 32
9.1 Vorgehensweise 32
9.2 Kernfeuchte, Kernwasser bzw. Wasseraufnahme 35
9.3 Darren als Vergleichswert 36
9.4 Vermessung von erdfeuchtem Frischbeton der Konsistenz F1 38
9.5 Die von der Sonde-SWZ gemessenen drei Arten von Wasser 38
9.6 Luftporen, Glasfaser und Stahlfaser 38

10 Rezepturverwaltung und Archivierung 39

11 Feuchtesonde S1 40
11.1 Sonde-S1 anschließen 40
11.2 Messung 40
11.3 Einstellungen 41
11.4 Handhabung der Sonde-S1 47

12 Technische Daten 53
12.1 Handmessgerät 53
12.2 Sonde-SWZ 53
12.3 Sonde-S1 53

1 Hinweise zum Dokument

1.1 Dokumentfunktion

Diese Anleitung liefert alle Informationen, die in den verschiedenen Phasen des Lebenszyklus des Geräts benötigt werden:
- Produktidentifizierung
- Warenannahme
- Lagerung
- Montage
- Anschluss
- Bedienungsgrundlagen
- Inbetriebnahme
- Störungsbeseitigung
- Wartung
- Entsorgung

1.2 Verwendete Symbole

1.2.1 Warnhinweissymbole

⚠ GEFAHR
Dieser Hinweis macht auf eine gefährliche Situation aufmerksam, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu Tod oder schwerer Körperverletzung führen wird.

⚠ WARNUNG
Dieser Hinweis macht auf eine gefährliche Situation aufmerksam, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu Tod oder schwerer Körperverletzung führen kann.

⚠ VORSICHT
Dieser Hinweis macht auf eine gefährliche Situation aufmerksam, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu leichter oder mittelschwerer Körperverletzung führen kann.

HINWEIS
Dieser Hinweis enthält Informationen zu Vorgehensweisen und weiterführenden Sachverhalten, die keine Körperverletzung nach sich ziehen.

1.2.2 Symbole für Informationstypen und Grafiken

✓
Erlaubt
Abläufe, Prozesse oder Handlungen, die erlaubt sind

✗
Verboten
Abläufe, Prozesse oder Handlungen, die verboten sind

ℹ
Tipp
Kennzeichnet zusätzliche Informationen

Verweis auf Abbildung

▶
Zu beachtender Hinweis oder einzelner Handlungsschritt

1., 2., 3.
Handlungsschritte

↳
Ergebnis eines Handlungsschritts

1, 2, 3, ...
Positionsnummern

A, B, C, ...
Ansichten

1.3 Begriffe und Abkürzungen

BA
Dokumenttyp "Betriebsanleitung"

TI
Dokumenttyp "Technische Information"

SD
Dokumenttyp "Sonderdokumentation"

TDR
Time Domain Reflectometry

HW
Hardware-Stand

FW
Firmware-Stand

1.4 Dokumentation

Im Download-Bereich der Endress+Hauser Internetseite (www.endress.com/downloads) sind folgende Dokumenttypen verfügbar:

Eine Übersicht zum Umfang der zugehörigen Technischen Dokumentation bieten:
- *W@M Device Viewer* (www.endress.com/deviceviewer): Seriennummer vom Typenschild eingeben
- *Endress+Hauser Operations App*: Seriennummer vom Typenschild eingeben oder 2D-Matrixcode (QR-Code) auf dem Typenschild einscannen

1.4.1 Technische Information (TI)

Planungshilfe
Das Dokument liefert alle technischen Daten zum Gerät und gibt einen Überblick, was rund um das Gerät bestellt werden kann.

2 Grundlegende Sicherheitshinweise

2.1 Anforderungen an das Personal

Das Personal für Installation, Inbetriebnahme, Diagnose und Wartung muss folgende Bedingungen erfüllen:
- Ausgebildetes Fachpersonal: Verfügt über Qualifikation, die dieser Funktion und Tätigkeit entspricht.
- Vom Anlagenbetreiber autorisiert.
- Mit den nationalen Vorschriften vertraut.
- Vor Arbeitsbeginn: Anweisungen in Anleitung und Zusatzdokumentation sowie Zertifikate (je nach Anwendung) lesen und verstehen.
- Anweisungen und Rahmenbedingungen befolgen.

Das Bedienpersonal muss folgende Bedingungen erfüllen:
- Entsprechend den Aufgabenanforderungen vom Anlagenbetreiber eingewiesen und autorisiert.
- Anweisungen in dieser Anleitung befolgen.

2.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

Anwendungsbereich und Messstoffe
Das Gerät dient als mobiles Auslesegerät zur Bestimmung der Materialfeuchte.

Folgende Sonden können angeschlossen werden: Sonde-SWZ, S1, S1C, S2

Fehlgebrauch
An dieses Gerät dürfen nur die dafür vorgesehene Sonden angeschlossen werden. Der Anschluss einer nicht dafür vorgesehenen Sonde kann zur Zerstörung dieses Gerätes und/oder der angeschlossenen Sonde führen.

Der Hersteller haftet nicht für Schäden, die aus unsachgemäßer oder nicht bestimmungsgemäßer Verwendung entstehen.

2.3 Arbeitssicherheit

Bei Arbeiten am und mit dem Gerät:
- Erforderliche persönliche Schutzausrüstung gemäß nationaler Vorschriften tragen.

2.4 Betriebssicherheit

Verletzungsgefahr!
- Das Gerät nur in technisch einwandfreiem und betriebssicherem Zustand betreiben.
- Der Betreiber ist für den störungsfreien Betrieb des Geräts verantwortlich.

Umbauten am Gerät

Eigenmächtige Umbauten am Gerät sind nicht zulässig und können zu unvorhersehbaren Gefahren führen:
- Wenn Umbauten trotzdem erforderlich sind: Rücksprache mit Hersteller halten.

Reparatur

Um die Betriebssicherheit weiterhin zu gewährleisten:
- Nur wenn die Reparatur ausdrücklich erlaubt ist, diese am Gerät durchführen.
- Die nationalen Vorschriften bezüglich Reparatur eines elektrischen Geräts beachten.
- Nur Original-Ersatzteile und Zubehör vom Hersteller verwenden.

Zulassungsrelevanter Bereich

Um eine Gefährdung für Personen oder für die Anlage beim Geräteeinsatz im zulassungsrelevanten Bereich auszuschließen (z.B. Explosionsschutz, Druckgerätesicherheit):

- Anhand des Typenschildes überprüfen, ob das bestellte Gerät für den vorgesehenen Gebrauch im zulassungsrelevanten Bereich eingesetzt werden kann.
- Die Vorgaben in der separaten Zusatzdokumentation beachten, die ein fester Bestandteil dieser Anleitung ist.

2.5 Produktsicherheit

Dieses Gerät ist nach dem Stand der Technik und guter Ingenieurspraxis betriebssicher gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen.

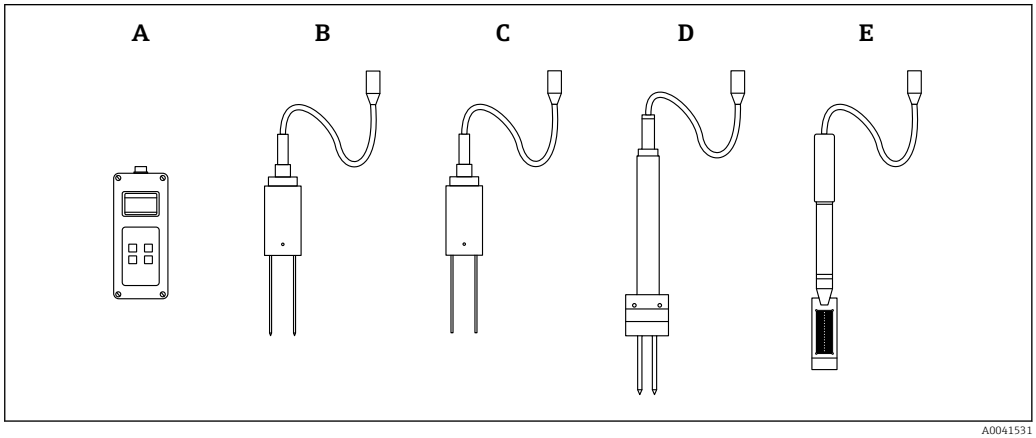
Es erfüllt die allgemeinen Sicherheitsanforderungen und gesetzlichen Anforderungen. Zudem ist es konform zu den EG-Richtlinien, die in der gerätespezifischen EG-Konformitätserklärung aufgelistet sind. Mit der Anbringung des CE-Zeichens bestätigt der Hersteller diesen Sachverhalt.

3 Produktbeschreibung

Das Gerät dient zur Bestimmung der Materialfeuchte basierend auf der Time Domain Reflectometry (TDR) Technologie.

Die Messeinrichtung ist mobil einsetzbar (Akkubetrieb) und besteht aus einem Handmessgerät und einer angeschlossenen Sonde.

3.1 Bauform



1

A Handmessgerät
B Zweistabsonde S1
C Zweistabsonde S1C
D Zweistabsonde S2
E Sonde-SWZ

4 Warenannahme und Produktidentifizierung

4.1 Warenannahme

Bei Warenannahme prüfen:

❑ Bestellcode auf Lieferschein und auf Produktaufkleber identisch?

❑ Ware unbeschädigt?

❑ Entsprechen Typenschilddaten den Bestellangaben auf dem Lieferschein?

❑ Falls erforderlich (siehe Typenschild): Sind die Sicherheitshinweise (XA) vorhanden?

Wenn eine dieser Bedingungen nicht zutrifft: Vertriebsstelle des Herstellers kontaktieren.

4.2 Produktidentifizierung

Folgende Möglichkeiten stehen zur Identifizierung des Messgeräts zur Verfügung:
- Typenschildangaben
- Erweiterter Bestellcode (Extended order code) mit Aufschlüsselung der Gerätemerkmale auf dem Lieferschein

- Seriennummer von Typenschildern in *W@M Device Viewer* eingeben (www.endress.com/deviceviewer)
  - Alle Angaben zum Messgerät und zum Umfang der zugehörigen Technischen Dokumentation werden angezeigt.

- Seriennummer vom Typenschild in die *Endress+Hauser Operations App* eingeben oder mit der *Endress+Hauser Operations App* den 2-D-Matrixcode (QR-Code) auf dem Typenschild scannen
  - Alle Angaben zum Messgerät und zum Umfang der zugehörigen Technischen Dokumentation werden angezeigt.

4.3 Herstelleradresse

Endress+Hauser SE+Co. KG
Hauptstraße 1
79689 Maulburg, Deutschland

4.4 Lagerung, Transport

4.4.1 Lagerungstemperatur

–20 … +80 °C (–4 … +176 °F)

Originalverpackung verwenden

4.4.2 Produkt zur Messstelle transportieren

Gerät in Originalverpackung oder Handkoffer (Zubehör) zur Messstelle transportieren.

5 Elektrischer Anschluss

5.1 Sonde anschließen

Die zu verwendete Sonde wird mittels 7-pol. Stecker mit dem Handmessgerät verbunden.

Fehlgebrauch
An dieses Gerät dürfen nur die dafür vorgesehene Sonden angeschlossen werden. Der Anschluss einer nicht dafür vorgesehenen Sonde kann zur Zerstörung dieses Gerätes und/oder der angeschlossenen Sonde führen.

Der Hersteller haftet nicht für Schäden, die aus unsachgemäßer oder nicht bestimmungsgemäßer Verwendung entstehen.

5.2 Akku laden

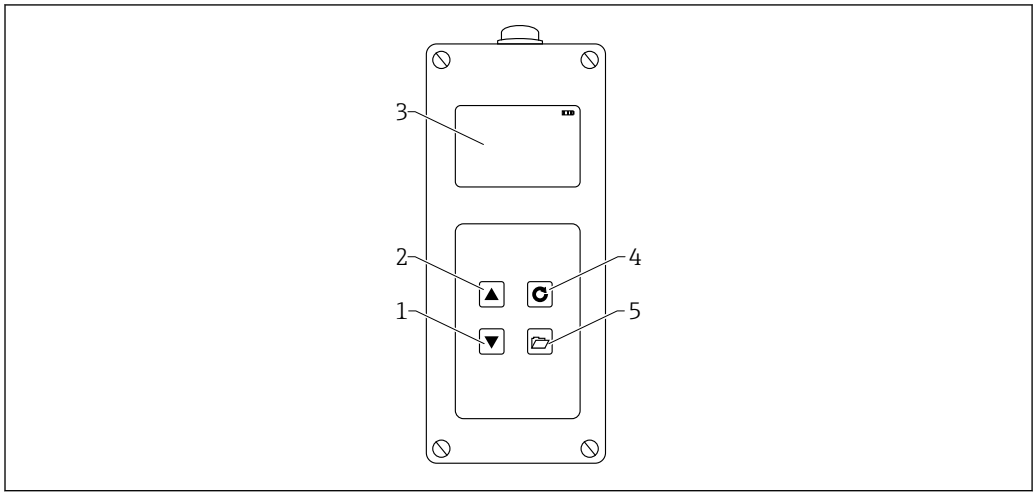
Die angegebenen maximalen Betriebszeiten gelten bei optimalen Bedingungen. Umgebungstemperatur und Aufladezyklus können die Leistungszeiten deutlich verringern. Die Ladekapazität reduziert sich darüber hinaus technisch bedingt im Verlauf der Nutzung oder durch Lagerung bei sehr hohen oder niedrigen Temperaturen.

Zum Laden nur das mitgelieferten Ladegerät verwenden. 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 Gerät trotz wiederholter Ladung nur kurz oder gar nicht mehr funktionieren, so ist der verbaute Akku defekt und muss getauscht werden.

Den verbauten Akku niemals selbst tauschen. Bei defektem Akku direkt an den Hersteller wenden.

6 Bedienmöglichkeiten

6.1 Bedienelemente



2 *Bedienelemente*

1 Navigationstaste "runter"
2 Navigationstaste "hoch"
3 Display
4 Entertaste
5 Ordnertaste

6.2 Funktionsbeschreibung der Tasten

6.2.1 Entertaste

- **Ein- / Ausschalten:** 1 s gedrückt halten
- **Messung durchführen:** kurz drücken
- **Auswahl / Aktivieren eines Menüpunkts:** kurz drücken
- **Speichern einer Einstellung:** kurz drücken

6.2.2 Ordnertaste

- **Geräte-Einstellungen aktivieren:** > 1 s gedrückt halten
- **Einstellungen beenden:** kurz drücken
- **Zurück aus den Menüpunkten:** kurz drücken

6.2.3 Navigationstaste "hoch"

Vorheriger Menüpunkt oder Einstellung: kurz drücken

6.2.4 Navigationstaste "runter"

- **Nächster Menüpunkt oder Einstellung:** kurz drücken
- **Löschen des Wertspeichers (Modus – Mittelwert):** kurz drücken

6.3 Beschreibung der Display-Symbole

3 *Verbleibende Akkukapazität*

4 *Messen aktiv*

5 *Einstellung gespeichert*

6 *Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung*

7 *Zeit bis zum Abschalten (Beleuchtung / APO)*

8 *Navigationstaste "hoch" drücken*

9 *Navigationstaste "runter" drücken*

10 Warnzeichen: Wassergehaltswerte kleiner 100 l/m³ werden nicht berücksichtigt oder die Gültigkeit des Messwertes wird bei zu hohen Streuungen in Frage gestellt.

6.4 Textbedeutung

Dichte: Rohdichtewert des vermessenen Frischbetons

Wassergehalt: Darr-Wassergehalt in l/m3

EC-T: Elektrische Leitfähigkeit auf Basis des TDR-Radarsignals und damit eine Aussage zum Zement in der Betonmischung.

Serien-Nr.: Seriennummer der Sonde

HW: Hardware-Version

FW: Firmware-Version

7 Inbetriebnahme

7.1 Verpackungsinhalt prüfen

- Handmessgerät
- Steckernetzteil (12 V/2 A)
- Ladeadapter
- Schutzkappe
- Handbuch
- Sonde-SWZ

7.2 Akku laden

Akku vor erstem Gebrauch laden

1. Ladeadapter in die 7-polige Buchse am Handmessgerät stecken
2. Steckernetzteil mit dem Ladeadapter verbinden
   ↳ Sollte das Gerät bereits eingeschaltet oder der Akku tiefentladen sein, beginnt die Ladung sofort.
3. Andernfalls das Gerät einschalten, indem die Entertaste C für etwa 1 s betätigt wird
   ↳ 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 h. Sobald die Ladung beendet ist, erscheinen alle 4 "Akkubalken“ dauerhaft im Display und die Erhaltungsladung beginnt.

Akku nur bei Zimmertemperaturen laden. Bei zu niedrigen Temperaturen kann es vorkommen, dass die Ladeschlussabschaltung nicht sicher funktioniert und der Akku überladen wird. Bei zu hohen Umgebungstemperaturen kann das Gerät durch die beim Laden entstehende Hitze Schaden nehmen.

7.3 Sonde anschließen

1. Sonde in die 7-polige Buchse am Gerät stecken
2. Überwurfmutter anziehen

7.4 Handmessgerät einschalten / ausschalten

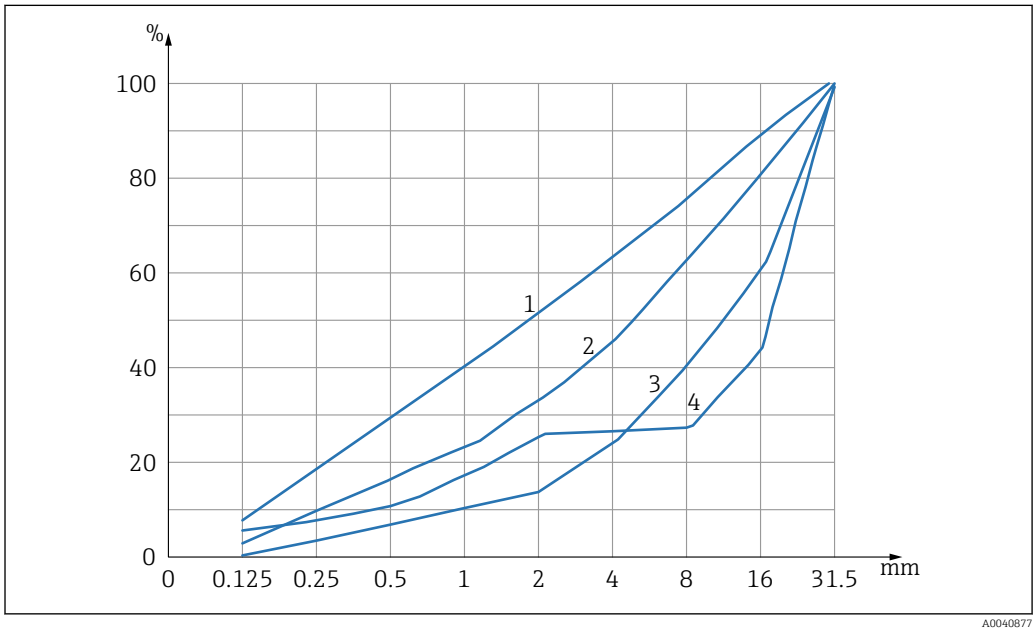
1. Entertaste C für etwa 1 s gedrückt halten
   ↳ Das Gerät versucht während des Einschaltvorgangs mit der angeschlossenen Sonde zu kommunizieren. Dies dauert etwa 4 s. Sollte keine Sonde angeschlossen sein oder die Sonde aus einem anderen Grund nicht erreichbar sein, erscheint eine Fehlermeldung auf 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. Das Gerät kalibriert sich auf die Sonde ein.
2. Das Gerät ist nun einsatzbereit
3. Gerät ausschalten
   ↳ Entertaste C für etwa 1 s gedrückt halten

7.5 Einstellung und Messung

Damit das Gerät den Wassergehalt als Darrwert mit einer geforderten Genauigkeit von ±1 … 3 l/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.

7.5.1 Parameter CHAR für die Rezeptur-Charakteristik

Die Sonde-SWZ zeigt mit ihrem Radarmessfeld die Abhängigkeit der Sieblinie von verschiedenen Betonrezepturen. Daher bietet das Handmessgerät 4 verschiedene Einstellmöglichkeiten welche als CHAR-Parameter eingegeben werden können.



11 *Die 4 möglichen CHAR-Parameter*

1 fein (Sieblinie C)
2 normal (Sieblinie B)
3 grob (Sieblinie A)
4 spezial (Ausfallkörnung U)

fein (Sieblinie C)
Die Sonde misst etwas zu wenig Wasser und muss deshalb den Wassergehalt etwas nach oben korrigieren
- Beton mit hohem Mörtelgehalt, d.h. sehr viel Sand, besonders mit hohem Feinanteil, viel Zement
- Standard Zusatzstoffe, Standard Zusatzmittel als auch Perchlorethylen (PCEs)

normal (Sieblinie B)
keine bzw. geringe Korrektur
- Stetige und relativ gut verteilte Sieblinien
- Standard Zusatzstoffe, Standard Zusatzmittel als auch PCEs

grob (Sieblinie A)
Die Sonde misst etwas zu viel Wasser und muss deshalb den Wassergehalt etwas nach unten korrigieren
- Beton mit größeren k-Werten und geringem Mörtelgehalt
- Beton mit stetigen und relativ gut verteilten B-Sieblinien mit einer Besonderheit: niedrigem Sollwassergehalt der kleiner 160 l/m³ ist, sowie viel Hochleistungsbetonverflüssiger PCE welcher für die generelle Fließfähigkeit sorgt.

spezial (Ausfallkörnung U)
Die Sonde misst etwas zu viel Wasser und muss deshalb den Wassergehalt etwas nach unten korrigieren
- Sehr wenig oder gar kein 2/8er bzw. 4/8-Kies
- Standard Zusatzstoffe, Standard Zusatzmittel als auch PCEs

7.6 General G-Set Parameter

Die Sonde 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 l Kernwasser aufnehmen können. Das Kern- bzw. Saugwasser dient nicht zur Zementbindung und wird deshalb nicht für den w/z-Wert verrechnet.

7.6.1 Die Sonde-SWZ misst drei Arten von Wasser

Im Prinzip misst die Sonde dieselben Anteile Wasser wie das Darr-Verfahren

Das freie Wasser

In der Betonmischung welches für den w/z-Wert angerechnet wird. Dieses Wasser ist der eigentlich gesuchte Zielwert bei der Anwendung der Sonde.

Einen Teil des Kernwassers

Wasser das von den Zuschlägen aufgesaugt wird, wobei hier von der Sonde nur ein Teil (ca. 1/3) des Kernwassers gemessen werden kann. Je nach Gesteinsart kann das Kernwasser 10 … 35 l/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 l/m³ wenn man von einem Kernwassergehalt von 15 l/m³ ausgeht. Diese −10 l/m³ werden dann bei der Messung im Handmessgerät automatisch abgezogen damit die Anzeige im Handmessgerät mit dem Wirkwassergehalt übereinstimmt. Siehe auch Kapitel "Zum Thema Kernfeuchte, Kernwasser bzw. Saugwasser“.

Zusatzmittel

Zusatzmittel, die sich wie Wasser verhalten werden ebenfalls von der Sonde-SWZ mit gemessen. Dies gilt es entsprechend zu berücksichtigen.

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

Falls die Sonde 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 Handmessgerät kann auf zwei Arten kontrolliert bzw. ermittelt werden:
- Durch Vergleichsmessungen von der Sonde mit mehreren korrekten Wassergehalten des Betons. Beispielsweise durch Anmischen von Beton mit trockenen Zuschlägen.
- Durch Vergleichsmessungen von der Sonde mit mehreren korrekten (!) Darrwerten nach dem Darren. Beim Darren gilt es dann die möglichen Fehlerquellen zu beachten.

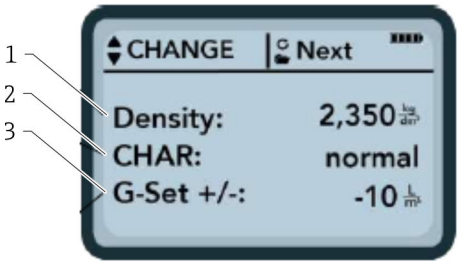
Der Darr-Wassergehalt setzt sich nachfolgend zusammen:

Darrwert = wirksames Wasser + Kernwasser + Zusatzmittel, die sich wie Wasser verhalten. Siehe auch Kapitel: "Zum Thema Kernfeuchte, Kernwasser bzw. Wasseraufnahme“

7.7 Anpassen bzw. Einstellung der drei Rezeptur-Parameter

7.7.1 Die Rohdichte Anpassen bzw. Eingeben

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



1 Rohdichte D
2 Charakteristik
3 General-Set

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 der Sonde auf Betonsorte mit Gesteinsart und Kernwasser. Eingabe max. ±50 l Typisch: −10 l (2/3 vom Kernwasser) welche bei der Messung automatisch abgezogen werden, wenn der effektive Wassergehalt (das Wirkwasser) gemessen werden soll.

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

Rohdichte eingeben

1. Als erster Parameter die Rohdichte in Schritten von ±0,005 einstellen. Idealerweise die Rohdichte bereits vor der Wassergehaltsmessung korrekt im Handmessgerät einstellen
2. Den mit einem Betonprüfkörper ermittelten Dichtewert D des Frischbetons mit den Navigationstasten ▲▼ einstellen
3. Die Eingabe mit der Entertaste C bestätigen
   ↳ danach gelangt man automatisch wieder in das Menu "Anpassen“

Die Eingabe der Rohdichte ist wichtig, da diese unmittelbar in die Berechnung des Wasser-Gehalts 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 l bedeuten. Eine Differenz der Rohdichte von 0,1 d.h. von Dichte 2,200 zu 2,300 bedeutet einen Unterschied im Wassergehalt von 8 l!

7.7.2 Einstellung CHAR Rezeptur-Charakteristik

Die Eingabe des CHAR Parameters erfolgt durch die Aktivierung von einer der vier möglichen Einstellungen:
- fein C
- mittel B
- grob A
- Ausfall U

Im Wesentlichen beeinflusst der Mörtelgehalt im Beton den Parameter CHAR.

CHAR Parameter eingeben

1. Mit den Navigationstasten ▲▼ eine der vier Möglichkeiten für CHAR auswählen (fein C, mittel B, grob A, oder Ausfall U)
2. Die Eingabe mit der Entertaste ↻ bestätigen

7.7.3 G-Set Feineinstellung für Betonsorte mit Gesteinsart und Kernwasser

Die Eingabe des G-Set Wertes erfolgt in Liter/m³ und kann in 1 l/m³ Schritten bis max. ±50 l/m³ eingegeben werden. Es empfiehlt sich, einen einmal gefundenen G-Set Wert für eine bestimmte Gesteinsart zu archivieren

G-Set Wert eingeben

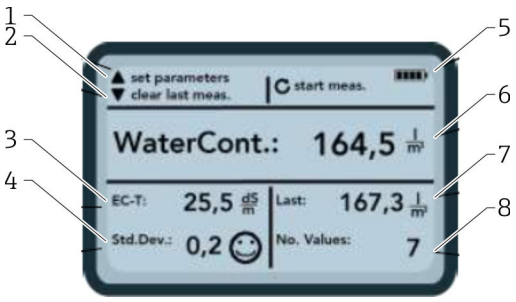
1. Mit den Navigationstasten ▲▼ den G-Set Wert in 1 l/m³ Schritten bis max. ±50 l/m³ einstellen
2. Die Eingabe mit der Entertaste ↻ bestätigen
   ↳ Nach Anpassen bzw. Einstellung der Rohdichte, des CHAR-Parameters sowie des G-Set gelangt man mit Betätigung der Entertaste ↻ automatisch zum nachfolgenden Mess-Menu.

7.7.4 Messen im Betriebsmodus „Mittelwert“

Nach der Eingabe der Rohdichte und G-Set, erscheint nachfolgende Anzeige im Mess-Menu. Das Handmessgerät misst generell in einem Mittelwert-Modus und ermittelt über die eingegebene Rohdichte den Darr-Wassergehalt einer Frischbetonprobe in Liter/m³.

Einzelmessung starten

1. Kurz die Entertaste ↻ betätigen
   ↳ Die Einzelmessung 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 s. Bei abgeschlossener Messung erscheint wieder das Akku-Symbol.
2. Im Display wird der über die Rohdichte D ermittelte Wassergehalt in Liter/m³ angezeigt. Darunter die Anzahl der durchgeführten Einzelmessungen „Anz. Werte“.



12 *Darstellung des Mess-Menüs*

1 *Parameter neu einstellen*
2 *kurze Betätigung: lösche letzten Einzelwert, lange Betätigung: lösche ganze Messreihe*
3 *Leitfähigkeit bzw. Aussage zum Zement*
4 *Standard Abweichung: Bei Std-Dev > 0,5 sind mehr Einzelmessungen erforderlich!*
5 *verbleibende Akkukapazität*
6 *Wassergehalt als Mittelwert*
7 *zuletzt gemessener Einzelwert (kann wieder gelöscht werden)*
8 *Anzahl der durchgeführten Messungen*

- Um einen repräsentativen Material-Mix zu erhalten, mindestens 5 Einzelmessungen (siehe Messablauf Sonde-SWZ) durchführen.
- Bei Betonsorten die zum Bluten neigen führt eine Erhöhung der Anzahl der Einzelmessungen zu einer Erhöhung der Repräsentativität und der Genauigkeit.
- Große Kiesel direkt an der Sondenoberfläche können eine Einzelmessung beeinflussen; es wird z.B. ein geringerer Wassergehalt gemessen.
- Fehlerhaft angemischter Beton kann von der Sonde nur schwer vermessen werden.

Qualität der Messung:

Das Handmessgerät macht eine Aussage zur Qualität der Messung mit der Anzeige der Standardabweichung StdDev (Standard-Deviation). Bei StdDev Angaben von >0,5 ist die Betonmischung zu inhomogen, noch mehr Einzelmessungen durchführen. Erst nach mindestens 6 Einzelmessungen und einer StdDev von 0,1 ... 0,5 können die Einzelmessungen beendet werden und der Messwert als Endergebnis übernommen werden.

Bei sehr inhomogenem Beton (z.B. stark blutender Beton) es jedoch schwierig ist, eine StdDev von <0,5 zu erreichen.

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

Das Handmessgerät filtert automatisch Messergebnisse von Wassergehaltswerten aus, welche kleiner als 100 l/m^3 sind. Wenn zum Beipiel während einer Messreihe aus Versehen der Startknopf betätigt wird oder wenn die Sonde noch nicht ganz im Beton eingetaucht war.

Zu kleine Messwerte werden mit einem Warnzeichen ⚠ signalisiert und gehen nicht weiter in die Mittelwertbildung ein.

Mit Betätigung der Navigationstaste ▼ kann die Messreihe gelöscht werden und das Handmessgerät ist wieder bereit für einen neuen Messzyklus.

7.8 EC-T ein Parameter für die Zementanalyse

Im Display wird der Parameter EC-T angezeigt. Über die Hochfrequenz-Dämpfung des Radarpulses wird mit dem TDR-Messverfahren die elektrische Leitfähigkeit (Electrical Conductivity EC-T) des Betons bestimmt und ermöglicht damit eine Aussage zum Zementgehalt bzw. zur Zementsorte. Der dabei angezeigte Parameter EC-T kann schon bei der Einzelmessung als Rohwert für den Zementgehalt oder die Zementsorte interpretiert wer-

den und sorgt somit für eine erhöhte Sicherheit bei der Kontrolle einer bekannten Betonsorte. Empfohlen wird hier eine Dokumentation der vom Anwender jeweilig vermessenen Betonsorten um spätere Kontrollmessungen besser verifizieren zu können.

EC-T Messbereich
- Beton mit geringem Zementgehalt oder spezielle Zementsorten: 15 dS/m
- Beton mit höherem Zementgehalt oder spezielle Zementsorten: 45 dS/m

Der Parameter EC-T kann nur bei einer bekannten Betonsorte sinnvoll ausgewertet werden.

7.9 Allgemeine Einstellungen

Anpassung der Einstellungen:

1. langes Betätigen (2 s) der Ordnertaste
   ↳ Menü "Einstellungen“
2. Betätigen der Navigationstasten
   ↳ zum einem Menüpunkt navigieren
3. Betätigen der Entertaste
   ↳ markierten Menüpunkt bestätigen
4. Ordnertaste betätigen
   ↳ Verlassen des aktuellen Menüpunkts und auch des Menüs "Einstellungen“

7.9.1 Übersicht der Einstellmöglichkeiten

- **Sonde suchen**
  Sucht nach einer angeschlossenen Sonde
- **Sprache**
  Umschalten der Systemsprache
  - Deutsch
  - Englisch
- **Auto-Power-Off**
  Einstellung der automatischen Abschaltung
- **Displaybeleuchtung**
  Einstellung der Hintergrundbeleuchtung
  - Abschaltzeit
  - Helligkeit
- **Displaykontrast**
  Einstellung optimaler Kontrast
- **Sondeninfo**
  Gibt verschiedene Informationen über die Sonde aus
- **Info**
  Gibt verschiedene Informationen über das Handmessgerät aus
- **Materialkalibrierung**
  Auswahl Kalibrierkurve für unterschiedliche Materialien

7.9.2 Sonde suchen

Menüpunkt "Sonde suchen“ auswählen wenn:
- beim Einschalten Kommunikationsprobleme zwischen Handmessgerät und Sonde auftreten
- Sonde zum Ersten mal angeschlossen wird
- Sonde während des Betriebs gewechselt werden soll

Nach Auswahl dieses Menüpunktes versucht das Handmessgerät 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.

Trotz mehrfacher Versuche keine Verbindung mit der Sonde

- ▶ korrekten Anschluss der Sonde prüfen, ggf. Hersteller-Service kontaktieren

7.9.3 Sprache

In diesem Menüpunkt kann die Sprache des Handmessgerätes ausgewählt werden.

Auswahl:
- Deutsch
- Englisch

1. Mit den Navigationstasten ▲▼ die gewünschte Sprache auswählen
2. Die ausgewählte Sprache mit der Entertaste C aktivieren
   ↳ Nach der Aktivierung erscheint das Symbol 💾 in der oberen rechten Ecke

7.9.4 Auto-Power-Off

Im Menüpunkt "Auto-Power-Off“ kann die automatische Abschaltzeit ausgewählt werden

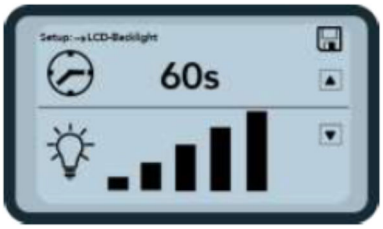
Auswahl:
- -- Minuten (Abschaltfunktion deaktiviert)
- 1 Minute
- 2 Minuten
- 5 Minuten
- 10 Minuten
- 20 Minuten

1. Mit den Navigationstasten ▲▼ die gewünschte automatische Abschaltzeit auswählen
2. Die ausgewählte Abschaltzeit mit der Entertaste C aktivieren
   ↳ Nach der Aktivierung erscheint das Symbol 💾 in der oberen rechten Ecke

Das Handmessgerät schaltet sich nur automatisch aus, wenn keine Taste mehr betätigt wurde. Ein Druck auf eine Taste startet die vorgegebene Zeit erneut bis zum Abschalten.

7.9.5 Displaybeleuchtung

Die Hintergrundbeleuchtung des Displays kann individuell angepasst werden bzw. ausgeschalten werden, dadurch kann eine längere Betriebszeit erreicht werden. Nach Auswahl des Menüeintrags erscheint folgende Displayanzeige:



13 *Displaybeleuchtung*

1. Mit der Navigationstaste ▲ durch mehrfaches Betätigen die gewünschte automatische Abschaltzeit auswählen

2. Mit der Navigationstaste ▼ durch mehrfaches Betätigen die gewünschte Helligkeit der Displaybeleuchtung auswählen bzw. ganz ausschalten
3. Die Einstellungen mit der Entertaste C aktivieren und speichern
   ↳ Nach der Aktivierung erscheint das Symbol 💾 in der oberen rechten Ecke

7.9.6 Displaykontrast

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

14 *Displaykontrast*

1. Mit den Navigationstasten ▲▼ den Kontrast so einstellen, dass alle Graustufen in dem Balkendiagramm deutlich erkennbar sind.
2. Mit der Entertaste C die Einstellung aktivieren und speichern
   ↳ Nach der Aktivierung erscheint das Symbol 💾 in der oberen rechten Ecke

7.9.7 Sondeninfo

Unter Menüpunkt "Sondeninfo" werden folgende Informationen über die angeschlossene Sonde angezeigt:
- Seriennummer
- Sondentyp
- Hardware-Stand (HW)
- Firmware-Stand (FW)

7.9.8 Info

Unter Menüpunkt "Info" werden folgende Informationen über das Handmessgerät angezeigt:
- Seriennummer
- Hardware-Stand (HW)
- Firmware-Stand (FW)
- Akkukapazität
- Akkuspannung

7.9.9 Materialkalibrierkurven

Unter Menüpunkt "Materialkalibrierkurven" kann die Sonde-SWZ auf eine andere Materialkalibrierkurve eingestellt werden.

Nach dem Einschalten wird für ca. 3 s die in diesem Menüpunkt eingestellte Kalibrierkurve am unteren Bildschirmrand angezeigt.

Insgesamt können für Materialien wie Suspensionen, Schlämme und andere, bis zu 15 Kalibrierkurven verwaltet werden.

Durch die Auswahl einer anderen Kalibrierkurve kann die Sensitivität bei der Betonvermessung geändert werden.

Für Beton ist die Standard-Kalibrierkurve die **"Cal. Nr.: 4“** voreingestellt.
- Einstellung nicht bzw. nur ändern, wenn ein anderes Material als Frischbeton vermessen wird
- Für weitere Informationen die Service-Abteilung des Herstellers kontaktieren

8 Sonde-SWZ

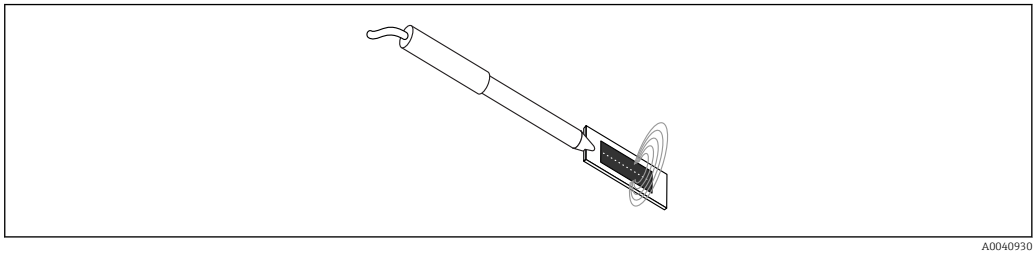
8.1 Einführung

Die Sonde-SWZ verwendet 1 GHz Radartechnologie mit einer Sonde deren Messfeld tief in das zu vermessende Material eindringt. Plastischer und flüssiger Frischbeton der Konsistenz F2 bis F6 kann von Hand einfach und direkt 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.

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

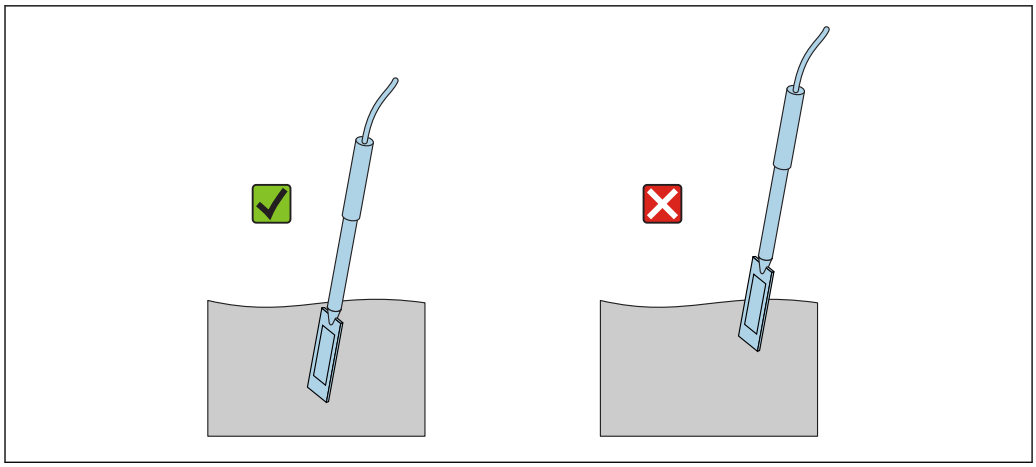
Bitte beachten: Bei Beton welcher nicht den Spezifikationen nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 entspricht (z.B. zum Bluten neigt), kann es zu erheblichen Messwertschwankungen kommen. Fehlerhaft angemischter Beton kann nur schwer vermessen werden!

8.2 Messvolumen



15 *Messfeld der Sonde SWZ*

Die Eindringtiefe der elektromagnetischen Feldlinien reicht theoretisch unendlich weit in das zu messende Material. Aber die effektive, für die Messung relevante Eindringtiefe der Sonde beträgt max. 5 cm um die Sondenoberfläche an der dunklen Keramikplatte. Die Abbildung zeigt die Feldlinien um die Sonde herum. Betreffend Messfeldintensität gilt es physikalisch zu berücksichtigen, dass alle dielektrischen 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. 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 Genauigkeiten von ±1,5 l/m³ zu erreichen. Wie beim Einsatz in einem Mischer gilt es beim Einsatz der Sonde-SWZ zu berücksichtigen, dass größere Kiesel direkt am Sondenkopf einen Messwert verfälschen können. Es geht also bei der Messung mit der Sonde-SWZ darum, die Lagerungsverhältnisse von Sand, Zement und großen Kieseln 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.



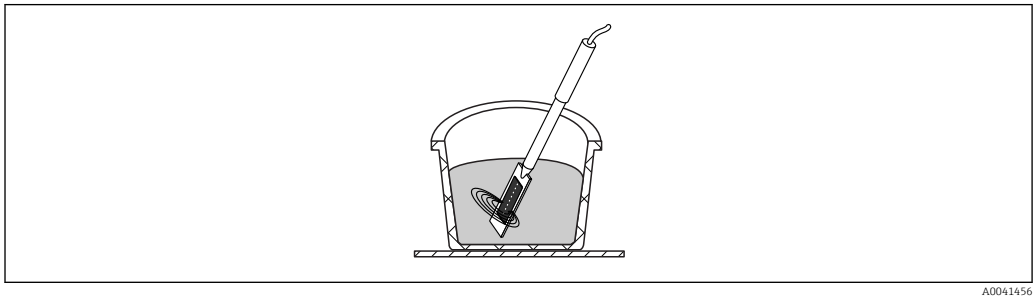
16 *Einsatz der Sonde-SWZ*

Richtiger Einsatz der Sonde:
- Das Messfeld der Sonde muss sich vollständig im Beton befinden
- Der Sondenkopf muss komplett im vermessenen Beton, ohne „Luftlöcher“ eingetaucht sein
- Der Sondenkopf darf bei mehreren Messungen nicht an derselben Stelle im Beton eingestochen werden. 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.

8.3 Messablauf

8.3.1 Messung im Kunststoffeimer

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



17 *Messfeldausdehnung der Sonde-SWZ*

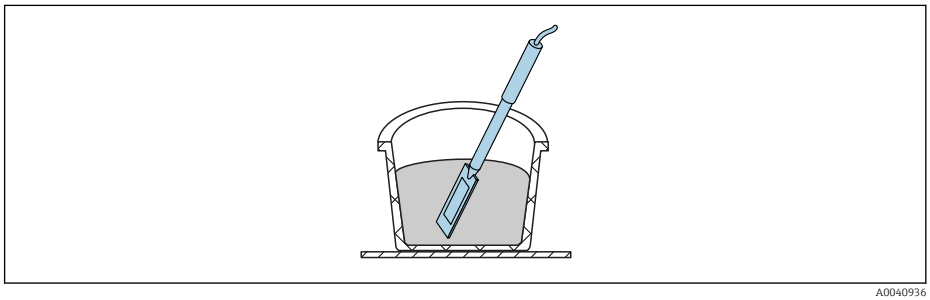
Um Entmischungen vorzubeugen sollte der Frischbeton im Eimer nicht gerüttelt werden. Nach dem Einstechen der Sonde sollte der Beton durch 2-3-maliges Klopfen mit dem Fuß an den Eimer soweit verdichtet werden, dass der Frischbeton die Sondenoberfläche mit der dunklen Keramikfläche ohne Lufteinschlüsse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

Es sollten mindestens 5 Messungen durchgeführt werden, wobei jeweils um 70 ° versetzt am Eimerrand eingestochen wird

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

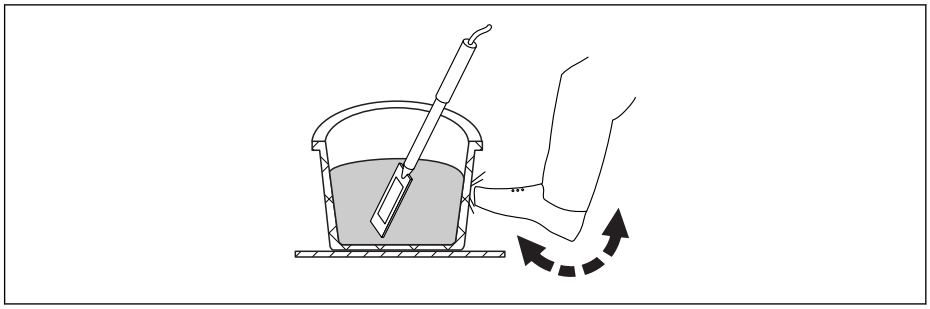
8.3.2 Beton mit Ausbreitmaß F2, F3, F4 vermessen

1. Sonde am Eimerrand in den Frischbeton einführen



A0040936

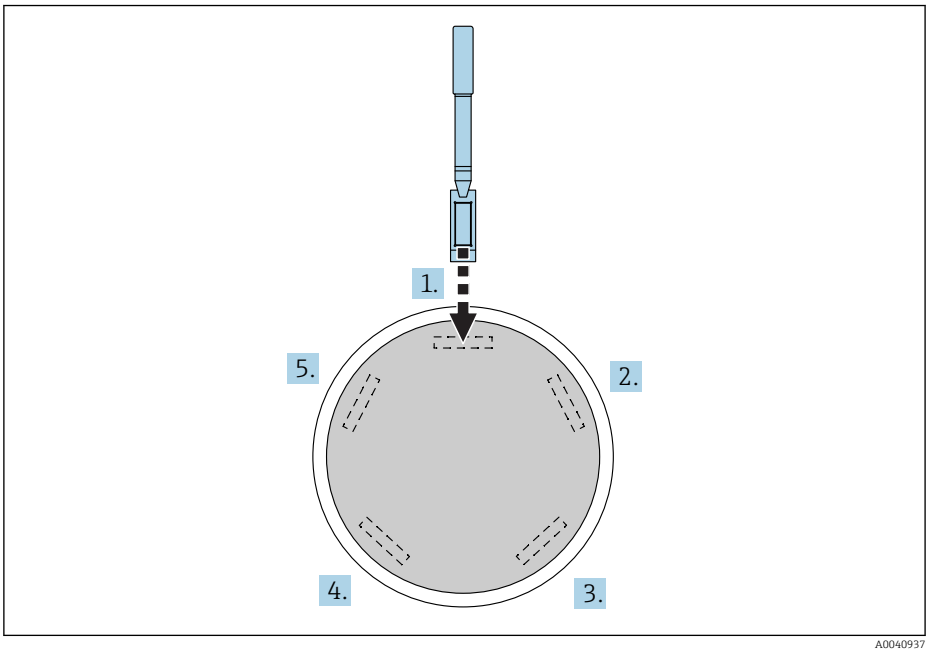
2. Einzelmessung durchführen
3. Sonde aus dem Eimer ziehen
   ↳ Durch das Herausziehen der Sonde kann sich der Frischbeton an dieser Stelle entmischen, Feinanteile können in den Hohlraum dringen.
4. Die Sonde ca. 70 ° versetzt erneut am Eimerrand in den Frischbeton einführen
5. Beton durch seitlichen Klopfen (z.B. mit dem Fuß) verdichten, sodass der Beton gut an der Sondenoberfläche anliegt.



A0040938

6. Erneut eine Einzelmessung durchführen
7. Die Sonde ca. 70 ° versetzt erneut am Eimerrand einstechen

8. Vorgang insgesamt 4- bis 5-mal wiederholen



Die dunkle Keramikoberfläche der Sonde sollte bei „klebendem“ Beton vor der Messung jedes Mal abgewischt werden, um sicherzustellen, dass „klebende“ Betonreste an der Sonde die Messung nicht verfälschen. Beton mit Ausbreitmaß F2, F3 und F4 entmischt 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.

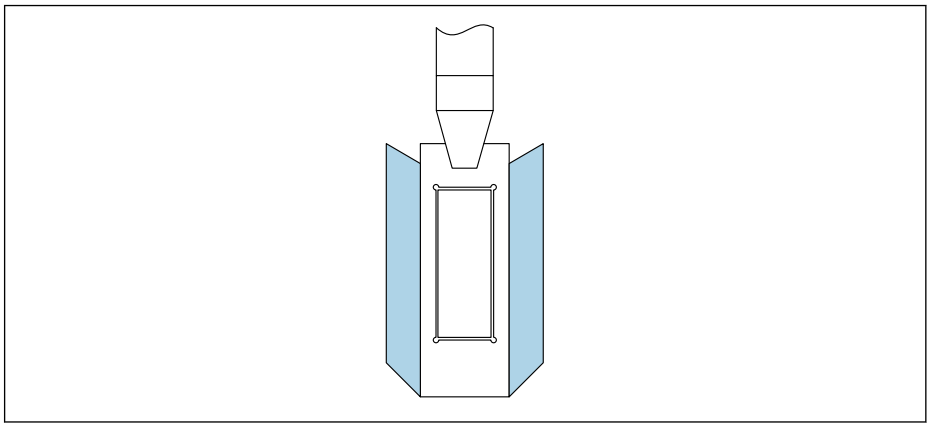
8.3.3 Beton mit Ausbreitmaß F5 und F6 vermessen

Sehr fließfähiger Beton neigt zum Entmischen und es besteht die Gefahr, dass sich am Eimerboden die größeren Fraktionen ansammeln. Nach dem Einstechen der Sonde-SWZ können sich um die Sondenoberfläche herum Feinanteile sammeln und damit wird ein zu hoher Wassergehalt gemessen.

Daher ist folgendes Vorgehen zur Vermessung von Beton mit Fließmaß F5 bis F6 empfohlen:

1. Einen 12 l Eimer zu 3/4 mit Beton füllen

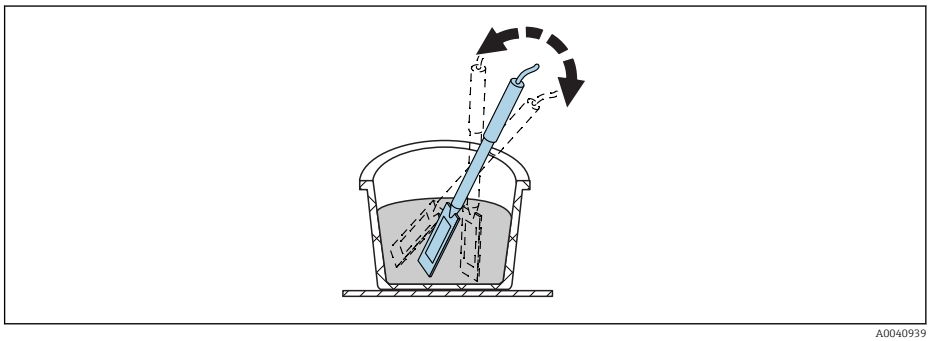
2. Sondenkopf mit Aufsteckschaufel (aus Kunststoff) senkrecht am Rande des Eimers komplett in den Beton einführen.
   ↳



A0040931

   Die Aufsteckschaufel sorgt dafür, dass während der Messung die größeren Kiesel nicht seitlich am Sondenkopf „wegdriften“, was zu Messabweichungen führen kann.

3. Langsam die Sondenspitze mit der schwarzen Keramikfläche voraus, schräg bis zur gegenüberliegenden Kante am Eimerboden drücken. Der Handgriff der Sonde sollte danach am Eimerrand anliegen.
   ↳



A0040939

   Damit ist gewährleistet, dass sich eine repräsentative Betonmischung an der Sondenoberfläche anlegt.

4. Prozedur mehrmals durchführen, wobei die Sonde jeweils versetzt eingeführt wird
   ↳ Einzelne Messwerte löschen, die weit außerhalb des angezeigten Mittelwertes liegen

Auch die Darr-Beprobung und der Darr-Test von Beton 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 Beton bis zu 40 l 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.
- Vor den Messungen den Frischbeton im Eimer mit professionellen Mischwerkzeugen neu mischen, nicht zu lange, da sonst Wasser aus dem Beton entweichen kann.
- Danach können weitere Messungen durchgeführt werden.

Nicht optimale Beton-Rezepturen wirken sich betreffend Messwertschwankungen stärker aus. Bei Beton welcher nicht den Spezifikationen nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 entspricht (Beton der z.B. zum Bluten neigt entmischt sich), kann es zu Messwertschwankungen kommen. Fehlerhaft angemischter Beton kann mit der Sonde-SWZ (aber auch mit einem Darr-Test) nur schwer vermessen werden!

8.4 Mögliche Probleme im Labor und im Betonwerk

8.4.1 Fall 1: 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 min dauern, bei weniger saugfähigen Zuschlägen kann das aber auch eine Stunde dauern. Da die Sonde-SWZ das Kernwasser nur zu einem Drittel „sieht“ empfehlen wir eine „gewisse“ Zeit nach dem Anmischen von trockenen Zuschlägen zu warten, bevor mit der Sonde-SWZ der Wassergehalt kontrolliert wird.

Beispiel: Ein trockenes sehr saugfähiges Gestein kann maximal bis zu 30 l 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 l/m³. Für eine Betonrezeptur mit 175 l/m³ effektivem Wassergehalt wurden dann 175 l + 23 l = 197 l verwendet. Unmittelbar nach dem Anmischen würde die Sonde-SWZ hier ca. 185 l messen und dann relativ schnell nach ca. 3 … 5 min Wartezeit (je nach Gestein) einen Messwert von 175 l anzeigen. Für das Handmessgerät 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 l maximalem Kernwasser, d.h. G-Set = −20 l in das Handmessgerät eingegeben worden, wenn das Wirkwasser gemessen werden soll.

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

8.4.2 Fall 2: Nachträgliche Wasserzugabe zum Beton

Probleme und Abweichungen bei einem Labortest der folgendermaßen ablief:

1. Ca. 8 l Frischbeton wurden in einem Eimer mit der Sonde-SWZ betreffend Wassergehalt vermessen. Es wurden z.B. 178 l/m³ gemessen.
2. Danach wurden 50 g Wasser dem Frischbeton zugegeben was einer Zunahme des Wassergehaltes von 178 l/m³ auf z.B. 184,25 l/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 der Sonde-SWZ zu bestimmen.
3. Danach wurde mit der Sonde-SWZ erneut der Beton-Wassergehalt gemessen, jedoch kam als Ergebnis nicht die erwarteten 184,25 l/m³ heraus, sondern nur 181 l/m³.
   ↳ 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 Sonde-SWZ Messergebnis mit den 178 l/m³ mischt man den Beton nochmals ca. eine Minute und kontrolliert dann nochmals den Wassergehalt mit der Sonde-SWZ. Die Abnahme des Wassergehaltes um 2 … 3 l/m³ ist dann ein Maß für den Verdunstungseffekt durch das Mischen.

Nachträgliches Vermischen von Beton sorgt für erhebliche Abweichungen des Wassergehaltes!

8.4.3 Fall 3: Beprobung im Betonwerk

1. Vor der Befüllung des Betons in einen Fahrmischer wurde eine Betonprobe direkt aus einem Doppel-Wellenmischer in einen Eimer gezogen.

2. Die Betonprobe mit normal verteilter Sieblinie und einem Wassersollwert von 170 l/m³ wurde mit der Sonde-SWZ vermessen und als Ergebnis wurde 170 l/m³ angezeigt.
3. Danach wurde eine Beton-Probenmenge mit 5 kg gedarrt. Als Darrwert wurden 149 l/m³ ermittelt, d.h. es gab eine Differenz von −21 l/m³.
   ↳ 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 Beproben zu einem erheblichen Fehler geführt, es waren einfach zu viele große Kiesel in der Probe, welche den Darrwert nach unten zu 149 l/m³ „gezogen“ haben (Kiesel haben keinen Wassergehalt). Der Zementleim der dadurch sehr hoch war, hat zu der Abweichung Sonde-SWZ zum (eigentlich falschen) Darrwert geführt.

Einfluss von großen Kieseln beim Beproben:
- **Darrprobe von 1,5 kg (3,31 lb):** ± 2 große Kiesel verursachen einen Fehler von ±9 l/m³
  - Rezeptur A mit relativ hohem Feingehalt und wenig 16/32er Kiesel: ca. 5 Stück 16/32er Kiesel
  - Rezeptur B mit Ausfallkörnung, d.h. wenig 4/8er Kiesel und hoher 16/32er Kieselgehalt: ca. 15 Stück 16/32er Kiesel
- **Darrprobe von 5 kg (11 lb):** ± 2 große Kiesel verursachen einen Fehler von ± 3 l/m³
  - Rezeptur A mit relativ hohem Feingehalt und wenig 16/32er Kiesel: ca. 16 Stück 16/32er Kiesel
  - Rezeptur B mit Ausfallkörnung, d.h. wenig 4/8er Kiesel und hoher 16/32er Kieselgehalt: ca. 100 Stück 16/32er Kiesel

Ein einziger 16/32er Kiesel wiegt zwischen 10 … 50 g (0,35 … 1,76 oz) und hat keinen Wassergehalt. Daher hat die korrekte Beprobung einen wichtigen Einfluss auf die Messgenauigkeit

9 Inbetriebnahme Frischbetonmessung

HINWEIS

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 die Sonde mit einer Drahtbürste reinigen

- Um einen repräsentativen Material-Mix zu erhalten, mindestens 5 Einzelmessungen (siehe Messablauf Sonde-SWZ) durchführen.
- Bei Betonsorten die zum Bluten neigen führt eine Erhöhung der Anzahl der Einzelmessungen zu einer Erhöhung der Repräsentativität und der Genauigkeit.
- Große Kiesel direkt an der Sondenoberfläche können eine Einzelmessung beeinflussen; es wird z.B. ein geringerer Wassergehalt gemessen.
- Fehlerhaft angemischter Beton kann von der Sonde nur schwer vermessen werden.

Das Handmessgerät macht eine Aussage zur Qualität der Messung mit der Anzeige der Standardabweichung StdDev (Standard-Deviation). Bei StdDev Angaben von >0,5 ist die Betonmischung zu inhomogen, noch mehr Einzelmessungen durchführen. Erst nach mindestens 6 Einzelmessungen und einer StdDev von 0,1 ... 0,5 können die Einzelmessungen beendet werden und der Messwert als Endergebnis übernommen werden.

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

Um den exakten Wassergehalt anzeigen zu können, muss das System vorher auf die „Rezeptur-Charakteristik“ sowie auf die Betonsorte mit Gesteinsart eingestellt werden.

Mit dem Parameter CHAR kann das Gerät 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 auf die Betonsorte mit Gesteinsart möglich. Mit positivem Vorzeichen von G-Set wird automatisch der eingestellte Wert bei der Messung subtrahiert oder addiert. Sollte immer noch ein zur Referenz abweichender Wassergehalt angezeigt werden, 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 Gerät kann auf zwei Arten kontrolliert bzw. ermittelt werden:

- Durch Vergleichsmessungen der Sonde-SWZ mit mehreren korrekten Sollwassergehalten des Betons
- Durch Vergleichsmessungen der Sonde-SWZ mit mehreren korrekten Werten einer Labormethode (z.B. Darren)

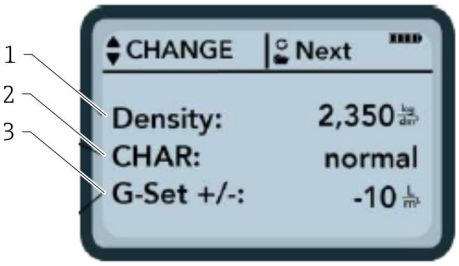
9.1 Vorgehensweise

9.1.1 1. Handmessgerät einschalten

Durch längeres Drücken (>1 s) der Entertaste C wird das Gerät im Menu Rezeptur "ANPASSEN“ eingeschaltet. Bei nochmaligem längerem Drücken der Entertaste C (nur in diesem Mess-Fenster!) wird das Gerät wieder ausgeschaltet. Nach 10 min ohne Bedienung schaltet sich das Gerät automatisch ab (dies kann im Menüpunkt "Auto-Power-Off" verkürzt oder auf bis zu 20 min verlängert werden).

9.1.2 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 Gerät auf die Betonsorte mit der entsprechenden Gesteinsart eingestellt. Die Eingabe von G-Set erfolgt in Liter/m3 und kann in Schritten von einem Liter bis auf ± 50 l eingegeben werden.



1 Rohdichte D
2 Charakteristik
3 General-Set

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 der Sonde-SWZ auf Betonsorte mit Gesteinsart und Kernwasser. Eingabe max. ±50 l Typisch: −10 l (2/3 vom Kernwasser) welche bei der Messung automatisch abgezogen werden, wenn der effektive Wassergehalt (das Wirkwasser) gemessen werden soll

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

1. Durch Betätigen der Navigationstasten ▲▼ kann durch die Parameter-Liste geblättert werden
   ↳ Der angewählte Parameter wird im Display dunkler angezeigt
2. Durch Betätigen der Entertaste C wird der angewählte Parameter aktiviert
3. Nach der Aktivierung kann der Parameter mit den Navigationstasten ▲▼ eingestellt werden
4. Mit Betätigung der Entertaste C wird der eingestellte Wert übernommen
   ↳ automatisch wieder zurück zum Menu "ANPASSEN“ um weitere Parameter einstellen zu können
5. Nach Eingabe der Rohdichte, des CHAR-Parameters und eines möglichen Wertes von "G-Set“ gelangt man mit Betätigung der Entertaste C automatisch zum nachfolgenden Mess-Menu.

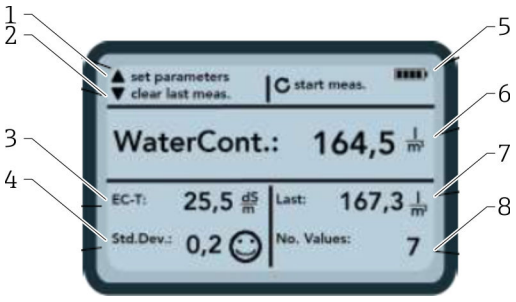
Die Eingabe der Rohdichte ist wichtig, da diese unmittelbar in die Berechnung des Wassergehalts eingeht. Alternativ zur Bestimmung der Rohdichte vor Ort, ist auch die Eingabe der Soll-Rohdichte möglich um akzeptable Ergebnisse zu erzielen. Eine Abweichung der Dichte von ±0,02 würde einen Fehler bei der Wassergehaltsmessung von ±1,6 l bedeuten. Eine Differenz der Rohdichte von 0,1 d.h. von Dichte 2,2 zu 2,3 bedeutet einen Unterschied im Wassergehalt von 8 l!

9.1.3 3. Sonde-SWZ einführen und Einzelmessung starten

Zwei unterschiedliche Vorgehensweisen:

- F2, F3 und F4 Beton: leicht schräges Einstechen am Eimerrand mit etwas Verdichten durch Klopfen an den Eimer.
- F5-F6 Beton: Verwendung der Aufsteckschaufel Sonde-SWZ. Gerades Einstechen am Eimerrand und langsames schräges Drücken der Sondenspitze an die gegenüberliegende Eimerseite, sodass sich eine repräsentative Betonmischung an die Sonde legt.

1. Sicherstellen, dass sich im Frischbeton keine Lufteinschlüsse befinden
2. Durch Betätigen der Entertaste "Messung starten“ Der über die Rohdichte ermittelte Wassergehalt wird in l/m³ berechnet und angezeigt. "Anz.-Werte" zeigt die Anzahl der durchgeführten Einzelmessungen an.
   ↳ Die erste Einzelmessung wird durchgeführt und wird mit drehendem Symbol dargestellt. Die Messung dauert ca. 2 s.



18 *Darstellung des Mess-Menüs*

1 *Parameter neu einstellen*
2 *kurze Betätigung: lösche letzten Einzelwert, lange Betätigung: lösche ganze Messreihe*
3 *Leitfähigkeit bzw. Aussage zum Zement*
4 *Standard Abweichung: Bei Std-Dev > 0,5 sind mehr Einzelmessungen erforderlich!*
5 *verbleibende Akkukapazität*
6 *Wassergehalt als Mittelwert*
7 *zuletzt gemessener Einzelwert (kann wieder gelöscht werden)*
8 *Anzahl der durchgeführten Messungen*

- Um einen repräsentativen Material-Mix zu erhalten, mindestens 5 Einzelmessungen (siehe Messablauf Sonde-SWZ) durchführen.
- Bei Betonsorten die zum Bluten neigen führt eine Erhöhung der Anzahl der Einzelmessungen zu einer Erhöhung der Repräsentativität und der Genauigkeit.
- Große Kiesel direkt an der Sondenoberfläche können eine Einzelmessung beeinflussen; es wird z.B. ein geringerer Wassergehalt gemessen.
- Fehlerhaft angemischter Beton kann von der Sonde nur schwer vermessen werden.

Qualität der Messung:

Das Handmessgerät macht eine Aussage zur Qualität der Messung mit der Anzeige der Standardabweichung StdDev (Standard-Deviation). Bei StdDev Angaben von >0,5 ist die Betonmischung zu inhomogen, noch mehr Einzelmessungen durchführen. Erst nach mindestens 6 Einzelmessungen und einer StdDev von 0,1 ... 0,5 können die Einzelmessungen beendet werden und der Messwert als Endergebnis übernommen werden.

Bei sehr inhomogenem Beton (z.B. stark blutender Beton) es jedoch schwierig ist, eine StdDev von <0,5 zu erreichen.

Smileys im Display zeigen jeweils an ob die Standardabweichung gut, akzeptabel oder nicht akzeptabel ist:

- ☺ gut (<0,2)
- 😐 akzeptabel (0,2 ... 0,49)
- ☹ nicht akzeptabel (>0,5)

Das Handmessgerät filtert automatisch Messergebnisse von Wassergehaltswerten aus, welche kleiner als 100 l/m³ sind. Wenn zum Beipiel während einer Messreihe aus Verse-

hen der Startknopf betätigt wird oder wenn die Sonde noch nicht ganz im Beton eingetaucht war.

Zu kleine Messwerte werden mit einem Warnzeichen ⚠ signalisiert und gehen nicht weiter in die Mittelwertbildung ein.

Mit Betätigung der Navigationstaste ▼ kann die Messreihe gelöscht werden und das Handmessgerät ist wieder bereit für einen neuen Messzyklus.

9.1.4 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.

- ▶ Betätigen der Entertaste ↻ "Messung starten"
  - ↳ Die zweite Messung wird durchgeführt die ebenfalls ca. 1 s dauert. Der neu ermittelte Messwert wird zur Mittelwertbildung herangezogen und es wird ein Mittelwert Wassergehalt aus erster und zweiter bzw. weiterer Messungen berechnet und angezeigt.

9.1.5 5. Weitere Einzelmessungen durchführen

Ablauf wie unter Schritt 4 beschrieben. Bei einer höheren Anzahl von Einzelmessungen wird die Repräsentativität und Genauigkeit des Endergebnisses erhöht wird. Bei stark schwankenden Einzelmesswerten durch z.B. blutenden Beton, empfiehlt sich unbedingt eine höhere Anzahl Einzelmessungen. Nach einer bestimmten Anzahl durchgeführter Einzelmessungen sollte die Standard-Abweichung Std-Dev einen Wert <0,5 anzeigen, damit die Qualität der Messung gewährleistet ist und das Ergebnis des Wassergehaltes in l/m³ übernommen werden kann.

Mit Betätigung der Navigationstaste ▼ wird die Messreihe gelöscht und das Gerät ist wieder bereit für einen neuen Messzyklus.

9.2 Kernfeuchte, Kernwasser bzw. Wasseraufnahme

Die Sonde-SWZ 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 l Kernwasser aufnehmen können.

Die Sonde-SWZ muss deshalb einmalig auf die verwendete Rezeptur mit der Gesteinsart bzw. den Gesteins-Standort eingestellt werden.

Damit das Gerät 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.

Sonde-SWZ Wirkwasser-Messung:

Hat ein Gestein z.B. 15 l Kernwasser, dann sieht die Sonde-SWZ nur 1/3 davon. Das heisst 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 l/m³, wenn das Kernwasser typisch 15 l/m³ beträgt.

Sonde-SWZ Darrwasser-Messung:

Wenn mit der Sonde-SWZ 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 l, wenn das Kernwasser typisch 15 l/m³ beträgt.

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

- Durch Vergleichsmessungen der Sonde-SWZ mit mehreren korrekten Sollwassergehalten des Betons. Mit Betonmischungen die mit trockenen Zuschlägen angemischt wurden.
- Durch Vergleichsmessungen der Sonde-SWZ 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 die Sonde-SWZ 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 l Kernwasser bei einem Kubikmeter Gesteinsfraktion, wenn man von einer Schüttdichte der Zuschläge von 1 700 kg/m³ (3 748 lb/ft³) ausgeht. Kernwasser = Feuchte * Rohdichte Gestein /100 = 2 % × 1700 / 100 = 34 l/m³ Wasseraufnahme (WA24)

Anrechnungswert für den G-Set im Handmessgerät:

Da die Sonde-SWZ das Kernwasser nicht zu 100 % messen kann, könnte in diesem Beispiel ein G-Set mit ca. −23 l/m³ passen (= 2/3 vom Gesamtkernwasser mit 34 l), wenn mit der Sonde-SWZ 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.

9.3 Darren als Vergleichswert

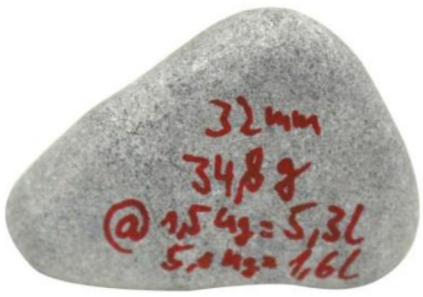
Der im Gerät einstellbare Parameter G-Set kann dazu verwendet werden, die Kalibrierung der Sonde-SWZ an die Betonrezeptur mit Gesteinsart anzupassen indem Darr-Vergleichsmessungen durchgeführt werden. Vorab ist zu erwähnen, dass korrektes Darren von Frischbeton nicht einfach ist. Das Darren von Frischbeton muss relativ schnell erfolgen, um zu verhindern, dass der Zement beim Darren allmählich abbindet, 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.

Mögliche Probleme bzw. Einflüsse beim Darren:

- 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 in der Regel höher als bei Nicht-Rühren, da durch das Rühren zu viele Feststoffpartikel in die Luft entweichen können.
- Beim Darren mit einem Mikrowellenofen ist auf die Trocknungszeit bei entsprechender Leistung (800 W oder 1 000 W) und der Menge der Darrprobe (z.B. 1,5 … 2 kg) zu achten. Darrwert-Abweichungen von Gasbrenner und Mikrowelle von bis zu ±3 … 10 l/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 >20 min 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.
- 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 zu viel Wasser gedarrt werden, wenn sich der Beton entmischt hat. Dies betrifft besonders Beton mit Fließmaß F5 und F6.
- 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 4 kg Gewichtes kann durch die Warmluftströmung, je nach Wiegevorrichtung eine Differenz beim Wiegen von 30 g erzeugt werden. Dies würde bei 4 kg einer Feuchtedifferenz von +0,75 % entsprechen. Im schlimmsten Fall entsprechen die +0,75 % Feuchte dann einem Fehler von +17 l/m³!
- Zusatzmittel im Beton verhalten sich beim Darren wie Wasser, d.h. sie gehen sowohl in die Darr-Wassergehaltsmessung als auch in die Messung mit der Sonde-SWZ ein.
- 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 der Sonde-SWZ durchgeführte Messung mit einer parallel durchgeführten korrekten Darrprobe nicht übereinstimmen, dann besteht im Menu „ANPASSUNGEN“ mit dem Parameter „G-Set“ die Möglichkeit, das Gerät auf einen korrekten Wasser-Messwert einzustellen.

9.3.1 Materialbeprobung



19 Kiesel

Wie wichtig eine repräsentative Beprobung für das Darren ist, soll dieser 32mm Kiesel zeigen. Bei einer Probemenge von 1,5 kg für das Darren mit Mikrowelle, repräsentiert dieser eine Kiesel einen Wert von 5,3 l/m³ Wasser! Werden 5 kg gedarrt repräsentiert er immer

noch 1,5 l/m³. Ein Kiesel mehr oder weniger kann also je nach Darrmethode und Beprobung zu erheblichen Fehlern führen.

9.4 Vermessung von erdfeuchtem Frischbeton der Konsistenz F1

Steifer Frischbeton mit der Konsistenz F1 hat große Lufteinschlüsse und kann mit der Sonde-SWZ nicht vermessen werden.

9.5 Die von der Sonde-SWZ gemessenen drei Arten von Wasser

Die Sonde-SWZ misst dieselben Anteile Wasser wie das Darr-Verfahren:

- **Das freie Wasser** in der Betonmischung welches für den w/z-Wert angerechnet wird. Dieses Wasser ist der eigentlich gesuchte Zielwert bei der Anwendung der Sonde-SWZ.
- **Einen Teil des Kernwassers**, Wasser das von den Zuschlägen aufgesaugt wird, wobei hier von der Sonde-SWZ nur ein Teil (ca. 1/3) des Kernwassers gemessen wird. Je nach Gesteinsart kann das Kernwasser 5 … 35 l/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 −10 l/m³ wenn man von einem Kernwasser von typischerweise 15 l/m³ Wasser ausgeht. Diese −10 l/m³ werden dann bei der Messung im Gerät automatisch abgezogen damit die Anzeige mit dem Wirkwassergehalt übereinstimmt.
- **Zusatzmittel** , die sich wie Wasser verhalten werden ebenfalls von der Sonde-SWZ mit gemessen. Dies gilt es entsprechend zu berücksichtigen.

9.6 Luftporen, Glasfaser und Stahlfaser

Luftporen und Glasfasern reduzieren die Betondichte und damit die Feuchte.

Die Sonde-SWZ reagiert weder auf Luftporen noch auf Glasfasern. Dadurch zeigt sie bei Beton mit Luftporen oder Glasfasern einen etwas zu hohen Wassergehalt an. Je nach Luftporen- bzw. Glasfaser-Anteil können bei der Messung 5 … 10 l/m³ im Gerät zu viel angezeigt werden. Je nach Rezeptur empfehlen wir den Parameter G-Set um −5 … −10 l/m³ im Gerät zu reduzieren.

Auch bei Beton mit Stahlfasern zeigt das Gerät wegen dem Stahlanteil einen etwas zu hohen Wassergehalt an und auch hier gilt es, dies mit dem Parameter G-Set um −5 … −10 l/m³ im Gerät zu reduzieren.

10 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 Sonde-SWZ Ergebnisse mit überprüften Istwerten bzw. Sollwerten kommen. Um die höchste Genauigkeit der Sonde-SWZ zu erreichen, empfehlen wir bei wiederholter Kontrolle unterschiedlicher Betonsorten, die für die Messung erforderlichen Einstellungen für das Handmessgerät zu archivieren.

Folgende Liste zeigt eine Möglichkeit der Archivierung auf.

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

11 Feuchtesonde S1

Das Handmessgerät kann in Verbindung mit der Sonde-S1 zur Feuchtemessung im Sand, Kies sowie anderen Schüttgüttern eingesetzt werden.

11.1 Sonde-S1 anschließen

1. Sonde-S1 an das Handmessgerät anschließen
   ↳ 7poligen Stecker in die dafür vorgesehene Buchse am Handmessgerät stecken
2. Überwurfmutter anziehen
   ↳ Das Handmessgerät erkennt die Sonde automatisch

Textbedeutung:
- **Kal.:** Nummer der aktiven Kalibrierung in der Sonde
- **Feuchte:** Feuchte-Messwert
- **EC-T:** Electrical Conductivity - Elektrische Leitfähigkeit auf Basis der TDR-Messung
- **Serien-Nr.:** Seriennummer der Sonde
- **HW:** Hardwareversion
- **FW:** Firmwareversion

11.2 Messung

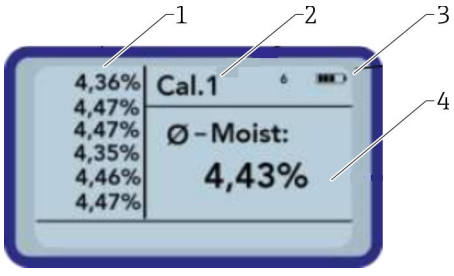
In Verbinung mit der Sonde-S1 arbeitet das Handmessgerät im Betriebsmodus "Mittelwert".
Betriebsmodus "Mittelwert“: im Betriebsmodus "Mittelwert“ zeigt das Gerät den Mittelwert aus bis zu 6 Einzelmessungen an

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

11.2.1 Betriebsmodus "Mittelwert“

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

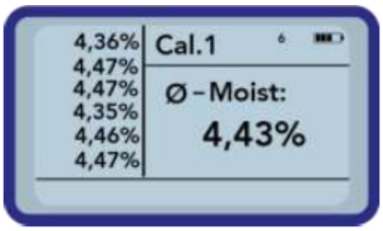
Nach dem Einschalten des Handmessgeräts erscheint nach der Startanzeige im Betriebsmodus "Mittelwert“ folgende Anzeige:



1 Einzelwerte der Messungen
2 Nummer der ausgewählten Kalibrierung
3 Verbleibende Akkukapazität
4 Mittelwert der Messungen

1. Kurz die Entertaste betätigen um die Messung zu starten
   ↳ Die Messung beginnt und es erscheint für die Dauer der Messung ein drehendes Symbol an Stelle des Akku-Symbols in der oberen rechten Ecke. Während dieser Zeit können keine anderen Aktionen durchgeführt werden. Die Messung dauert etwa 4 … 5 s. 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.
2. Zum Löschen der Messreihe die Navigationstaste „Runter“ betätigen

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

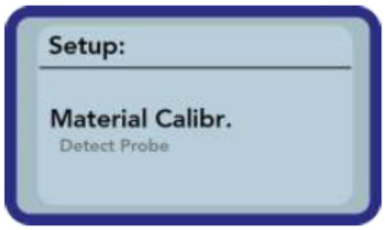


Mit sechs Messungen im Betriebsmodus „Mittelwert“ erhält man bereits ein repräsentatives Messergebnis von allen Messstellen über eine große Menge Material.

11.3 Einstellungen

Die Einstellungen des Handmessgeräts können vielfältig verändert und angepasst werden.

1. Ordnertaste betätigen
   ↳ es erscheint folgende Menüstruktur



2. Mit den Navigationstasten den gewünschten Eintrag markieren
3. Mit der Entertaste auswählen
4. Ordnertaste betätigen
   ↳ der aktuelle Menüpunkt und das Einstellmenü wird verlassen

Übersicht über die Einstellungsmöglichkeiten

- **Modus:**
  "Mittelwert“: Mittelwert aus bis zu 6 Feuchtemesswerten bestimmen
- **Materialkal.:**
  - 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
  - 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
- **Info:** Gibt verschiedene Informationen über das Handmessgerät aus

11.3.1 Mittelwert Modus

Im Betriebsmodusl „Mittelwert“ wird nur die Feuchtigkeit, in %grav, bzw. die Laufzeit in tp ermittelt. Der gemessene Wert wird in einer Liste aus bis zu sechs Messwerten temporär gespeichert. Aus dieser Liste wird der arithmetische Mittelwert berechnet.

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

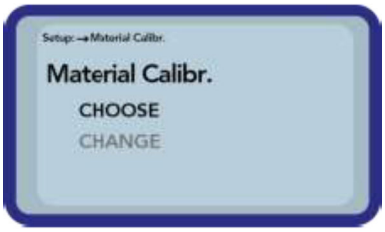
11.3.2 Materialkalibrierung

In der Sonde sind je nach Einsatzzweck verschiedene Kalibrierungen hinterlegt. Dies können z.B. gravimetrische Kalibrierungen für Sandfeuchtemessungen oder auch Laufzeitkalibrierungen sein.

In dem Menüpunkt "Materialkalibrierung“ kann je nach Anwendung die benötigte Kalibrierung ausgewählt werden. Somit kann eine Sonde verschiedene Einsatzmöglichkeiten abdecken.

Es können auch eigene Kalibrierungen durchgeführt werden um auch spezielle Materialien vermessen zu können.

1. Auswahl des Menüpunktes „Materialkal.“
2. zwischen "Auswählen" und "Anpassen" wählen



"Auswählen": eine der 15 Kalibrierungen einstellen
"Anpassen": eine neue Kalibrierung auf einem der 15 Kalibrierspeicher vornehmen

Menüpunkt "Auswählen"

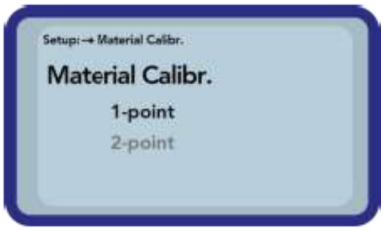
Es werden die 15 Kalibrierungen mit ihren Namen abgerufen. Danach erscheint folgende Anzeige in ähnlicher Form:

1. Mit den Navigationstasten wird durch die Liste geblättert und die gewünschte Kalibrierung ausgewählt. Dabei zeigt das "!“ vor einer Kalibrierung die aktuell aktive an.
2. Entertaste betätigen
   ↳ Die ausgewählte Kalibrierung wird aktiv gesetzt
   Danach erscheint das Symbol in der oberen rechten Displayecke und zeigt ein, dass die Auswahl aktiviert wurde. Außerdem erscheint das "!“ vor der aktiven Kalibrierung.

Mit der Navigationstaste kommt man vom Messfenster direkt in den Menüpunkt "Auswählen"

Menüpunkt "Anpassen"

Es besteht die Möglichkeit eigene Materialkalibrierungen vorzunehmen oder auch bestehende Kalibrierungen an Ihre Bedürfnisse anzupassen. Hierzu stehen zwei Optionen zur Verfügung:

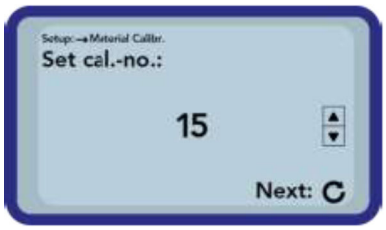


- **1-Punkt Kalibrierung:**
  - Verschiebt die Kalibrierkurve auf den ausgewählten Punkt
  - Die Steigung wird dabei nicht verändert
  - Nur eine Materialbeprobung nötig
- **2-Punkt Kalibrierung:**
  - Erstellen einer linearen Kalibrierung zwischen zwei gemessenen Punkten
  - Zwei Materialproben mit unterschiedlichen Feuchtewerten notwendig

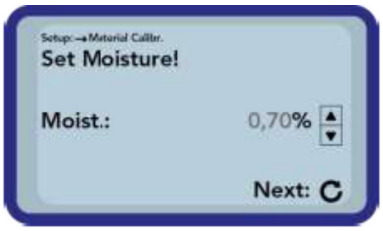
1-Punkt-Kalibrierung:

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.

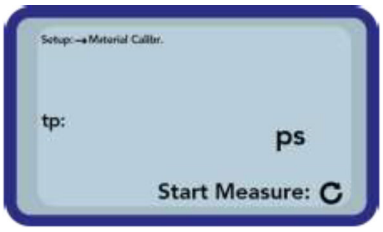
Um eine 1-Punkt Materialkalibrierung durchzuführen wird eine Probe des zu vermessenden Materials benötigt. Der Feuchtewerte muss mit einem anderen Laborverfahren (z.B. Trocknungswaage, Darren) vor der Kalibrierung bestimmen werden.

1. Mit den Navigationstasten den zu überschreibenden Kalibrierspeicher (01 – 15) einstellen
   ↳
   

2. Entertaste betätigen
   ↳ die Einstellung wird übernommen

3. Mit den Navigationstasten die prozentuale Feuchte einstellen
   ↳


4. Entertaste betätigen
   ↳ die Einstellung wird übernommen
5. Erneut die Entertaste betätigen
   ↳ die Vermessung des Materials wird gestartet



   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.

6. Anschließend kann die Kalibrierung unter dem zu Beginn eingestellten Speicher abgelegt werden ("Speichern“).
   ↳

7. Entertaste betätigen
   ↳ Der ausgewählte Speicher wird überschrieben.
   Um anschließend nachvollziehen zu können, welcher Speicher überschrieben wurde, wird der Originalname beibehalten, aber ein „OWN:“ vorangestellt.

HINWEIS

Wenn zum Abschluss der Kalibrierung „SPEICHERN“ auswählt wird, wird eine der voreingestellten (oder bereits geänderten) Kalibrierungen in der Sonde überschrieben!

- Die Original-Kalibrierungen können nur durch unsere Service Abteilung wiederhergestellt werden.

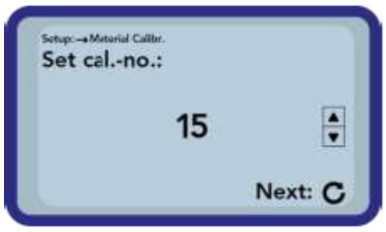
Sicherstellen, dass sich die Stäbe der Sonde vor dem Start der Messung vollständig in dem zu vermessenden Material befinden. Die Sonde muss während der gesamten Messzeit im Material verbleiben und sollte nicht bewegt werden.

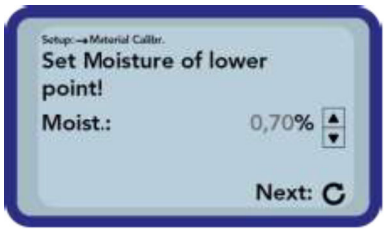
2-Punkt-Kalibrierung:

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

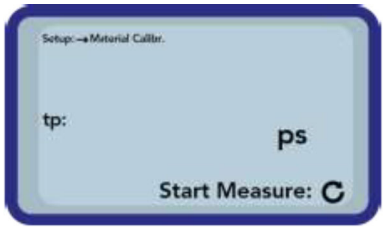
reicht die Geradengleichung vor allem im unteren Feuchtebereich oftmals aus und erzielt sehr gute Ergebnisse.

Um eine 2-Punkt Materialkalibrierung durchzuführen werden zwei Materialproben mit unterschiedlichen Feuchtewerten benötigt. Die Feuchtewerte sind mit einem anderen Laborverfahren (z.B. Trocknungswaage, Darren) vor der Kalibrierung zu bestimmen. Die Reihenfolge – "unterer Feuchtewert“ (trockeneres Material) und im Anschluss – "oberer Feuchtewert“ (feuchteres Material) ist einzuhalten.

1. Mit den Navigationstasten den zu überschreibenden Kalibrierspeicher (01 – 15) einstellen
   ↳
   

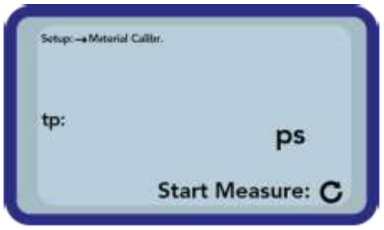
2. Entertaste betätigen
   ↳ die Einstellung wird übernommen
3. Mit den Navigationstasten die prozentuale Feuchte des unteren Feuchtewerts einstellen
   ↳
   

4. Entertaste betätigen
   ↳ die Einstellung wird übernommen
5. Erneut die Entertaste betätigen
   ↳ die Vermessung des Materials wird gestartet

   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.
6. Mit den Navigationstasten die prozentuale Feuchte des oberen Feuchtewerts einstellen
   ↳

7. Entertaste betätigen
   ↳ die Einstellung wird übernommen
8. Erneut die Entertaste betätigen
   ↳ die Vermessung des Materials wird gestartet



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.

9. Anschließend kann die Kalibrierung unter dem zu Beginn eingestellten Speicher abgelegt werden ("Speichern“).
   ↳

10. Entertaste betätigen
    ↳ Der ausgewählte Speicher wird überschrieben.
    Um anschließend nachvollziehen zu können, welcher Speicher überschrieben wurde, wird der Originalname beibehalten, aber ein „OWN:“ vorangestellt.

HINWEIS

Wenn zum Abschluss der Kalibrierung „SPEICHERN“ auswählt wird, wird eine der voreingestellten (oder bereits geänderten) Kalibrierungen in der Sonde überschrieben!

► Die Original-Kalibrierungen können nur durch unsere Service Abteilung wiederhergestellt werden.

Sicherstellen, dass sich die Stäbe der Sonde vor dem Start der Messung vollständig in dem zu vermessenden Material befinden. Die Sonde muss während der gesamten Messzeit im Material verbleiben und sollte nicht bewegt werden.

11.3.3 Sonde suchen

Diesen Menüpunkt auswählen falls:
- Kommunikationsprobleme mit der Sonde beim Einschalten des Handmessgeräts auftraten
- noch keine Sonde angeschlossen war
- die Sonde während des Betriebs gewechselt werden soll

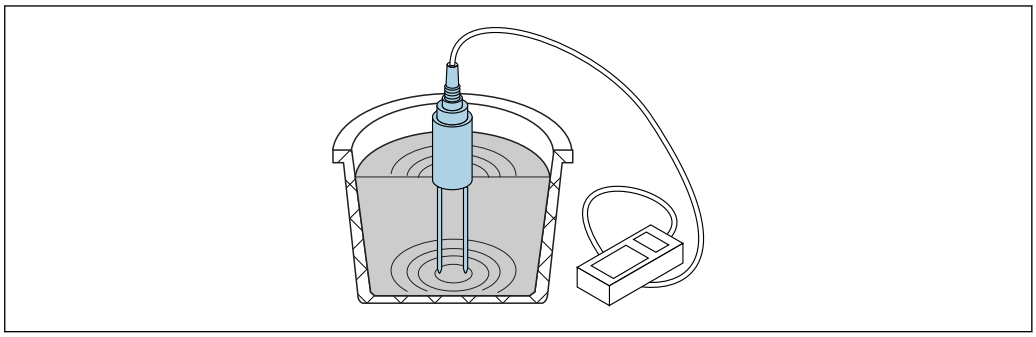
Nach Auswahl dieses Menüpunktes versucht das Handmessgerät erneut eine Verbindung mit einer angeschlossenen Sonde aufzubauen. Nach erfolgreicher Verbindung erscheint die Seriennummer der Sonde im Display. Sollte keine Verbindung möglich sein, wird "Keine Sonde gefunden“ im Display angezeigt.

Falls keine Verbindung zu Stande kommt, korrekten Anschluss der Sonde überprüfen. Sollte auch dies zu keiner Abhilfe führen, bitte an den Service wenden.

11.4 Handhabung der Sonde-S1

11.4.1 Messvolumen

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 Sonde-S1 beträgt 80 mm (3,15 in) (das 2-fache des Stababstandes).

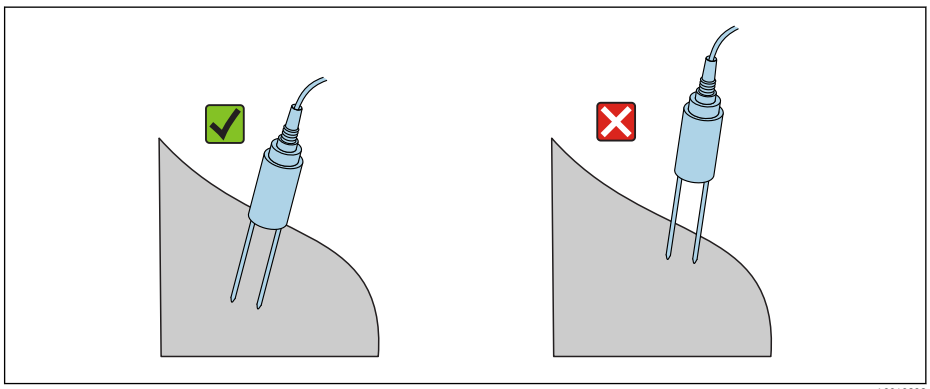


20 *Effektiv erfasstes Messvolumen (dargestellte Wellen)*

11.4.2 Messgenauigkeit

Empfohlene Vorgehensweise zur Erzielung bestmöglicher Messgenauigkeit mit der Sonde-S1

Messungen direkt im Sand- und Kieshaufen

1. Die Sonde bis zum blauen Sondenkörper in das zu messende Material einführen
   ↳


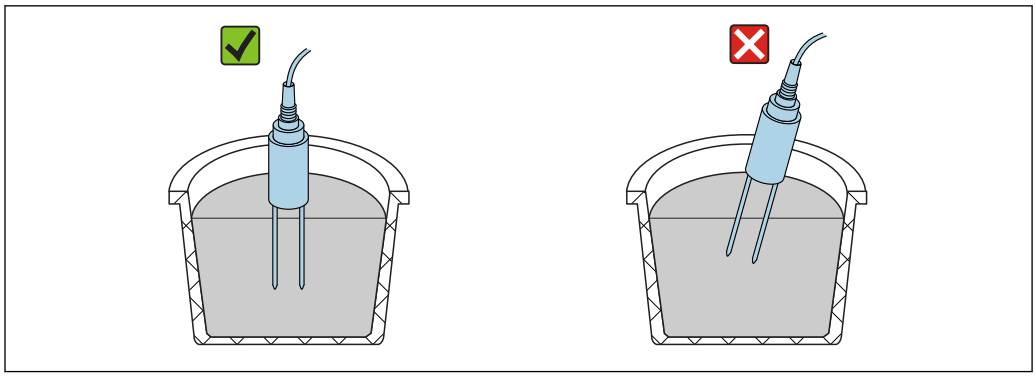
2. Betriebsmodus "Mittelwert" wählen
3. Messungen an unterschiedlichen Stellen vornehmen
   ↳ Somit erhält man einen repräsentativen Feuchtewert des Materials

Das Material ist bei längerer Trockenheit oberflächlich trockener, 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 sollten die Messungen an unterschiedlichen Stellen und Tiefen erfolgen.

Messungen von Laborproben im Eimer

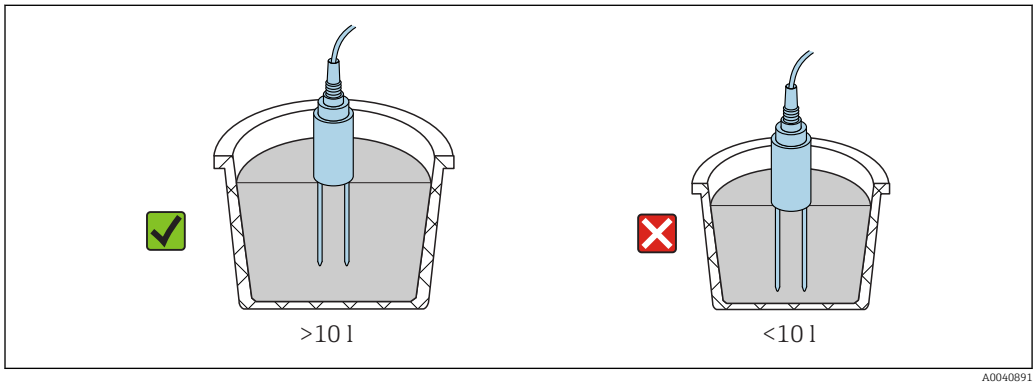
Folgende Voraussetzungen müssen erfüllt sein, um die bestmögliche Messgenauigkeit zu erzielen:

Die Sondenstäbe müssen sich in voller Länge im zu vermessenden Material befinden



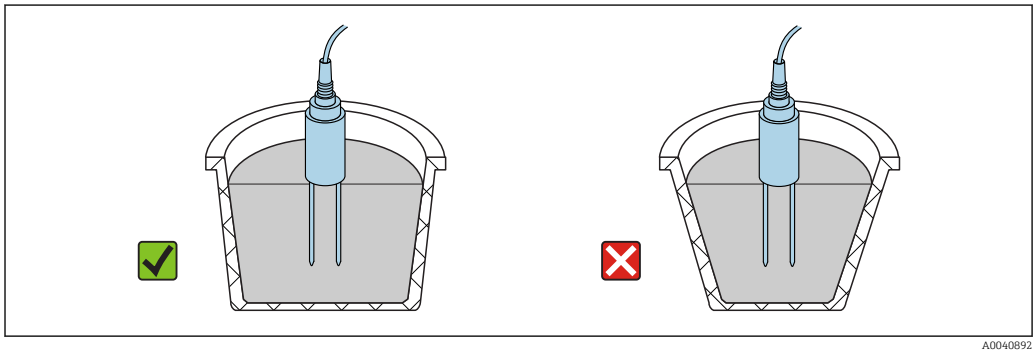
A0040890

Der Behälter muss ein Volumen von 10 l oder größer haben und nichtmetallisch sein



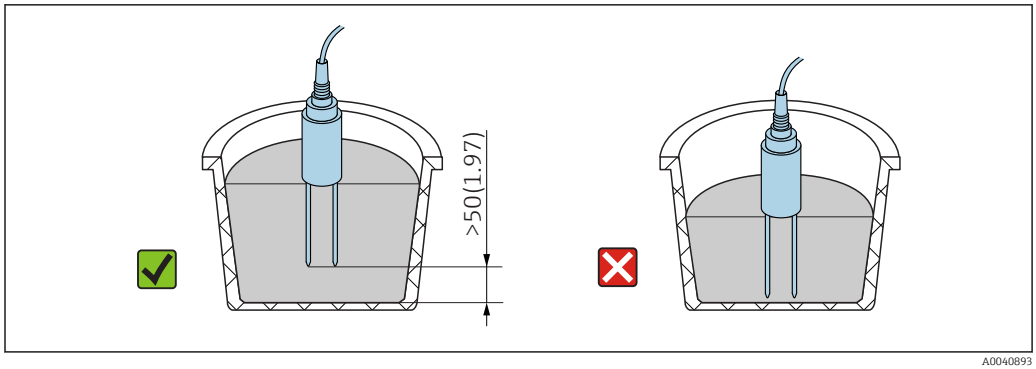
A0040891

Der Behälter sollte annähernd zylindrisch sein



A0040892

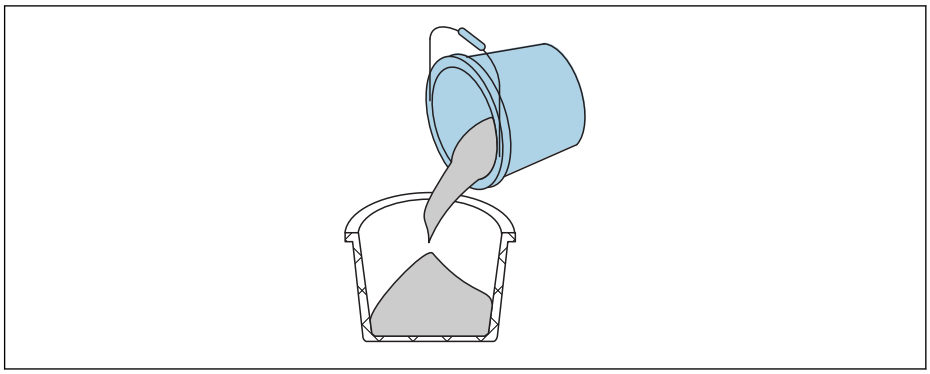
Die Füllhöhe im Behälter muss mindestens 5 cm größer sein als die Stablänge der Sonde



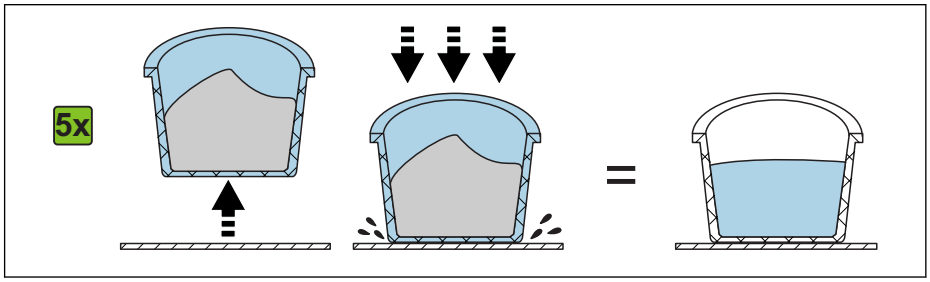
A0040893

Die Messungen entsprechend dem folgenden Ablauf durchführen:

1. Sand in den Messbehälter füllen

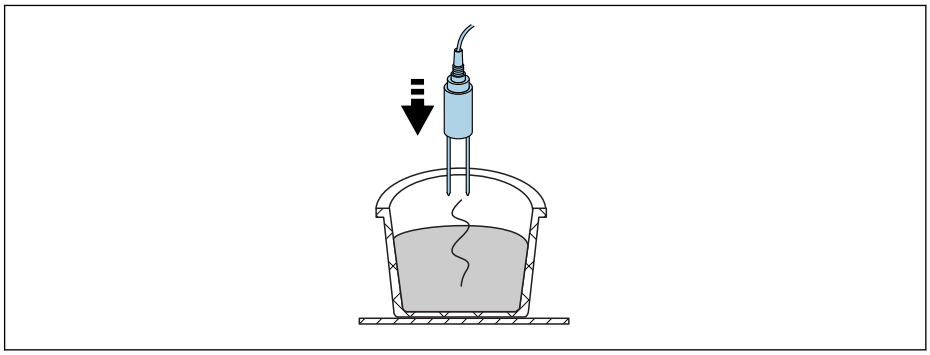

A0040894

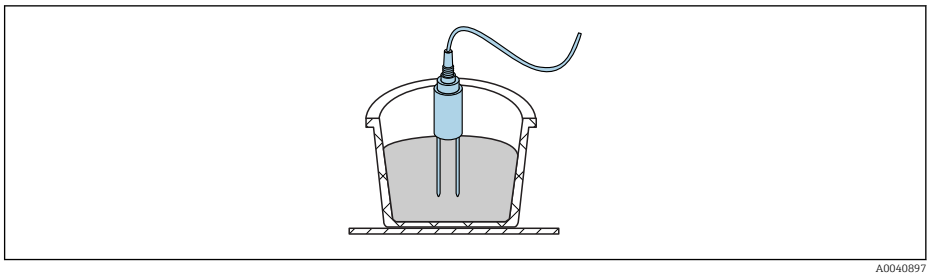
2. Behälter ca. 5 cm anheben und fallen lassen. Diese Prozedur fünf mal wiederholen (falls nötig auch öfter).
   ↳ Dadurch wird der Sand verdichtet.



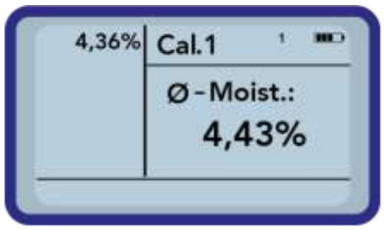
A0040895

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!). 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.

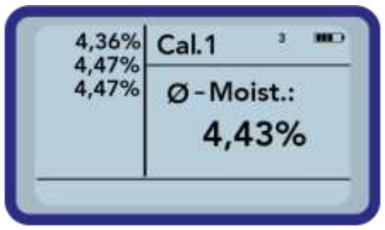

A0040896


A0040897

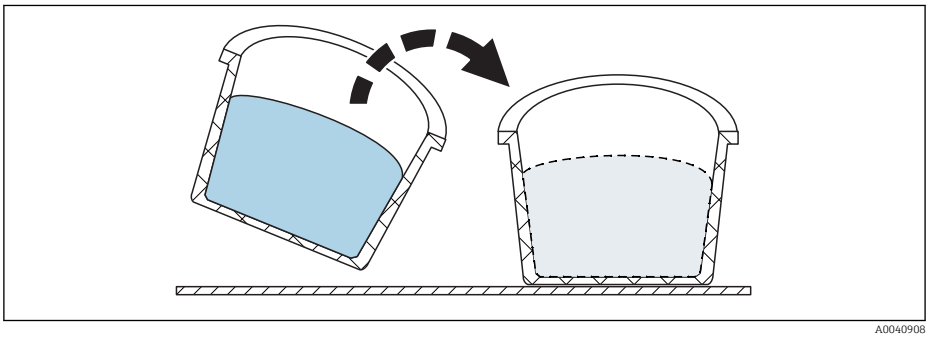
4. Messung mit dem Handmessgerät durchführen



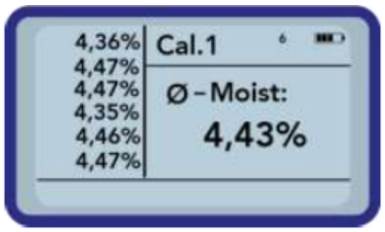
5. Die Sonde aus dem Sand entfernen und den Sand durch Rütteln erneut auflockern
6. Die Punkte 2. bis 4. zwei weitere Male wiederholen, so dass 3 Messwerte ermittelt wurden



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



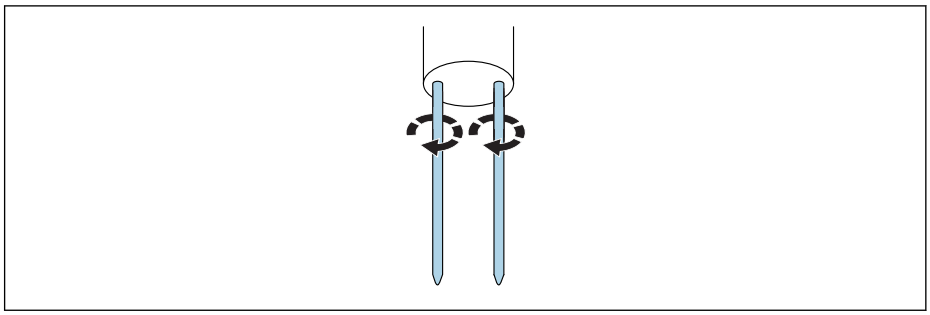
9. Den aus 6 Messungen ermittelten Mittelwert für die Dokumentation notieren

11.4.3 Austausch der Sondenstäbe

Die Sondenstäbe können bei der S1-Sonde nur vom Service ausgetauscht werden.

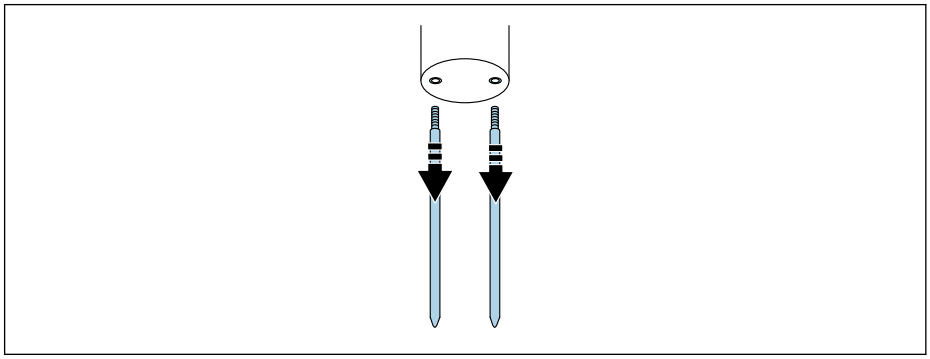
Bei der S1C-Sonde können die Stäbe wie folgt ausgetauscht werden:

1. Sondenstäbe aus dem Sondenkörper rausschrauben



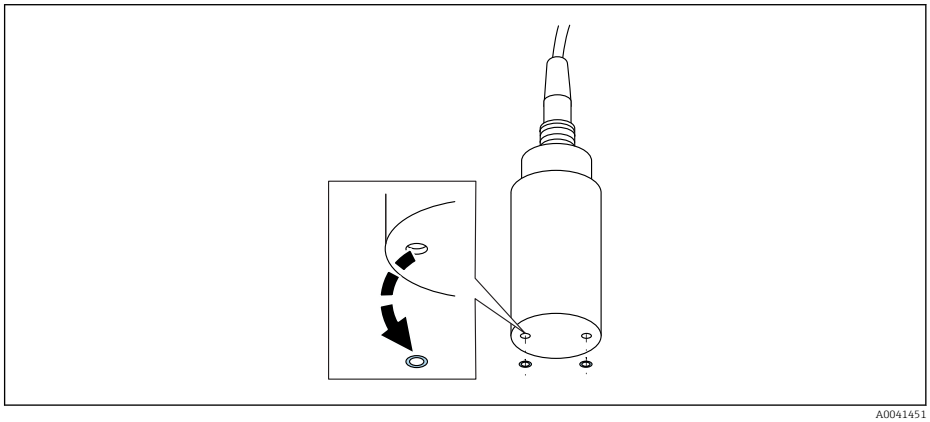
A0041449

2. Sondenstäbe entnehmen



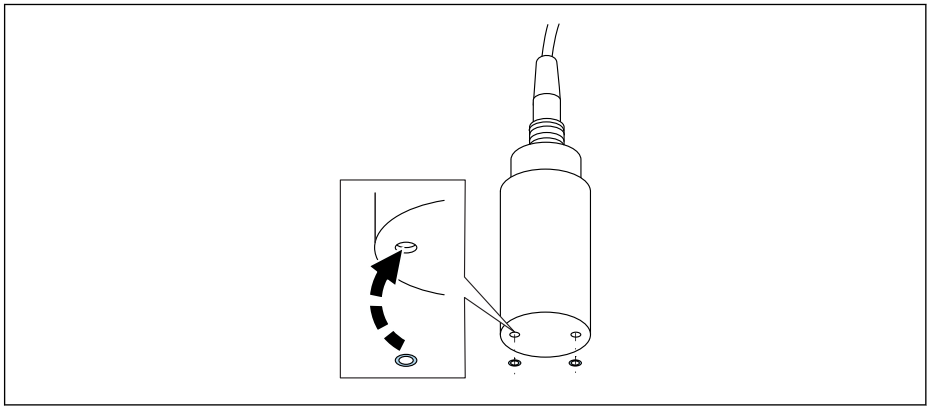
A0041450

3. Dichtungsringe entnehmen



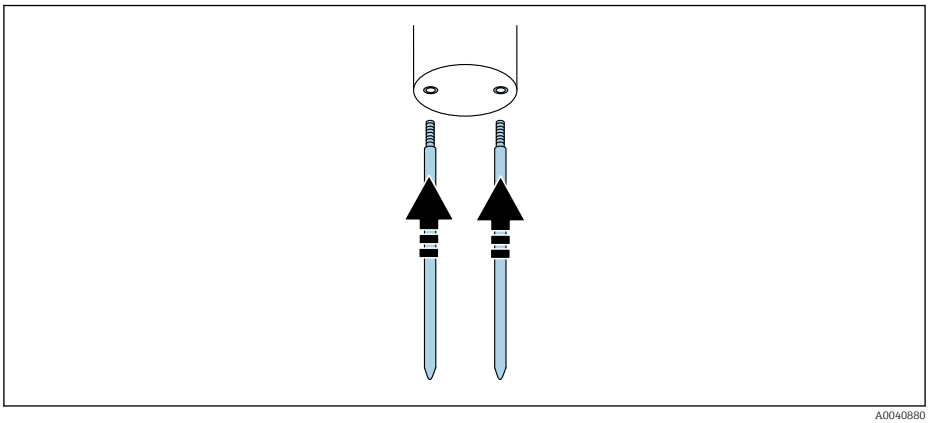
A0041451

4. Neue Dichtungsringe in die Bohrungen einsetzen und bis zum Gewinde schieben



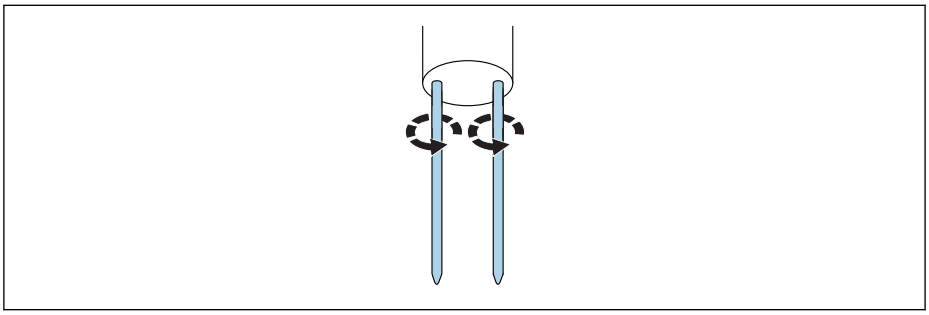
A0040879

5. Sondenstäbe einsetzen



A0040880

6. Sondenstäbe in den Sondenkörper einschrauben



A0041452

12 Technische Daten

12.1 Handmessgerät

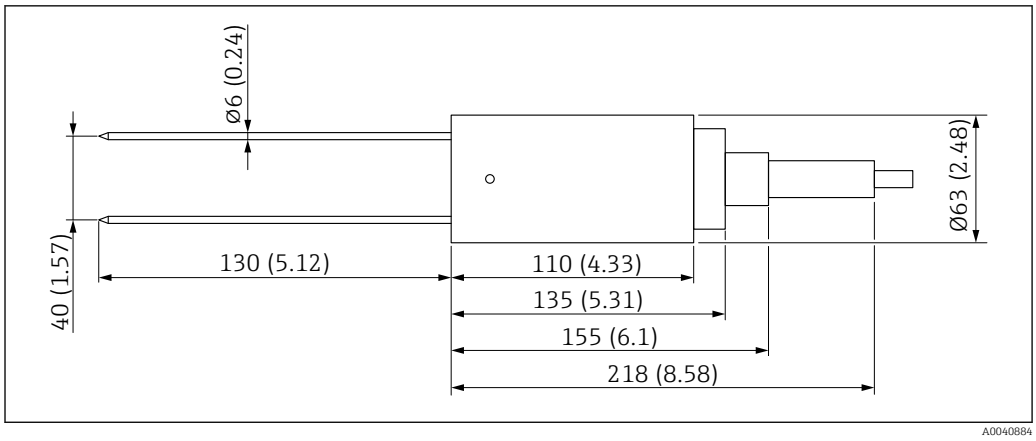
- Höhe: 36 mm
- Breite: 64 mm
- Länge: 150 mm
- Gewicht: (mit Akku) ca. 437 g
- Stromverbrauch:
  - Power Down: 35 µA
  - Leerlauf:
    - Hintergrundbeleuchtung aus: 26 mA
    - Hintergrundbeleuchtung an: 56 mA
  - Sonde eingeschaltet: 100 mA
  - Messung: 350 mA
- Messungen pro Ladung: bis ca. 5000 (20 °C / Hintergrundbeleuchtung max.)
- Anschließbare Sonden: Sonde-SWZ, S1, S1C, S2
- Lagertemperatur: −20 … +70 °C (−4 … +158 °F)
- Arbeitstemperatur: −20 … +70 °C (−4 … +158 °F)
- Ladetemperatur: 10 … 30 °C (50 … 86 °F)
- Ladespannung: Nom. 12 V, Max. 15 V, Min. 12 V
- Ladestrom: ca. 1 A
- Ladezeit: bei vollständig entladenem Akku ca. 2h
- Akkumulator: Ni-MH (4 × 1,2 V) (AA), 2 000 mA/h, >1000 Messungen
- Physischer BUS: RS485
- Bus-Protokoll: IMP-BUS-Protokoll II

12.2 Sonde-SWZ

- Spannungsversorgung: 12 … 24 V_{DC}
- Stromaufnahme: 150 mA @ 12 V_{DC} während 2 … 3 s Messzykluszeit
- Messbereich: 0 … 100 % vol. Wassergehalt
- Wiederholgenauigkeit Wassergehaltsmessung (bei ruhender Sonde im Beton): ±2 l/m³
- Absolutgenauigkeit: ±3 % von der Wassermenge
- Leitfähigkeitsbereich: 0 … 20 dS/m
- Messvolumen: 0,5 l
- Temperaturbereich Sonde: 0 … 50 °C (32 … 122 °F)
- Kalibrierung:
  - Kalibrierungen für Frischbeton vorinstalliert
  - Eigene Kalibrierungen möglich
  - Speichermöglichkeit von bis zu 15 Kalibrierkurven
- Schutzart: IP68
- Maße: 155 mm × 60 mm
- Schnittstellen: 1,5 m Kabel mit 7-pol Kupplungsdose

12.3 Sonde-S1

Zur Feuchtemessung von Schüttgütern wie z.B. Sand und Kies
- Sensor mit integrierter TDR-Elektronik
- Schraubgewinde: M28 × 1,5 (kabelseitig)



- Spannungsversorgung: 12 … 24 V_{DC}
- Stromaufnahme: 100 mA @ 12 V_{DC} während 2 … 3 s Messzykluszeit
- Messbereich: 0 … 25 % vol. Wassergehalt
- Genauigkeit: bis zu ±0,2 % abs vol. Wassergehalt
- Leitfähigkeitsbereich: 0 … 1 dS/m
- Wiederholgenauigkeit: ±0,3 %
- Temperaturdrift: ±0,3 %
- Messvolumen: 1 l entspricht Ø 130 mm × 100 mm
- Temperaturbereich Sonde: −15 … 50 °C (5 … 122 °F)
- Kalibrierung: Kalibrierungen für Sande, Kies und Split vorinstalliert
  - Eigene Kalibrierungen möglich
  - Speichermöglichkeit von bis zu 15 Kalibrierkurven
  - Kalibrierkurve für die Dielektrizitätskonstante möglich
- Schutzart: IP68 (PVC)
- Maße: 155 mm × 63 mm
- Stablänge: 130 mm
- Stab Ø: 6 mm
- Schnittstellen: 1,5 m Kabel mit 7-pol Kupplungsdose

www.addresses.endress.com

Endress+Hauser

People for Process Automation