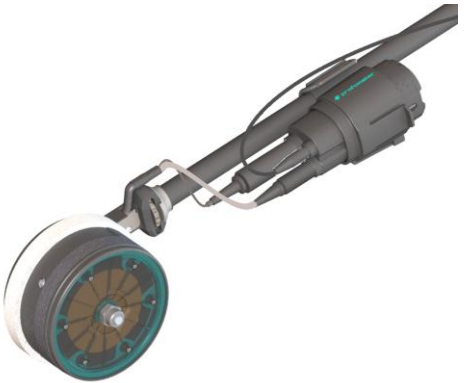
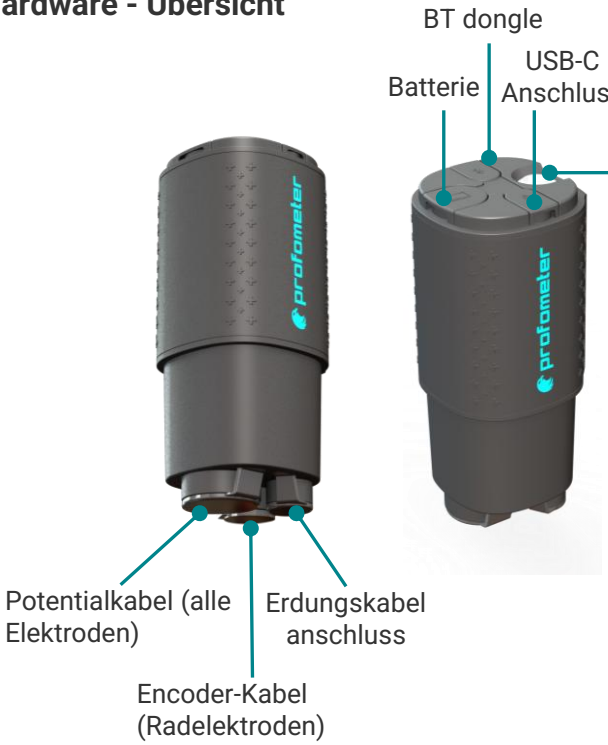
profometer

# PM8500



## Schnellübersicht

# Hardware - Übersicht



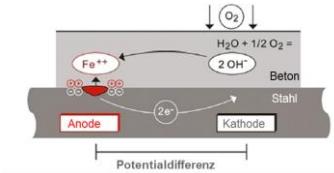

| Gerät EIN/AUS | |
|---|---|
| **Mittlerer Druck** (3s) | Einschalten |
| **Mittlerer Druck** (3s) | Ausschalten |
| **Entfernen der Batterie** | Gerät neu starten |

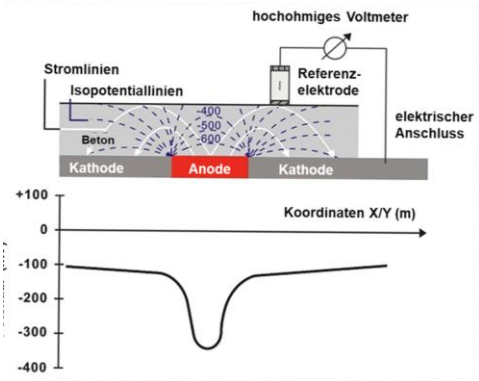
# LED - Verhalten

| LED behaviour | |
|---|---|
| **Batteriestatus –** Beim Einschalten des Geräts | Grün: einmaliges schnelles Blinzeln: >20% |
| | Rot: einmaliges schnelles Blinzeln: <20% |
| **Einschalten,** Warten auf Bluetooth-Verbindung | Konstant grün |
| **Verbunden. Review-Modus**<br>• Unterbrochen<br>• Angehalten | Konstant blau |
| **Während der Messung** (Stab/Räder) | Blau blinkend |
| **Ausschalten** | Keine Veränderung der LED während der ersten 1 Sekunde, dann 1 Sekunde lang roter Dauerlicht-Countdown |
| **Fehler** | |
| Gerät im Bootloader-Modus | Rot-grün abwechselnd blinkend |

# Messprinzip

## Potenzialfeld-messung




- Unter normalen Bedingungen wird Bewehrungsstahl durch eine dünne, passive Schicht aus hydratisiertem Eisenoxid vor Korrosion geschützt.
- Dieser Passivfilm wird durch die Reaktion des Betons mit Kohlendioxid aus der Luft (CO2, Karbonatisierung) oder durch das Eindringen von stahlaggressiven Substanzen, insbesondere Chloriden, zersetzt.
- An der Anode werden Eisenionen (Fe++) gelöst und Elektronen freigesetzt. Diese Elektronen wandern durch den Stahl zur Kathode, wo sie mit dem allgemein verfügbaren Wasser und Sauerstoff Hydroxid (OH-) bilden. Dieses Prinzip erzeugt eine Potentialdifferenz, die mit der Halbzellenmethode gemessen werden kann.
- Die Grundidee der Potenzialmessung besteht darin, die Potenziale an der Betonoberfläche zu messen. Zu diesem Zweck wird eine Cu/CuSO4-Referenzelektrode (mit bekanntem Potenzial) über ein hochohmiges Voltmeter mit der Stahlbewehrung verbunden und in einem Raster über die Betonoberfläche bewegt.

# Typische Referenzwerte

## Potenzialfeld-messung

- Typische Größenordnungen (nur zur Information) für das Halbzellenpotenzial von Stahl in Beton, gemessen gegenüber einer Cu/CuSO4-Referenzelektrode, liegen im folgenden Bereich (RILEM TC 154-EMC)

| RILEM TC 154-EMC | |
|---|---|
| Wassersättigter Beton ohne O2 | -1000 bis -900 mV |
| Feuchter, mit Chlorid kontaminierter Beton | -600 bis -400 mV |
| Feuchter, chloridfreier Beton | -200 bis +100 mV |
| Feuchter, karbonatisierter Beton | -400 bis +100 mV |
| Trockener, karbonatisierter Beton | 0 bis +200 mV |
| Trockener, nicht karbonatisierter Beton | 0 bis +200 mV |

- Die Korrosionswahrscheinlichkeit steigt bei niedrigen (negativen) Potentialen. An Stellen, an denen ein negatives Potential von zunehmend positiven Potentialen umgeben ist, ist mit aktiver Korrosion zu rechnen. D. h. Standorte mit einem positiven Potenzialgradienten. Potentialunterschiede von etwa +100 mV innerhalb einer Entfernung von 1 m können zusammen mit negativen Potentialen ein deutlicher Hinweis auf aktive Korrosion sein.
- Der tatsächliche potenzielle Absolutwert (Korrosionsschwelle) kann bei verschiedenen Strukturen variieren.
- ASTM C 876-09 schlägt zwei verschiedene Schwellenwerte vor:

| ASTM C 876-09 | |
|---|---|
| 90 % Korrosionswahrscheinlichkeit | < -350mV |
| Unsicher | -350 bis -200 mV |
| 90 % Wahrscheinlichkeit, dass keine Korrosion auftritt | > -200mV |

# Einflussfaktoren

profometer

## Potenzialfeld-messung

**Feuchtigkeit**
Feuchtigkeit hat einen großen Einfluss auf das gemessene Potenzial, was zu negativeren Werten führt.

**Betondeckung**
Das Potenzial wird mit zunehmender Betondeckung positiver.
Eine sehr geringe Betondeckung kann zu negativeren Potenzialen führen, was auf ein hohes Maß an Korrosion hindeuten würde.

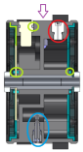
**Elektrischer Widerstand**
Eine niedrige elektrische Widerstandsfähigkeit führt zu negativeren Potentialen und die Potentialgradienten werden flacher – ein grobes Gitter ist erforderlich.
Eine hohe elektrische Widerstandsfähigkeit führt zu positiveren Potentialen und die Potentialgradienten werden steiler – ein feines Gitter ist erforderlich..

**Temperatur**
Hohe Temperaturen führen zu einer geringeren Widerstandsfähigkeit von Beton, niedrige Temperaturen zu einer höheren Widerstandsfähigkeit von Beton.

**Sauerstoffgehalt**
Mit abnehmender Sauerstoffkonzentration und steigendem pH-Wert an einer Stahloberfläche wird ihr Potenzial negativer.

# Vorbereitung

## Elektroden



**Stabelektrode:** Entfernen Sie die Kappe mit dem Holzstopfen und legen Sie sie etwa eine Stunde lang in Wasser ein, damit das Holz sich vollsaugen und aufquellen kann.

**Radelektrode:** Der Holzstopfen darf nicht entfernt werden. Tauchen Sie das Rad eine Stunde lang in Wasser ein, damit das Wasser in den Stopfen eindringen kann. Nur die Räder sollten eingetaucht werden, entfernen Sie sie daher bitte vor dem Einweichen von der Teleskopstange.

Die Filzringe und der Filzringverbinder müssen vor der Messung gesättigt werden. Bei normalem Gebrauch befindet sich der dünne Filz auf der Seite des Holzstopfens.

## Kupfersulfat*

Prepare the saturated solution by mixing **40 units by weight of copper sulphate with 100 units by weight of distilled water**. Add an additional teaspoon of copper sulphate crystals into the electrode.

The electrode should be filled as completely as possible with a **minimum of air** in the compartment. This ensures that the solution is in contact with the wooden plug even when measuring in an upwards direction.

## Mit Bewehrungsstahl verbinden

Das Erdungskabel muss an die Bewehrung angeschlossen werden. Die Verbindung sollte mit möglichst geringem Widerstand hergestellt werden. Die Verbindung sollte auf Durchgang geprüft werden. Dazu muss mindestens ein weiterer Punkt der Armierung freigelegt werden, um den Widerstand zwischen den beiden Punkten mit einem Ohmmeter zu messen – dieser darf nicht mehr als 1 Ω über dem Widerstand des verwendeten Kabels liegen.
Eine sichere Verbindung kann auch hergestellt werden, indem man ein 25-mm-Loch in den Beton über der Bewehrung bohrt, dann ein 4-mm-Loch in die Bewehrung bohrt und eine selbstschneidende Schraube mit angebrachtem Kabel in das Loch im Stahl einführt.

*Beachten Sie beim Umgang mit Kupfersulfat unbedingt die Sicherheitshinweise auf der Verpackung

## Beschichtete Oberflächen

Es ist nicht möglich, eine Messung durch eine elektrisch isolierende Beschichtung (z. B. eine Epoxidharzbeschichtung, Dichtungsfolien oder Asphaltschichten) hindurch durchzuführen.

Es ist möglich, Messungen durch dünne Dispersionsbeschichtungen hindurch durchzuführen, dies kann jedoch zu einer geringfügigen Verschiebung der Potentiale führen. Zu diesem Zweck sollten die Potentiale an mehreren Stellen gemessen werden.

- zunächst durch die Beschichtung und
- nach dem Entfernen der Beschichtung

Wenn keine Veränderung des Potentials vorliegt oder wenn eine Verschiebung des Potentials durch eine Korrektur ausgeglichen werden kann (z. B. ΔV = ± 50 mV), kann die Messung direkt auf der Beschichtung durchgeführt werden. Ist dies nicht der Fall, muss die Beschichtung vor der Messung entfernt werden.

## Vorbefeuchtung

Wenn die Betonoberfläche trocken ist, kann dies den elektrischen Widerstand des Betons erheblich erhöhen. Es wird daher empfohlen, die Oberfläche etwa 10 bis 20 Minuten vor der Messung anzufeuchten.

Ist dies nicht möglich, muss sichergestellt werden, dass der Schwamm an der Stab-Elektrode oder die Filzringe an der Rad-Elektrode ausreichend befeuchtet sind. In diesem Fall muss die Sonde bei der Messung so lange an die Oberfläche gehalten werden, bis ein stabiler Endwert erreicht ist. Dies ist nur mit der Stab-Elektrode möglich.

Bei der Radelektrode mit ihrer kontinuierlichen automatischen Messung ist es nicht möglich zu überwachen, ob der Messwert stabil ist oder nicht. Daher wird empfohlen, die Oberfläche abschnittsweise vorzufeuchten und in Intervallen von einigen Minuten zu messen.

# Wartung und Reinigung

Um konsistente, zuverlässige und genaue Messungen zu gewährleisten, sollte das Gerät jährlich kalibriert werden. Der Kunde kann jedoch das Wartungsintervall auf Grundlage seiner eigenen Erfahrungen und der Nutzung festlegen.

- Tauchen Sie das Gerät nicht in Wasser oder andere Flüssigkeiten.
- Halten Sie das Gehäuse stets sauber.
- Wischen Sie Schmutz mit einem feuchten, weichen Tuch ab.
- Verwenden Sie keine Reinigungsmittel oder Lösungsmittel.
- Öffnen Sie das Gehäuse des Geräts nicht selbst.

## Stabelektrode

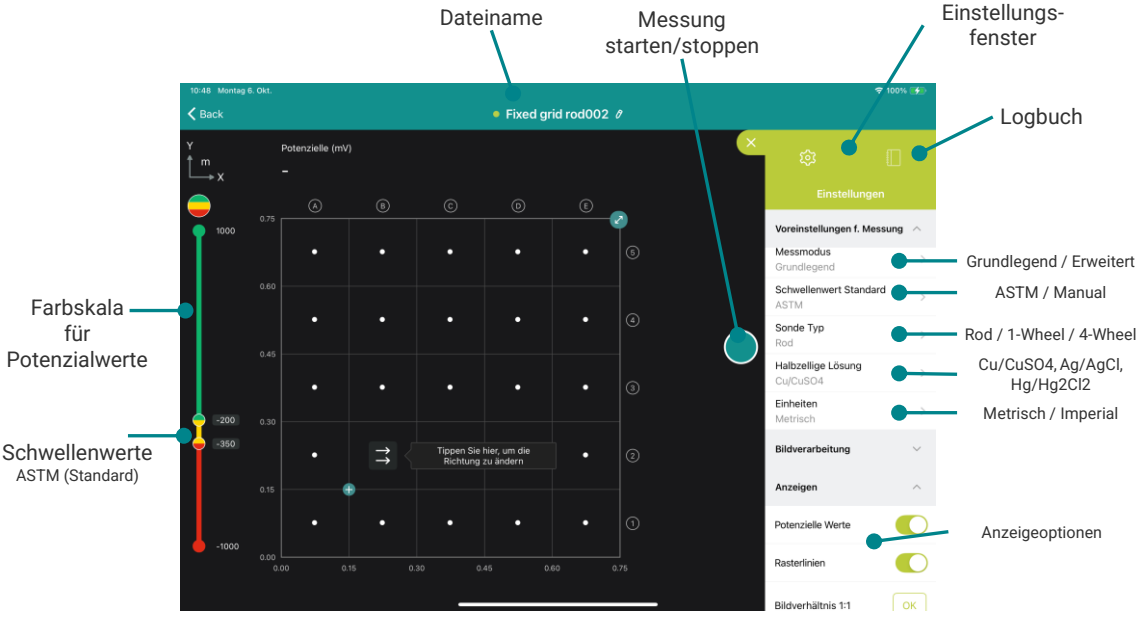
- Schrauben Sie die beiden Verschlusskappen ab, waschen Sie das Produkt mit Wasser aus und reinigen Sie die Innenseite der Tube sorgfältig.
- Reinigen Sie den Kupferstab mit Schmirgelleinen.
- Die Elektrode mit Kupfersulfat auffüllen.

## Radelektrode

- Entfernen Sie die Filzringe und waschen sie in lauwarmem Wasser.
- Entfernen Sie die Kunststoff-Füllschraube und gießen Sie die Kupfersulfatlösung in einen Behälter. (Dieser kann wiederverwendet werden.)
- Mehrmals mit Wasser ausspülen.
- 1 Teil Zitronensäure in 10 Teilen heißem Wasser auflösen und das Rad zur Hälfte füllen.
- Ersetzen Sie die Füllschraube.
- 6 Stunden lang stehen lassen, dabei gelegentlich schütteln.
- Gießen Sie die Zitronensäurelösung aus (es ist kein spezielles Entsorgungsverfahren erforderlich) und spülen Sie mehrmals mit Wasser nach.
- Die Elektrode mit Kupfersulfat auffüllen.
- Ersetzen Sie die Filzringe. Der Filzringverbinder muss zwischen der Befeuchtungsdüse und dem Holzstopfen der Radelektrode angebracht sein.
- Wenn Sie die Radelektrode nicht benutzen, bewahren Sie sie mit dem Holzstopfen nach oben auf.

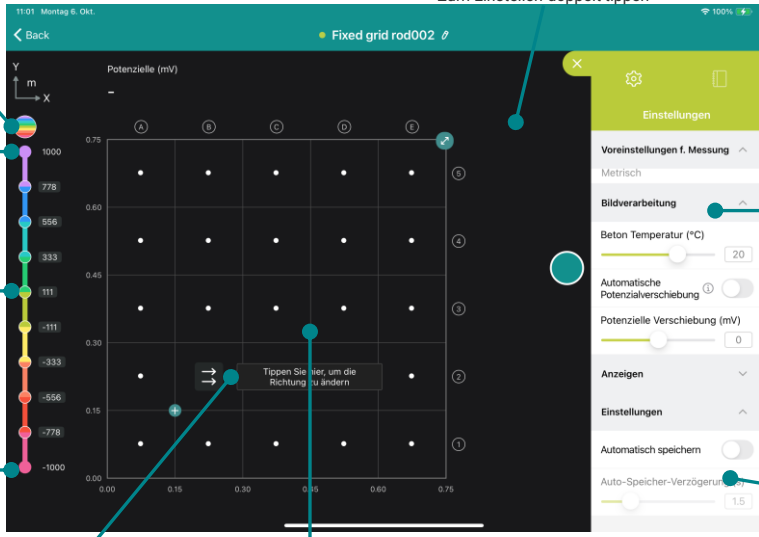
# Einstellungen – Stabelektrode Grundlegend

profometer



# Einstellungen – Stabelektrode Erweitert

profometer




Rastergrenzen erweitern
Zum Einstellen ziehen – oder
Zum Einstellen doppelt tippen

Farbpalette ändern

Max. Potenzial:
Zum Einstellen antippen

Schwellenwerte:
Tippen oder ziehen, um einzustellen

Min. Potenzial:
Zum Einstellen antippen

Eine Potenzialkorrektur für die Betontemperatur anwenden
Auto / Manual

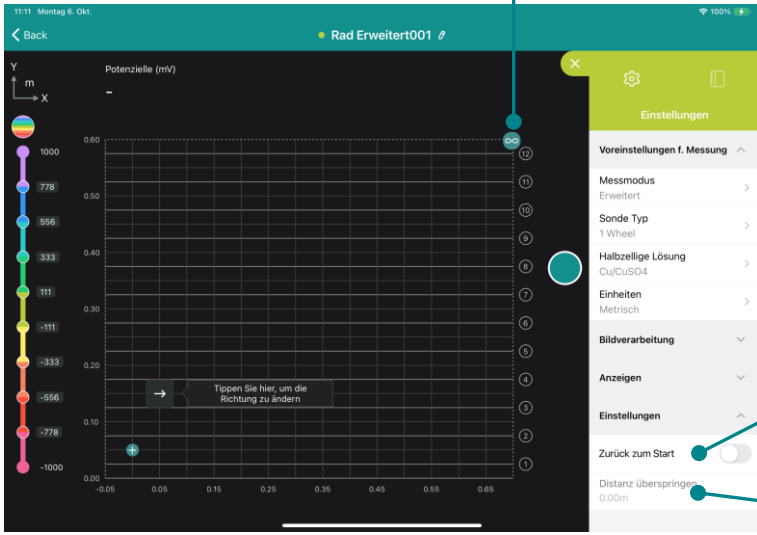
Zeit für die automatische Speicherung des Potenzialwertes mit der Stabelektrode einstellen

Dimensionen der Zelle definieren

Messrichtung ändern

# Einstellungen – Radelektrode Erweitert

Langes Drücken umschaltet zwischen festem und flexiblem Raster




Entweder für jede neue Zeile zum Anfang zurückkehren oder in einem S-Muster messen

Sprungweite einstellen (Nur Messmodus)

# Scannen – Messbildschirm

# Flexibilität beim Scannen

profometer

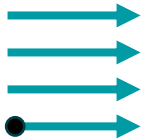
| Funktion | Kommentare |
|---|---|
| Mit einem festen oder flexiblen Raster scannen | Das flexible Raster wird beim Scannen nach Bedarf erweitert. |
| Horizontal oder vertikal scannen | |
| Vorwärts- oder Negativ scannen | |
| Für jede neue Zeile zum Anfang zurückkehren oder in einem S-Muster scannen | Wechseln Sie während eines Scans zwischen „Zurück zum Start“ und „S-Muster“. |
| Wählen Sie eine beliebige Zelle aus und setzen Sie das Scannen von dort aus fort. | Kann zum Ausfüllen fehlender Zellen oder zum Überschreiben vorhandener Daten verwendet werden. (Nur flexible Raster) |
| Starten Sie einen Scan von jeder Ecke aus. | Ermöglicht durch die Möglichkeit, eine beliebige Zelle auszuwählen und von dort aus in positiver oder negativer Richtung zu scannen. (Nur flexible Raster) |
| Zoomstufe während des Scannens einstellen und beibehalten | |
| Eine voreingestellte Entfernung überspringen | |
| Öffnen Sie einen früheren Scan und setzen Sie den Scanvorgang ab einer beliebigen Zelle fort. | |

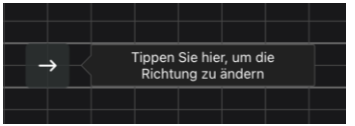
# Scanmuster einstellen

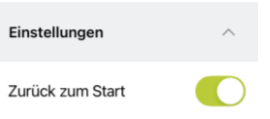
Legen Sie das Scanmuster mit einer Kombination dieser beiden Einstellungen fest.

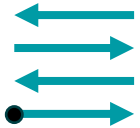
# Scan-Muster

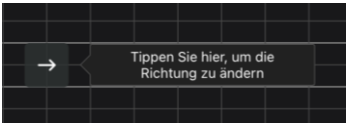
profometer

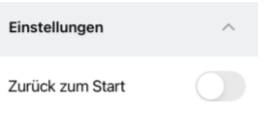


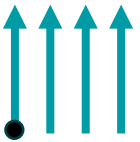


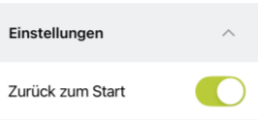



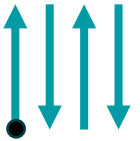



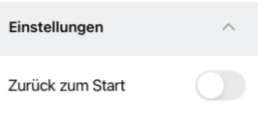


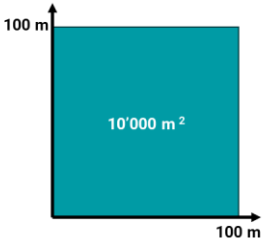







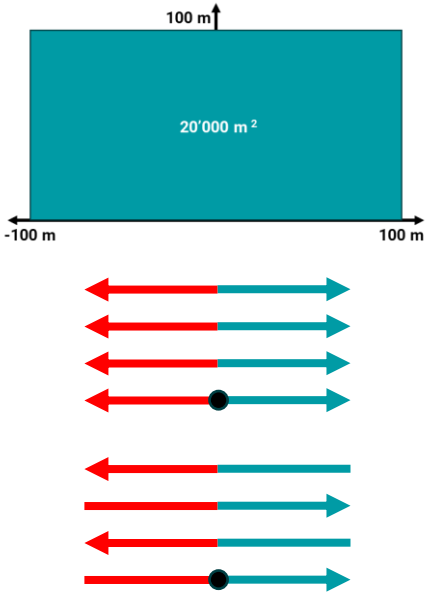
# Scan-Grenzen – Festes Raster



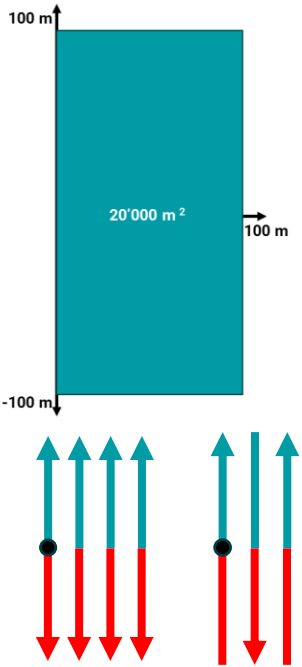
Horizontales Scanmuster

Vertikales Scanmuster

# Scan-Grenzen – Flexibles Raster



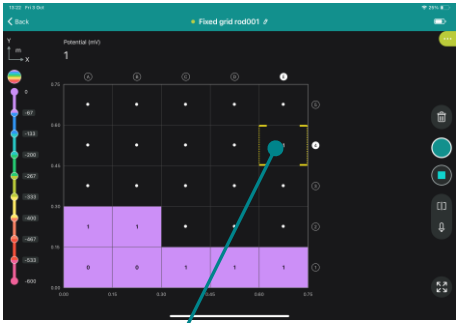

Horizontales Scanmuster



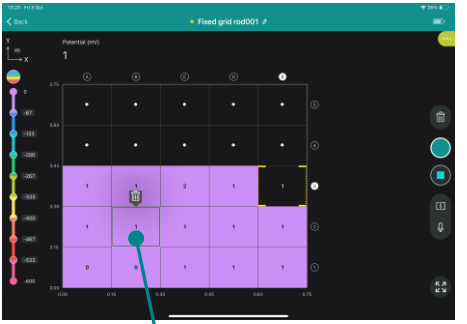

Vertikales Scanmuster

# Scannen mit dem festen Raster

- Wählen Sie das Scanmuster
- Beim Speichern einer Messung wird die nächste durch das Scanmuster definierte Zelle zur aktiven Zelle.
- Tippen Sie zweimal auf eine freie Zelle (keine Daten gespeichert), um diese Zelle zu aktivieren.
- Drücken Sie lange auf eine beliebige Zelle mit Daten, um den Inhalt der Zelle zu löschen.
- Easy Skip (Distanz überspringen) kann auch im festen Raster verwendet werden.



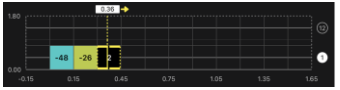

Tippen Sie zweimal auf eine beliebige leere Zelle, um sie zur aktiven Zelle zu machen.



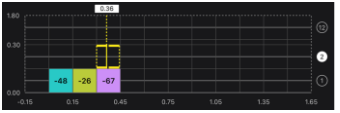

Drücken Sie lange auf eine beliebige Zelle, um den Inhalt zu löschen.

# Flexibles Scannen – Fortsetzen von jeder Zelle aus

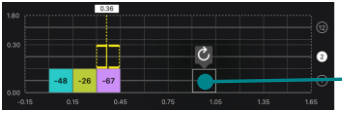
- Das flexible Raster ermöglicht es dem Benutzer, von jeder Zelle aus zu scannen.
- Es ist auch möglich, einen gespeicherten Scan zu öffnen und von jeder Zelle aus zu scannen.
- Die ausgewählte Zelle kann eine leere Zelle sein – z. B. um Hindernissen auszuweichen oder um unregelmäßig geformte Scans zu verarbeiten.
- Die ausgewählte Zelle kann eine Zelle sein, die bereits Daten enthält – in diesem Fall werden die Daten, während das Scannen fortgesetzt wird, überschrieben.



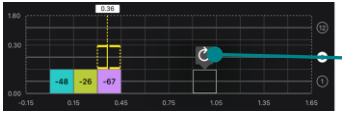
**Laufendes Scannen**



**Schritt 1**
Scannen stoppen
Aktive Zelle springt zur nächsten Zeile

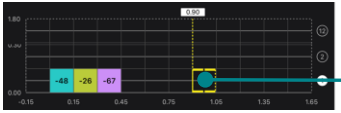


**Schritt 2**
Drücken Sie lange auf die Zelle, zu der Sie springen möchten, und lassen Sie sie los.
.

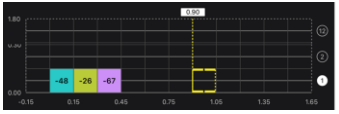


**Schritt 3**
Tippen Sie auf das Symbol „Fortsetzen“, um diese Zelle zur aktiven Zelle zu machen.

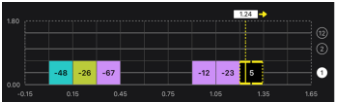
# Fortsetzen von jeder Zelle aus - Fortsetzung



Die ausgewählte Zelle ist nun die aktive Zelle.



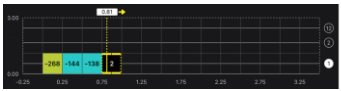
**Schritt 4**
Scannen fortsetzen



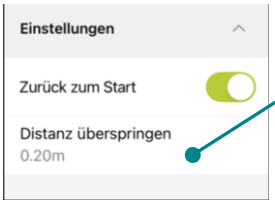
**Schritt 5**
Weiter scannen

# Flexibles Scannen – Easy skip (Distanz überspringen)

- Mit „Easy Skip“ kann der Benutzer eine Überspringdistanz vordefinieren und diese Distanz beim Scannen schnell überspringen.
- Diese Funktion ist auch beim Scannen mit festem Raster verfügbar.
- Stellen Sie die Sprungweite in den „Einstellungen“ ein. Beachten Sie, dass dies nur während des Scannens eingestellt werden kann.
- Tippen Sie zweimal auf den Messbildschirm, um die voreingestellte Entfernung zu überspringen.
- Das Scannen wird gestoppt. Bewegen Sie die Radelektrode an die neue Position (z. B. hinter das Hindernis).
- Starten Sie das Scannen erneut und setzen Sie die Messung fort.



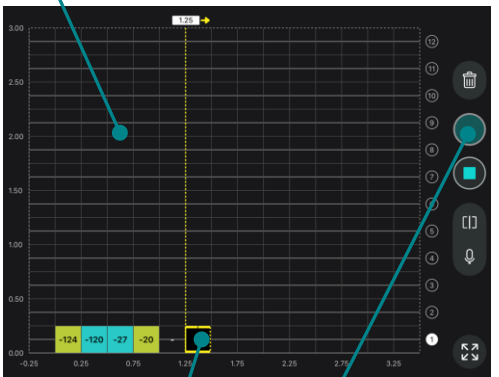
**Laufendes Scannen**




**Schritt 1**
Die Überspringdistanz einstellen

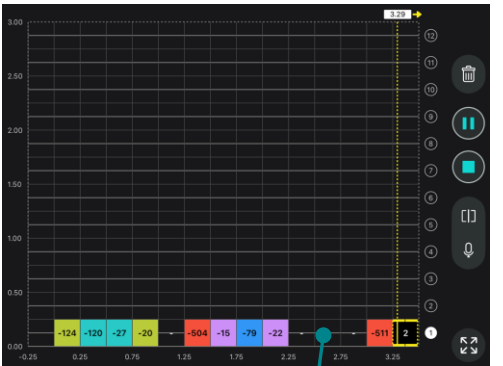
# Easy Skip - Fortsetzung

**Schritt 2**
Tippen Sie zweimal auf eine beliebige Stelle im Messraster, um die einfache Überspringfunktion zu aktivieren.




Die Messposition springt zur neuen Position, die durch den Sprungabstand definiert ist.

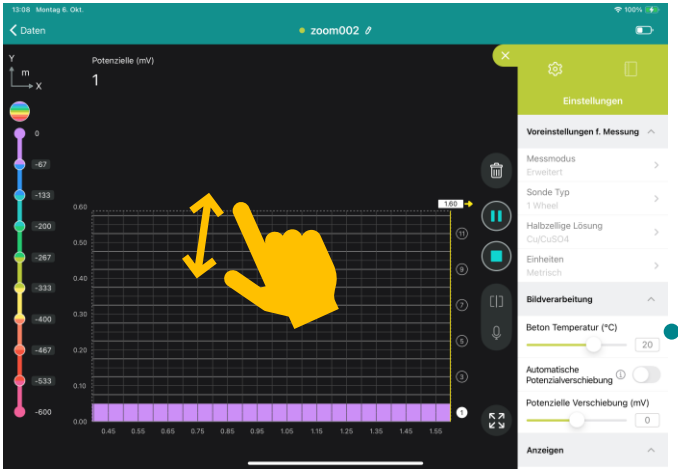
**Schritt 3**
Weiter Scannen




Tippen Sie mehrmals doppelt, ohne das Scannen neu zu starten, um die Überspringdistanz mehrmals zu aktivieren.

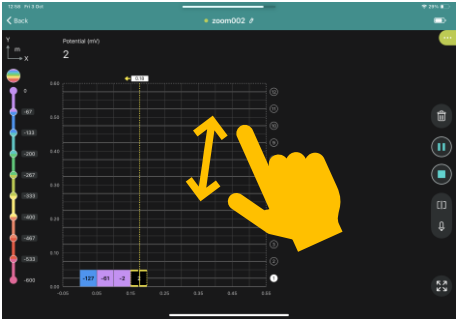
# Flexibles Scannen – Zoomen während des Scannens

- Der Zoomfaktor kann während des Scannens beliebig angepasst werden, indem Sie mit zwei Fingern im Messraster eine Kneifbewegung ausführen.
- Die neue Zoomstufe bleibt bis zur nächsten Anpassung erhalten.
- Wenn Sie über einen bestimmten Grad hinaus herauszoomen, können die Potenzialwerte nicht mehr angezeigt werden.
- Die 1:1-Anzeige kann jederzeit durch Antippen der Schaltfläche in den Einstellungen zurückgesetzt werden.

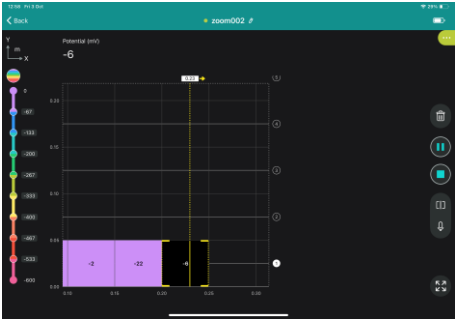


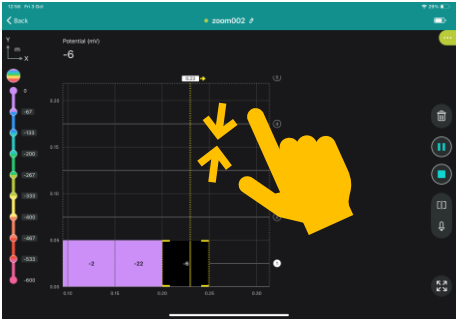

Tippen, um das Seitenverhältnis 1:1 wiederherzustellen

# Flexibles Scannen – Zoomen während des Scannens

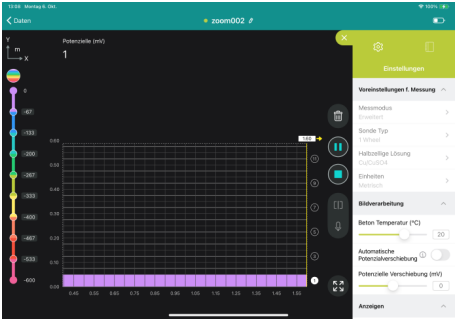



Vergrössern




Verkleinern



# Überprüfungsbildschirm

profometer

# Ansichtsmodus

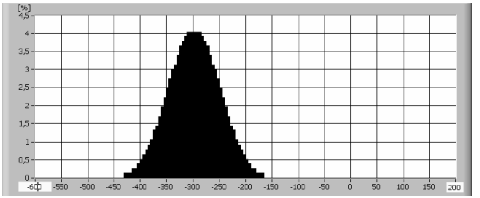
- Mit zwei Fingern nach unten wischen, um zwischen einer Ansicht und der nächsten zu wechseln

**Potenzial-Karte**

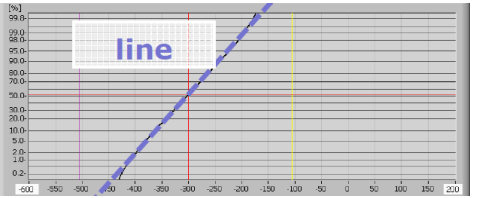
**Messstatistik**

**Betonabtragplan**

# Grundlagen der Korrosionsanalyse

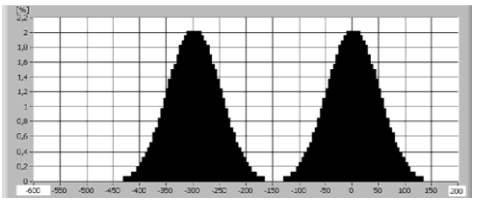


Häufigkeitsdiagramm

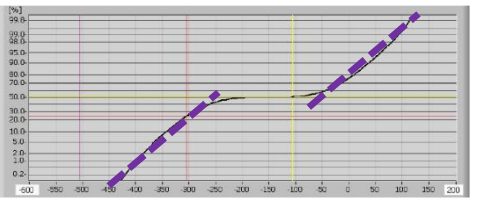



Summenhäufigskeitdiagramm

Wenn alle erfassten Messungen an korrodierendem Stahl vorgenommen worden wären, würden wir eine Normalverteilung erhalten, die um ein negatives Potenzial zentriert ist, und das kumulative Häufigkeitsdiagramm wäre eine gerade Linie.



Häufigkeitsdiagramm



Summenhäufigskeitdiagramm

Wenn wir zwei unterschiedliche Populationen haben – z. B. die Hälfte der Messungen nur an korrodierendem Stahl und die andere Hälfte an ausschließlich passivem Stahl –, erhalten wir zwei Normalverteilungen, wobei die erste um ein negatives Potential und die zweite um ein höheres Potential zentriert ist. Das kumulative Häufigkeitsdiagramm würde zwei unterschiedliche gerade Linien ergeben.

# Statistikansicht – Werkzeuge zur Korrosionsanalyse

**Häufigkeitsdiagram** **Summenhäufigskeitdiagramm**

Bei realen Strukturen überschneiden sich die Populationen. Das Diagramm der kumulativen Häufigkeit wird verwendet, um die geraden Abschnitte zu identifizieren, die die passiven und korrosiven Schwellenwerte anzeigen.

Es wird immer empfohlen, an Stellen mit diesem Potenzial eine Öffnung im Beton anzubringen, um die Analyse zu überprüfen.

# Betonabtragplan

Der Betonabtragplan bietet eine Flächenkartierung der gemessenen Potenzialwerte mit einer festen Farbpalette in Grün/Gelb/Rot, die sich auf die in der Summenhäufigkeitsdiagraem festgelegten Schwellenwerte bezieht.

Anschließend wird eine sofortige Übersicht bereitgestellt, in der die aktiv korrodierenden Bereiche (rot) von den passiven Bereichen (grün) und den unklaren Bereichen (gelb) unterschieden werden.

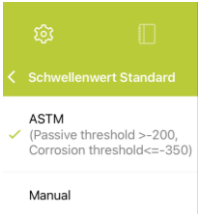
Diese Ansicht kann mithilfe von Augmented Reality über die Oberflächenstruktur gelegt werden.

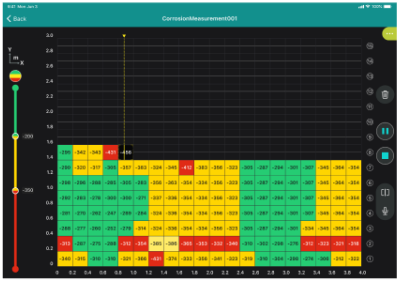
# Grundlegende Modus

Der Grundlegende Modus zeigt direkt während der Messung den Betonabtragplan an.

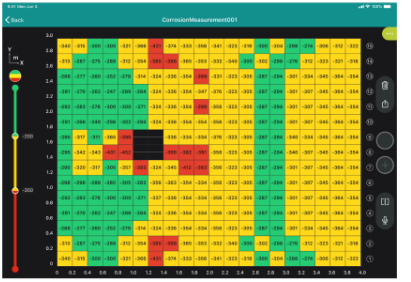
Zu diesem Zweck müssen die Schwellenwerte voreingestellt werden:

- Manuell
- Auswahl der in ASTM C876-09, Anhang X1, definierten Grenzwerte, wobei den Bereichen mit Werten unter -350 mV eine Korrosionswahrscheinlichkeit von 90 % und den Bereichen mit Werten über -200 mV eine Korrosionswahrscheinlichkeit von 90 % zugewiesen wird.




Messmodus




Überprüfungsmodus

profometer

SWISS MADE

Weitere Informationen zur Verwendung des Produkts finden Sie in der Dokumentation zum Profometer PM8500.

Es steht zum Download bereit unter

www.screeningeagle.com/en/products/profometer-pm8500

**Informationen zu Sicherheit und Haftung finden Sie unter folgendem Link zum Herunterladen:**
**https://www.screeningeagle.com/en/about-us/gtc-and-certificates**
Änderungen vorbehalten. Copyright © 2023 by Proceq SA, Schwerzenbach. Alle Rechte vorbehalten.

**ASIA-PACIFIC**
Proceq Asia Pte Ltd.
1 Fusionopolis Way
Connexis South Tower #20-02
Singapore 138632
T +65 6382 3966

**CHINA**
Proceq Trading Shanghai Co., Limited
Room 701, 7th Floor, Golden Block
407-1 Yishan Road, Xuhui District
200032 Shanghai | China
T +86 21 6317 7479

**EUROPE**
Proceq AG
Ringstrasse 2
8603 Schwerzenbach
Zurich | Switzerland
T +41 43 355 38 00

**UK**
Screening Eagle UK Limited
Bedford i-lab, Stannard Way
Priory Business Park
MK44 3RZ Bedford
London | United Kingdom
T +44 12 3483 4645

**MIDDLE EAST AND AFRICA**
Proceq Middle East and Africa
Sharjah Airport International
Free Zone | P.O.Box: 8365
United Arab Emirates
T +971 6 5578505

**USA, CANADA & CENTRAL AMERICA**
Screening Eagle USA Inc.
14205 N Mopac Expressway Suite 533
Austin, TX 78728 | United States

Screening Eagle USA Inc.
117 Corporation Drive
Aliquippa, PA 15001 | United States
T +1 724 512 0330

**SOUTH AMERICA**
Proceq SAO Equipamentos
de Mediçao Ltda.
Rua Paes Leme 136
Pinheiros, Sao Paulo
SP 05424-010 | Brasil
T +55 11 3083 3889