



# **BEDIENUNGSANLEITUNG**

## **REFLEKTOMETER**

### **TDR-420**





# **BEDIENUNGSANLEITUNG**

## **REFLEKTOMETER TDR-420**



**SONEL S.A.  
Wokulskiego 11  
58-100 Świdnica  
Polen**

Dar Reflektometer TDR-420 ist ein modernes Messinstrument von hoher Qualität, dessen Bedienung einfach und sicher ist. Die vorliegende Bedienungsanweisung kann dabei helfen, Fehler bei Messungen zu vermeiden und eventuellen Schwierigkeiten bei der Bedienung des Messgeräts vorzubeugen.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Sicherheit</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Funktionsprinzip</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Beschreibung der Funktionen</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Einstellungen</b>	<b>8</b>
5.1	Einheiten des Ausbreitungsfaktors	8
5.2	Längeneinheiten	8
5.3	Helligkeit der Anzeige	9
5.4	Automatische Abschaltung des Messgeräts	9
5.5	Sprache	10
<b>6</b>	<b>Reflektometrische Messungen</b>	<b>11</b>
6.1	Einstellung der Fehlerortungsparameter	11
6.2	Wert der Wellenimpedanz Z	12
6.3	Impulsausbreitungsfaktor VoP	12
6.3.1	Bestimmung des unbekanntes Wertes des Ausbreitungsfaktors VoP	13
6.3.2	Messbereich RANGE	13
6.3.3	Betriebsarten des Reflektometers	13
a.	Einzelfehlerortungsverfahren (ONCE)	14
b.	Kontinuierlicher Fehlerortungsmodus (CONT)	14
c.	Identifizierungsmodus für Kabeladern (TONE)	15
6.3.4	Vergleich der Diagramme	15
6.3.5	Auswahl der Cursor (CUR)	16
6.3.6	Verstärkung (GAIN)	17
6.3.7	Praktische Hilfe	18
6.3.8	Messgenauigkeit	18
<b>7</b>	<b>Anschluss an das zu prüfende Kabel</b>	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>Stromversorgung</b>	<b>20</b>
8.1	Überwachung der Versorgungsspannung	20
8.2	Batterie-/Akkuwechsel	20
8.3	Allgemeine Verwendungsvorschriften für NiMH-Akkus	21
<b>9</b>	<b>Reinigung und Pflege</b>	<b>22</b>
<b>10</b>	<b>Lagerung</b>	<b>22</b>
<b>11</b>	<b>Demontage und Entsorgung</b>	<b>22</b>
<b>12</b>	<b>Typische Schäden an Kabeln</b>	<b>23</b>
<b>13</b>	<b>Typische Werte des VoP-Faktors und der Impedanz Z</b>	<b>24</b>
<b>14</b>	<b>Technische Daten</b>	<b>26</b>
<b>15</b>	<b>Hersteller</b>	<b>27</b>

# 1 Einleitung

Das Reflektometer TDR-420 ist ein handliches digitales Impulsortungsgerät (TDR), das zur Identifizierung und Lokalisierung von Fehlern in:

- Stromkabeln,
- Telekommunikationskabeln,
- Fernmeldekabeln,
- vorgedämmten Fernwärmerohren eingesetzt wird.

Mit dem Gerät können Kabellängen im Bereich von 7 bis 6.000 m gemessen und die Fehlerentfernung an praktisch allen Arten von Kabeln mit Metalleitern (z. B. Kupfer oder Aluminium) bestimmt werden. Der kürzeste Messbereich hat eine Reichweite von 7 Metern. Die Totzone beträgt 0,6 Meter.

Mit dem Reflektometer TDR-420 wird das Bild des Kabels als Reflektogramm dargestellt, d.h. als Grafik, die der Wellenform auf dem Bildschirm eines Oszilloskops ähnelt. Das Reflektogramm wird auf einem LCD-Bildschirm mit einer Auflösung von 320 x 240 Pixel dargestellt. Durch Positionieren des beweglichen Cursors an diesen Stellen wird der Abstand zu den charakteristischen Elementen der Wellenform - den Unstetigkeitsstellen - vom Bildschirm abgelesen. Das Reflektometer TDR-420 ermöglicht die Anpassung der Ausgangsimpedanz an den Wellenwiderstand des zu testenden Kabels. Durch die Anpassung der Ausgangsimpedanz an den Wellenwiderstand des zu prüfenden Kabels wird der Effekt der anfänglichen Reflexionen am Anfang der angezeigten Wellenform eliminiert (Reduzierung der Totzone), was die Ortung von Fehlern in geringer Entfernung vom Anschlusspunkt des Geräts ermöglicht.

Der VoP-Faktor für die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Impulses ist zwischen 10% und 99% (bezogen auf die Lichtgeschwindigkeit) einstellbar. Dies entspricht  $V/2 = 15,0..148,5 \text{ m}/\mu\text{s}$ . Auf diese Weise ist eine genaue Anpassung des Ausbreitungsfaktors an die Parameter des zu prüfenden Kabels möglich. Das Reflektometer TDR-420 ist mit einem integrierten akustischen Frequenzsignalgenerator ausgestattet, der zur Verfolgung und Identifizierung von Kabeltrassen und Kabelpaaren.



Aufgrund der ständigen Weiterentwicklung der Software des Gerätes kann die Darstellung der Anzeige bei einigen Funktionen geringfügig von der Darstellung in diesem Handbuch abweichen.

# 2 Sicherheit

Die folgenden internationalen Symbole werden im Gerät und in dieser Anleitung verwendet:

	Warnung; Siehe Erklärung im Handbuch		Nicht an spannungsführende Anlagen anschließen		Nicht mit anderem Hausmüll entsorgen
	Schutzklasse II (Doppellisolierung oder verstärkte Isolierung)		Conformité Européenne		

Zur Gewährleistung einer ordnungsgemäßen Durchführung des Verfahrens und der Richtigkeit der Ergebnisse sollten folgende Empfehlungen befolgt werden:

- Vor Inbetriebnahme des Gerätes dieses Handbuch sorgfältig lesen und die Sicherheitshinweise und Empfehlungen des Herstellers beachten.
- Die Verwendung des Messgeräts auf andere, als die in diesem Handbuch beschriebene, Weise, kann zur Beschädigung des Geräts führen und gefährlich für den Benutzer sein.
- Die Geräte TDR-420 können ausschließlich von entsprechend qualifizierten Personen bedient werden, die die entsprechende Befugnis zur Arbeit an elektrischen Installationen besitzen. Die Verwendung des Messgeräts durch Unbefugte, kann zu seiner Beschädigung führen und gefährlich für den Benutzer sein.

- Bei der Nutzung dieses Handbuches sind die jeweils relevanten Sicherheits- und Arbeitsschutzvorschriften sowie die Brandschutzvorschriften zwingend zu berücksichtigen. Vor Beginn von Arbeiten in Bereichen mit besonderen Bedingungen, wie beispielsweise in explosions- und brandgefährdeten Bereichen, ist eine Abstimmung mit dem Arbeitsschutzbeauftragten erforderlich.
- Die Verwendung des Geräts ist in folgenden Fällen unzulässig, wenn:
  - ⇒ das Gerät beschädigt und ganz oder teilweise funktionsuntüchtig ist,
  - ⇒ die Isolation der Leitungen beschädigt ist,
  - ⇒ das Gerät zu lange unter ungünstigen Bedingungen (z. B. Feuchtigkeit) gelagert worden ist. Wenn das Messgerät von kalter in warme Umgebung mit hoher Luftfeuchtigkeit gebracht wird, keine Messungen vornehmen, bis das Messgerät Raumtemperatur erreicht hat (ca. 30 Minuten). Entladene Batterien können auslaufen und zu einer Beschädigung des Messgeräts führen, wenn sie im Messgerät verbleiben.
- Betreiben Sie das Messgerät nicht, wenn der Batteriefachdeckel (Akkufach) geöffnet ist, und speisen Sie es nicht mit anderen als den in diesem Handbuch angegebenen Stromquellen.
- Reparaturen dürfen nur von einem dazu befugten Reparaturservice durchgeführt werden.



#### HINWEIS!

- Verwenden Sie nur das für das Gerät vorgesehene Standardzubehör und Zubehörteile. Die Verwendung von anderem Zubehör kann zu einer Beschädigung der Messbuchse und damit zu einer Erhöhung der Messunsicherheit führen.
- Gerät nicht an spannungsführende Leitungen anschließen. Wenn dies nicht der Fall ist, wird die Messung nicht korrekt sein und es kann zu Schäden am Gerät kommen!

## 3 Funktionsprinzip

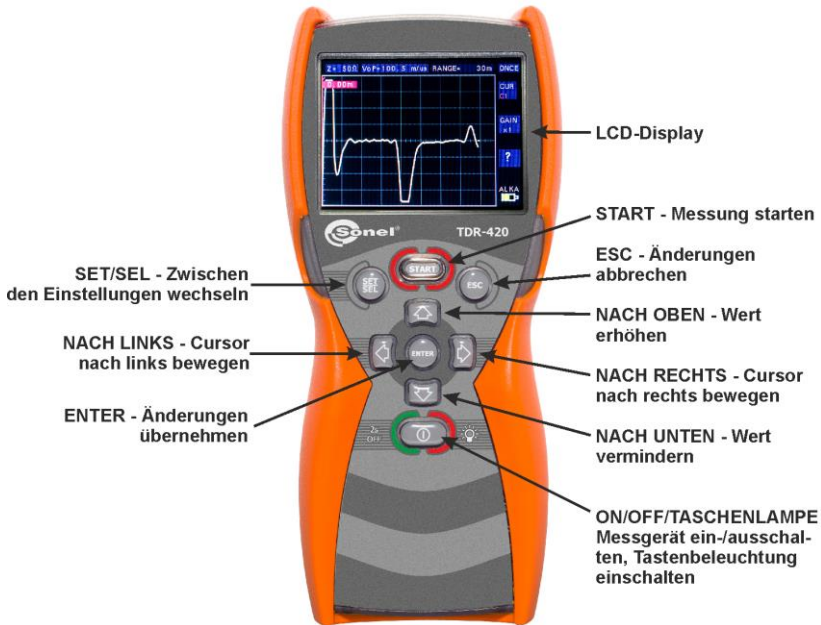
Mit dem Reflektometer TDR-420 wird die Laufzeit eines Signals (Abtastimpuls) in einem Kabelpaar **vom Anschlusspunkt (Ende der Totzone) bis zum Kabelende** oder **bis zum nächsten Fehler und zurück gemessen**. Des Weiteren kann das Reflektometer zur Ermittlung der Länge der Strecke genutzt werden, auf der sich **Feuchtigkeit in der Kabelisolation** befindet. Auf diese Weise können entsprechende Instandhaltungsmaßnahmen eingeleitet werden.

Die Abtastimpulse werden im untersuchten Kabel mit einer Geschwindigkeit VoP (Ausbreitungsgeschwindigkeit) übertragen, die von den elektrischen Parametern des Kabels und insbesondere vom Material seiner Isolierung abhängt. Auf der Grundlage des vom Benutzer eingestellten VoP-Wertes und der gemessenen Impulsdauer berechnet das Reflektometer:


- berechnet die Entfernung bis zur Störung des Wellenwiderstands der Strecke und
- zeigt ein Bild des Kabels in Form eines Reflektogramms, das alle Diskontinuitäten des Wellenwiderstands entlang des Prüfabschnitts zeigt, an.

Die **horizontale Achse** zeigt die Länge des zu prüfenden Kabelabschnitts, den Fehlerabstand und die Anomalien des zu prüfenden Kabels. Die **vertikale Achse** wird zur Bestimmung der Impedanzänderungen des zu prüfenden Kabels verwendet.

## 4 Beschreibung der Funktionen



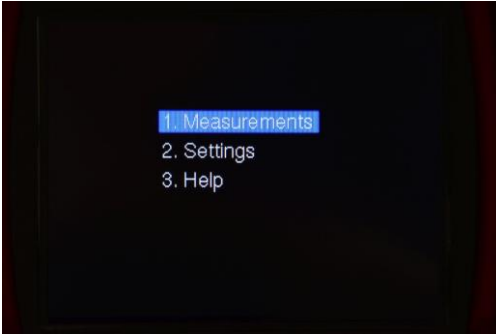
Zum **Einschalten** des Reflektometers die Taste  kurz drücken. Zum **Ausschalten** des Reflektometers die Taste  ca. 4 Sekunden lang gedrückt halten.

Die Tastaturbeleuchtung schaltet sich nach dem Einschalten des Gerätes automatisch nach ca. 20 Sekunden aus. Wird die Tastaturbeleuchtung nicht durch Drücken der Taste  ausgeschaltet, schaltet sie sich bei jedem Tastendruck wieder ein.



Nach dem Einschalten zeigt das Gerät einen Begrüßungsbildschirm mit der Software-Version...





...und in Anschluss das Hauptmenü an.

- Mit den Tasten   den gewünschten Menüpunkt anwählen.
- Durch Drücken der Taste **ENTER** fortfahren.





### 1. Messungen – die Messungen werden nach Einstellung der folgenden Parameter durchgeführt:

- ⇒ Wellenwiderstand Z,
- ⇒ Ausbreitungsfaktor VoP,
- ⇒ Messbereich RANGE,
- ⇒ Messmodus,
- ⇒ Anzahl der Cursor,
- ⇒ Verstärkungen.

Die Taste **SET/SEL** drücken, um den ausgewählten Parameter zu bearbeiten – Taste gedrückt halten, bis der gewünschte Parameter angezeigt wird. Durch Anklicken des Symbols ? werden Beispiele von Abtastimpulsformen angezeigt, die für verschiedene Kabelunterbrechungen charakteristisch sind.

### 2. Einstellungen – hier können folgende Parameter eingestellt werden:

- ⇒ VoP-Wert,
- ⇒ Längeneinheit,
- ⇒ Helligkeit der Anzeige,
- ⇒ AutoOff (Zeit bis zur automatischen Abschaltung des Geräts),
- ⇒ Spracheinstellungen der Benutzeroberfläche.

Mit den Tasten   die gewünschte Position anwählen, mit den Tasten   die Einstellungen ändern. Auswahl wird mit **ENTER** gespeichert. Das Hauptmenü kann ohne Speichern der vorgenommenen Änderungen mit der Taste ESC verlassen werden.

### 3. Hilfe – in dieser Tabelle sind typische Wellenwiderstände und Ausbreitungsgeschwindigkeiten für unterschiedliche Kabelarten aufgeführt.





## 5 Einstellungen

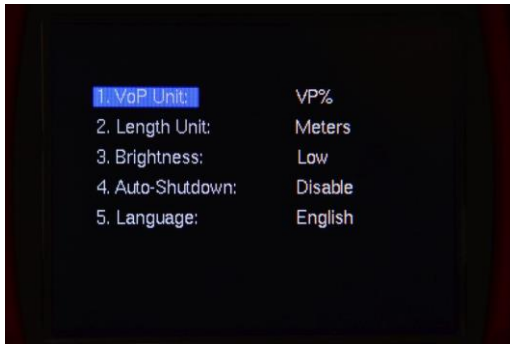
### 5.1 Einheiten des Ausbreitungsfaktors

Zur genauen Ortung von Kabelschäden ist die Einstellung der richtigen Ausbreitungsgeschwindigkeit des **VoP**-Abtastimpulses erforderlich. Der VoP ist der **wichtigste Parameter**, der hauptsächlich von der Art der Isolation der zu prüfenden Leitung abhängt, aber auch von der Art der Leitung und ihrem Alter (der VoP ändert sich geringfügig, wenn die Leitung altert). Zu beachten ist, dass jeder Kabelhersteller seinen Ausbreitungsfaktor individuell festlegt, nachzulesen in Datenblättern oder anderen Produktunterlagen.





Am Ende des Handbuchs wurden Beispiele für VoP-Faktoren der wichtigsten Kabeltypen aufgeführt.

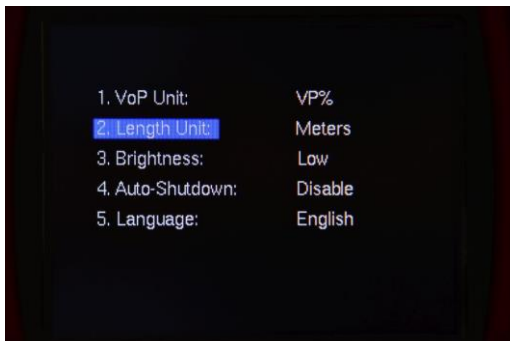
Die VoP-Geschwindigkeit wird als **Prozentsatz der Lichtgeschwindigkeit** oder als **V/2** in Metern oder Fuß pro Mikrosekunde ( $\mu\text{s}$ ) angegeben. Die gewählte Einheit wird zur geltenden Maßeinheit.

- Mit den Tasten   zu Position **1** wechseln. **VoP-Einheit**.
- Mit den Tasten   **VP%** oder **m/μs (ft/μs)** auswählen.
- Mit der Taste **ENTER** die Einstellungen übernehmen. Durch Betätigen der Taste **ESC** werden die vorgenommenen Änderungen verworfen.







### 5.2 Längeneinheiten

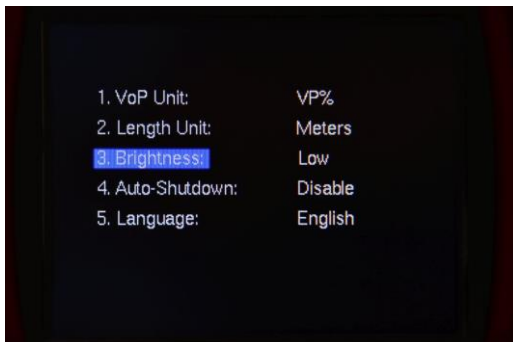
- Mit den Tasten   zu Position **2** wechseln. **Längeneinheit**.
- Mit den Tasten   **Meter** oder **Fuß** wählen. Die VoP-Einheit ( $\text{m}/\mu\text{s}$  oder  $\text{ft}/\mu\text{s}$ ) wird durch die Auswahl der Einheit automatisch geändert.
- Mit der Taste **ENTER** die Einstellungen übernehmen. Durch Betätigen der Taste **ESC** werden die vorgenommenen Änderungen verworfen.



### 5.3 Helligkeit der Anzeige





Durch die Wahl der Helligkeit der Anzeige wird die Betriebsdauer des Geräts beeinflusst, die mit einem Satz Batterien oder Akkus erreicht werden kann.

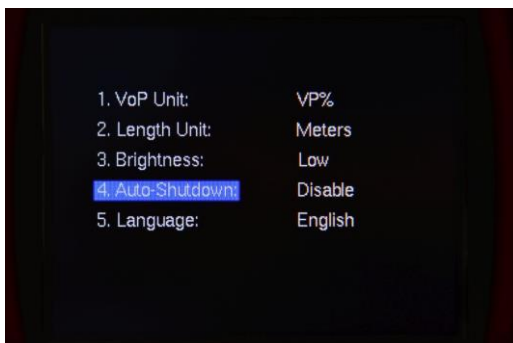
- Mit den Tasten   zu Position **3** wechseln. **Helligkeit**.
- Mit den Tasten   eine der Helligkeitsstufen auswählen: **schwach**, **mittel** oder **stark**.
- Mit der Taste **ENTER** die Einstellungen übernehmen. Durch Betätigen der Taste **ESC** werden die vorgenommenen Änderungen verworfen.







### 5.4 Automatische Abschaltung des Messgeräts

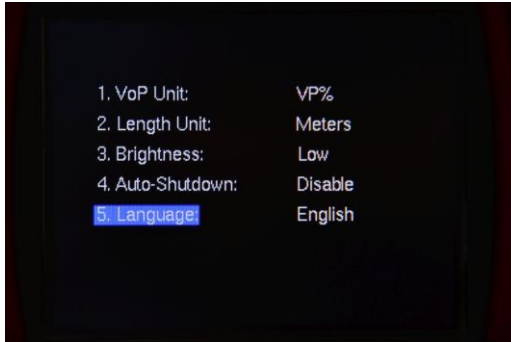
Das Reflektometer TDR-420 ist mit einer Abschaltautomatik ausgestattet. Diese Funktion ermöglicht, den Energieverbrauch der Stromversorgungsbatterien zu reduzieren, insbesondere wenn das Gerät nach Gebrauch eingeschaltet bleibt.

- Mit den Tasten   zu Position **4** wechseln. **Auto-Off**.
- Mit den Tasten   die Inaktivitätszeit seit dem letzten Tastendruck wählen, nach der das Gerät automatisch abschalten soll. Verfügbare Einstellungen: **1 - 3 - 5 - 10 - 15 min - ausgeschaltet** (Funktion deaktivieren).
- Mit der Taste **ENTER** die Einstellungen übernehmen. Durch Betätigen der Taste **ESC** werden die vorgenommenen Änderungen verworfen.





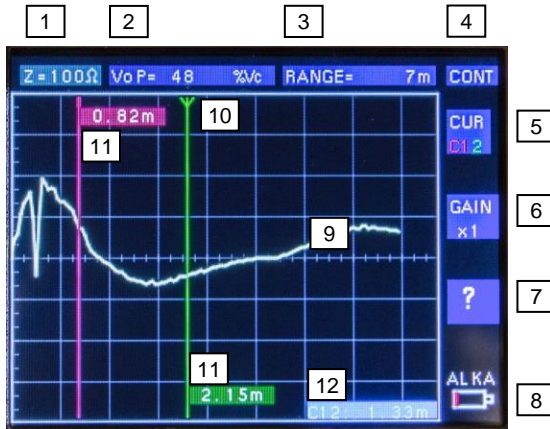
## 5.5 Sprache

- Mit den Tasten   zu Position **5** wechseln. **Sprache**.
- Mit den Tasten   eine der folgenden Sprachen wählen: **Polnisch**, **Deutsch**, **Spanisch** (Español), **Englisch** (English).
- Mit der Taste **ENTER** die Einstellungen übernehmen. Durch Betätigen der Taste **ESC** werden die vorgenommenen Änderungen verworfen.



## 6 Reflektometrische Messungen

Im Hauptmenü mit den Tasten   zur Position 1 **Messungen** wechseln und **ENTER** drücken. Im Display wird der folgende Bildschirm angezeigt.





Zur Bearbeitung des ausgewählten Parameters durch kurzes Drücken der Taste **SET/SEL** wechseln, bis der gewünschte Punkt im Display aufleuchtet:

- 1 Einstellung des Wellenwiderstands **Z**
- 2 Einstellung des Ausbreitungsfaktors **VoP**
- 3 Messbereich **RANGE**
- 4 Fehlerortungsmodus:
  - ⇒ **CONT** (kontinuierlich)
  - ⇒ **ONCE** (einzeln)
  - ⇒ **TONE** (Kabelidentifizierung mit einem akustischen Signal)
- 5 Auswahl der Anzahl von Cursor **CUR** (Hinweis: Funktion **nicht aktiv** bei **TONE**)
- 6 Empfindlichkeitseinstellung **GAIN** (Verstärkung zwischen **x1** und **x8**)
- 7 Praktische Hilfe (Reflektogramme der typischen Reflexionsimpulsformen für die häufigsten Kabelunterbrechungstypen)
- 8 Batteriestandanzeige
- 9 Diagramm zur Darstellung des Abtastimpulses
- 10 Kennzeichnung des aktiven Cursors
- 11 Entfernungsmessung auf Grundlage der Cursorposition
- 12 Ablesen des Abstandes zwischen den Diskontinuitäten

### 6.1 Einstellung der Fehlerortungsparameter

Vom Bildschirm aus können alle Parameter, die für die Ortung des Kabelfehlers erforderlich sind, eingestellt werden. Zur Bearbeitung des ausgewählten Parameters durch kurzes Drücken der Taste **SET/SEL** wechseln, bis der gewünschte Punkt im Display aufleuchtet:

1. Wert des Wellenwiderstands **Z**,
2. Impulsausbreitungsfaktor **VoP**,
3. Messbereich **RANGE**,
4. Fehlerortungsmodus,
5. Arbeiten mit einem Cursor oder zwei Cursors **CUR**,
6. Empfindlichkeitsstufe **GAIN**.



Mit den Tasten   den Einstellwert ändern. Die Änderung wird automatisch im Gerätespeicher abgelegt.



Die eingestellten Parameter sind auch nach dem Ausschalten des Gerätespeicher vorhanden.



## 6.2 Wert der Wellenimpedanz $Z$

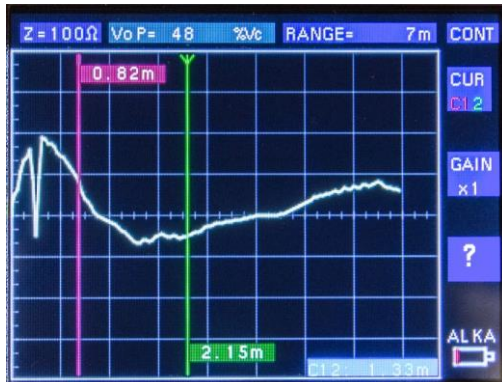
Für bestimmte Kabeltypen, z. B. Koaxialkabel, ist die Bestimmung des Wellenwiderstands  $Z$  besonders wichtig. Die richtige Wahl der Impedanz hat zudem einen entscheidenden Einfluss auf die Genauigkeit der Fehlerortung.

- Durch kurzes Drücken der Taste **SET/SEL** Parameter  $Z$  zwecks Änderung auswählen.
- Zum Ändern des Parameterwertes die Tasten   verwenden. Verfügbare Einstellungen: **25 - 50 - 75 - 100 - 120  $\Omega$** .



## 6.3 Impulsausbreitungsfaktor $VoP$

- Durch kurzes Drücken der Taste **SET/SEL** Parameter  $VoP$  zwecks Änderung auswählen.
- Zum Ändern des Parameterwertes die Tasten   verwenden. Bereich:
  - ⇒ 15,0...148,5 m/ $\mu$ s
  - ⇒ 50...495 ft/ $\mu$ s
  - ⇒ 10...99%  $V_c$



### 6.3.1 Bestimmung des unbekanntes Wertes des Ausbreitungsfaktors VoP

Ist der Ausbreitungsfaktor **VoP** des zu prüfenden Kabels nicht bekannt, kann er wie folgt bestimmt werden:



1. Für die Messungen ist ein einheitlicher Kabelabschnitt von z. B. 10 m Länge zu verwenden.
2. Die genaue Länge des Kabels ist mit einem Zentimetermaß zu bestimmen. Es kann auch eine andere Methode verwendet werden, die eine genaue Messung ermöglicht.
3. Das Reflektometer an das Referenzkabel anschließen, den Cursor (**Kapitel 6.3.5**) auf den Beginn des vom Kabelende (sichtbare Stromkreisunterbrechung) reflektierten Impulses setzen und den **VoP**-Wert so einstellen, dass die auf dem Bildschirm angezeigte Entfernung der gemessenen Kabellänge entspricht. Der auf diese Weise eingestellte **VoP**-Faktor sollte notiert werden. Er kann für Messungen an Kabeln des gleichen Typs verwendet werden.



- Der Musterabschnitt sollte möglichst lang sein. In einem solchen Fall ist der Berechnungsfehler des Ausbreitungsfaktors am geringsten.
- Es ist zu beachten, dass der auf diese Weise gewählte VoP-Wert fehlerhaft sein kann und einen Einfluss auf spätere Messungen desselben Kabeltyps haben kann.
- Des Weiteren ist zu beachten, dass es sich bei der beschriebenen Methode zur Berechnung des VoP lediglich um eine Alternative handelt. Die sicherste Lösung ist, den vom Kabelhersteller angegebenen VoP-Wert zu anzuwenden.

### 6.3.2 Messbereich RANGE



Das Reflektometer TDR-420 verfügt über 11 Messbereiche, die von 7 m bis 6 km (20 ft ... 20 k ft) reichen.

- Durch kurzes Drücken der Taste **SET/SEL** Parameter **RANGE** zwecks Änderung auswählen.
- Zum Ändern des Parameterwertes die Tasten   verwenden. Verfügbare Werte:
  - ⇒ 7 - 15 - 30 - 60 - 120 - 250 - 500 - 1 000 - 2 000 - 3 000 - 6 000 m
  - ⇒ 20 - 50 - 100 - 200 - 400 - 800 - 1 600 - 3 200 - 6 400 - 10 000 - 20 000 ft

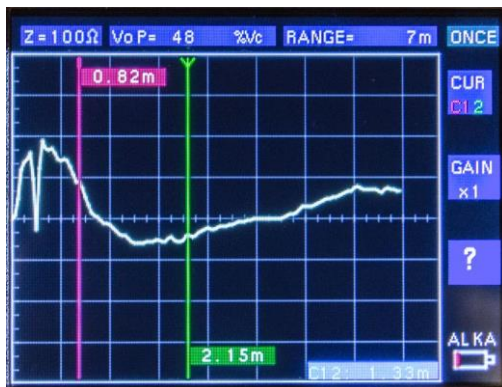


### 6.3.3 Betriebsarten des Reflektometers

Das Reflektometer TDR-420 kann in einer von drei Betriebsarten betrieben werden:

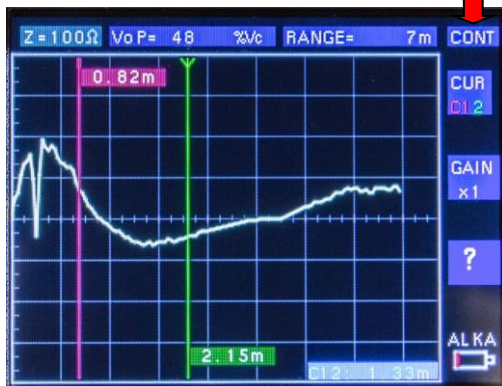
- ⇒ **ONCE** - einzeln,
- ⇒ **CONT** - kontinuierlich,
- ⇒ **TONE** - Kabelidentifizierung mit einem akustischen Signal
- Durch kurzes Drücken der Taste **SET/SEL** das Modusfeld auswählen.
- Zum Wechseln der Betriebsart die Tasten   verwenden.

### a. Einzelfehlerortungsverfahren (ONCE)



Beim Drücken der Taste **START** wird ein Abtastimpuls gesendet. Der Benutzer überprüft die reflektometrische Wellenform des Kabels selbst, indem er die Ergebnisse der Abtastung in den verschiedenen Messbereichen betrachtet. Der (die) Cursor wird (werden) von ihm an die Stelle des festgestellten Kabelschadens gesetzt, um die Entfernung zu diesem Punkt zu ermitteln (**Kapitel 6.3.5**).

### b. Kontinuierlicher Fehlerortungsmodus (CONT)



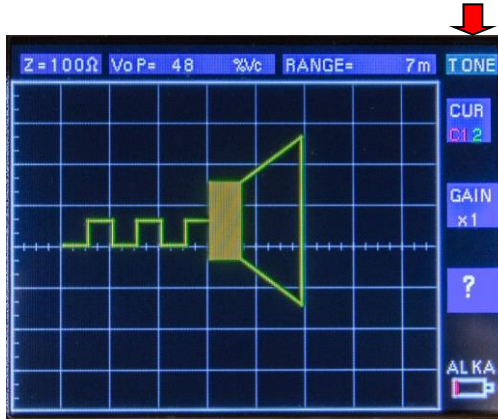
Nachdem die Taste **START** betätigt wurde, sendet und empfängt das Reflektometer kontinuierlich Abtastimpulse in das zu prüfende Adernpaar (Kabel), um vorübergehende Beschädigungen aufzuspüren. Der Anwender des Reflektometers TDR-410 beobachtet den Kabelverlauf selbst, indem er das Abtastergebnis in den verschiedenen Messbereichen beobachtet und den/die Cursor selbst an die Stelle des beobachteten Kabelschadens setzt, um die Entfernung zu diesem Punkt angezeigt zu bekommen (**Kapitel 6.3.5**).



### c. Identifizierungsmodus für Kabeladern (TONE)

Das Reflektometer TDR-420 kann auch als akustischer Signalgenerator verwendet werden, um Kabelpaare und Leiter zu identifizieren. Für den Empfang dieses Signals können induktive Sonden verwendet werden, wie sie z. B. in der Telekommunikation eingesetzt werden und im Bereich von 810...1110 Hz arbeiten.

Nach Auswahl dieser Betriebsart wird ein moduliertes akustisches Signal in die Adern eingespeist, um die Kabel zu identifizieren, an die die Prüflleitungen des Reflektometers angeschlossen sind.

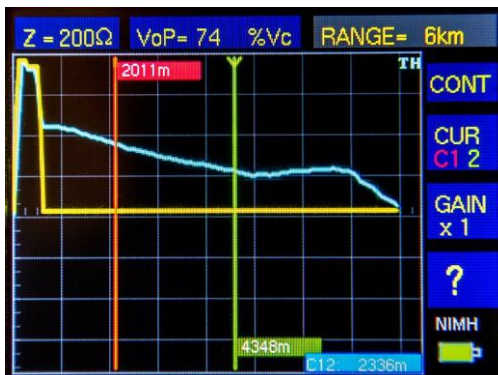


In der Betriebsart Signalübertragung für die Identifizierung der Kabeladern ist die Funktion deaktiviert. Automatische Abschaltung des Schalters, damit die Identifizierung über einen längeren Zeitraum durchgeführt werden kann.

### 6.3.4 Vergleich der Diagramme

In der Betriebsart CONT ist eine Funktion integriert, die es ermöglicht **Abtastimpulsdiagramme zu vergleichen**. Beim Drücken von **START** wird die bestehende Grafik im Hintergrund gespeichert (die TH-Prüfung erscheint in der rechten oberen Ecke des Koordinatensystems). Die aktuelle, in Echtzeit aktualisierte Grafik (gelb) wird im Vordergrund angezeigt.

Um den Vergleichsmodus zu verlassen, ein weiteres Mal **START** drücken oder das Gerät ausschalten.

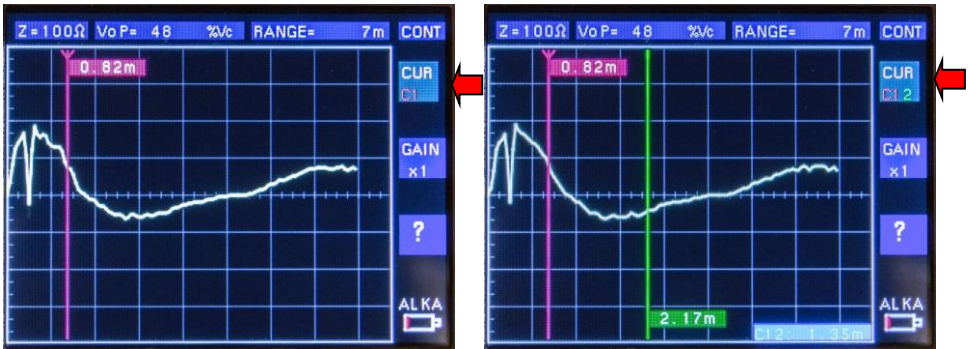


### 6.3.5 Auswahl der Cursor (CUR)

Zur Bestimmung des Abstands zur Kabelunterbrechung werden in den Modi **ONCE** und **CONT** manuell bewegte Cursor verwendet. Die angezeigte Entfernung ist proportional zum **Abstand zwischen dem Ende der Totzone** und dem Punkt, an dem der Cursor stoppt.

Zur Bestimmung des Abstands zu einer bestimmten Diskontinuität den Cursor auf den Anfang des Impulses setzen, der dieser Diskontinuität entspricht. Man kann arbeiten:

- ⇒ mit einem Cursor (**rot**)
- ⇒ mit zwei Cursor (**rot** und **grün**).
- Durch kurzes Drücken der Taste **SET/SEL** das Parameterfeld **CUR** auswählen.
- Mit Tasten **▲** **▼** die Anzahl der Cursor einstellen.



Neben jedem Cursor wird die Entfernung vom Beginn des Kabels angezeigt. Die Abstandsdifferenz der beiden Cursor wird unten im Messbildschirm angezeigt.

Die Positionen der Cursor werden vom Benutzer definiert. Wird der Cursor an die Stelle gesetzt, an der zwei Diskontinuitäten auftreten, so ist dies der Abstand zwischen den beiden Diskontinuitäten im untersuchten Abschnitt, z. B. zwischen einem Ast und einem Bruch. So kann die Länge des Kabels ab dem Abzweigpunkt festgelegt werden.

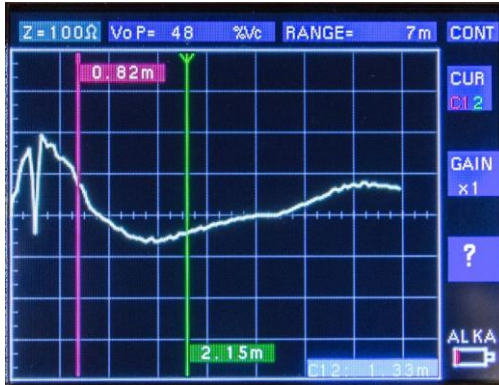
Die Auswahl des Cursors erfolgt durch Drücken der Taste **ENTER**. Ein Pfeil am oberen Ende des Cursors zeigt an, welcher Cursor aktiv ist. Er wird mit den Tasten **◀** **▶** verschoben.

### 6.3.6 Verstärkung (GAIN)

Diese Funktion wird verwendet, um die Details der Signalwellenform hervorzuheben, was insbesondere bei langen Kabelstrecken von Bedeutung ist.



Für jeden der 11 Messbereiche des Reflektometers TDR-420 ist werkseitig eine Empfindlichkeitsstufe (Verstärkung) eingestellt. Zusätzlich ist eine manuelle Einstellung der Verstärkung (Empfindlichkeit) zwischen einem 1- und 8-fachen Wert eingestellt werden.

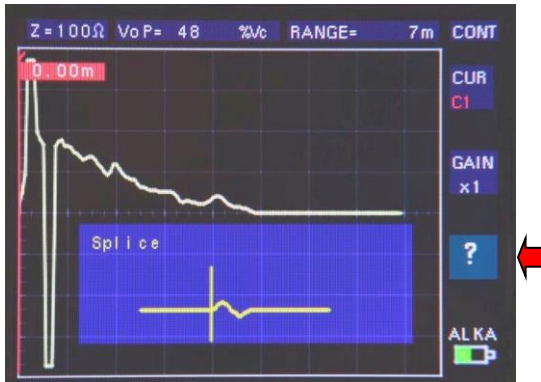
- Durch kurzes Drücken der Taste **SET/SEL** das Parameterfeld **GAIN** auswählen.
- Zum Einstellen der Verstärkung die Tasten **▲** **▼** verwenden. Verfügbare Werte: **x1, x2, x3, x4, x5, x6, x7, x8**.



### 6.3.7 Praktische Hilfe

Diese Funktion hilft, das erhaltene Messergebnis während der Messung zu interpretieren. Auf diese Weise ist der Anwender in der Lage, in kurzer Zeit festzustellen, um welche Art von Anomalie es sich bei dem untersuchten Kabelabschnitt handelt. Im Hintergrund des Reflektogramms wird eine **Hilfszeichnung** eingeblendet, die die Betrachtung der erhaltenen Wellenform und den Vergleich mit typischen Wellenformen ermöglicht.

- Durch kurzes Drücken der Taste **SET/SEL** das Parameterfeld das Feld mit dem Fragezeichen ? auswählen.
- Mit den Tasten   können Beispielimpulswellenformen für typische Kabelfehler (Unterbrechungen) angezeigt werden.



### 6.3.8 Messgenauigkeit

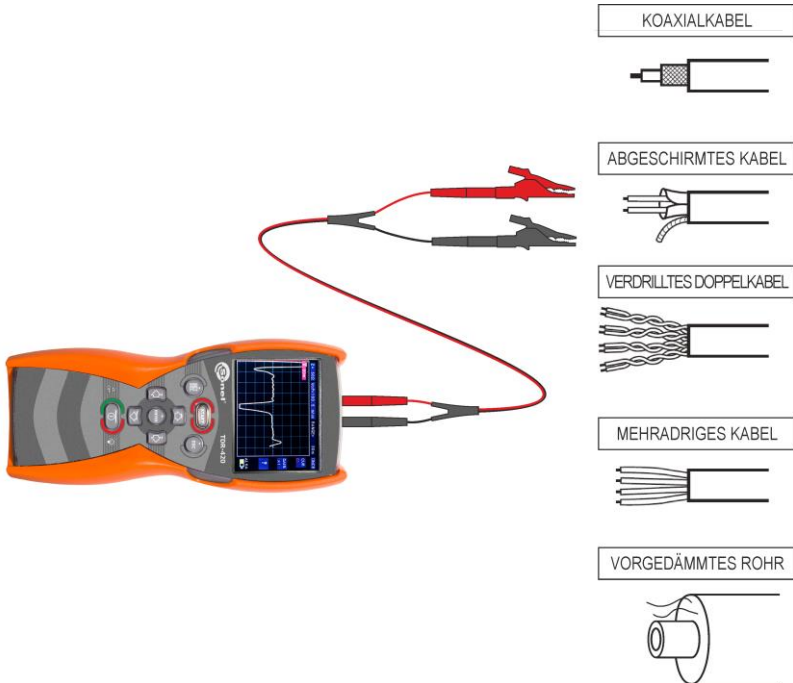
Mit dem Reflektometer TDR-420 können die Fehlerabstände und die Kabellängen mit einer Genauigkeit von +/- 1% gemessen werden. **Die tatsächliche Messgenauigkeit hängt jedoch von der Genauigkeit der Bestimmung des Ausbreitungsfaktors VoP für das betreffende Kabel und dessen Konstanz über die gesamte zu prüfende Kabellänge ab.** Bei Eingabe eines falschen Wertes für den VoP-Faktor durch den Benutzer oder wenn der VoP-Faktor über die gemessene Strecke nicht konstant ist, hat die Messung einen zusätzlichen Fehler zur Folge.



- Der Wert des VoP-Faktors ist bei Kabeln, die auf Trommeln aufgewickelt sind, niedriger als bei Kabeln, die abgewickelt verlegt sind. Hinzu kommt, dass sich dieser Faktor bei einem bestimmten Kabeltyp mit zunehmendem Alter des Kabels geringfügig ändern kann.
- Die Genauigkeit der Fehlerabstandsmessung hängt von der korrekten Positionierung des Cursors auf der Wellenform ab, die vom Reflektometer angezeigt wird.

## 7 Anschluss an das zu prüfende Kabel

- Vor dem Anschließen des Reflektometers sicherstellen, dass Stromquellen und andere Empfänger vom zu prüfenden Kabel getrennt sind.
- Das andere Ende des Stromkreises muss entweder **offen** oder **kurzgeschlossen** sein (d. h. es darf nicht mit einem ohmschen Abschlusswiderstand abgeschlossen sein).
- Die mitgelieferten Krokodilklemmen an das Reflektometer anschließen (Zeichnung).
- Prüfklemmen sind an einem Ende des zu prüfenden Kabels anzuschließen.



### **Koaxialkabel**

Die **rote** Krokodilklemme ist mit dem mittleren Leiter zu verbinden, die **schwarze** Krokodilklemme ist mit der Abschirmung / dem Stecker zu verbinden.

### **Abgeschirmtes Kabel**

Die **rote** Krokodilklemme muss mit dem Leiter verbunden werden, der der Abschirmung am nächsten liegt, und die **schwarze** Krokodilklemme muss mit der Abschirmung verbunden werden.

### **Verdrilltes Doppelkabel**

Das zu prüfende Kabelpaar ist von den anderen zu trennen. Die Krokodilklemmen mit den Leitern des zu prüfenden Paares verbinden.

### **Mehradriges Kabel**

Die Krokodilklemmen der Messleitungen sind an zwei beliebige Kabeladern anzuschließen.

### **Alarmleitungen in vorgedämmten Rohren**




Krokodilklemmen an die Alarmleitungen der zu prüfenden Rohrleitung anschließen.

## 8 Stromversorgung

Das Reflektometer TDR-420 wird mit vier Alkalibatterien 1,5 V LR6 (Typ AA) oder vier NiMH-Akkus 1,2 V R6 betrieben.

### 8.1 Überwachung der Versorgungsspannung

Entladene Batterien/Akkus werden durch das Batteriesymbol unten rechts im Messbildschirm angezeigt (**Kapitel 6**, Symbol Nr. 8). Status der Versorgungsquelle:

-  aufgeladen,
-  teilweise aufgeladen (Versorgungsquelle ersetzen/aufladen),
-  entladen (Versorgungsquelle ersetzen/aufladen).

Messungen mit vollständig entladenen Batterien/Akkus können **zusätzliche Fehler aufweisen** oder die Messung ist **nicht durchführbar**. Das **Gerät schaltet sich** bei extremer Entladung der Versorgungsquelle **ab**.

### 8.2 Batterie-/Akkuwechsel

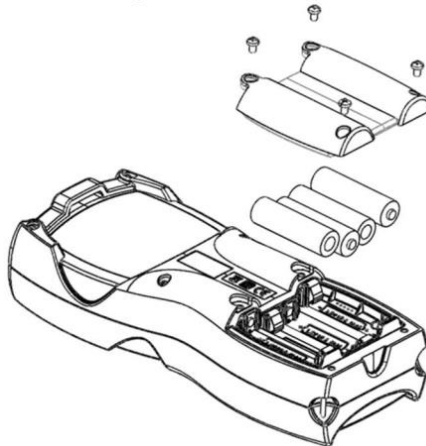


#### HINWEIS!

Messleitungen vor dem Abnehmen des Batteriedeckels abklemmen.

Zum Auswechseln der Batterien/Akkus:

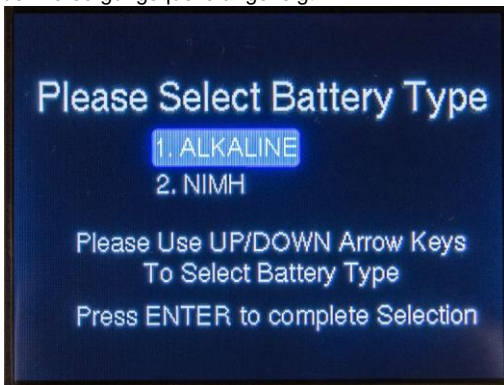
1. Die Leitungen des Messkreises abklemmen. Das Messgerät ausschalten,
2. Die 4 Schrauben, mit denen der Batteriefachdeckel unten am Gehäuse befestigt ist. Den Batteriefachdeckel abnehmen,
3. Alle Batterien/Akkus durch neue ersetzen,
4. Batteriefachdeckel aufsetzen und verschrauben.



#### HINWEIS!

- Entladene Batterien mit einem externen Ladegerät aufladen. Das Gerät hat kein eingebautes Ladegerät.
- Betreiben Sie das Messgerät nicht, wenn der Batteriefachdeckel (Akkufach) geöffnet oder nicht ganz verschlossen ist, und speisen Sie es nicht mit anderen als den in diesem Handbuch angegebenen Stromquellen.
- Verwenden Sie nicht gleichzeitig verschiedene Typen von Versorgungsquellen (Alkalibatterien und Akkus).

Beim Wechsel von **Alkalibatterien** zu **Akkus** oder **umgekehrt** ca. 4 s warten, bis das Messgerät intern entladen ist. Nach dem Austausch der Batterie und dem Wiedereinschalten des Geräts wird der Bildschirm zur Auswahl der Versorgungsquelle angezeigt.



Mit den Tasten   die verwendete Versorgungsquelle auswählen. **ENTER** drücken. Diese Maßnahme ist **aufgrund der unterschiedlichen Spannungs- und Entladecharakteristik von Batterien und Akkumulatoren** für eine korrekte Anzeige des Ladezustandes der Zellen erforderlich.

### **8.3 Allgemeine Verwendungsvorschriften für NiMH-Akkus**

- Wenn das Gerät über längere Zeit nicht gebraucht wird, nehmen Sie die Akkus heraus und bewahren Sie sie separat auf.
- Akkus sollten an einem kühlen, trockenen, gut belüfteten Platz aufbewahrt und vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt werden. Die Umgebungstemperatur soll bei längeren Aufbewahrungszeiten unter 30°C gehalten werden. Falls die Akkus längere Zeiten in hohen Temperaturen aufbewahrt werden, können die chemischen Prozessen in den Akkus deren Lebensdauer kürzen.
- NiMH-Akkus halten in der Regel 500-1000 Ladezyklen. Die NiMH-Akkus erreichen ihre maximale Kapazität erst nach der Formierung (2-3 Lade-/Entlade-Zyklen). Der Lebenszyklus eines NiMH-Akkus ist direkt von der Tiefe der Entladung abhängig. Je tiefer die Entladung ist, desto kürzer ist der Lebenszyklus eines Akkus.
- Der Memory-Effekt tritt bei NiMH-Akkus in beschränkter Weise auf. Die Akkus können ohne negative Folgen aufgeladen werden. Es ist trotzdem empfehlenswert, sie regelmäßig vollständig zu entladen.
- Bei der Aufbewahrung der NiMH-Akkus entladen sie allmählich mit der Geschwindigkeit von ca. 30% monatlich. Lagerung der Akkus bei hohen Temperaturen kann diesen Prozess zweimal beschleunigen. Um Tiefentladung zu vermeiden, nach der die Akkus erneut formiert werden müssen, soll man in bestimmten Zeitabständen (auch nicht gebrauchte) Akkus aufladen.
- Moderne Schnell-Ladegeräte erkennen sowohl zu niedrige, als auch zu hohe Temperaturen der Akkus und reagieren auf diese Situationen angemessen. Zu niedrige Temperatur soll den Ladevorgang verhindern, der in diesem Fall die Akkus dauerhaft beschädigen könnte. Wenn die Akkutemperatur steigt, bedeutet das, dass der Ladevorgang zu Ende geht und dies ist typisch. Aufladung bei hoher Umgebungstemperatur hat neben der Verkürzung des Lebenszyklus eines Akkus auch schnelles Wachstum der Akkutemperatur zur Folge, wodurch der Akku nicht vollständig geladen wird.

- Man soll nicht vergessen, dass Akkus bei schneller Ladung bis zu etwa 80% ihrer Kapazität aufgeladen werden. Bessere Ergebnisse können erzielt werden, wenn man den Ladevorgang fortsetzt: das Ladegerät schaltet automatisch auf Erhaltungsladung um und nach ein paar Stunden sind die Akkus vollständig geladen.
- Bei extremen Temperaturen sollten die Akkus nicht verwendet oder geladen werden. Extreme Temperaturen verkürzen den Lebenszyklus eines Akkus oder einer Batterie. Deshalb soll man es vermeiden, Geräte mit Akkus an sehr warmen Orten zu halten. Betriebstemperatur sollte unbedingt beachtet werden.

## 9 Reinigung und Pflege



### ACHTUNG!

Es sollten lediglich Servicemethoden verwendet werden, die vom Hersteller in dieser Anleitung empfohlen wurden.

Schalten Sie die Stromversorgung des Reflektometers aus und ziehen Sie alle Leiter ab, bevor Sie Wartungsarbeiten durchführen.

Das Gehäuse des Messgeräts können mit einem weichen, feuchten Tuch und mit üblichen Reinigungsmitteln gereinigt werden. Man sollte keine Lösungsmittel oder Reiniger, die das Gehäuse beschädigen könnten (Pulver, Pasten usw.) verwenden.

Führen Sie die Reinigung des Zubehörs auf die gleiche Weise durch.

Das elektronische System des Messgeräts erfordert keine Wartung.

## 10 Lagerung

Bei Lagerung des Geräts sind folgende Anweisungen zu beachten:

- trennen Sie alle Leitungen vom Gerät,
- reinigen Sie das Messgerät und das Zubehör gründlich
- bei längerem Nichtgebrauch des Messgeräts sollten die Batterien oder Akkus aus dem Messgerät entfernt werden.

## 11 Demontage und Entsorgung

Elektro- und Elektronik-Altgeräte müssen separat, also nicht mit anderen Abfällen gesammelt werden.

Gemäß des Gesetzes über Entsorgung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten müssen ausgediente Elektronikgeräte an einen Sammelpunkt abgegeben werden.

Vor der Abgabe der Geräte an einen Sammelpunkt soll man nie versuchen, Geräteteile selbständig zu demontieren.

Man soll lokale Vorschriften zur Entsorgung von Verpackungen beachten.



## 12 Typische Schäden an Kabeln

In den folgenden Diagrammen sind die charakteristischen Wellenformen für die verschiedenen Arten von Schäden und Anomalien dargestellt, die auf dem Bildschirm des Reflektometers sichtbar sind.

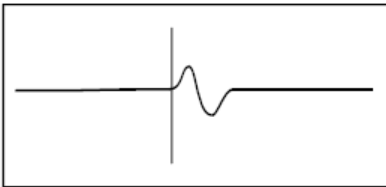
Offener Stromkreis



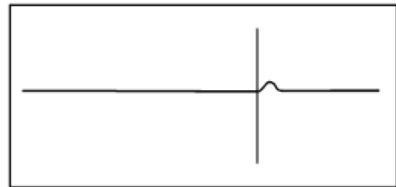
Kurzschluss



Stecker (Muffe)



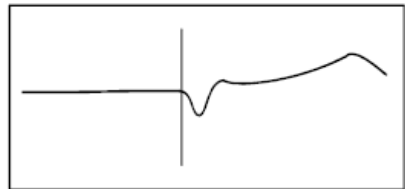
Unvollständige Pause



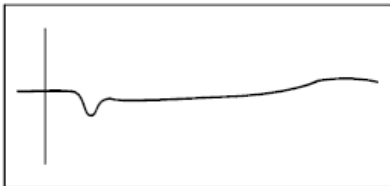
Ausgestrecktes Kabel



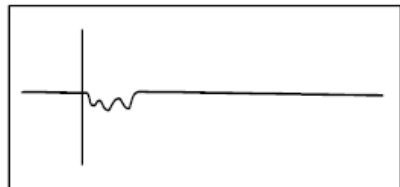
Abzweigstelle



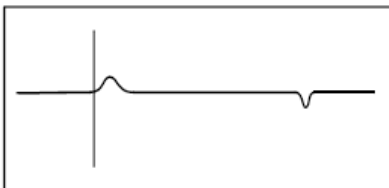
Nasser Stecker



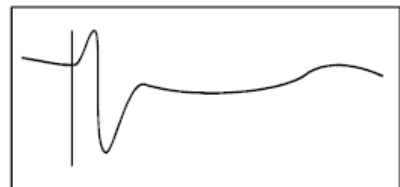
Feuchter Abschnitt



Paarweiser Austausch der Kabel



Splitter



### 13 Typische Werte des VoP-Faktors und der Impedanz Z

Kabeltyp	Art der Kabelisolierung	VoP
<b>Stromkabel</b>	ölgetränktes Papier	0,50 - 0,56
	vernetztes Polyethylen	0,52 - 0,58
	Paraffin	0,64
	Polyethylen	0,67
	PTFE	0,71
	Papier	0,72 - 0,88
	geschäumtes Polyethylen	0,82
	Luft	0,94 - 0,98
<b>Telefonkabel</b>	Polyethylen, Außendurchmesser 0,912 mm	0,69
	Polyethylen, Außendurchmesser 0,643 mm	0,68
	Polyethylen, Außendurchmesser 0,511 mm	0,66
	Polyethylen, Außendurchmesser 0,404 mm	0,65
	geliert, Außendurchmesser 0,912 mm	0,68
	geliert, Außendurchmesser 0,643 mm	0,65
	geliert, Außendurchmesser 0,511 mm	0,64
	geliert, Außendurchmesser 0,404 mm	0,63
	Papier, Außendurchmesser 0,643 mm	0,69
	Papier, Außendurchmesser 0,511 mm	0,68
Papier, Außendurchmesser 0,404 mm	0,66	
<b>Kabelfernsehen</b>	QR PARA III	0,88
	PARA I	0,82
	T, TR	0,87
	TX, TX10	0,89
	RG6, RG11, RG59	0,82
	Times Fiber RG-59	0,93
	Dynafoam	0,90
<b>Datenübertragung</b>	RG58	0,78
	RG58U	0,76
	UTP 26	0,64
	Thinnet	0,66 - 0,70
	Ethernet	0,77
	Token Ring	0,78
	Twinaxial Air	0,80
	Twinaxial	0,71
	Thicknet	0,77
	RG58	0,78
	RG58/U	0,66
	Verdrilltes PC-Doppelkabel	0,64 - 0,66
	U/UTP Kategorie 5e	0,67
U/UTP Kategorie 6	0,67	



- Die oben angeführten Beispiele für den VoP-Faktor für verschiedene Kabeltypen dienen lediglich als Richtlinie für den Bediener des Reflektometers, um eine schnelle und relativ genaue Messung zu ermöglichen.
- Die höchste Messgenauigkeit wird bei Verwendung des VoP-Faktors nach Angabe des Kabelherstellers erreicht.
- Eine alternative Methode, den VoP-Faktor zu bestimmen, besteht darin, ihn aus der bekannten Länge des zu prüfenden Kabelabschnitts zu berechnen, wie im **Kapitel 6.3.1** beschrieben.

Die optimale Messgenauigkeit ist eng mit der Position des Cursors auf der Kurve der Abtastimpuls- wellenform verbunden, die auf dem Bildschirm des Reflektometers angezeigt wird.

Typische Werte des Wellenwiderstands Z	
Kabeltyp	Z
Kat. 5 STP	100
Kat. 5 UTP	100
Konzentriert Luft	50/75
Konzentriert Scheibe	50/75
Konzentriert Schaumstoff PE	50/75
Konzentriert Voll-PE	50/75
Symmetrisch geliert PE	100
Symmetrisch trocken PE	100
Symmetrisch PTFE	100
Symmetrisch PVC	100
Papier 72 nF	100
Papier 83 nF	100

## 14 Technische Daten

Messbereiche in Metern:	7 m, 15 m, 30 m, 60 m, 120 m, 250 m, 500 m, 1 km, 2 km, 3 km, 6 km
Messbereiche in Fuß:	20 ft, 50 ft, 100 ft, 200 ft, 400 ft, 800 ft, 1600 ft, 3 200 ft, 6 400 ft, 10 000 ft, 200 00 ft
Auswahl des Messbereichs:	manuell
Minimale Kabellänge:	4 m
Messgenauigkeit:	1% des gewählten Bereichs*
Auflösung der Messung:	ca. 1% des gewählten Bereichs
VoP-Ausbreitungsgeschwindigkeit:	15,0...148,5 m/μs oder 50...495 ft/μs oder 10...99% Vc
Kabelwiderstand:	25 Ω, 50 Ω, 75 Ω, 100 Ω, 120 Ω
Auflösung der LCD-Anzeige:	320 x 240 Pixel
Hintergrundbeleuchtung des LCD-Displays:	elektrolumineszent
Akustisches Signal:	oszillierend 810 Hz - 1110 Hz
Amplitude des Abtastimpulses:	+5 V bei offenem Stromkreis, +1,5 V bei einer Last von 50 Ω
Breite des Abtastimpulses:	3 ns...3 μs je nach Bereich
Sendefrequenz:	bis zu 3x pro Sekunde oder Einzelimpuls (für ONCE-Modus)
Stromversorgung:	4 1,5 V LR6-Batterien (Typ AA) oder vier 1,2 V NiMH R6-Akkus
Lebensdauer der Batterie:	min. 8 Stunden bei kontinuierlicher Abtastung
Batteriestandanzeige:	Batteriestandanzeige auf dem Display
Automatische Abschaltung:	wählbar – nach 1, 3, 5, 10, 15 Minuten Inaktivität oder Nichtgebrauch
Lagertemperatur:	-30°...+80°C
Betriebstemperatur:	-20°...+70°C
Abmessungen:	221 x 102 x 62 mm (ohne Messleitungen)
Gewicht (mit Batterien):	487 g
Schutzgrad:	IP67
Elektromagnetische Verträglichkeit:	EN 61326-1

\* Messgenauigkeit +/-1%, vorausgesetzt, dass der Ausbreitungsfaktor für das zu prüfende Kabel auf den richtigen Wert eingestellt wird und über die gesamte Kabellänge konstant bleibt. Zur Erzielung der nominalen Messgenauigkeit ist auch die korrekte Positionierung des Cursors auf der beobachteten Wellenformdiskontinuität erforderlich.

Das Gerät hat nicht die Eigenschaft einer Prüfvorrichtung und unterliegt daher nicht der Eichpflicht. Eine geeignete Form der Kontrolle für diese Art von Geräten ist eine Prüfung.

## 15 Hersteller

Gerätehersteller für Garantieansprüche und Service:

### **SONEL S.A.**

Wokulskiego 11  
58-100 Świdnica  
Polen

Tel. +48 74 884 10 53 (Kundenbetreuung)

E-Mail: [customerservice@sonel.com](mailto:customerservice@sonel.com)

Webseite: [www.sonel.com](http://www.sonel.com)



### **ACHTUNG!**

Service Reparaturen dürfen nur vom Hersteller durchgeführt werden.

Hergestellt in der EU.

## AUFZEICHNUNGEN





**SONEL S.A.**

Wokulskiego 11  
58-100 Świdnica  
Polen

**Kundenbetreuung**

Tel. +48 74 884 10 53  
E-Mail: [customerservice@sonel.com](mailto:customerservice@sonel.com)

[www.sonel.com](http://www.sonel.com)