

ELEKTRONIKA

ECE 35 CABLE EXPERT

Bedienungshandbuch für Kabelfehlerortung

460-000-000

Bedienungshandbuch 2

OM 460-020-001D

2020

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einführung	1
1.1	Anwendungsgebiet	1
1.2	Tastatur und LEDs	3
1.3	Buchsen, und Abgleichelemente	4
1.4	Abgleich	5
1.5	Mögliche spezielle Aktionen nach der Messung:	7
2	AKTIVE BRÜCKE	8
2.1	AC-DC Störspannungsmessung	9
2.2	Widerstandsmessungen	10
2.2.1	Widerstandsmessung 2 Ader	10
2.2.2	Widerstandsmessung 2 Ader & Erde	12
2.2.3	Widerstandsdifferenz (WU) Messung	14
2.2.4	Isolationswiderstandsmessung	16
2.3	Kapazitätsmessungen	18
2.3.1	Kapazitätsmessung 2 Ader	19
2.3.2	Kapazitätsmessung 2 Ader & Erde	20
2.3.3	Kapazitive Symmetrie	23
2.4	DC Fehlerortung	24
2.4.1	Murray Methode	24
2.4.2	Dreipunkt Methode	26
2.4.3	Küpfmüller Methode	28
2.4.4	Repetitive DC Küpfmüller Methode	30
2.5	AC Fehlerortung	33
2.5.1	Unterbrechungsmessung	33
2.5.2	Repetitive AC Küpfmüller Methode	34
3	PASSIVE BRÜCKE (Option)	35
3.1	Funktionsprinzip	36
3.2	Widerstandsmessung	37
3.2.1	Schleifenwiderstandsmessung	37
3.2.2	Isolationswiderstandsmessung	39
3.2.3	Widerstandsdifferenz (WU) Messung	41
3.3	DC Fehlerortung	44
3.3.1	Murray Methode	44
3.3.2	Dreipunkt Methode	47
3.3.3	Küpfmüller Methode	51
3.4	Synchronisierte Graaf Methode	54
3.5	AC Fehlerortung	58
3.5.1	AC Küpfmüller Methode	58
3.5.2	Kapazitive Symmetrie Messung	61
4	Vormessungen	64
4.1	Einzelmessungen	65

4.1.1	AC DC Spannungsmessung	65
4.1.2	Schleifenwiderstandsmessung.....	66
4.1.3	Isolationswiderstandsmessung	67
4.1.4	DC Strommessung	68
4.1.5	Kapazitätsmessung	69
4.2	Automatische Test Sequenzen	70
4.2.1	Automatischer Schnelltest.....	70
4.2.2	Automatischer Qualitätstest	71
4.2.3	Paarzustand- Vormessung	72
5	Impulsreflektometer (TDR)	74
5.1	Manuelle TDR Betriebsarten	75
5.1.1	Einstellungen vor der Messung	76
5.1.2	Einzelpaarmessung.....	78
5.1.3	Auswertung der Reflexionskurve.....	79
5.1.4	Lokalisieren von Kopplungen (Nebensprechen).....	81
5.1.5	Vergleich zweier Paare	81
5.1.6	Vergleich mit gespeichertem Ergebnis	82
5.2	Automatische TDR Betriebsarten	84
5.2.1	Start der Messung.....	84
5.2.2	Messergebnisse	85
5.3	Hinweise für den Anwender	86
5.3.1	Typische Reflexionskurven	87
5.3.2	Ermittlung einer unbekannten Impulslaufzeit.....	90
6	ANWENDUNG DER KABELBIBLIOTHEK	91
6.1	Einführung.....	91
6.2	Standardkabel	92
6.3	Anwenderdefiniertes Kabel	93
6.4	Mehrstrecken Kabel (Option)	95
6.5	Bespultes Kabels (Option).....	98
7	SPEZIFIKAZIONEN	99
7.1	Aktive Brücke	99
7.2	Passive Brücke.....	101
7.3	Vormessungen	103
7.4	Impulsreflektometer.....	107
8	OPTIONEN	109

26.01.2020

*Copyright – ELEKTRONIKA, Budapest, 2020

1 EINFÜHRUNG

1.1 Anwendungsgebiet

Die DC – AC Messbrücke und TDR ist eine Baugruppe des ECE 35 Gerätes zur Bestimmung der Qualität von Kabelanlagen und zu Überwachungs- und Fehlerortungsmessungen sowie zur Qualifizierung von Fernmeldekabeln. Diese Baugruppe beinhaltet die folgenden Messmodule:

Aktive Brücke

Die aktive Brücke bietet schnelle, komfortable, sehr genaue und automatische Messungen. Es gibt zwei Messmodi zur Auswahl:

- Empfindlicher Modus, der extrem genaue Testergebnisse liefert, selbst wenn die gemessenen Fehlerwiderstände sehr hoch sind, aber hohe störende Wechselspannungen die Brückenanzeige überlasten können
- Geschützter Modus, der selbst bei Vorhandensein von Störspannungen mittlerer Stärke ein genaues Testergebnis liefert, wenn die Fehlerwiderstände nicht höher als 3 bis 5 MOhm sind

Es wird empfohlen, die Messung mit dem sensitiven Modus zu starten. Wenn die Störspannungen die Anzeige überlasten, erscheint eine Warnung, die den Benutzer darüber informiert, dass das Ergebnis ungenau sein kann. In diesem Fall sollte die Messung im geschützten Modus wiederholt werden.

Passive Wheatstone- Brücke

Die passive Brücke ist nicht empfindlich für die externen störenden Wechselspannungen, aber ihre Verwendung ist nicht so komfortabel wie die der aktiven Brücke. Messverfahren wie Küpfmüller oder Dreipunktmethode erfordern zwei oder drei aufeinander folgende Messungen. Messfehler können auftreten, wenn sich der Pegel der störenden Gleichspannung zwischen den Messungen ändert.

Ende zu Ende Synchronische Messmethode

Im ungünstigsten Fall aufgrund hoher und intermittierend störender Wechsel- und Gleichspannungen kann weder die aktive noch die passive Brücke ein befriedigendes Ergebnis liefern.

In diesem Fall ist das beste Werkzeug die verbesserte Version der Graaf-Methode, bei der die Störspannungen für die Messung verwendet werden. (Es wird keine andere Messspannung hinzugefügt).

ECE 35 führt die Strommessungen an den beiden Enden des getesteten Kabels gleichzeitig aus und berechnet die Fehlerstelle aus der Stromstärke. Das bedeutet: **Je höher die Störspannung, desto leichter ist ein Fehler zu lokalisieren!** Der einzige Nachteil ist, dass zwei Instrumente im Master/Slave Modus arbeiten müssen. In diesem Modus kann ECE 35 mit einem anderen ECE 35 oder mit einem intelligenten Slave- Gerät ECFL 30S kommunizieren.

Impulsreflektometer

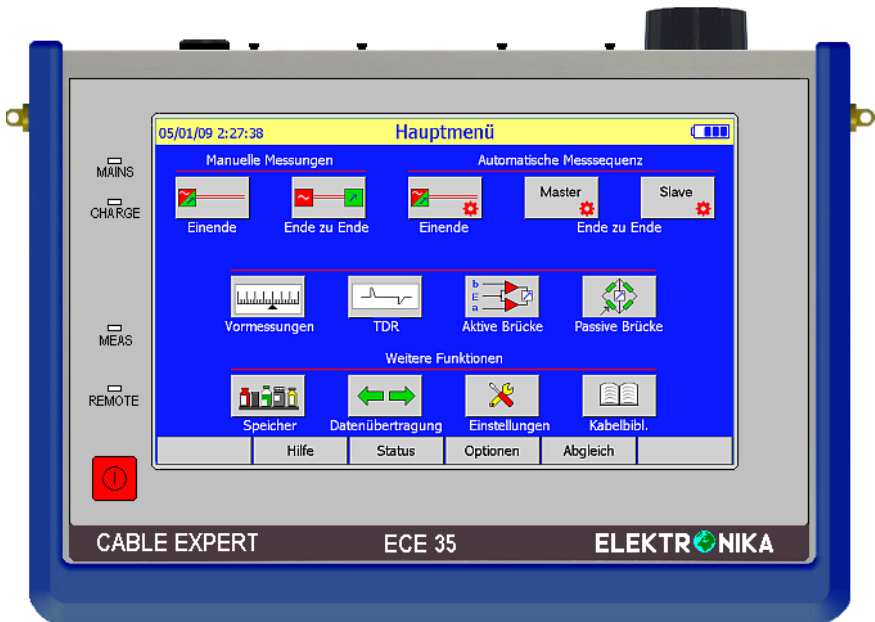
Das Impulsreflektometer war entwickelt für schnelle und genaue Fehlerortung und Qualifizierung von symmetrischen Aderpaaren mit dem Impuls-Echo-Verfahren.

Die vielseitigen Betriebsarten ermöglichen die genaue Ortung von Unterbrechungen, Wackelkontakten und nasse Kabelteilen.

Das ECE 35 anwendet optimierte Impulsform- und Abtasttechnik, weiterhin spezielle Filterung und Datenverarbeitungsmethoden um leicht auswertbare Reflexionskurven auch bei sehr langen Kabeln zu erreichen.

Die 4 und 10 ns lange Impulse werden für kurze Leitungen angewendet. Schon einer nahe Fehlerort bis 0.5 Meter kann man detektieren. Die 30 ns bis 6 us lange Impulse werden bei langen Leitungen angewendet.

1.2 Tastatur und LEDs



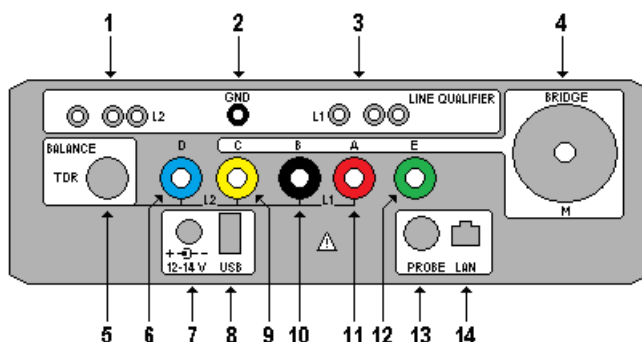
Taste

	Schaltet den ECE 35 ein oder aus. Das Gerät hat aus Energiespargründen eine automatische Abschaltfunktion: eine automatische Abschaltung erfolgt eine gewisse Zeit nach dem letzten Tastendruck (siehe Kapitel Einstellungen).
--	--

LEDs

<input type="checkbox"/> MAINS	Netzspannungsindikator
<input type="checkbox"/> CHARGE	Ladungsindikator
<input type="checkbox"/> MEAS	Indikator zur Anzeige der laufenden Messung.
<input type="checkbox"/> REMOTE	Indikator zur Anzeige der laufenden Fernsteuerung

1.3 Buchsen, und Abgleichelemente



1	Anschlussbuchse L 2 für Pegelsender
2	Bananenbuchse für Erde bei Linequalifizierung
3	Anschlussbuchse L 1 für Pegelsender oder Empfänger
4	Brücke Abgleich
5	TDR Abgleich
6	Anschlussbuchse für den Anschluss D bei Brückenmessungen und L2 in TDR Mode
7	2.1/5.5 mm Buchse zum Anschließen des Netzadapters oder der Batterieanschlussleitung vom 12 V-Kfz-Bordnetz
8	USB Anschlussbuchse für einen USB- Stick
9	Anschlussbuchse für den Anschluss C bei Brückenmessungen und L2 in TDR Mode
10	Anschlussbuchse für den Anschluss B bei Brückenmessungen und L1 in TDR Mode
11	Anschlussbuchse für den Anschluss A bei Brückenmessungen und L1 in TDR Mode
12	Bananenbuchse für Erde bei Brückenmessungen
13	Anschlussbuchse für den Hochimpedanz Messkopf
14	Anschluss für LAN

1.4 Abgleich

Die Genauigkeit der aktiven Brücke basiert auf der Messung eines eingebauten normalen Widerstands hoher Präzision. Das Ergebnis dieser Messung wird als Referenzwert gespeichert.

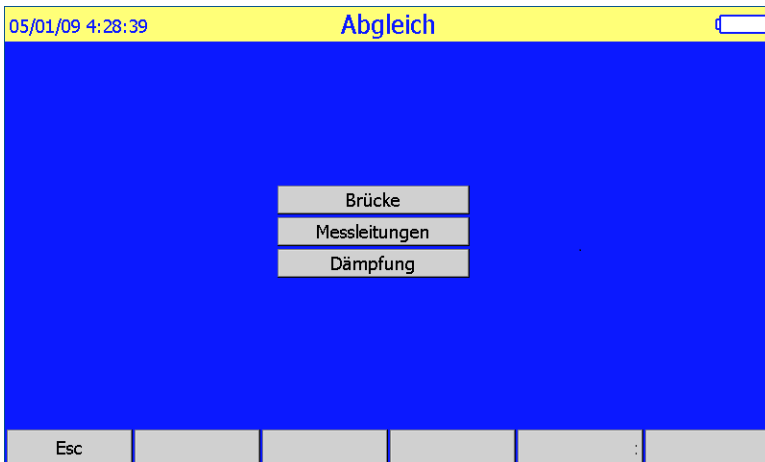
Die Genauigkeit der passiven Brücke basiert auf der Messung einer eingebauten Referenzspannungsquelle mit hoher Genauigkeit. Das Ergebnis dieser Messung wird als Referenzwert gespeichert. Während des Kalibrierungsprozesses werden die Offsetspannungen von Verstärkern gemessen und gespeichert.

Prozess der Kalibrierung:

- Drücken Sie die **Abgleich** Taste des Hauptmenüs

Das erscheinende **Abgleich** Menü bietet:

- Eigenkalibrierung von **Brücken**
- Abgleich der **Messleitungen**



Abgleich der Messleitungen

In dieser Betriebsart werden nicht nur die Widerstände der Messleitungen **A**, **B**, und **E**, sondern auch die Übergangswiderstände des Eingangsschaltfeldes gemessen, gespeichert und bei den Messungen dann berücksichtigt. Ab Werk ist bereits ein Messwert abgespeichert, bei der Messung von sehr kleinen Widerständen oder Widerstandsunterschieden wird aber empfohlen, den Abgleich zu wiederholen.

Zum Abgleich der Messleitungen müssen die fernen Enden der drei Messleitungen kurzgeschlossen werden.

- Drücken Sie die Taste **Messleitungen**
- Drücken Sie **Start/Stop**

Auf dem Display werden die Werte der Leitungs- einschließlich der Relais-Widerstände angezeigt.

Nach Ablauf des Abgleichs werden diese gemessenen Widerstände bei den folgenden Messungen berücksichtigt:

- Widerstand 2-Ader
- Widerstand 2-Ader&Erde
- Widerstandsdifferenz (WU)
- Fehlerortung Murray-Methode
- Fehlerortung Dreipunkt-Methode
- Fehlerortung Küpfmüller- Methode

Eigenkalibrierung von Brücken

- Drücken Sie die Bridge-Taste und Folgen Sie den Anweisungen

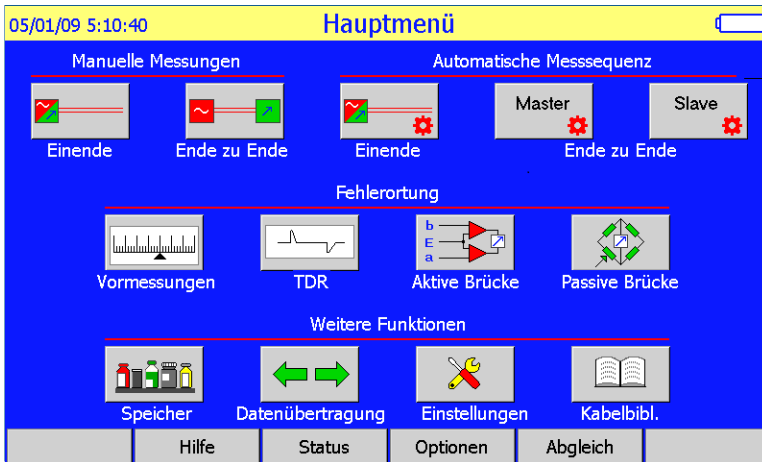
Dabei werden die Kalibrierungsparameter von aktiven und passiven Brücken gemessen

1.5 Mögliche spezielle Aktionen nach der Messung:

Zusätzlich zu den gemessenen Widerstandswerten oder Kapazitätswerten werden bei der Fehlerortungsmessung auch die Kabellänge (**DTS**) und die Fehlerortentfernung (**DTF**) angegeben. Um diese Parameter berechnen zu können, muss man den Kabeltyp und Kabeltemperatur kennen.

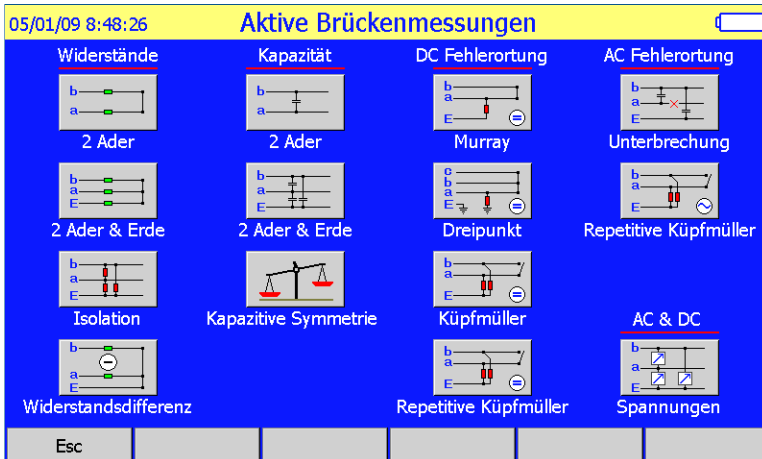
- Auf dem Display erscheint immer der Kabeltyp, der bei der letzten Messung ausgewählt wurde. Dieser kann aber verändert werden: Nach Drücken der Taste **Kabelbibl.** kann man den gewünschten neuen Kabeltyp auswählen und durch Betätigung der Taste **Esc** aufrufen. Die Längen DTS und DTF werden sofort neu berechnet.
- Ähnlich kann man nach dem Drücken der Taste **Temperatur** den Temperaturwert verändern und mit der Taste **Enter** bestätigen. Die Längen DTS und DTF werden sofort nach der Veränderung der Temperatur automatisch neu berechnet.
- Ist die Kabellänge (eventuell aus einem Kabelverlegungsplan) genau bekannt, dann kann man diese Länge nach dem Drücken der Taste **Länge** eingeben. Die Bestätigung der Eingabe erfolgt durch Drücken der Taste **Enter**. Jetzt werden der Fehlerort und die Kabellänge nur aus dem gemessenen Lx/L-Wert und des eingegebenen Länge- Wertes ohne Berücksichtigung der gemessenen Widerstände berechnet. Nach einem wiederholten Drücken der Taste **Länge** kehrt das Gerät zur normalen Berechnungsweise zurück.
- Bei Schleifenwiderstands-, Isolationswiderstands- und Kapazitätsmessungen kann man die Kabellänge bei bekanntem Kabeltyp bzw. Temperatur entsprechend berechnen. Zur Berechnung von Ω/km oder nF/km Werten muss man nach dem Drücken der Taste **Länge** die bekannte Kabellänge eingeben.

2 AKTIVE BRÜCKE



Aktive Brückenauswahl

- Drücken Sie die Menüpunkt **Aktive Brücke** von **Haupt Menü**

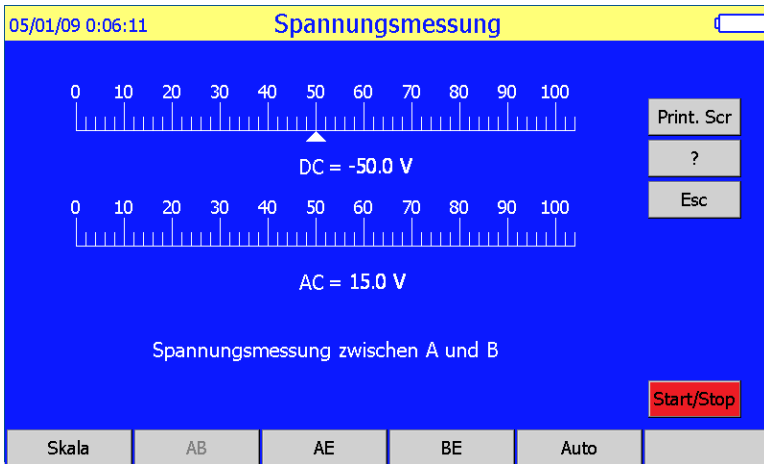


2.1 AC-DC Störspannungsmessung

Das ECE 35 hat ein Digitalvoltmeter-Modul mit symmetrischem Eingang für die gleichzeitige Messung von DC und AC Spannungen im Bereich von 1 bis 400 V_{DC} bzw. 1 bis 250 V_{AC}. Der Eingangswiderstand beträgt 2 MOhm.

Messanschaltung

- Wählen Sie die Betriebsart **Spannungen**



- Die Empfindlichkeit kann mit der **Skala**-Taste geändert werden

Eingangsauswahl

- Durch Drücken der Taste **AB**, **AE** oder **BE** misst die ECE 35 kontinuierlich die AC-DC-Spannungen zwischen den ausgewählten Eingängen.
- Durch Drücken der **Auto**-Taste ECE 35 werden nacheinander alle AC-DC-Spannungsmessungen durchgeführt.

2.2 Widerstandsmessungen

Das ECE 35 bietet vier verschiedene Widerstandsmessungen an:

2 Ader

2 Ader & Erde

Widerstandsdifferenz

Isolationswiderstand

Das Gerät misst zuerst, ob zwischen den beiden Adern und zwischen Adern und Erde DC und/oder AC Fremdspannungen anliegen.

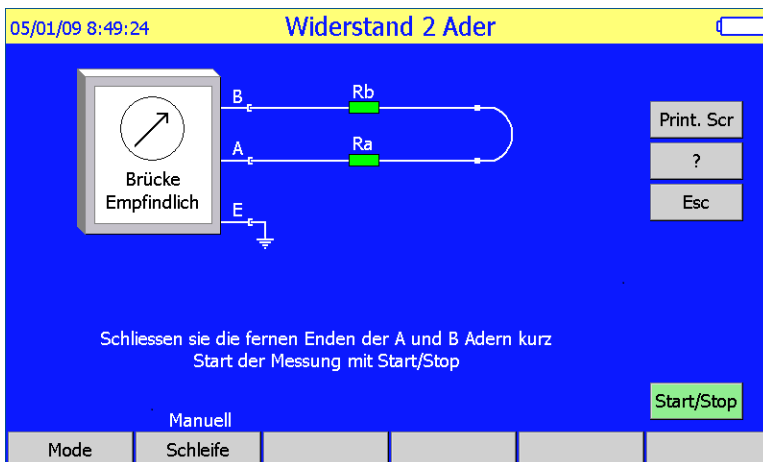
Unabhängig von dem Ergebnis der Fremdspannungsmessung läuft die Messung automatisch weiter. Das Messergebnis der Fremdspannung wird erst dann angezeigt, wenn die Messgenauigkeit beeinträchtigt werden kann. In solchen Fällen ist es zweckmäßig, die Messung zu wiederholen.

Die Widerstand-Messung wird zweimal durchgeführt, einmal ohne Messspannung und einmal mit Messspannung. Diese Doppelmessung ermöglicht eine DC Fremdspannung Kompensierung, d. h. auch bei Vorhandensein einer DC Fremdspannung kann der Widerstandswert genau gemessen werden.

2.2.1 Widerstandsmessung 2 Ader

Messanschaltung

- Wählen Sie die Betriebsart **Widerstände / 2 Ader**

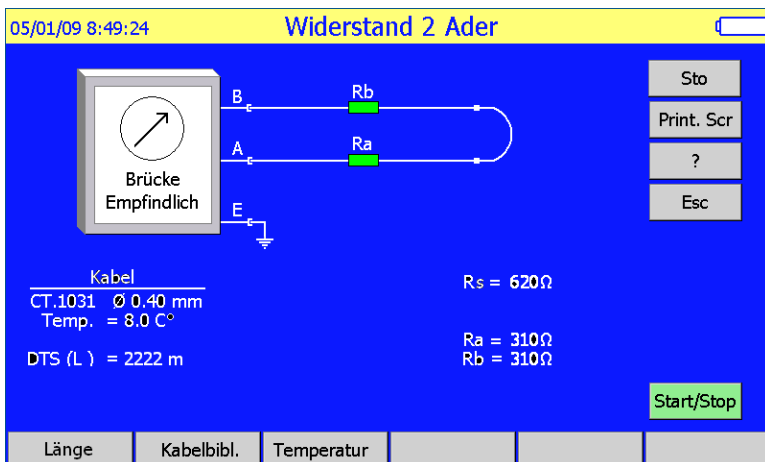


Das ferne Ende der zu messenden Doppelader muss kurzgeschlossen werden. Der **ELC30** oder **ECFL 30S** Schleifenschalter kann bei dieser Messung verwendet werden.

Die Messung kann in zwei Modi, im Modus **Empfindlich** oder **Geschützt** durchgeführt werden.

Es ist empfohlen zuerst den Modus **Empfindlich** zu wählen. Wird in diesem Modus durch eine große Fremdspannung die aktive Brücke übersteuert, dann erscheint eine Warnung, die den Anwender darauf hinweist, dass die Messung wahrscheinlich ungenau wird. In solchen Fällen ist es zweckmäßig, die Messung im Modus **Geschützt** zu wiederholen.

- Wählen Sie den richtigen Modus mit der **Mode**-Taste
- Starten Sie die Messung mit der **Start / Stop**-Taste



Die angezeigten Parameter

Rs Schleifenwiderstand, **Ra**, und **Rb** ($R_s/2$)

Kabellänge (**DTS**) berechnet aus **Rs** mit Berücksichtigung der angezeigten **Kabel** und **Temp.** Werte.

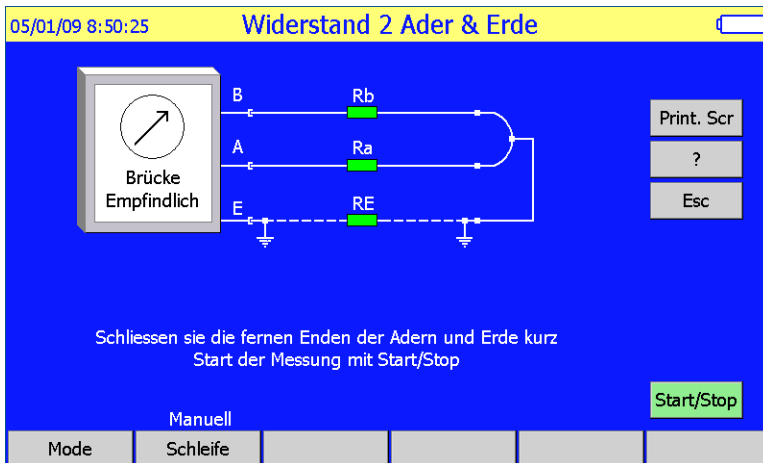
Beachten:

Bei kurzen Kabeln wird die Kalibrierung der Messleitungen empfohlen.

2.2.2 Widerstandsmessung 2 Ader & Erde

Messanschaltung

Wählen Sie die Betriebsart **Widerstände / 2 Ader & Erde**

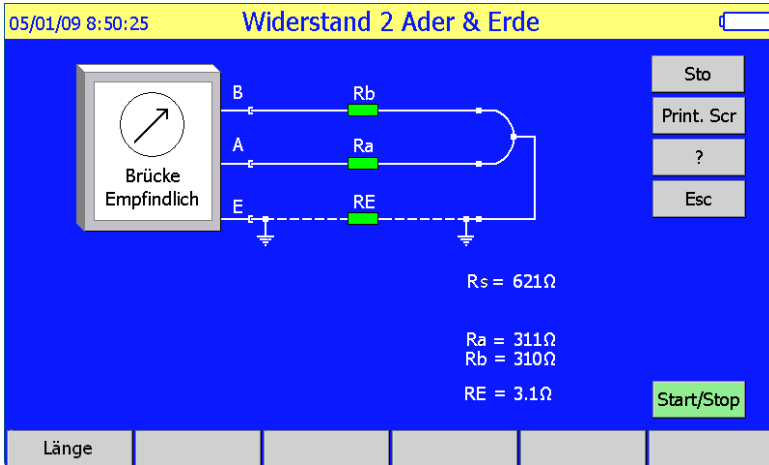


Das ferne Ende der zu messenden Doppelader und Erde muss kurzgeschlossen werden. Der **ELC30** oder **ECFL 30S** Schleifenschalter kann bei dieser Messung verwendet werden.

Die Messung kann in zwei Modi, im Modus **Empfindlich** oder **Geschützt** durchgeführt werden.

Es ist empfohlen zuerst den Modus **Empfindlich** zu wählen. Wird in diesem Modus durch eine große Fremdspannung die aktive Brücke übersteuert, dann erscheint eine Warnung, die den Anwender darauf hinweist, dass die Messung wahrscheinlich ungenau wird. In solchen Fällen ist es zweckmäßig, die Messung im Modus **Geschützt** zu wiederholen.

- Wählen Sie den richtigen Modus mit der **Mode**-Taste
- Starten Sie die Messung mit der **Start / Stop**- Taste



Die angezeigten Parameter:

- $R_s = R_a + R_b$ Schleifenwiderstand
- R_a und R_b Aderwiderstände
- Widerstand des Kabelschirmes R_E

Beachten:

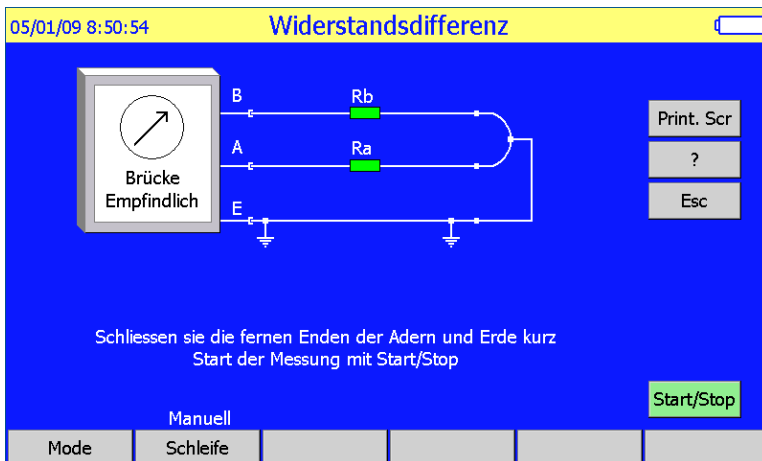
Bei kurzen Kabeln wird die Kalibrierung der Messleitungen empfohlen.

2.2.3 Widerstandsdifferenz (WU) Messung

Die Differenz zwischen den einzelnen Aderwiderständen in einer Doppelader ist meistens sehr klein im Gegensatz zu den Aderwiderständen selbst. Es muss also die kleine Differenz von zwei großen Widerständen gemessen werden. Es wird deshalb empfohlen, vor der Widerstandsdifferenzmessung den Messleitungsabgleich durchzuführen.

Messanschaltung

- Wählen Sie die Betriebsart **Widerstände / Widerstandsdifferenz**

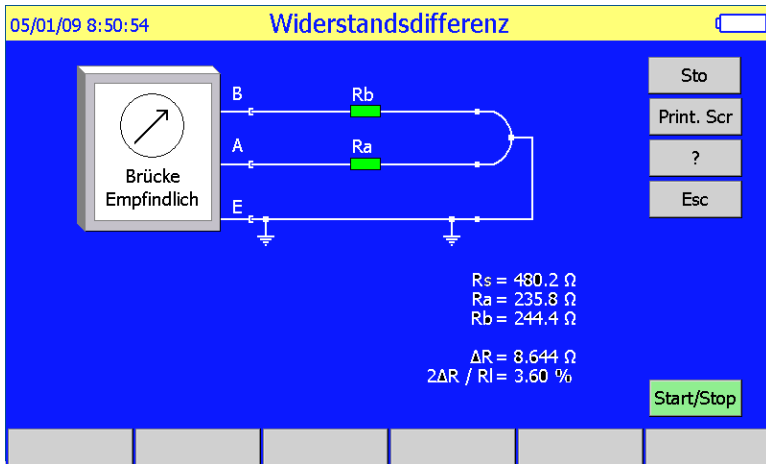


Das ferne Ende der zu messenden Doppelader und Erde muss kurzgeschlossen werden. Der **ELC30** oder **ECFL 30S** Schleifenschalter kann bei dieser Messung verwendet werden.

Die Messung kann in zwei Modi, im Modus **Empfindlich** oder **Geschützt** durchgeführt werden.

Es ist empfohlen zuerst den Modus **Empfindlich** zu wählen. Wird in diesem Modus durch eine große Fremdspannung die aktive Brücke übersteuert, dann erscheint eine Warnung, die den Anwender darauf hinweist, dass die Messung wahrscheinlich ungenau wird. In solchen Fällen ist es zweckmäßig, die Messung im Modus **Geschützt** zu wiederholen.

- Wählen Sie den richtigen Modus mit der **Mode**-Taste
- Starten Sie die Messung mit der **Start / Stop**-Taste

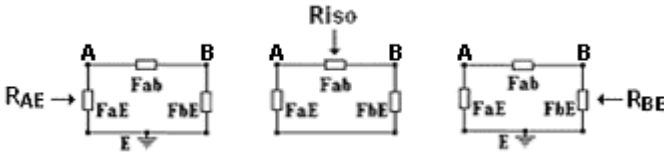


Die angezeigten Parameter:

- **$R_s = R_a + R_b$** Schleifenwiderstand
- **$\Delta R = R_a - R_b$** Widerstandsdifferenz
- **$2 \Delta R / R_I$** (in %)
- **R_a und R_b** berechnet aus **R_s** und **ΔR**

2.2.4 Isolationswiderstandsmessung

Die Isolationswiderstandsmessung wird in der folgenden Anordnung durchgeführt:



$R_{iso} = Fab \text{ parallel with } (FaE + FbE)$

$R_{AE} = Fab \text{ parallel with } (Fab + FbE)$

$R_{BE} = Fab \text{ parallel with } (Fab + FaE)$

Die physikalischen Widerstände sind markiert: **Fab**, **FaE** und **FbE**

Es gibt zwei Messbereiche: 5 km und 10 km

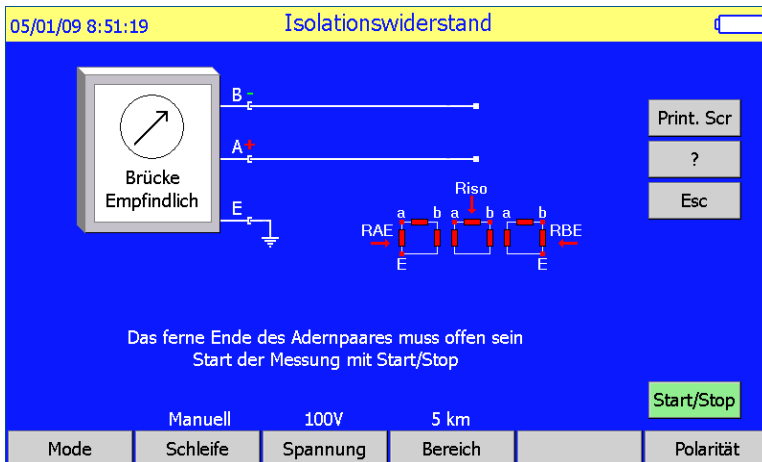
Messzeiten:

- ~37 sec für den 5 km Bereich
- ~45 sec für den 10 km Bereich

Die relativ lange Messzeit ist wegen der Kapazität des gemessenen Kabels notwendig.

Messanschaltung

- Wählen Sie die Betriebsart **Widerstände / Isolation**



Das ferne Ende der zu messenden Doppelader und Erde muss offen werden.

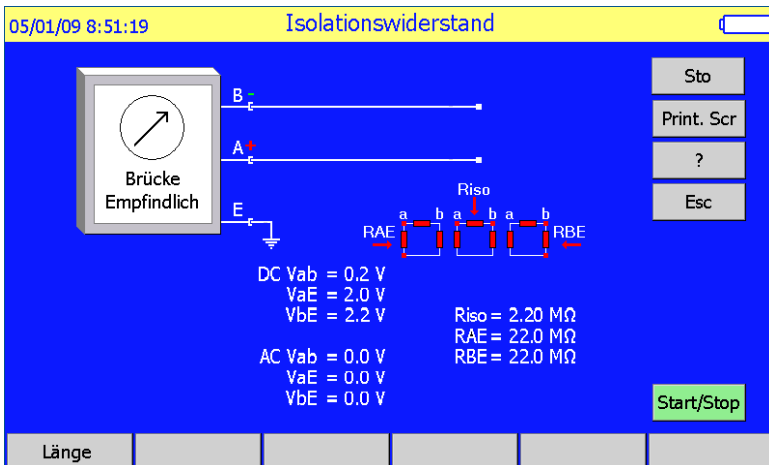
Die Messung kann in zwei Modi, im Modus **Empfindlich** oder **Geschützt** durchgeführt werden.

Es ist empfohlen zuerst den Modus **Empfindlich** zu wählen. Wird in diesem Modus durch eine große Fremdspannung die aktive Brücke übersteuert, dann erscheint eine Warnung, die den Anwender darauf hinweist, dass die Messung wahrscheinlich ungenau wird. In solchen Fällen ist es zweckmäßig, die Messung im Modus **Geschützt** zu wiederholen.

- Wählen Sie den gewünschten Modus mit der Taste **Mode**
- Wählen Sie den gewünschten Bereich mit der Taste **Bereich**
- Wählen Sie die gewünschte Polarität mit der Taste **Polarität**

Zwei Messspannungen stehen zur Verfügung: 100 V oder 250 V

- Wählen Sie die gewünschte Spannung mit der Taste **Spannung**
- Starten Sie die Messung mit der **Start / Stop**- Taste



Die angezeigten Parameter:

- **Riso** Widerstand zwischen Ader A und Ader B
- **RAE** Widerstand zwischen Ader A und Erde
- **RBE** Widerstand zwischen Ader B und Erde

Berechnung von Ω km bei bekannter Kabellänge

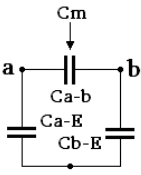
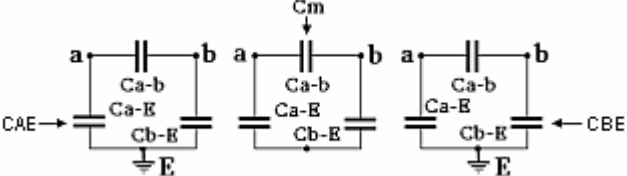
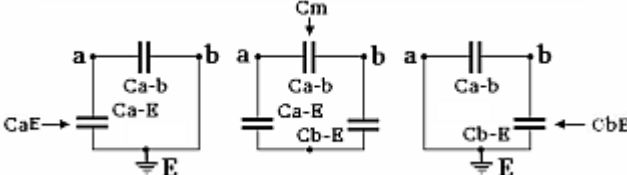
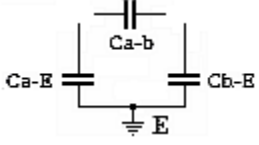
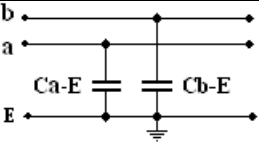
- Drücken Sie die Taste **Länge**
- Geben Sie den Längenwert ein und drücken Sie die **Enter**

Zur Rückkehr zur normalen Anzeige

- Drücken Sie die Taste **Länge** und drücken Sie die **Esc**

2.3 Kapazitätsmessungen

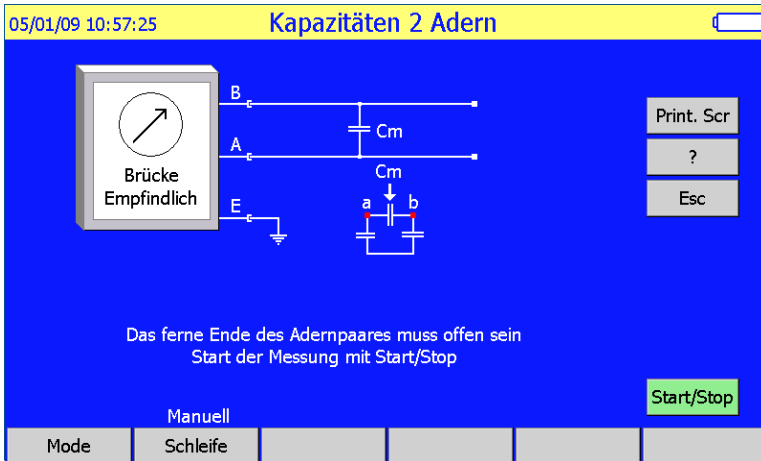
ECE 35 bietet fünf Kapazitätsmessmodi:

<p><u>2 Ader</u></p>	 <p>(Messergebnis ist markiert als: Cm)</p>
<p><u>2 Ader & Erde</u> Zweipol (Default)</p>	 <p>(Messergebnis ist markiert als: Cm, CAE und CBE)</p>
<p><u>2 Ader & Erde</u> Betriebs- Kapazitäten</p>	 <p>Gemäß EN 50289-1-5:2001 (Messergebnis ist markiert als: Cm, CaE und CbE)</p>
<p><u>2 Ader & Erde</u> Physikalischen Kapazitäten</p>	 <p>(Messergebnis ist markiert als: Ca-b, Ca-E und Cb-E)</p>
<p><u>Kapazitive Symmetrie</u></p>	 <p>(Messergebnis ist markiert als: Ca-E und Cb-E)</p>

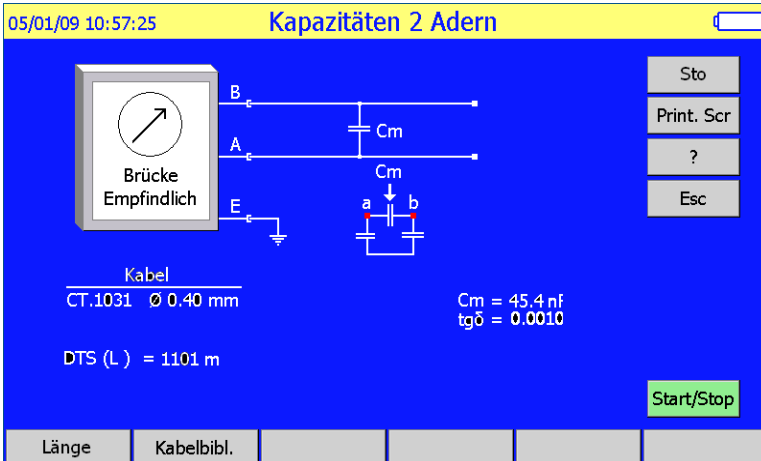
2.3.1 Kapazitätsmessung 2 Ader

Messanschaltung

- Wählen Sie die Betriebsart **Kapazität / 2 Ader**
- Starten Sie die Messung mit der **Start / Stop**-Taste



Wenn die Messung beendet ist, erscheinen die Ergebnisse:



Die angezeigten Parameter:

- **Cm** Betriebskapazität,
- **$\tan \delta$** der Betriebskapazität,
- Kabellänge (**DTS**) berechnet aus **Cm** mit Berücksichtigung der angezeigten **Kabel** Werte.

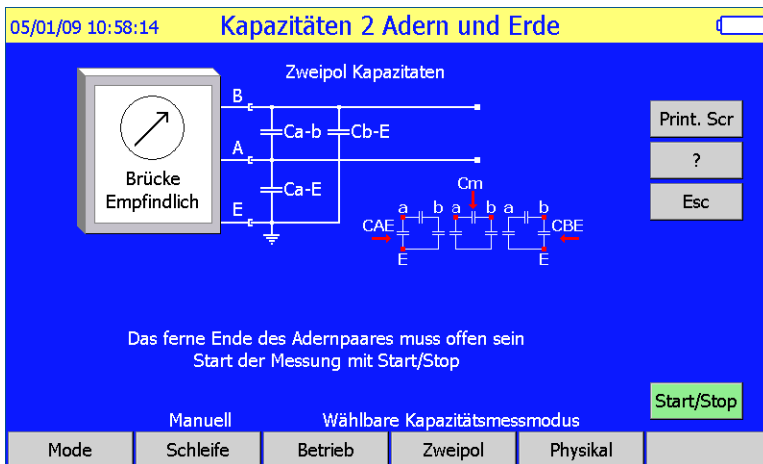
2.3.2 Kapazitätsmessung 2 Ader & Erde

Die Messung kann in drei Modi durchgeführt werden:

- **Betrieb**
- **Zweipol** (Default)
- **Physikalisch**

Messanschaltung

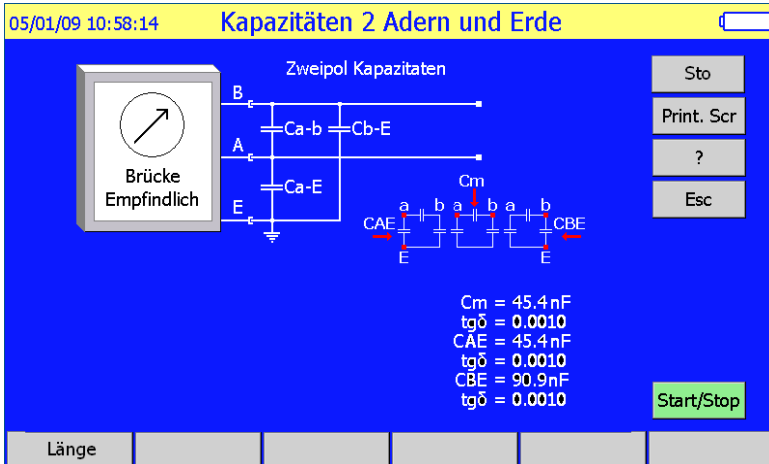
- Wählen Sie die Betriebsart **Kapazität / 2 Ader & Erde**
- Wählen Sie mit der entsprechenden Taste den gewünschten Modus.
- Starten Sie die Messung mit der Taste **Start / Stop**



Die angezeigten Messergebnisse

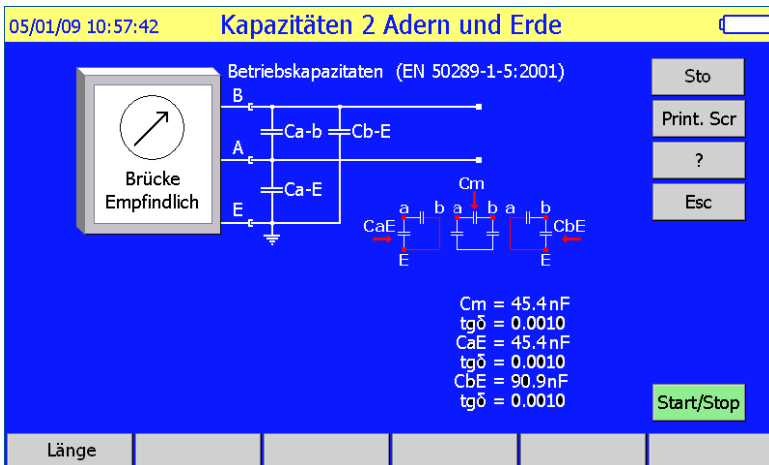
Die angezeigten 2 Pol Kapazitäten:

- **C_m** Kapazität und **tan δ** zwischen Ader A und Ader B
- **CAE** Kapazität und **tan δ** zwischen Ader A und **Erde**
- **CBE** Kapazität und **tan δ** zwischen Ader B und **Erde**



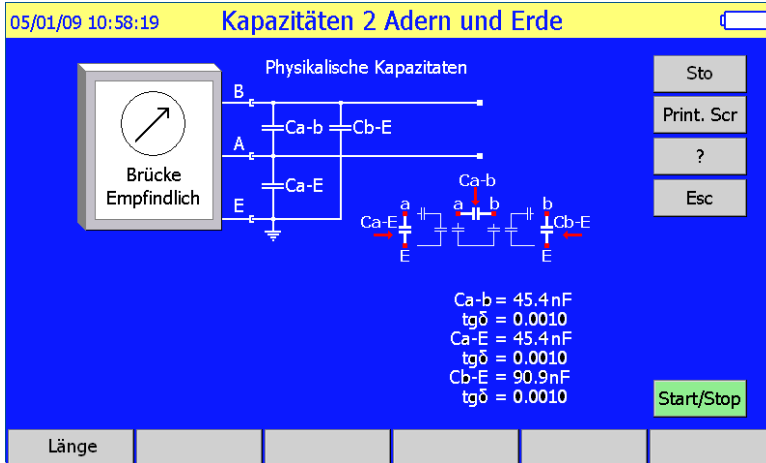
Die angezeigten Betriebskapazitäten

- **C_m** Kapazität und **tan δ** zwischen Ader A und Ader B
- **CaE** Kapazität und **tan δ** zwischen Ader A und **Erde**
- **CbE** Kapazität und **tan δ** zwischen Ader B und **Erde**



Die angezeigten physikalische Kapazitäten:

- **Ca-b** Kapazität und **$\tan \delta$** zwischen Ader A und Ader B
- **Ca-E** Kapazität und **$\tan \delta$** zwischen Ader A und **Erde**
- **Cb-E** Kapazität und **$\tan \delta$** zwischen Ader B und **Erde**

Berechnung von nF / km bei bekannter Kabellänge

- Drücken Sie die Taste **Länge**
- Geben Sie den Längenwert ein und drücken Sie die **Enter**

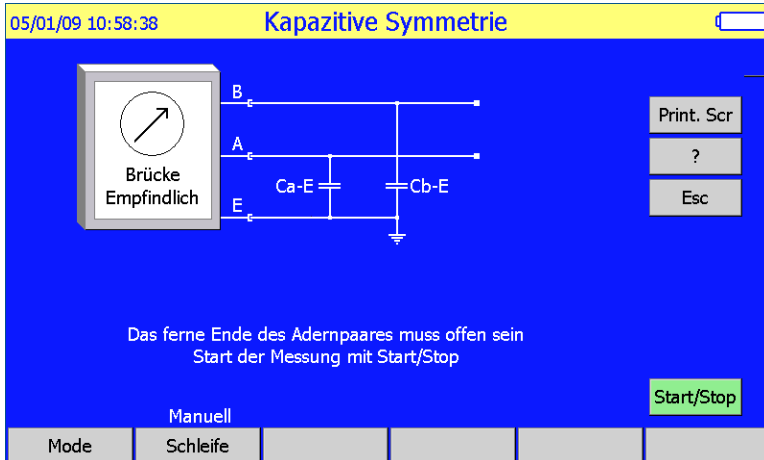
Zur Rückkehr zur normalen Anzeige

- Drücken Sie die Taste **Länge** und drücken Sie die **Esc**

2.3.3 Kapazitive Symmetrie

Messanschaltung

- Wählen Sie die Betriebsart **Kapazität / Kapazitive Symmetrie**



Die Messung kann in zwei Modi, im Modus **Empfindlich** oder **Geschützt** durchgeführt werden.

Es ist empfohlen zuerst den Modus **Empfindlich** zu wählen. Wird in diesem Modus durch eine große Fremdspannung die aktive Brücke übersteuert, dann erscheint eine Warnung, die den Anwender darauf hinweist, dass die Messung wahrscheinlich ungenau wird. In solchen Fällen ist es zweckmäßig, die Messung im Modus **Geschützt** zu wiederholen.

- Wählen Sie den richtigen Modus mit der **Mode**- Taste
- Starten Sie die Messung mit der **Start / Stop**- Taste

Die angezeigten Parameter:

- Ca-E** Aderkapazität
- Cb-E** Aderkapazität
- ΔC** = **Ca-E** – **Cb-E** Kapazitätsdifferenz
- $\Delta C\%$** = $2 \Delta C / (Ca-E + Cb-E)$ prozentuale Differenz

2.4 DC Fehlerortung

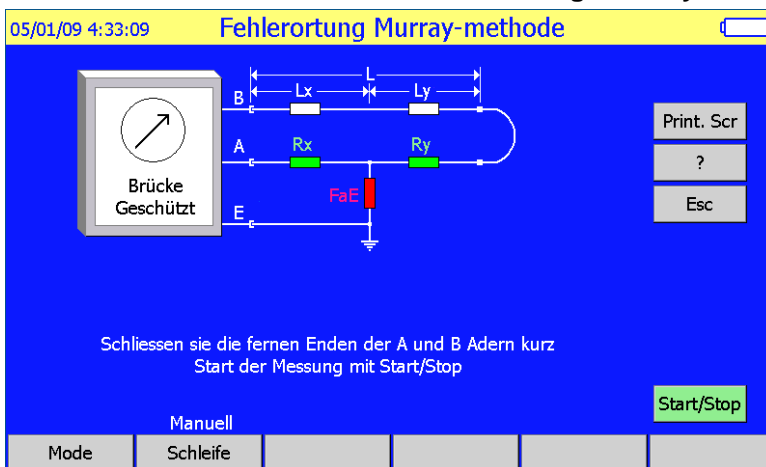
2.4.1 Murray Methode

Diese Methode ist nur dann anwendbar, wenn nur eine Ader der gemessenen Doppelader fehlerhaft ist. D.h. der Ader-Erde Isolationswiderstand (Erdschlusswiderstand) der gesunden Ader muss mindestens 1000-mal größer sein als der physikalische Isolationswiderstand (**F**) der fehlerhaften Ader. Nur in diesem Fall wird die angegebene Messgenauigkeit garantiert. Der Isolationswiderstand der gesunden Ader darf aber auch dann nicht kleiner als 10 MOhm sein, wenn der Erdschlusswiderstand kleiner als 10 kOhm ist.

Für die Messung muss man nicht unbedingt die beiden Adern einer Doppelader verwenden. Wenn nicht das gesamte Kabel nass geworden ist, kann man eine Ader aus einer gesunden und die andere Ader aus der nassen Doppelader nehmen. Wichtig dabei ist, dass die beiden ausgewählten Adern im gleichen Kabel sind, aus dem gleichen Material bestehen, und die gleiche Länge und Durchmesser haben.

Messanschaltung

- Wählen Sie die Betriebsart **DC Fehlerortung / Murray**



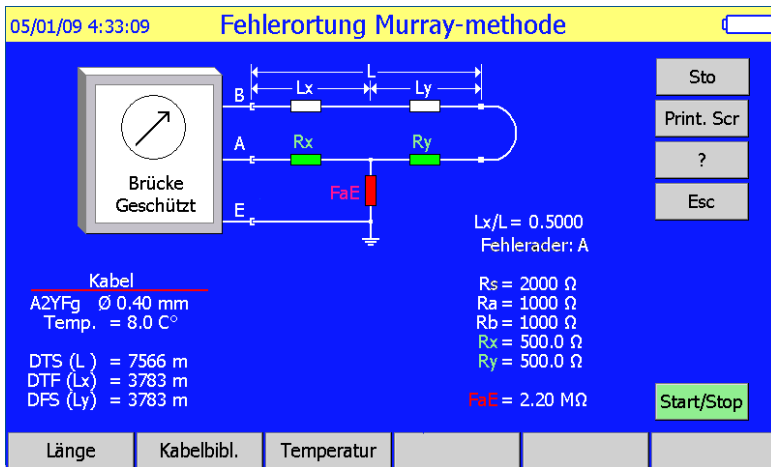
Das ferne Ende der zu messenden Doppelader muss kurzgeschlossen werden. Der **ELC30** oder **ECFL 30S** Schleifenschalter kann bei dieser Messung verwendet werden.

Die Messung kann in zwei Modi, im Modus **Empfindlich** oder **Geschützt** durchgeführt werden. Es ist empfohlen zuerst den Modus **Empfindlich** zu wählen. Wird in diesem Modus durch eine große Fremdspannung die

aktive Brücke übersteuert, dann erscheint eine Warnung, die den Anwender darauf hinweist, dass die Messung wahrscheinlich ungenau wird. In solchen Fällen ist es zweckmäßig, die Messung im Modus **Geschützt** zu wiederholen.

- Wählen Sie den richtigen Modus mit der **Mode-** Taste
- Starten Sie die Messung mit der **Start / Stop-** Taste

Wenn die Messung beendet ist, erscheinen die Ergebnisse:



Die angezeigten Parameter:

- **Lx/L** relative Fehlerortentfernung, bezogen auf die ganze Kabellänge
- **Rs** Schleifenwiderstand
- **Ra** Widerstand von Ader A ($R_s / 2$)
- **Rb** Widerstand von Ader B ($R_s / 2$)
- **Rx** Widerstand zwischen dem Gerät und dem Fehler
- **Ry** Widerstand zwischen dem Fehler und dem Kabelende
- **FaE** Erdschlusswiderstand der Ader **A**
- **DTS (L)** berechnet aus den Kabelparametern und R_s
- **DTF (Lx)** berechnet aus den Kabelparametern, R_s und L_x / L
- **DFS (Ly)** berechnet aus den Kabelparametern, R_s und L_x / L

Wenn die Kabellänge bekannt ist

- Drücken Sie die Taste **Länge**
- Geben Sie den Längenwert ein und drücken Sie die **Enter**

Zur Rückkehr zur normalen Anzeige

- Drücken Sie die Taste **Länge** und drücken Sie die **Esc**

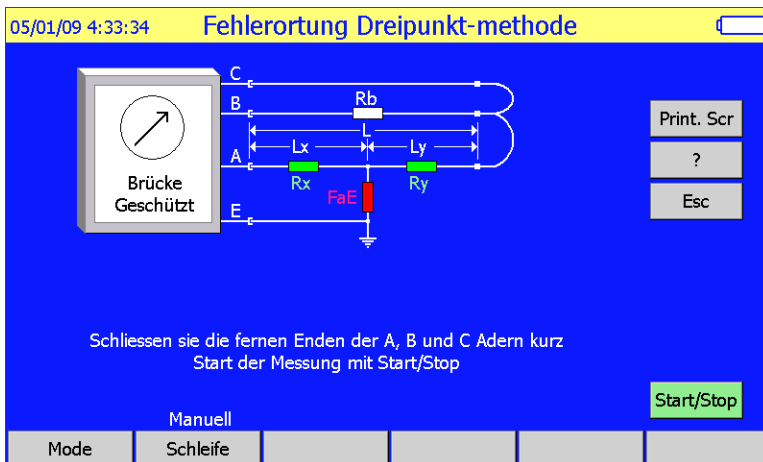
2.4.2 Dreipunkt Methode

Diese Messung ist anwendbar, falls die beiden Adern im Paar unterschiedliche Widerstände haben, aber nur eine Ader Erdschluss hat. Das Isolationsverhältnis der guten Ader zur fehlerhaften Ader soll mindestens 1000 betragen. Zu dieser Messung ist eine dritte Ader, die Hilfs-Ader **C** nötig. Der Widerstand der Ader **C** beeinflusst die Messung nicht.

Während dieser Messung muss das ferne Ende des zu messenden Aderpaares und der Hilfsader mit einander entweder manuell oder durch die fernsteuerbare Messhilfe **ELC 30** oder **ECFL 30S** verbunden werden

Messanschaltung

- Wählen Sie die Betriebsart **DC Fehlerortung / Dreipunkt**

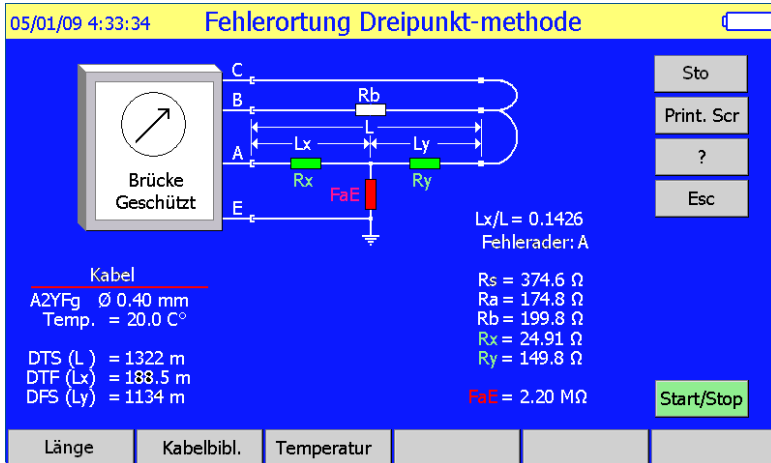


Die Messung kann in zwei Modi, im Modus **Empfindlich** oder **Geschützt** durchgeführt werden.

Es ist empfohlen zuerst den Modus **Empfindlich** zu wählen. Wird in diesem Modus durch eine große Fremdspannung die aktive Brücke übersteuert, dann erscheint eine Warnung, die den Anwender darauf hinweist, dass die Messung wahrscheinlich ungenau wird. In solchen Fällen ist es zweckmäßig, die Messung im Modus **Geschützt** zu wiederholen.

- Wählen Sie den richtigen Modus mit der **Mode**-Taste
- Starten Sie die Messung mit der **Start / Stop**-Taste

Wenn die Messung beendet ist, erscheinen die Ergebnisse:



Die angezeigten Parameter:

- **Lx/L** relative Fehlerortentfernung, bezogen auf die ganze Kabellänge
- **R_s** Schleifenwiderstand
- **R_a** Widerstand von Ader A ($R_s / 2$)
- **R_b** Widerstand von Ader B ($R_s / 2$)
- **R_x** Widerstand zwischen dem Gerät und dem Fehler
- **R_y** Widerstand zwischen dem Fehler und dem Kabelende
- **R_{FaE}** Erdschlusswiderstand der Ader A
- **DTS (L)** berechnet aus den Kabelparametern und R_s
- **DTF (Lx)** berechnet aus den Kabelparametern, R_s und Lx / L
- **DFS (Ly)** berechnet aus den Kabelparametern, R_s und Lx / L

Wenn die Kabellänge bekannt ist

- Drücken Sie die Taste **Länge**
- Geben Sie den Längenwert ein und drücken Sie die **Enter**

Zur Rückkehr zur normalen Anzeige

- Drücken Sie die Taste **Länge** und drücken Sie die **Esc**

2.4.3 Küpfmüller Methode

Die Küpfmüller Methode ist anwendbar, wenn die beiden Adern des Paares die gleichen Aderdurchmesser bzw. die gleichen Widerstände haben und beide Adern Erd- und/oder Nebenschluss haben. Um genaue Messergebnisse zu bekommen, sollten beide „Küpfmüller“- Bedingungen erfüllt sein:

$$FaE + FbE > 100 \times RI$$

$$0,5 > FaE / FbE > 2$$

Wegen der besonders hohen Messgenauigkeit der aktiven Messbrücke kann man jedoch im Falle von fremdspannungsfreien Messungen bis zu einem Verhältnis von:

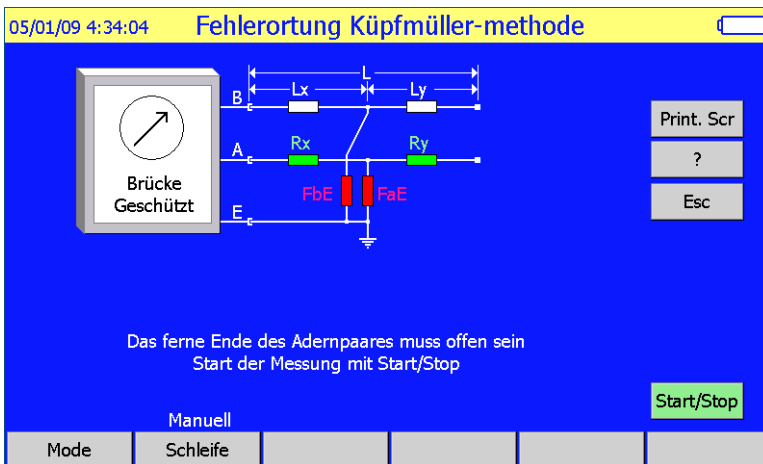
$$0,9 > FaE / FbE > 1,1$$

Die Küpfmüller Methode verlangt zwei Messungen.

- Erste Messung mit offener Schleife
- Zweite mit geschlossener Schleife

Messanschaltung

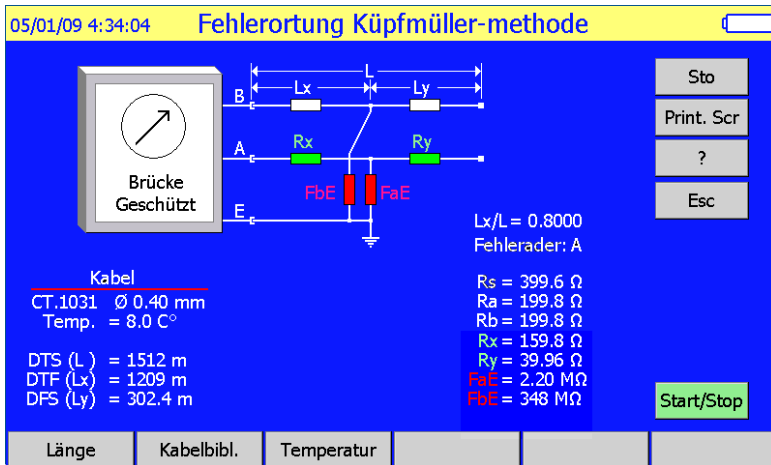
- Wählen Sie die Betriebsart **DC Fehlerortung / Küpfmüller**



- Starten Sie die **erste** Messung mit der **Start / Stop**-Taste
- Verbind die fernen Enden des getesteten Paares
- Starten Sie die **zweite** Messung mit der **Start / Stop**-Taste

Ist die Fernbedienungsfunktion eingeschaltet und das Loop-Closing Device angeschlossen, führt das Gerät automatisch die zweite Küpfmüller-Messung durch.

Wenn die zweite Messung beendet ist, erscheinen die Ergebnisse:



Die angezeigten Parameter:

- **Lx/L** relative Fehlerortentfernung, bezogen auf die ganze Kabellänge
- **Rs** Schleifenwiderstand
- **Ra** Widerstand von Ader A ($R_s / 2$)
- **Rb**-Widerstand von Ader B ($R_s / 2$)
- **Rx** Widerstand zwischen dem Gerät und dem Fehler
- **Ry** Widerstand zwischen dem Fehler und dem Kabelende
- **FaE** und **FbE** Erdschlusswiderst nde der Ader **A** und **B**
- **DTS (L)** berechnet aus den Kabelparametern und R_s
- **DTF (Lx)** berechnet aus den Kabelparametern, R_s und L_x / L
- **DFS (Ly)** berechnet aus den Kabelparametern, R_s und L_x / L

Wenn die Kabellänge bekannt ist

- Drücken Sie die Taste **Länge**
- Geben Sie den Längenwert ein und drücken Sie die **Enter**

Zur Rückkehr zur normalen Anzeige

- Drücken Sie die Taste **Länge** und drücken Sie die **Esc**

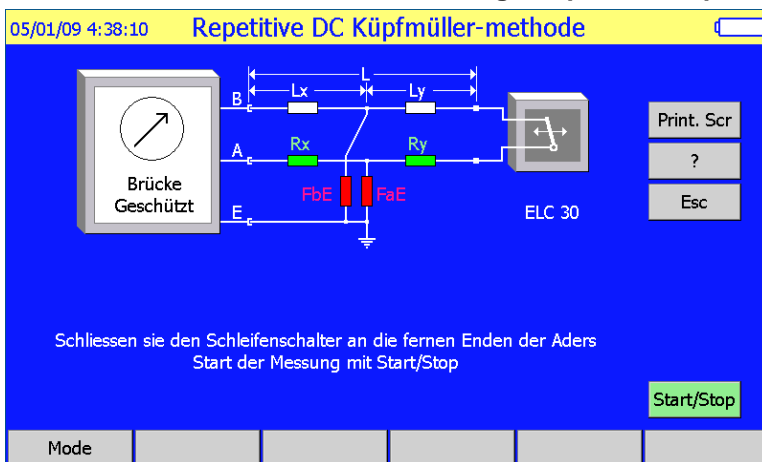
2.4.4 Repetitive DC Küpfmüller Methode

Diese Methode ist eine Sequenz von wiederholten Küpfmüller-Messungen. Es ist anwendbar, wenn beide Drähte eines Paares fehlerhaft sind. Diese Methode ist sehr nützlich, wenn Fehlerwiderstände, Gleichspannungen oder elektrolytische Spannungen stark verändert werden. Die komplette Messung beinhaltet 16 Teilmessungen, 8 im Leerlaufzustand (**L**) und 8 im Kurzschlusszustand (**K**), die abwechselungsweise durchgeführt werden.

Nachdem alle Teilmessungen beendet worden sind, wird vom **ECE 35** eine automatische Auswertung vorgenommen. Im Laufe dieser Auswertung werden die ersten zwei Messungen und die irrationalen **Lx/L** Werte (z.B. die negativen oder vom Durchschnittswert sehr stark abweichenden Werte) bei der Berechnung nicht berücksichtigt. Angezeigt werden – mit Ausnahme der ersten zwei Messungen – alle 14 **Lx/L** Resultate und die nicht berücksichtigten Teilmessungen werden mit Sternchen versehen. Im Laufe der Berechnung werden alle **L** und **K** Messresultate zweimal in Betracht gezogen. Dies wird durch die **n:n** und **n:n+1** Bezeichnungen oberhalb der Resultatspalten gezeigt. Angezeigt werden auch der Mittelwert **MW** und die Anzahl der berücksichtigten **Lx/L** Werte. Die fernen Enden des getesteten Paares sollten an fernsteuerbare ELC-30 oder ECFL30S-S Schleifenschalter angeschlossen werden.

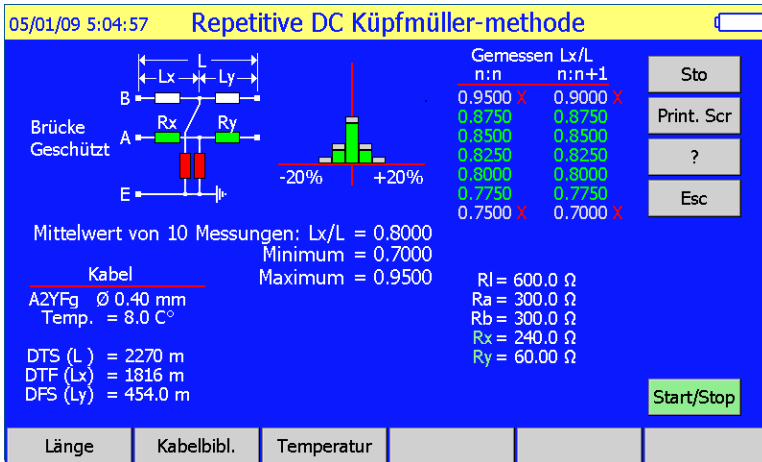
Messanschaltung

- Wählen Sie die Betriebsart **DC Fehlerortung / Repetitive Küpfmüller**



- Starten Sie die Messung mit der **Start / Stop**- Taste

Wenn die 16 Messungen beendet ist, erscheinen die Ergebnisse:



Die angezeigten Parameter:

- 14 gemessen **Lx / L**-Werte (die irrationalen sind mit **X** markiert)
- Der **Mittelwert** und **Anzahl** der Lx / L-Werte
- Das **Minimum** und **Maximum** der Lx / L-Werte
- Histogramm** mit der **Verteilung** der Lx / L-Werte
- Rs** Schleifenwiderstand
- Ra** Widerstand von Ader A ($R_s / 2$)
- Rb** Widerstand von Ader B ($R_s / 2$)
- Rx** Widerstand zwischen dem Gerät und dem Fehler
- Ry** Widerstand zwischen dem Fehler und dem Kabelende
- DTS (L)** berechnet aus den Kabelparametern und R_s
- DTF (Lx)** berechnet aus den Kabelparametern, R_s und Lx / L
- DFS (Ly)** berechnet aus den Kabelparametern, R_s und Lx / L

Wenn die Kabellänge bekannt ist

- Drücken Sie die Taste **Länge**
- Geben Sie den Längenwert ein und drücken Sie die **Enter**

Zur Rückkehr zur normalen Anzeige

- Drücken Sie die Taste **Länge** und drücken Sie die **Esc**

Auswertung durch Histogramm

Falls hohe Fremdspannungen vorhanden sind, können die aus den einzelnen Teilmessungen berechneten **Lx/L** Werte bedeutende Streuungen aufweisen. Hierbei kann der Anwender (auch nach der automatischen Auswertung und Selektion, die durch das ECE 35 durchgeführt wurde) nicht sicher sein, dass der berechnete Mittelwert **MW** tatsächlich dem genauen Wert der Fehlerortentfernung entspricht. Deshalb wird auch ein **Histogramm** angezeigt, das die Streuung der berechneten Teilergebnisse anzeigt. Das Histogramm präsentiert die **Lx/L** Werte entlang der horizontalen Achse. Die Längen der Säulen, deren Breite 7% des Mittelwertes sind, entsprechen der Anzahl der in den vorliegenden Bereichen hineinfallenden **Lx/L** Werte.

Die in der Mittelwertberechnung in Betracht gezogenen Säulen sind grün, während die von der Berechnung ausgeschlossenen Säulen grau sind. Ebenfalls kann der kleinste und größte **Lx/L** Wert abgelesen werden.

Bei der Auswertung des Histogramms sollte der Anwender folgendes beachten:

Das Histogramm einer **einwandfreien Messung** ist eine einzige grüne Säule. Dies bedeutet, dass fast alle gemessenen relativen Fehlerortentfernungen in den ± 3.5 % Bereich des Mittelwertes fallen.

- Es kann angenommen werden, dass auch dann ein **genügend genaues Messergebnis** vorliegt, wenn das Histogramm absolut symmetrisch ist, obwohl einige **Lx/L** Werte in die benachbarten Säulen fallen.
- Ist das Histogramm unsymmetrisch oder ungeordnet zerstreut, dann es muss angenommen werden, dass die **Messung unsicher** ist. In diesem Fall sollte die Messung mit einer anderen Aderkombination wiederholt werden.
- Sind besonders hohe Messfehler vorhanden, dann zerfällt das ganze Histogramm. Das zeigt, dass das Messergebnis nicht akzeptabel ist

2.5 AC Fehlerortung

2.5.1 Unterbrechungsmessung

Messanschaltung

- Wählen Sie die Betriebsart **AC Fehlerortung / Unterbrechung**

05/01/09 5:22:08

Unterbrechung

Print. Scr

?

Esc

Das ferne Ende des Adernpaares muss offen sein
Start der Messung mit Start/Stop

Manuell

Start/Stop

Mode

Schleife

Das ferne Ende der zu messenden Doppelader und Erde muss offen sein

- Starten Sie die Messung mit der **Start / Stop**- Taste

05/01/09 5:35:12 **Unterbrechung**

Brücke Geschützt

B

A

E

Ca-E

Cb-E

Kabel

A2YFg Ø 0.40 mm

DTS (L) = 5000 m

DTF (Lx) = 4000 m

Lx/L = 0.8000 Fehlerader: A

Ca-E = 280.0 nF

Cb-E = 350.0 nF

Start/Stop

Die angezeigten Parameter:

- **Lx/L** relativer Fehlerort
- **Ca-E** Aderkapazität bis zum Fehlerort in nF
- **Cb-E** Aderkapazität der gesamten Kabellänge in nF

Berechnung von DTF, wenn die Kabelparameter bekannt sind

Wenn der Kabeltyp bekannt ist, kann die Länge (DTS) und der Abstand zur Fehlerort (DTF) aus den gemessenen Kapazitäten berechnet werden.

- Zur Eingabe eines neuen Kabeltyps drücken Sie die Taste **Kabelbibl.**
- Wählen Sie einen Kabeltyp und drücken Sie die Taste **Enter**
- Drücken Sie die Taste **Esc**

Berechnung von DTF, wenn die Kabellänge bekannt ist

- Drücken Sie die Taste **Länge**
- Geben Sie den Längenwert ein und drücken Sie die Taste **Enter**

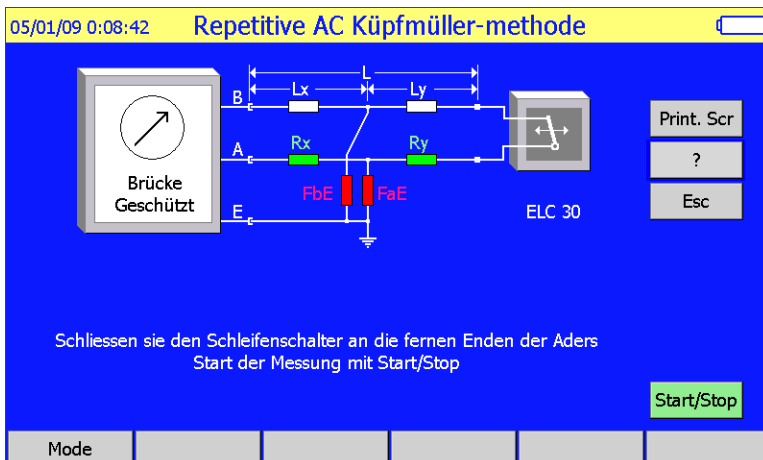
2.5.2 Repetitive AC Küpfmüller Methode

Der Prozess der Messung ist ähnlich dem DC- Methode.

Der einzige Unterschied ist: Die Messspannung beträgt 11 Hz AC anstelle von DC. Die AC-Methode liefert genaue Testergebnisse, wenn sich die elektrolytischen Spannungen ändern

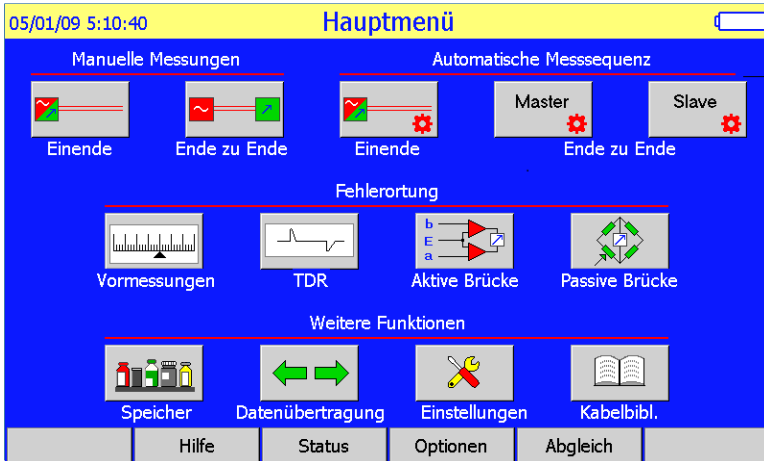
Messanschaltung

- Wählen Sie die Betriebsart **AC Fehlerortung / Repetitive Küpfmüller**



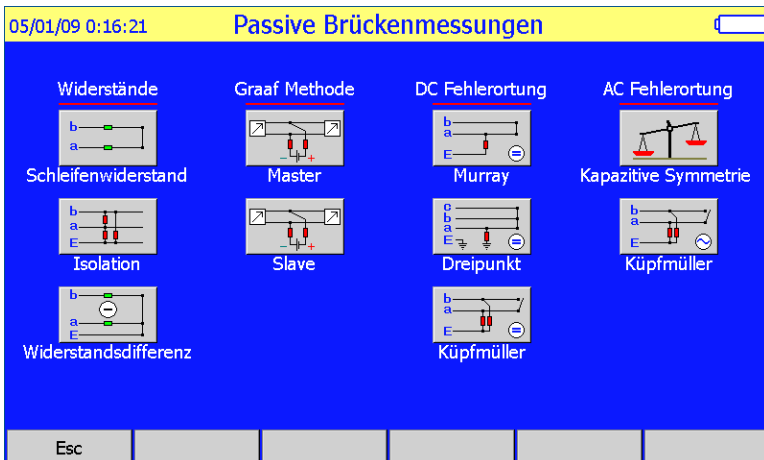
- Starten Sie die Messung mit der **Start / Stop-** Taste

3 PASSIVE BRÜCKE (Option)



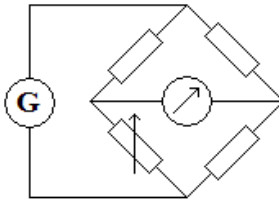
Passive Brückenauswahl

- Drücken Sie die Menüpunkt **Passive Brücke** von **Haupt Menü**



3.1 Funktionsprinzip

In der Betriebsart **PASSIVE BRÜCKE** benutzt das ECE 35 die klassische Wheatstone- Brückenschaltung, die aus einem fixen und einem variablen Widerstand, einem Generator und einem Nullindikator besteht.



- Der Generator erzeugt eine 100 V DC Messspannung oder 100 Vp, 11 Hz AC Messspannung
- Der Nullindikator beinhaltet ein 11 Hz Tiefpassfilter
- Der variable Widerstand ist ein Mehrgang-Potentiometer (Helipot)

Der Abgleich der passiven Brücke des ECE 35 wird (so wie bei den konventionellen Brücken) mit dem Helipot manuell durchgeführt, aber das Ablesen des Widerstandes des Potentiometers wird elektronisch durchgeführt.

Diese Lösung kombiniert die guten Eigenschaften der klassischen Brücken mit dem Komfort der Mikroprozessor gesteuerten elektronischen Stromkreise.

- Die passive Brücke misst auch genau bei Messungen an mit AC Längsspannung behaftetes Kabel.
- Das elektronische „Ablesen“ des Potentiometers ermöglicht die schnelle und genaue Ermittlung des Fehlerortes (Lx/L)

Anwendung

DC Fehlerortung

- Fehlerortung mit Murray-Methode
- Fehlerortung mit Dreipunkt-Methode
- Fehlerortung mit Küpfmüller- Methode
- Widerstandsdifferenzmessung

AC Fehlerortung

- Fehlerortung mit Küpfmüller- Methode
- Kapazitive Symmetriemessung

ECE 35 benutzt den Generator und den Indikator auch für Widerstandsmessungen:

- Schleifenwiderstandsmessung
- Isolationswiderstandsmessung
- Widerstandsdifferenzmessung

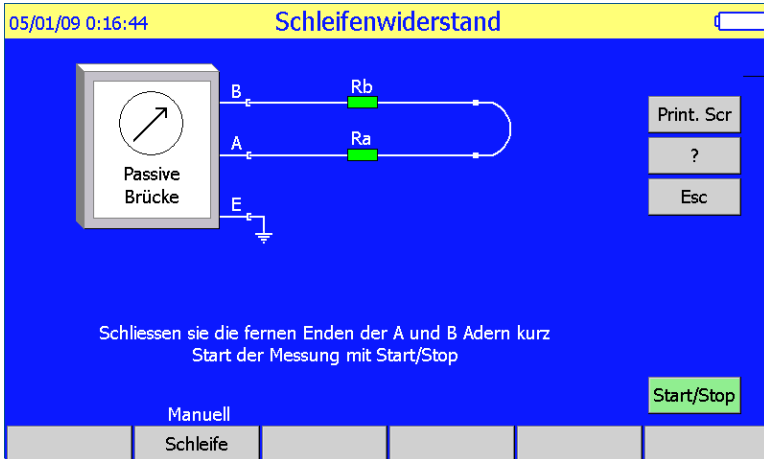
3.2 Widerstandsmessung

3.2.1 Schleifenwiderstandsmessung

Der Zweck dieser Messung ist die Ermittlung des Schleifenwiderstandes. Das ECE 35 misst den Schleifenwiderstand auch dann genau, wenn das Kabel mit AC Längsspannungen behaftet ist.

Messanschaltung

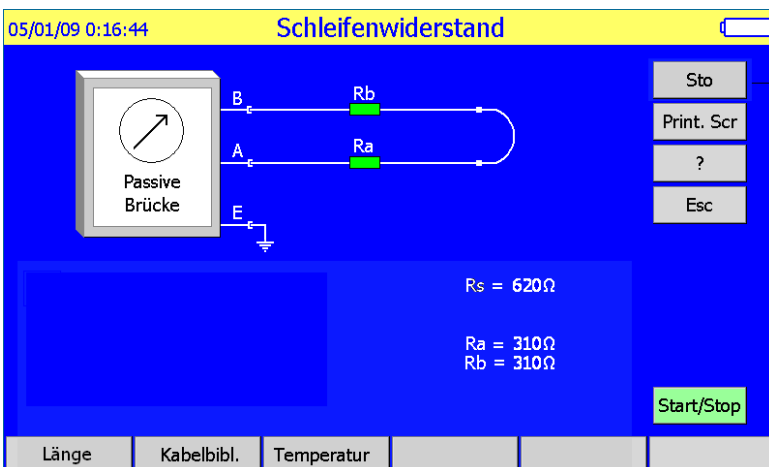
- Wählen Sie die Betriebsart **Widerstände** / Schleifenwiderstand



Das ferne Ende der zu messenden Doppelader muss kurzgeschlossen werden.

- Starten Sie die Messung mit der **Start / Stop**- Taste

Wenn die Messung beendet ist, erscheinen die Ergebnisse:



Die angezeigten Parameter:

- **Rs** Schleifenwiderstand, **Ra** und **Rb** Aderwiderstände ($R_s/2$)
- **DTS(L)** berechnet aus den Kabelparametern und **Rs**

Zum Ändern der Kabeltemperatur

- Drücken Sie die Taste **Temperatur**
- Geben Sie den Temperaturwert ein und drücken Sie Taste **Enter**

Berechnung von Ω/km bei bekannter Kabellänge

- Drücken Sie die Taste **Länge**
- Geben Sie den Längenwert ein und drücken Sie die **Enter**

Zur Rückkehr zur normalen Anzeige

- Drücken Sie die Taste **Länge** und drücken Sie die **Esc**

Beachten:

Bei kurzen Kabeln wird die Kalibrierung der Messleitungen empfohlen.

3.2.2 Isolationswiderstandsmessung

Der Zweck dieser Messung ist die Ermittlung des Isolationswiderstandes. Das ECE 35 misst den Isolationswiderstand auch dann genau, wenn das Kabel mit AC Längsspannungen behaftet ist.

Es gibt zwei Messbereiche: bis 300 M Ω und bis 10 G Ω

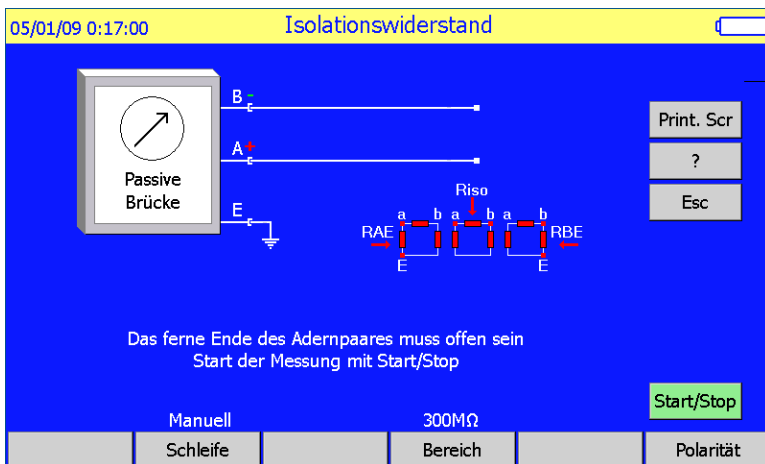
Messzeiten:

- ~ 80 sec für den 300 M Ω Bereich
- ~100 sec für den 10 G Ω Bereich

Die lange Messzeit ist wegen der Kapazitäten des gemessenen Kabels notwendig.

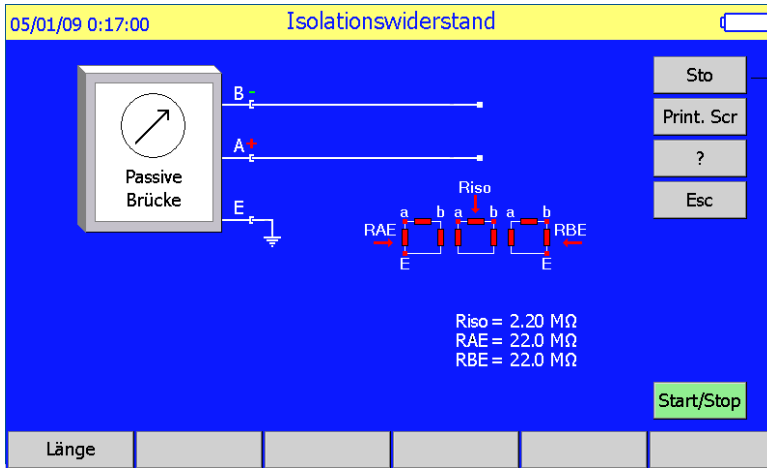
Messverfahren

- Wählen Sie die Betriebsart **Widerstände / Isolation**



Die fernen Enden des getesteten Paares sollten offen sein

- Wählen Sie den gewünschten Messbereich mit der Taste **Bereich**
- Wählen Sie die gewünschte Polarität mit der Taste **Polarität**
- Starten Sie die Messung mit der **Start / Stop**- Taste



Die angezeigten Parameter

- **Riso** Betriebsisolationswiderstand Ader **A** gegen Ader **B**
- **RAE** Betriebsisolationswiderstand Ader **A** gegen **Erde**
- **RBE** Betriebsisolationswiderstand Ader **B** gegen **Erde**

Berechnung von Ω/km bei bekannter Kabellänge

- Drücken Sie die Taste **Länge**
- Geben Sie den Längenwert ein und drücken Sie die **Enter**

Zur Rückkehr zur normalen Anzeige

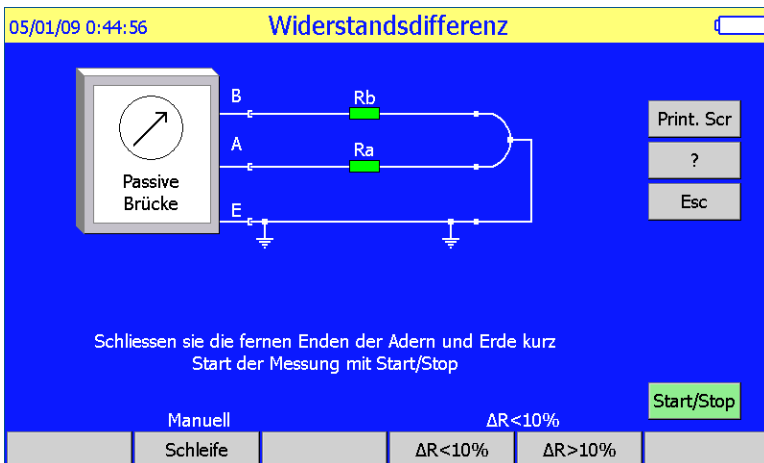
- Drücken Sie die Taste **Länge** und drücken Sie die **Esc**

3.2.3 Widerstandsdifferenz (WU) Messung

Zweck der Untersuchung ist die Messung der Differenz der beiden Leitungs-Widerstände eines Aderpaares. Das ECE 35 misst die Widerstandsdifferenz auch dann genau, wenn das Kabel mit AC Längsspannungen behaftet ist. Die Differenz zwischen den einzelnen Aderwiderständen in einer Doppelader ist meistens sehr klein im Gegensatz zu den Aderwiderständen selbst. Es muss also die kleine Differenz von zwei großen Widerständen gemessen werden. Es wird deshalb empfohlen, vor der Widerstandsdifferenzmessung den Messleitungsabgleich durchzuführen.

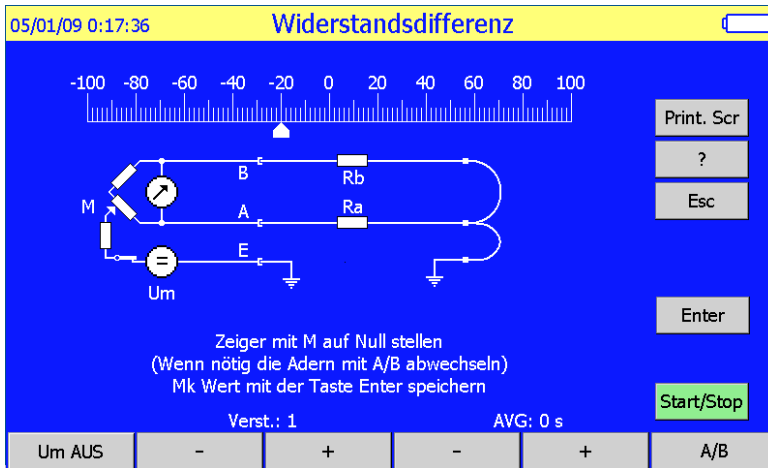
Messanschaltung

- Wählen Sie die Betriebsart **Widerstände / Widerstandsdifferenz**



- Das ferne Ende der zu messenden Doppelader und Erde muss kurzgeschlossen werden. Der **ELC30** oder **ECFL 30S** Schleifenschalter kann bei dieser Messung verwendet werden.
- Wählen Sie den erforderlichen Messbereich mit der Taste $\Delta R < 10\%$ oder $\Delta R > 10\%$

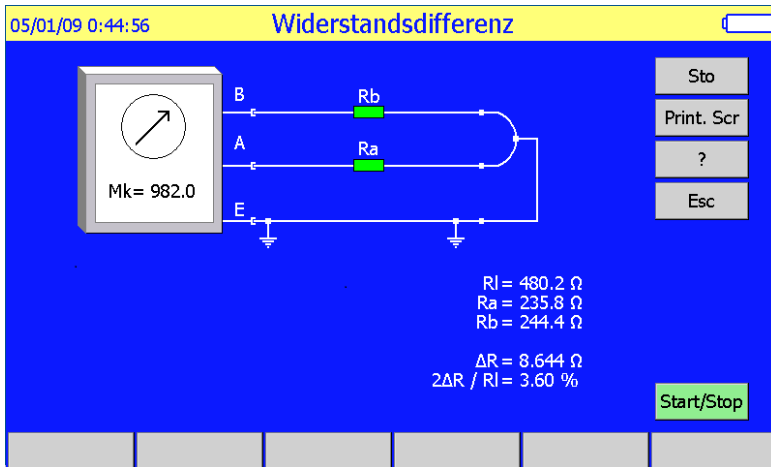
Nach Drücken der Taste **Start/Stop** ist die Brücke abgleichbereit:



Die Abgleich-Methode

- Wählen Sie die minimale Verstärkung mit der **Verst.**
- Schalten Sie die Messspannung mit der Taste **Um AUS** aus und warten bei gedrückter Taste, bis der Zeiger eine stabile Position erreicht. Solange die Taste gedrückt ist, misst ECE 35 die DC-Fremdspannung. Nach Loslassen der Taste führt ECE 35 eine Nullpunktkorrektur durch, um den Einfluss der gemessenen DC-Fremdspannung zu kompensieren. Der Nullpunkt der Skala bleibt in der Mitte des Bildschirms.
- Mit dem Abgleichpotentiometer **M** stellen Sie den Zeiger auf 0.
- Mit der Taste **Verst.+** erhöhen Sie stufenweise die Verstärkung. Wiederholen Sie die letzten zwei Punkte bis ein perfekter Abgleich erreicht ist. Der Abgleich ist perfekt, wenn die Verstärkung 4 oder 5 beträgt und der Zeiger sowohl bei gedrückter als auch losgelassener Taste **Um AUS** auf 0 steht.
- Das Gerät führt zahlreiche Messungen pro Sekunde durch. Der Zeiger gibt immer das letzte Ergebnis an. Wenn die Leitung geräuschbelastet ist, schwankt der Zeiger um einen Mittelwert, deshalb ist ein Abgleich schwierig. Die Schwankung kann durch eine Mittelwertbildung reduziert werden. Einstellbar sind fünf Mittelungsstufen: 0, 0.5, 1, 2 oder 4 Sekunden (0 bedeutet keine Mittelwertbildung).
- Sie können die Mittelwertbildungszeit mit der Taste **AVG-** oder **AVG+** bestimmen.

- Ist der Abgleich fertig, drücken Sie **Enter**. Jetzt werden die Messergebnisse angezeigt.



Die angezeigten Parameter:

- **Mk** Wert
- **Rs = Ra+Rb** Schleifenwiderstand
- **Ra** und **Rb** Aderwiderstände berechnet aus **Rs** und **ΔR**
- **ΔR = Ra-Rb** Widerstandsdifferenz
- **2 ΔR / Rs** in Prozent

Beachten

Das Ergebnis wird aus dem gemessenen Rs und Mk-Werte berechnet.

Der Unterschied zwischen den Aderwiderständen eines Paares ist gewöhnlich klein im Vergleich zu den Aderwiderständen. ECE 35 muss die kleine Differenz von hohen Widerständen messen, daher wird die Kalibrierung von Messleitungen empfohlen.

3.3 DC Fehlerortung

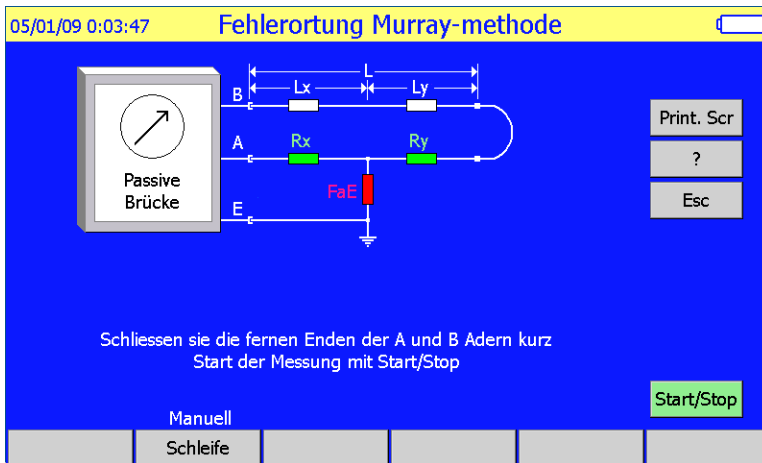
3.3.1 Murray Methode

Zweck der Messung ist die Ortung des Erdschlusses einer fehlerhaften Ader. Das ECE 35 misst der Fehlerort auch dann genau, wenn das Kabel mit AC Längsspannungen behaftet ist.

Diese Methode ist anwendbar, wenn die beiden Adern des Aderpaares die gleichen Widerstände haben und nur eine Ader Erdschluss hat. Das Isolationsverhältnis der guten Ader zur fehlerhaften Ader sollte mindestens 1000 betragen.

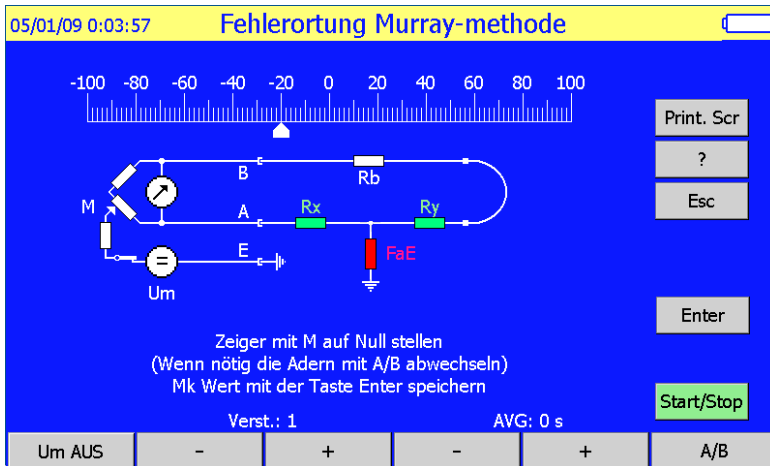
Messanschaltung

- Wählen Sie die Betriebsart **DC Fehlerortung / Murray**



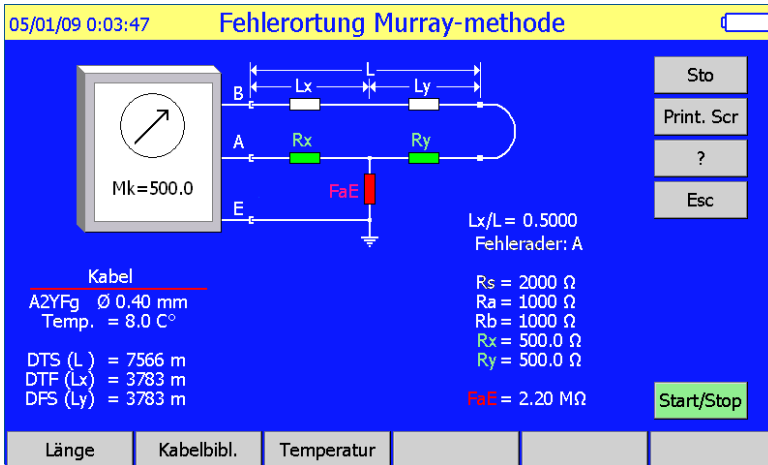
Das ferne Ende der zu messenden Doppelader muss kurzgeschlossen werden. Der **ELC30** oder **ECFL 30S** Schleifenschalter kann bei dieser Messung verwendet werden.

- Nach Drücken der Taste **Start/Stop** ist die Brücke abgleichbereit



Die Abgleich-Methode

- Wählen Sie die minimale Verstärkung mit der **Verst.-**.
- Schalten Sie die Messspannung mit der Taste **Um AUS** aus und warten bei gedrückter Taste, bis der Zeiger eine stabile Position erreicht. Solange die Taste gedrückt ist, misst ECE 35 die DC-Fremdspannung. Nach Loslassen der Taste führt ECE 35 eine Nullpunktkorrektur durch, um den Einfluss der gemessenen DC-Fremdspannung zu kompensieren. Der Nullpunkt der Skala bleibt in der Mitte des Bildschirms.
- Mit dem Abgleichpotentiometer **M** stellen Sie den Zeiger auf 0.
- Mit der Taste **Verst.+** erhöhen Sie stufenweise die Verstärkung. Wiederholen Sie die letzten zwei Punkte bis ein perfekter Abgleich erreicht ist. Der Abgleich ist perfekt, wenn die Verstärkung 4 oder 5 beträgt und der Zeiger sowohl bei gedrückter als auch losgelassener Taste **Um AUS** auf 0 steht.
- Das Gerät führt zahlreiche Messungen pro Sekunde durch. Der Zeiger gibt immer das letzte Ergebnis an. Wenn die Leitung geräuschbelastet ist, schwankt der Zeiger um einen Mittelwert, deshalb ist ein Abgleich schwierig. Die Schwankung kann durch eine Mittelwertbildung reduziert werden. Einstellbar sind fünf Mittelungsstufen: 0, 0.5, 1, 2 oder 4 Sekunden (0 bedeutet keine Mittelwertbildung).
- Sie können die Mittelwertbildungszeit mit der Taste **AVG-** oder **AVG+** bestimmen.
- Ist der Abgleich fertig, drücken Sie **Enter**. Jetzt werden die Messergebnisse angezeigt.



Die angezeigten Parameter:

- **Mk** Wert
- **Lx/L** relative Fehlerortentfernung, bezogen auf die ganze Kabellänge
- **Rs** Schleifenwiderstand
- **Ra** Widerstand von Ader A ($R_s / 2$)
- **Rb**-Widerstand von Ader B ($R_s / 2$)
- **Rx** Widerstand zwischen dem Gerät und dem Fehler
- **Ry** Widerstand zwischen dem Fehler und dem Kabelende
- **FaE** Erdschlusswiderstand der Ader **A**
- **DTS (L)** berechnet aus den Kabelparametern und R_s
- **DTF (Lx)** berechnet aus den Kabelparametern, R_s und L_x / L
- **DFS (Ly)** berechnet aus den Kabelparametern, R_s und L_x / L

Wenn die Kabellänge bekannt ist

- Drücken Sie die Taste **Länge**
- Geben Sie den Längenwert ein und drücken Sie die **Enter**

Zur Rückkehr zur normalen Anzeige

- Drücken Sie die Taste **Länge** und drücken Sie die **Esc**

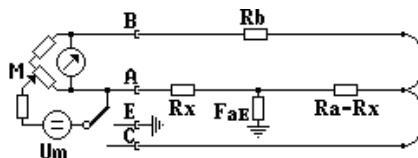
3.3.2 Dreipunkt Methode

Zweck der Messung ist die Ortung des Erdschlusses einer fehlerhaften Ader, wenn die beiden Adern des zu messenden Aderpaares unterschiedliche Widerstände haben. Das ECE 35 misst mit dieser Methode den Fehlerort auch dann genau, wenn das Kabel mit AC Längsspannungen behaftet ist.

Diese Messung ist anwendbar, falls die beiden Adern im Paar unterschiedliche Widerstände haben, aber nur eine Ader Erdschluss hat. Das Isolationsverhältnis der guten Ader zur fehlerhaften Ader soll mindestens 1000 betragen. Zu dieser Messung ist eine dritte Ader, die Hilfs-Ader **C** nötig. Der Widerstand der Ader **C** beeinflusst die Messung nicht.

Während dieser Messung muss das ferne Ende des zu messenden Aderpaares und der Hilfsader miteinander entweder manuell oder durch die fernsteuerbare Messhilfe (Slave) verbunden werden:

Die Dreipunkt- Methode benötigt drei Teilmessungen:



Messung 1: Die Brücke muss abgeglichen werden, wenn der Generator **Um** zur Ader **A** geschlossen ist. Das Ergebnis ist **MK1**

Messung 2: Die Brücke muss abgeglichen werden, wenn der Generator **Um** zur **Erde** geschlossen ist. Das Ergebnis ist **MK2**

Messung 3: Die Brücke muss abgeglichen werden, wenn der Generator **Um** zur Ader **C** geschlossen ist. Das Ergebnis ist **MK3**

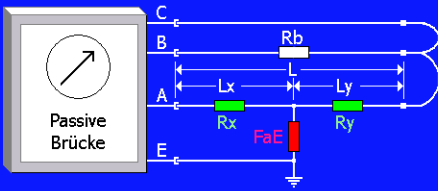
Der L_x/L Wert wird aus den **Mk1**, **Mk2** und **Mk3** Werten ermittelt.

WICHTIGE BEMERKUNG:

In allen praktischen Fällen ist der **Mk1** Wert Null, deswegen wird die erste Messung automatisch übersprungen und nur die zweite und dritte Zweipunkt-Messung wird durchgeführt.

MessanschaltungWählen Sie die Betriebsart **DC Fehlerortung / Dreipunkt**

05/01/09 0:04:11 Fehlerortung Dreipunkt-methode



Print. Scr
?
Esc

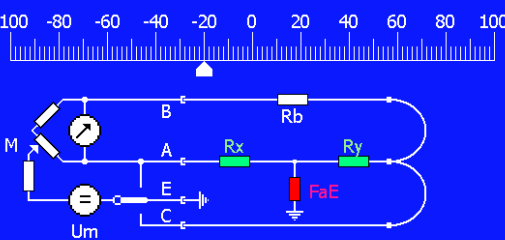
Schliessen sie die fernen Enden der A, B und C Adern kurz
Start der Messung mit Start/Stop

Manuell
Schleife

Start/Stop

- Nach Drücken der Taste **Start/Stop** ist die Brücke abgleichbereit

05/01/09 0:04:17 Zweite Dreipunkt-messung



Print. Scr
?
Esc

Zeiger mit M auf Null stellen
(Wenn nötig die Adern mit A/B abwechseln)
Mk2 Wert mit der Taste Enter speichern

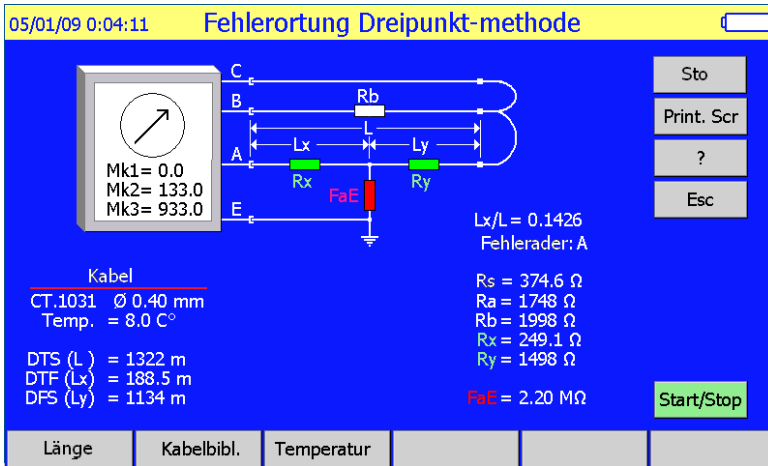
Verst.: 1 AVG: 0 s

Um AUS - + - + A/B

Enter

Die Abgleich-Methode

- Wählen Sie die minimale Verstärkung mit der **Verst.-**.
- Schalten Sie die Messspannung mit der Taste **Um AUS** aus und warten bei gedrückter Taste, bis der Zeiger eine stabile Position erreicht. Solange die Taste gedrückt ist, misst ECE 35 die DC-Fremdspannung. Nach Loslassen der Taste führt ECE 35 eine Nullpunktkorrektur durch, um den Einfluss der gemessenen DC-Fremdspannung zu kompensieren. Der Nullpunkt der Skala bleibt in der Mitte des Bildschirms.
- Mit dem Abgleichpotentiometer **M** stellen Sie den Zeiger auf 0.
- Mit der Taste **Verst.+** erhöhen Sie stufenweise die Verstärkung. Wiederholen Sie die letzten zwei Punkte bis ein perfekter Abgleich erreicht ist. Der Abgleich ist perfekt, wenn die Verstärkung 4 oder 5 beträgt und der Zeiger sowohl bei gedrückter als auch losgelassener Taste **Um AUS** auf 0 steht.
- Das Gerät führt zahlreiche Messungen pro Sekunde durch. Der Zeiger gibt immer das letzte Ergebnis an. Wenn die Leitung geräuschbelastet ist, schwankt der Zeiger um einen Mittelwert, deshalb ist ein Abgleich schwierig. Die Schwankung kann durch eine Mittelwertbildung reduziert werden. Einstellbar sind fünf Mittelungsstufen: 0, 0.5, 1, 2 oder 4 Sekunden (0 bedeutet keine Mittelwertbildung).
- Sie können die Mittelwertbildungszeit mit der Taste **AVG-** oder **AVG+** bestimmen.
- Ist der Abgleich fertig, drücken Sie **Enter** , um das Ergebnis (**Mk2**) zu speichern und das Bild der dritten Messung aufzurufen.
- Balance die Brücke wieder und drücken Sie die **Enter**, um das Ergebnis zu speichern (**Mk3**) und dann erscheint die Ergebnisanzeige.



Die angezeigten Parameter:

- **MK1, MK2 und MK3** Werte
- **Lx/L** relative Fehlerortentfernung, bezogen auf die ganze Kabellänge
- **Rs** Schleifenwiderstand
- **Ra** Widerstand von Ader A ($R_s / 2$)
- **Rb** Widerstand von Ader B ($R_s / 2$)
- **Rx** Widerstand zwischen dem Gerät und dem Fehler
- **Ry** Widerstand zwischen dem Fehler und dem Kabelende
- **FaE** Erdschlusswiderstand der Ader **A**
- **DTS (L)** berechnet aus den Kabelparametern und R_s
- **DTF (Lx)** berechnet aus den Kabelparametern, R_s und L_x / L
- **DFS (Ly)** berechnet aus den Kabelparametern, R_s und L_x / L

Wenn die Kabellänge bekannt ist

- Drücken Sie die Taste **Länge**
- Geben Sie den Längenwert ein und drücken Sie die **Enter**

Zur Rückkehr zur normalen Anzeige

- Drücken Sie die Taste **Länge** und drücken Sie die **Esc**

3.3.3 Küpfmüller Methode

Zweck dieser Messung ist die Fehlerortung, wenn beide Adern Erdschluss haben. Das ECE 35 misst mit dieser Methode den Fehlerort auch dann genau, wenn das Kabel mit **AC Längsspannungen** behaftet ist.

Diese Methode ist anwendbar, wenn die Adern des Aderpaares die gleichen Widerstände und beide Adern Erdschlüsse haben.

Der Isolationswiderstand zwischen den zwei Adern sollte mindestens 100-mal höher als der Schleifenwiderstand sein und die so genannte Küpfmüller Bedingung sollte erfüllt werden:

$$0,5 > F_{aE} / F_{bE} > 2$$

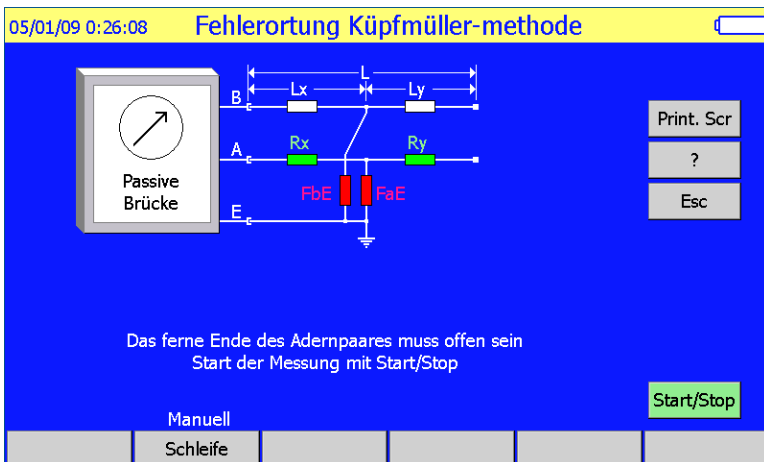
Die Küpfmüller Methode verlangt zwei Messungen.

- Erste Messung mit offener Schleife (ML)
- Zweite mit geschlossener Schleife (MK)

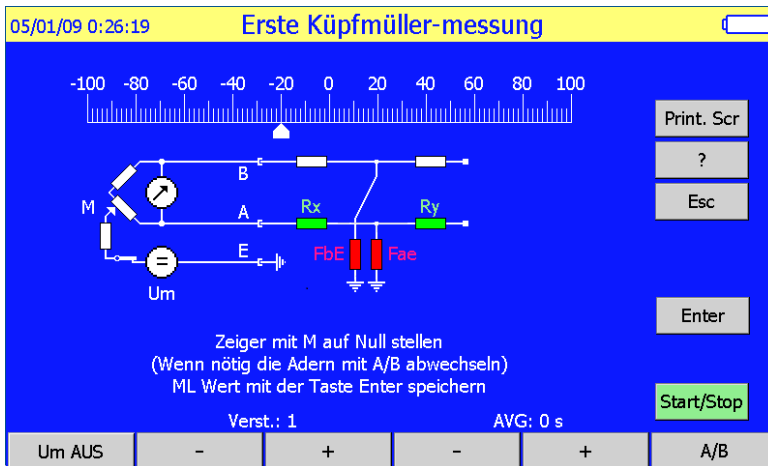
Der L_x/L Wert wird aus den **ML** und **MK** Werten ermittelt.

Messanschaltung

- Wählen Sie die Betriebsart **DC Fehlerortung / Küpfmüller**



- Nach Drücken der Taste **Start/Stop** ist die Brücke abgleichbereit



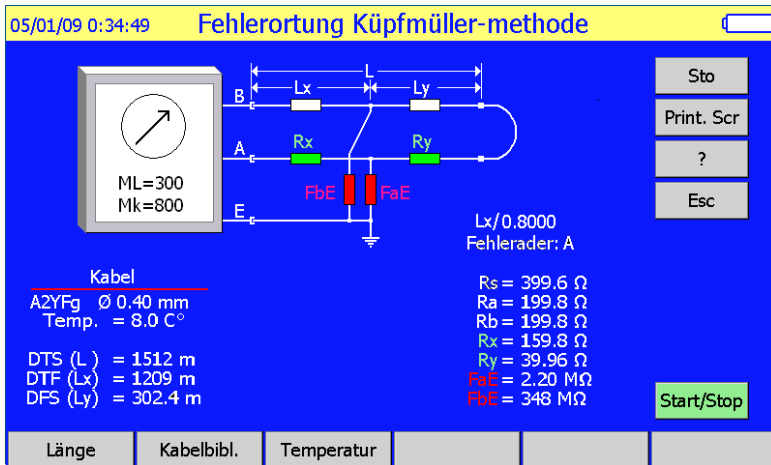
Die Abgleich-Methode

- Wählen Sie die minimale Verstärkung mit der **Verst.-**.
- Schalten Sie die Messspannung mit der Taste **Um AUS** aus und warten bei gedruckter Taste, bis der Zeiger eine stabile Position erreicht. Solange die Taste gedrückt ist, misst ECE 35 die DC-Fremdspannung. Nach Loslassen der Taste führt ECE 35 eine Nullpunktkorrektur durch, um den Einfluss der gemessenen DC-Fremdspannung zu kompensieren. Der Nullpunkt der Skala bleibt in der Mitte des Bildschirms.
- Mit dem Abgleichpotentiometer **M** stellen Sie den Zeiger auf 0.
- Mit der Taste **Verst.+** erhöhen Sie stufenweise die Verstärkung. Wiederholen Sie die letzten zwei Punkte bis ein perfekter Abgleich erreicht ist. Der Abgleich ist perfekt, wenn die Verstärkung 4 oder 5 beträgt und der Zeiger sowohl bei gedruckter als auch losgelassener Taste **Um AUS** auf 0 steht.
- Das Gerät führt zahlreiche Messungen pro Sekunde durch. Der Zeiger gibt immer das letzte Ergebnis an. Wenn die Leitung geräuschbelastet ist, schwankt der Zeiger um einen Mittelwert, deshalb ist ein Abgleich schwierig. Die Schwankung kann durch eine Mittelwertbildung reduziert werden. Einstellbar sind fünf Mittelungsstufen: 0, 0,5, 1, 2 oder 4 Sekunden (0 bedeutet keine Mittelwertbildung).
- Sie können die Mittelwertbildungszeit mit der Taste **AVG-** oder **AVG+** bestimmen.

- Ist der Abgleich fertig, drücken Sie **Enter**, um das Ergebnis (**ML**) zu speichern und das Bild der zweite Messung aufzurufen.

Vor der zweiten Messung sollte die Schleife geschlossen sein. Schließen Sie es manuell oder mit dem fernsteuerbaren **ELC30** oder **ECFL 30S** Schleifenschalter

- Balance die Brücke wieder und drücken Sie die **Enter**, um das Ergebnis zu speichern (**MK**) und dann erscheint die Ergebnisanzeige



Die angezeigten Parameter:

- ML und MK** Wert
- Lx/L** relative Fehlerortentfernung, bezogen auf die ganze Kabellänge
- Rs** Schleifenwiderstand
- Ra** Widerstand von Ader A ($R_s / 2$)
- Rb** Widerstand von Ader B ($R_s / 2$)
- Rx** Widerstand zwischen dem Gerät und dem Fehler
- Ry** Widerstand zwischen dem Fehler und dem Kabelende
- FaE** und **FbE** Erdschlusswiderstände der Ader **A** und **B**
- DTS (L)** berechnet aus den Kabelparametern und R_s
- DTF (Lx)** berechnet aus den Kabelparametern, R_s und L_x / L
- DTS (Ly)** berechnet aus den Kabelparametern, R_s und L_y / L

Wenn die Kabellänge bekannt ist

- Drücken Sie die Taste **Länge**
- Geben Sie den Längenwert ein und drücken Sie die **Enter**

Zur Rückkehr zur normalen Anzeige

- Drücken Sie die Taste **Länge** und drücken Sie die **Esc**

3.4 Synchronisierte Graaf Methode

Die Graaf- Methode misst synchron an den zwei Enden der Leitung die Ströme, die von einer internen DC Spannungsquelle(n) getrieben sind. Mit dieser Methode kann man den genauen Fehlerort auch dann finden, wenn wegen hohen Fremdspannungen, weder die aktive noch die passive Messbrücke für die Fehlerortung geeignet sind. In dieser Betriebsart verwendet das ECE 35 eine weiterentwickelte Version der guten alten Graaf Methode und misst den Fehlerort mit der DC Komponente der Fremdspannung.

Bei dieser Betriebsart werden zwei Geräte verwendet, die an die zwei Enden des zu messenden Aderpaares als **Master** und als **Slave** angeschlossen werden. Die zwei Messgeräte messen genau gleichzeitig die zwei Ströme, die von den DC Fremdspannungsquellen über den Fehlerort in Richtung **Master** und in Richtung **Slave** fließen. Die zwei Geräte kommunizieren mit einander über das zu messende Aderpaar und das **Master** - Gerät berechnet den Fehlerort aus den Ergebnissen der einzelnen Messungen.

Die komplette Messung beinhaltet 16 Teilmessungen an der **Master**- und **Slave**- Seite. So kann die Messung auch bei schwankenden Fremdspannungen und/oder Erdschlusswiderstandswerten bzw. bei schwankenden elektrolytischen Gegenspannungen genau bleiben.

Wichtige Bemerkungen:

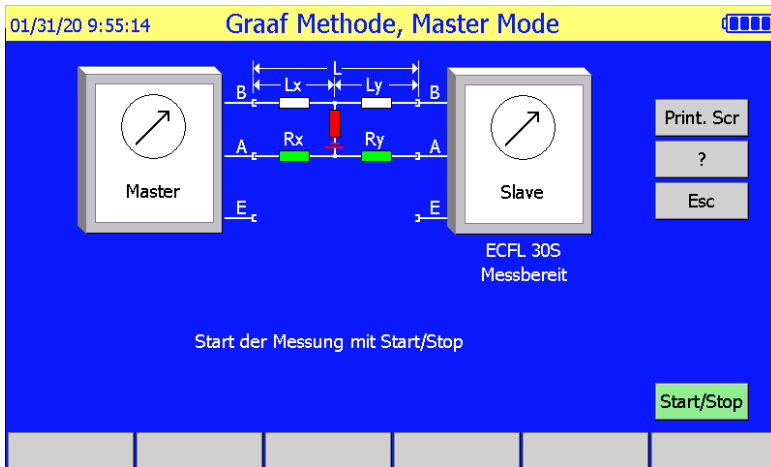
- Diese Betriebsart ist nur dann anwendbar, wenn zwischen den Adern **A** und **B** eine genügend hohe DC Fremdspannung liegt, die Fremdströme in der GröÙeordnung von $>10\text{ uA}$ über die Messgeräteeingänge treiben kann.
- Je größer die DC Fremdspannung ist, umso genauer wird die Fehlerortung

Ein **ECE 35** kann man, abhängig von der Einstellung, als **Master** oder als **Slave** anwenden.

Für die **Slave** Aufgabe steht eine vereinfachte Version das **ECFL 30S** zur Verfügung

Messanschaltung

- Wählen Sie die Betriebsart **Graaf Methode / Master**



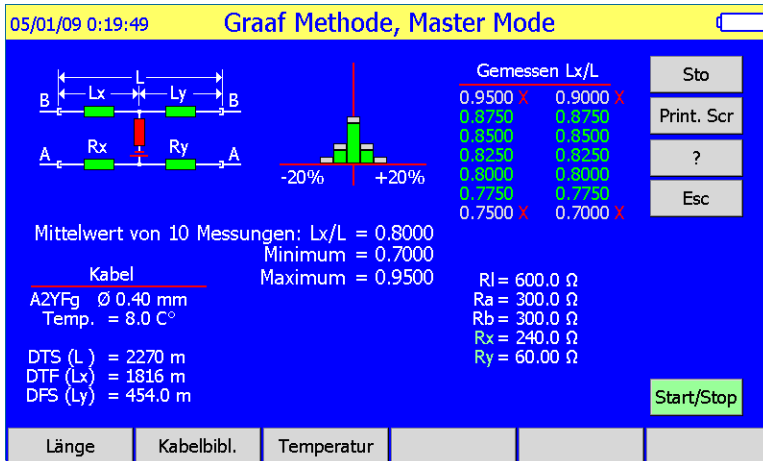
- Starten Sie die Messung mit der Taste **Start / Stop**

Die komplette Messung dauert ca. 80 Sekunden lang und beinhaltet eine Schleifenwiderstandsmessung und danach 16 gleichzeitige Teilmessungen an beiden Enden des Aderpaares. Nachdem alle Teilmessungen beendet worden sind, wird vom ECE 35 eine automatische Auswertung vorgenommen.

Im Laufe dieser Auswertung werden die ersten zwei Messungen und die irrealen **Lx/L** Werte bei der

Berechnung nicht berücksichtigt. Angezeigt werden – mit Ausnahme der ersten zwei Messungen – alle 14 **Lx/L** Resultate. Die nicht berücksichtigten Teilmessungen werden mit Sternchen versehen. Angezeigt werden auch der Mittelwert **MW** und die **Anzahl** der berücksichtigten **Lx/L** Werte.

Wenn die 16 Messungen beendet ist, erscheinen die Ergebnisse



Die angezeigten Parameter:

- 14 gemessen Lx / L -Werte (die irrealen sind mit X markiert)
- Der **Mittelwert** und **Anzahl** der Lx / L -Werte
- Das **Minimum** und **Maximum** der Lx / L -Werte
- **Histogramm** mit der **Verteilung** der Lx / L -Werte
- **Rs** Schleifenwiderstand
- **Ra** Widerstand von Ader A ($R_s / 2$)
- **Rb** Widerstand von Ader B ($R_s / 2$)
- **Rx** Widerstand zwischen dem Gerät und dem Fehler
- **Ry** Widerstand zwischen dem Fehler und dem Kabelende
- **DTS (L)** berechnet aus den Kabelparametern und R_s
- **DTF (Lx)** berechnet aus den Kabelparametern, R_s und Lx / L
- **DFS (Ly)** berechnet aus den Kabelparametern, R_s und Lx / L

Wenn die Kabellänge bekannt ist

- Drücken Sie die Taste **Länge**
- Geben Sie den Längenwert ein und drücken Sie die **Enter**

Zur Rückkehr zur normalen Anzeige

- Drücken Sie die Taste **Länge** und drücken Sie die **Esc**

Beachten

Diese Methode kann nur verwendet werden, wenn der DC-Schleifenstrom 10 µA überschreitet

Auswertung durch Histogramm

Falls die DC Fremdspannung zu kleine Fremdströme erregt, können die aus den einzelnen Teilmessungen berechneten **Lx/L** Werte bedeutende Streuungen aufweisen. Hierbei kann der Anwender nicht sicher sein, dass der berechnete Mittelwert **MW** tatsächlich dem genauen Wert der Fehlerortentfernung entspricht. Deshalb wird auch ein **HISTOGRAMM** angezeigt, das die Streuung der berechneten Teilergebnisse anzeigt. Das Histogramm präsentiert die **Lx/L** Werte entlang der horizontalen Achse.

Die Höhe der Säulen, deren Breite 7% des Mittelwertes sind, entsprechen der Anzahl der in den vorliegenden Bereichen hineinfallenden **Lx/L** Werte.

Die, in der Mittelwertberechnung in Betracht gezogenen Säulen sind grün, während die, von der Berechnung ausgeschlossenen Säulen grau sind. Ebenfalls kann der kleinste und größte **Lx/L** Wert abgelesen werden.

Bei der Auswertung des Histogramms sollte der Anwender folgendes beachten:

- Das Histogramm einer **einwandfreien Messung** ist eine einzige grüne Säule. Dies bedeutet, dass fast alle gemessenen relativen Fehlerortentfernungen in den $\pm 3.5\%$ Bereich des Mittelwertes fallen.
- Es kann angenommen werden, dass auch dann ein **genügend genaues Messergebnis** vorliegt, wenn das Histogramm absolut symmetrisch ist, obwohl einige **Lx/L** Werte in die benachbarten Säulen fallen.
- Ist das Histogramm unsymmetrisch oder ungeordnet zerstreut, dann es muss angenommen werden, dass die **Messung unsicher** ist. In diesem Fall sollte die Messung mit einer anderen Aderkombination wiederholt werden.
- Sind besonders hohe Messfehler vorhanden, dann zerfällt das ganze Histogramm. Das zeigt, dass das **Messergebnis nicht akzeptabel** ist.

Hinweis:

Diese Methode kann nur verwendet werden, wenn der DC-Schleifenstrom 10 μ A überschreitet

3.5 AC Fehlerortung

3.5.1 AC Küpfmüller Methode

Zweck dieser Messung ist die Fehlerortung, wenn beide Adern Erdschluss haben. Das ECE 35 misst mit dieser Methode den Fehlerort auch dann genau, wenn das Kabel mit **DC Längsspannungen** behaftet ist.

Diese Methode ist anwendbar, wenn die Adern des Aderpaares die gleichen Widerstände und beide Adern Erdschlüsse haben.

Der Isolationswiderstand zwischen den zwei Adern sollte mindestens 100-mal höher als der Schleifenwiderstand sein und die so genannte Küpfmüller Bedingung sollte erfüllt werden:

$$0,5 > F_{aE} / F_{bE} > 2$$

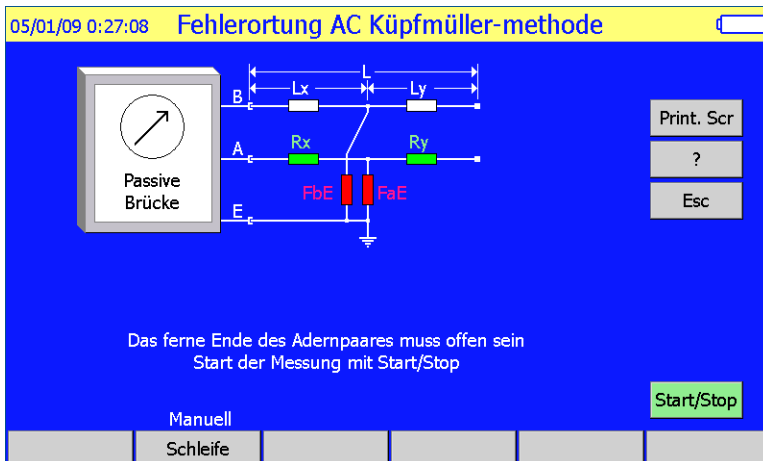
Die Küpfmüller Methode verlangt zwei Messungen.

- Erste Messung mit offener Schleife (ML)
- Zweite mit geschlossener Schleife (MK)

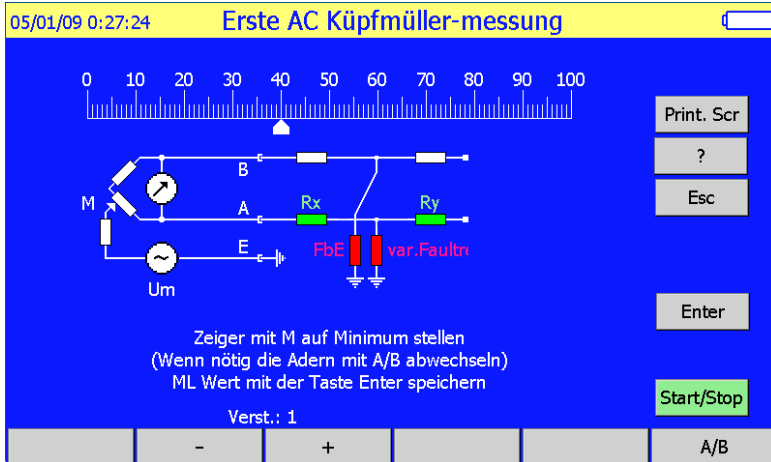
Der L_x/L Wert wird aus den **ML** und **MK** Werten ermittelt.

Messanschaltung

- Wählen Sie die Betriebsart **AC Fehlerortung / Küpfmüller**



- Nach Drücken der Taste **Start/Stop** ist die Brücke abgleichbereit

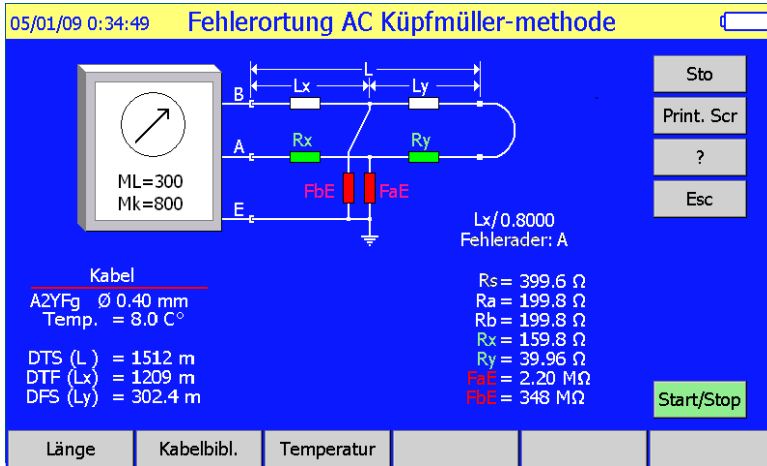


Die Abgleich-Methode:

- Wählen Sie die minimale Verstärkung mit der Taste **Verst. –**
- Mit dem Abgleichpotentiometer **M** stellen Sie den Zeiger auf den Minimalwert der Skala.
- Mit der Taste **Verst.+** steigern Sie stufenweise die Verstärkung und wiederholen die letzten zwei Punkte bis zu einem perfekten Abgleich. Der Abgleich ist perfekt, wenn die Verstärkung 5 ist und der Zeiger auf dem Minimum steht.
- Ist der Abgleich fertig, drücken Sie **Enter**, um das Ergebnis (**ML**) zu speichern und das Bild der zweite Messung aufzurufen.

Vor der zweiten Messung sollte die Schleife geschlossen sein. Schließen Sie es manuell oder mit dem fernsteuerbaren **ELC30** oder **ECFL 30S** Schleifenschalter

- Balance die Brücke wieder und drücken Sie die **Enter**, um das Ergebnis zu speichern (**Mk**) und dann erscheint die Ergebnisanzeige



Die angezeigten Parameter:

- **ML und MK** Wert
- **Lx/L** relative Fehlerortentfernung, bezogen auf die ganze Kabellänge
- **Rs** Schleifenwiderstand
- **Ra** Widerstand von Ader A ($R_s / 2$)
- **Rb** Widerstand von Ader B ($R_s / 2$)
- **Rx** Widerstand zwischen dem Gerät und dem Fehler
- **Ry** Widerstand zwischen dem Fehler und dem Kabelende
- **FaE** und **FbE** Erdschlusswiderst nde der Ader **A** und **B**
- **DTS (L)** berechnet aus den Kabelparametern und R_s
- **DTF (Lx)** berechnet aus den Kabelparametern, R_s und L_x / L
- **DFS (Ly)** berechnet aus den Kabelparametern, R_s und L_x / L

Wenn die Kabellänge bekannt ist

- Drücken Sie die Taste **Länge**
- Geben Sie den Längenwert ein und drücken Sie die **Enter**

Zur Rückkehr zur normalen Anzeige

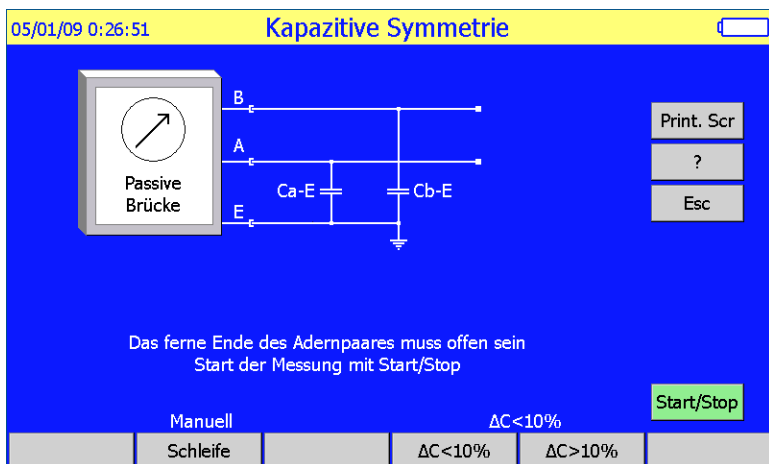
- Drücken Sie die Taste **Länge** und drücken Sie die **Esc**
-

3.5.2 Kapazitive Symmetrie Messung

Zweck dieser Messung ist es, die Symmetrie der Kapazitäten gegen Erde zu messen (**Ca-E** und **Cb-E**). Die Messung ist als eine Murray-Messung realisiert worden. Das **ECE 35** misst mit dieser Methode die Kapazitive Symmetrie auch dann genau, wenn das Kabel mit AC Längsspannungen behaftet ist.

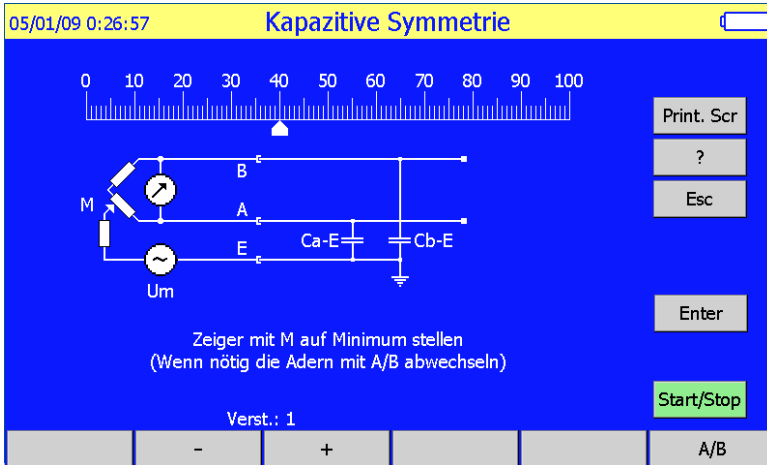
Messverfahren.

- Wählen Sie die Betriebsart **AC Fehlerortung / Kapazitive Symmetrie**



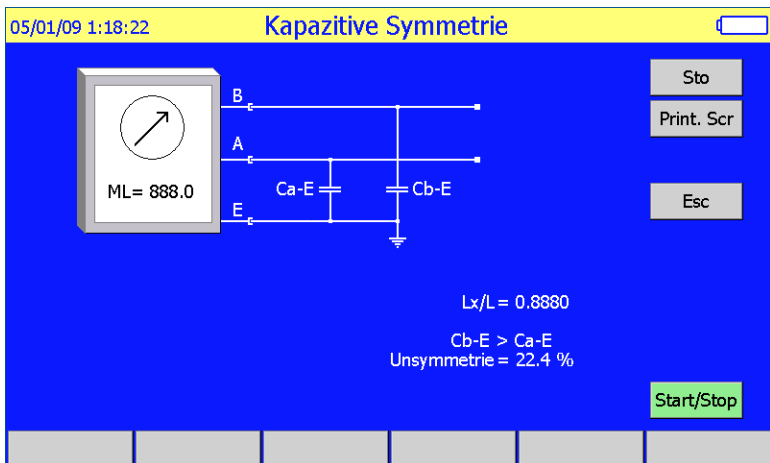
- Das ferne Ende der zu messenden Doppelader und Erde muss offen werden. Der **ELC30** oder **ECFL 30S** Schleifenschalter kann bei dieser Messung verwendet werden.
- Wählen Sie den erforderlichen Messbereich mit der Taste **$\Delta C < 10\%$** oder **$\Delta C > 10\%$**

Nach Drücken der Taste **Start/Stop** ist die Brücke abgleichbereit:



Die Abgleich-Methode:

- Wählen Sie die minimale Verstärkung mit der Taste **Verst. –**
- Mit dem Abgleichpotentiometer **M** stellen Sie den Zeiger auf den Minimalwert der Skala.
- Mit der Taste **Verst.+** steigern Sie stufenweise die Verstärkung und wiederholen die letzten zwei Punkte bis zu einem perfekten Abgleich. Der Abgleich ist perfekt, wenn die Verstärkung 5 ist und der Zeiger auf dem Minimum steht.
- Ist der Abgleich fertig, drücken Sie **Enter** um das Ergebnis zu speichern (**ML**) und dann erscheint die Ergebnisanzeige

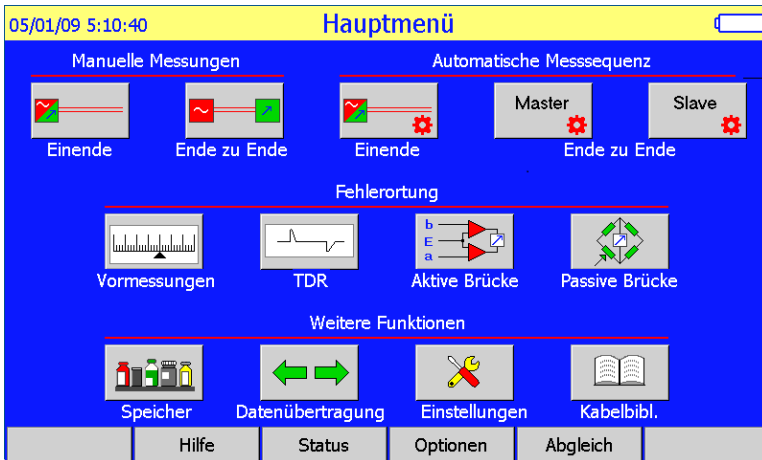


- Die angezeigten Parameter
- **ML** Wert
- **Lx/L**
- **Unsymmetrie %**

Beachten

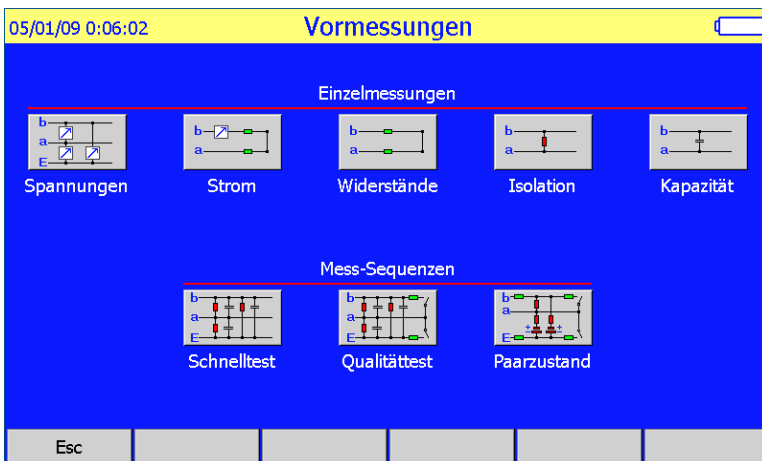
Das Ergebnis wird aus dem gemessenen ML-Wert berechnet

4 Vormessungen



Passive Brückenauswahl

- Drücken Sie die Menüpunkt **Vormessungen** von **Haupt Menü**



Die Vormessungen sind in zwei Gruppen unterteilt:

- Einzeltest
- Testsequenzen

4.1 Einzelmessungen

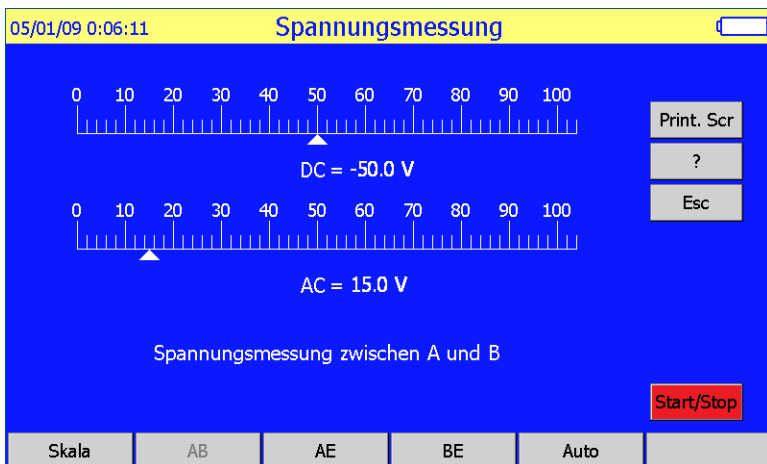
4.1.1 AC DC Spannungsmessung

Zweck dieser Betriebsart ist eine Reihenschaltung der DC und AC Fremdspannungen an Aderpaaren.

Messverfahren

- Wählen Sie die Betriebsart **Spannungen**

Die Messung wird danach automatisch gestartet, läuft kontinuierlich und kann durch Betätigung der Taste **Start/Stop** beendet und erneut gestartet werden



- Die Empfindlichkeit kann mit der **Skala**-Taste geändert werden

Eingangsauswahl

- Durch Drücken der **AB**, **AE** oder **BE**-Taste misst die ECE 35 kontinuierlich die AC-DC-Spannungen zwischen den ausgewählten Eingängen.
- Durch Drücken der **Auto**-Taste ECE 35 werden nacheinander alle AC-DC-Spannungsmessungen durchgeführt.

Die angezeigte Messergebnisse

- DC-AC-Spannungen in grafischer Form
- DC-AC-Spannungen in digitaler Form

4.1.2 Schleifenwiderstandsmessung

Zweck dieser Betriebsart ist die Reihenschaltung der Schleifenwiderstände von Aderpaaren.

Messverfahren

- Schließen Sie die fernen Enden der zu messenden Aderpaare kurz.
- Wählen Sie die Betriebsart **Widerstände**

Die Messung wird danach automatisch gestartet, läuft kontinuierlich und kann durch Betätigung der Taste **Start/Stop** beendet und erneut gestartet werden



Zweck dieser Messung ist die Suche solcher Aderpaare, die mit niederohmigen Widerständen kurzgeschlossen sind. Ist der gemessene Widerstand kleiner als ein vorher eingestellter Grenzwert, dann hört der Anwender einen Warnton.

Den Grenzwert kann man nach Drücken der Taste **Grenzwert** eingeben. Den Warnton kann man mit der Taste **Ton** ein- und ausschalten.

4.1.3 Isolationswiderstandsmessung

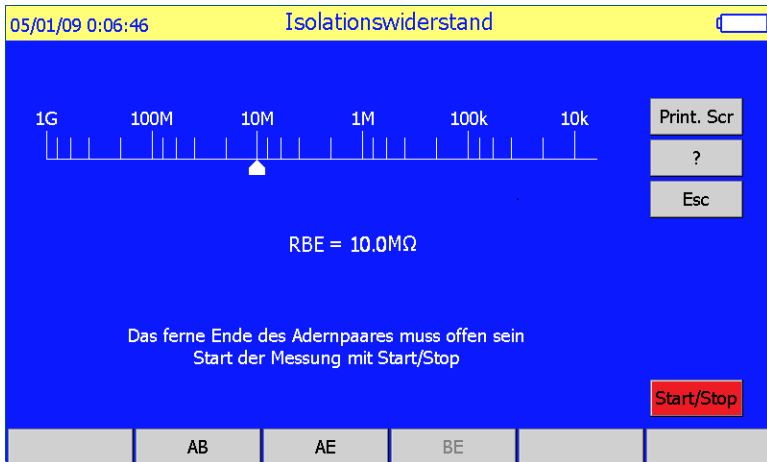
Zweck dieser Betriebsart ist die Reihenmessung der Isolationswiderstände von Aderpaaren. In dieser Betriebsart misst das ECE 35 sehr schnell und kann deshalb nur an fremdspannungsfreien Leitungen verwendet werden.

Messbereich ist 10 k Ω bis 300 M Ω

Messverfahren

- Das ferne Ende der zu messenden Doppelader muss offen sein
- Wählen Sie die Betriebsart **Isolation**

Die Messung wird danach automatisch gestartet, läuft kontinuierlich und kann durch Betätigung der Taste **Start/Stop** beendet und erneut gestartet werden.



Eingangsauswahl

Nach Drücken der Taste **AB**, **AE** oder **BE** ECE 35 misst kontinuierlich den Widerstand zwischen den ausgewählten Eingängen.

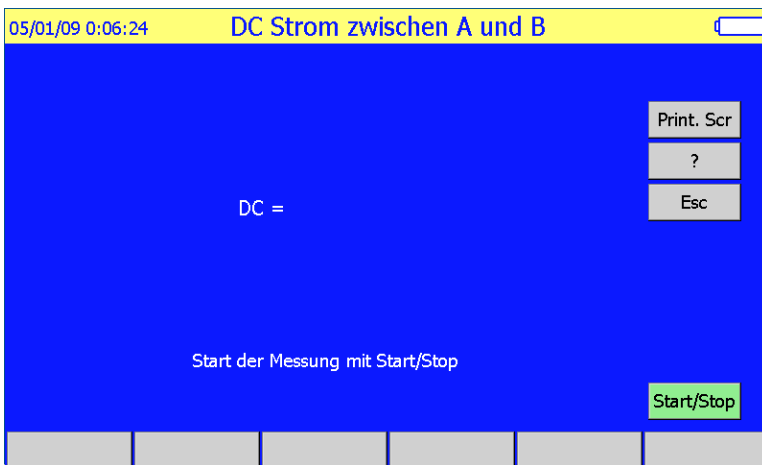
4.1.4 DC Strommessung

Zweck dieser Betriebsart ist die Reihenschaltung des DC Stromes der in der Leitungsschleife a/b fließt. Eingangswiderstand des Strommessers ist 10Ω, der maximal zulässiger Strom ist: 0,1 A

Messverfahren

- Schliessen Sie die fernen Enden der zu messenden Aderpaare kurz.
- Wählen Sie die Betriebsart **Strom**

Die Messung wird danach automatisch gestartet, läuft kontinuierlich und kann durch Betätigung der Taste **Start/Stop** beendet und erneut gestartet werden



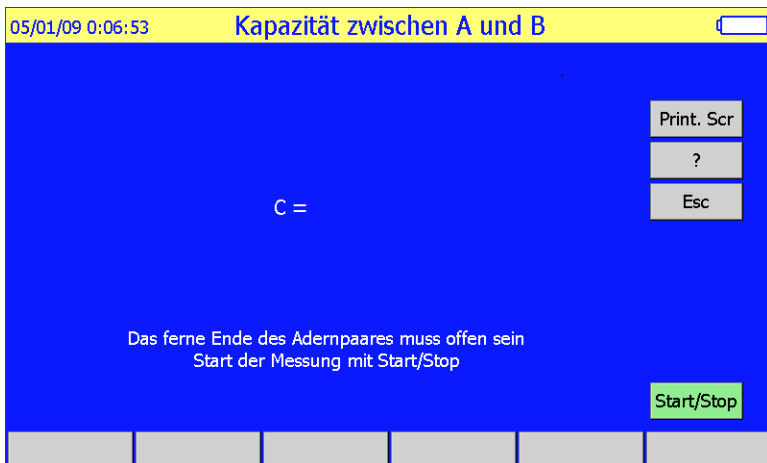
4.1.5 Kapazitätsmessung

Zweck dieser Betriebsart ist schnelle Kapazitätsmessung zwischen A und B Adern. Messbereich: 10 nF bis 2 μ F

Messverfahren

- Das ferne Ende der zu messenden Doppelader muss offen sein
- Wählen Sie die Betriebsart **Kapazität**

Die Messung wird danach automatisch gestartet, läuft kontinuierlich und kann durch Betätigung der Taste **Start/Stop** beendet und erneut gestartet werden



4.2 Automatische Test Sequenzen

4.2.1 Automatischer Schnelltest

Der Zweck dieser Betriebsart ist, eine schnelle Information über den Zustand eines **unbekannten Aderpaares** zu erhalten. Die Messzeit beträgt ca. 50 Sekunden. Innerhalb dieser Zeit werden die folgenden Parameter gemessen:

AC, DC Spannungen:

- Ader A gegen Ader B
- Ader A gegen Erde
- Ader B gegen Erde

Isolationswiderstände (max. 300 MΩ)

- Ader A gegen Ader B
- Ader A gegen Erde
- Ader B gegen Erde

Kapazität

- Ader A gegen Ader B
- Ader A gegen Erde, Ader b verbunden mit Erde
- Ader A gegen Erde, Ader a verbunden mit Erde

Kapazitive Unsymmetrie

- Zwischen Ca-E und Cb-E

Bemerkung: Die C Messungen sind Messungen gemäß der Norm EN 50289-1-5:2001

Messverfahren

- Öffnen Sie das ferne Ende des ausgewählten Aderpaares
- Wählen Sie die Betriebsart **Schnelltest**

05/01/09 0:37:54 **Automatischer Schnelltest**

	AB	aE (AE)	bE (BE)
DC			
AC			
Iso			
C			

ELC 30

Print. Scr
?
Esc

Kapazitive Symmetrie
Symmetrie

CaE/CbE

Schliessen sie den Schleifenschalter an die fernen Enden der Aders
Start der Messung mit Start/Stop

Start/Stop

Automatisch

Schleife

- Starten Sie die Messung mit der Taste **Start/Stop**

4.2.2 Automatischer Qualitätstest

Der Zweck dieser Betriebsart ist Feststellung der Qualität eines bekannten Aderpaares. Die Messzeit beträgt ca. 100 Sekunden. Innerhalb dieser Zeit werden die folgenden Parameter gemessen:

Isolationswiderstände

Ader A gegen Ader b

- Ader A gegen Erde
- Ader B gegen Erde

Kapazität

- Ader A gegen Ader B
- Ader A gegen Erde, Ader B verbunden mit Erde
- Ader B gegen Erde, Ader A verbunden mit Erde

Kapazitive Unsymmetrie

- Zwischen Ca-E und Cb-E

Schleifenwiderstand

Widerstandsdifferenz

Messverfahren

- Öffnen Sie das ferne Ende des ausgewählten Aderpaares
- Wählen Sie die Betriebsart **Qualitätstest**

05/01/09 0:38:15 **Automatischer Qualitätstest**

Isolation & Kapazität

AB	aE (AE)	bE (BE)

Kapazitive Symmetrie

CaE/CbE	Symmetrie

Widerstandsdifferenz

RI	Ra	Rb	ΔR	2ΔR / RI

ELC 30

Print. Scr

?

Esc

Schliessen sie den Schleifenschalter an die fernen Enden der Aders
Start der Messung mit Start/Stop

Start/Stop

Automatisch

Schleife				
----------	--	--	--	--

Starten Sie die Messung mit der Taste **Start/Stop**

4.2.3 Paarzustand- Vormessung

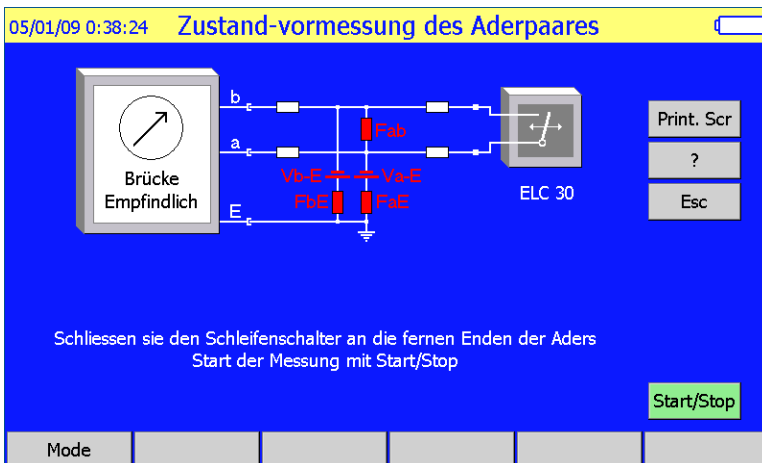
Die Paarzustand- Vormessung ist eine äußerst nützliche Testsequenz, um die beste Fehlerortungsmethode zu finden. Zu dieser Messung muss unbedingt der Schleifenschalter ELC30 (oder ECFL30S) verwendet werden!

In dieser Betriebsart werden die folgenden Parameter gemessen:

- **DC** und **AC** Fremdspannungen
- Die Betriebskapazität **Cm** und die
- physikalischen Kapazitäten zwischen Ader und Erde: **Ca-E** und **Cb-E**
- Schleifenwiderstand **Rs**
- Aderwiderstände von Ader A und Ader B: **Ra** und **Rb**
- Der Betriebsisolationswiderstand **Riso**
- Erd- oder Nebenschlusswiderstände: **FaE** und **FbE**
- Spannungsquellen **Ua-E** und **Ub-E** die in Reihe mit den Erd- oder Nebenschlusswiderständen liegen
- Die **FaE**, **FbE**, bzw. die **Ua-E** und **Ub-E** werden zweimal gemessen um eine Schwankung zu erkennen

Messverfahren

- Wählen Sie die Betriebsart **Paarzustand**

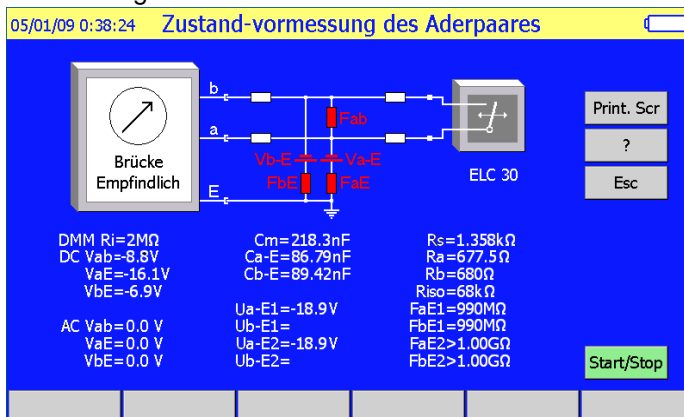


- Drei Messmethoden stehen zur Verfügung: **Empfindlich**, **Geschützt** oder **Automatisch** (Default)
- Wählen Sie die gewünschte Methode mit der Taste: **Mode**

AUTO- Modus bedeutet:

ECE 35 beginnt die Messung im **Empfindlich** Modus. Wenn der Eingangsverstärker überlastet wird, wird der Vorgang im **Protected-** Modus wiederholt. Mit Hilfe der Zustand- Vormessung können die Techniker nützliche Informationen über den Zustand der getesteten Paare erhalten.

1. In einem ersten Schritt werden die Shunt- Widerstände **FaE1** und **FbE1** gemessen. Eine kaskadierte DC-Quelle wird angezeigt, wenn der Shunt- Widerstand die geprüfte Leitung mit einer aktiven Nachbarleitung verbindet und daher eine Störspannung von $> 5 \text{ V}$ auftritt. (5V ist neben der 100V Messspannung von ECE 35 vernachlässigbar). Diese Ergebnisse informieren den Techniker über die Größe von Nebenschlusswiderständen und störenden Gleichspannungen.
2. Anzeige von störenden **DC-** und **AC-**Spannungen über 1V . (Die angezeigte DC-Spannung kann niedriger als die Störspannung sein, wenn der Shunt- Widerstand nicht viel kleiner ist als der Eingangswiderstand von DMM)
3. Die Messung der physikalischen Kapazitäten (**Ca-E** und **Cb-E**) liefert Informationen über die Unterbrechung oder das hohe Ungleichgewicht von Drähten.
4. Messung von Fehlerwiderständen und Spannungen von störenden Gleichstromquellen. Diese Messungen werden zweimal durchgeführt, um die Intensität der Fluktuation zu ermitteln. Die Schwankung kann intensiv sein, wenn der Shuntwiderstand oder die Störspannung stark intermittierend ist. In diesem Fall können die erhaltenen Ergebnisse falsch sein.
5. Schleifenwiderstandsmessung
6. Überprüfung der Rate zwischen den Isolations- und Schleifenwiderständen. Wenn die Rate weniger als 100 ist, wird die **Fab!** Warnung erscheint.



5 IMPULSREFLEKTOMETER (TDR)

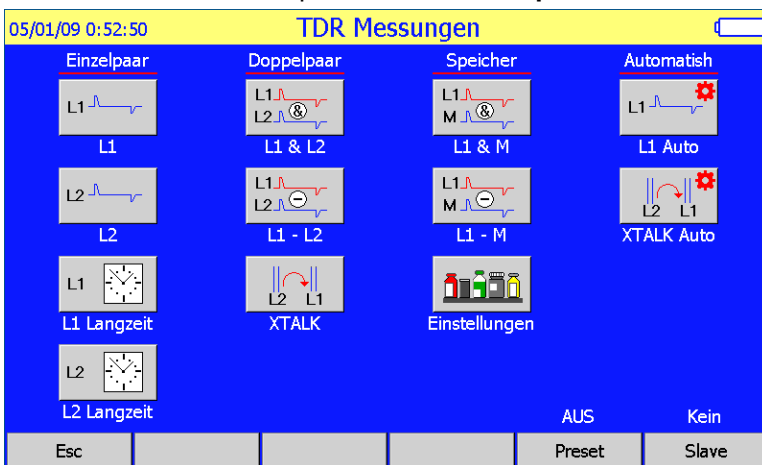
Das ECE 35 funktioniert in der Betriebsart TDR nach dem Impuls-Echo Verfahren. Es wird ein Messimpuls durch das Kabel gesendet. Wenn der Impuls das Kabelende oder einen Fehlerort des Kabels erreicht, wird ein bestimmter Teil der Impulsenergie zum Messgerät reflektiert. Das Messgerät ECE 35 misst die Zeit, die für die Fortpflanzung des Impulses entlang des Kabels, die Wahrnehmung des Fehlers und die Reflexion erforderlich ist. Aus dieser Zeit wird die Entfernung ermittelt. Die Reflexionskurve wird auf dem Bildschirm angezeigt.

Um die Entfernung zu einem Ereignis zu messen, wird der Cursor auf den Anfang des reflektierten Impulses eingestellt.

Die dargestellte Reflexionskurve zeigt alle Impedanzänderungen entlang des Kabels an. Die Amplitude einer Reflexion wird von der Größe der Impedanzänderung bestimmt

TDR- Modusauswahl

- Drücken Sie die Menüpunkt **TDR** von **Haupt Menü**



Für den Komfort des Benutzers ist eine automatische Testparameter- Preset- Funktion vorgesehen. Wenn die Preset- Funktion mit der Taste **Preset** eingeschaltet wird, werden die Pulse und Gain-Werte automatisch mit der Bereichsauswahl voreingestellt.

Bei TDR-Tests von Kabeln, die Abzweigung enthalten, ist es oft schwierig zu entscheiden, ob eine Reflexion von der Abzweigung oder vom Ende des Kabels kommt. Eine am anderen Ende angeschlossene ferngesteuerte Slave-Einheit (ELC 30 oder ECFL 30S) kann den Verbindungspunkt durch Pulsieren (kurz / offen) „sichtbar“ machen. Der Slave-Typ kann durch Drücken der **Slave**-Taste ausgewählt werden

5.1 Manuelle TDR Betriebsarten

Einzelpaarmessung

L1 Senden und Empfang des übertragenen Impulses am Aderpaar L1
Die am häufigsten benutzte Betriebsart.

L2 Wie obige Betriebsart, jedoch wird L2 anstatt L1 verwendet.

Langzeitmessung

L1 LANGZEIT

Messbetriebsart L1 wiederholt sich fortlaufend. Alle Ergebnisse werden auf dem Display fortlaufend dargestellt, wodurch auch kurzzeitig auftretende Fehler sichtbar werden.

L2 LANGZEIT

Wie obige Betriebsart, jedoch wird L2 anstatt L1 verwendet.

Lokalisieren einer Kopplungsstelle (Nebensprechen)

XTALK

Das erste Aderpaar wird an den Buchsen L1, das zweite Aderpaar wird an den Buchsen L2 angeschlossen. Der Messimpuls wird auf Aderpaar L2 gesendet und am Aderpaar L1 empfangen.

Vergleich zweier Paare

L1 & L2

Es ist eine Kombination der Betriebsarten L1 und L2. Beide Reflexionskurven werden gleichzeitig angezeigt.

L1 - L2

In dieser Betriebsart wird die Differenz der zwei Reflexionskurven angezeigt. Typische Anwendung dieser Betriebsart ist das Lokalisieren von nahen Fehlerorten, weil die Symmetrie zwischen zwei Adernpaaren des selbes Kabels besser ist als die Symmetrie zwischen einem Kabel und der internen Leitungsnachbildung.

Vergleich mit gespeichertem Wert

Die im Speicher abgelegten Reflexionskurven können zum Vergleich gleichzeitig zur aktuellen Messung dargestellt werden.

L1 & M

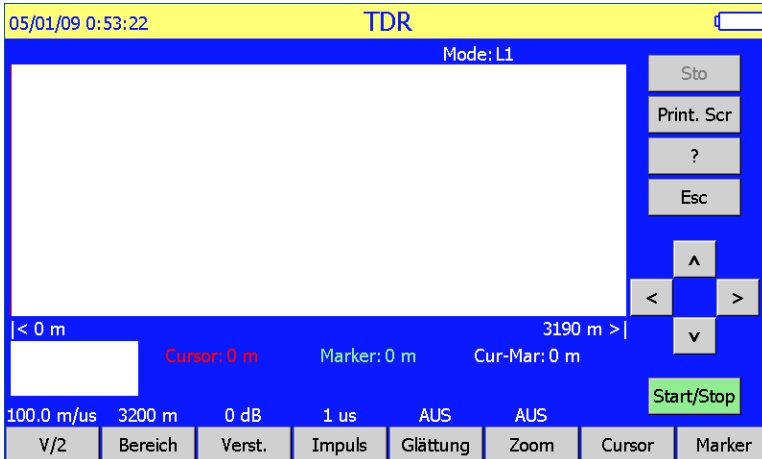
In dieser Betriebsart werden die gespeicherte und die aktuelle Reflexionskurve gleichzeitig angezeigt.

L1 - M

In dieser Betriebsart wird die Differenz der gespeicherten und der aktuellen Reflexionskurve angezeigt

5.1.1 Einstellungen vor der Messung

- Wählen Sie den gewünschten Betriebsart des **TDR**- Menüs
- Bei Auswahl von Modus L1 erscheint folgende Anzeige



Für die richtige Auswertung der erhaltenen Wellenform müssen wir wissen

- die Ausbreitungsgeschwindigkeit des getesteten Kabels

Für die richtigen Einstellungen der Testparameter müssen wir wissen

- die ungefähre Länge des getesteten Kabels

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit und die Anzeige verschiedener Kabeltypen können der Kabelbibliothek der ECE 35 entnommen werden.
Bereichsauswahl

- Drücken Sie die Taste **Bereich**
- Wählen Sie den Messbereich, der definitiv die Kabellänge überdeckt, mit den Tasten $\uparrow\downarrow$

Kabeltyp Auswahl

Der tatsächlich gültige Kabeltyp ist im oberen Feld des Displays zu sehen. Parameter, die zu diesem Typ gehören, werden für die nachfolgenden Messungen verwendet. Um den Kabeltyp zu ändern:

- Drücken Sie die Taste **V / 2**

05/01/09 0:53:46		Ausbreitungsgeschwindigkeit /2 (V/2)		<input type="text"/>	
Aktueller Wert: 100.0 m/us Entfernungsbereich: 45 bis 149 m/us					
				Print. Scr	
				?	
				Esc	
Kalk aus be- kannter länge					
Kabelbibl.		Edit		Cursor	
Cur-Mar					

- Drücken Sie die Taste **Kabelbibl.**

05/01/09 0:48:52		Kabelbibliothek		<input type="text"/>	
Angewendeten Kabel Standard Kabel A2YFg Ø 0.40 mm Kabel Temperatur: 20.0 C°					
				Print. Scr	
				?	
				Esc	
Kabeltypen					
Standard Anwenderdefiniertes					
Temperatur					

- Wählen Sie einen Kabeltyp Sie anwenden möchten
- Drücken Sie die Taste **Anwenden**
- Drücken Sie die Taste **Esc**

5.1.2 Einzelpaarmessung

Nach der Einstellung der Betriebsart und der Impulslaufzeit $V/2$ kann die Messung durch Betätigung der Taste **Start/Stop** gestartet werden.

Die Messung läuft so lange, bis die Taste **Start/Stop** gedrückt wird.

In den Messbetriebsarten **L1** und **L2** wird immer die aktuelle Reflexionskurve angezeigt. Zur Batterieschonung wird die Messung automatisch nach einer Minute gestoppt.

In den Betriebsarten **L1 Langzeit** und **L2 Langzeit** werden alle gemessenen Reflexionskurven dargestellt. In diesen Betriebsarten wird die Messung nicht automatisch gestoppt

Einstellung der Symmetrie

Das Abgleich-Potentiometer soll so eingestellt werden, dass der Startimpuls bestmöglich kompensiert ist (nahezu keine Reflexion sichtbar).

(In den Betriebsarten **XTALK** und **L1-L2** ist die Leitungsnachbildung nicht aktiv.)

Einstellung der Verstärkung

Auf Grund der Dämpfung des zu messenden Kabels vermindert sich die Amplitude des reflektierten Impulses mit steigender Entfernung bis zur Reflexionsstelle. Für den Empfang eines reflektierten Impulses mit entsprechender Amplitude muss die Verstärkung wie folgt eingestellt werden:

- Drücken Sie die Taste **Verst**
- Wählen Sie die erforderliche Verstärkung mit den Tasten $\uparrow\downarrow$

Die Verstärkung kann im Bereich von 0 bis 90 dB in Schritten von 6 dB eingestellt werden.

Einstellung der Breite des Messimpulses

Die Impulsbreite wird abhängig vom Messbereich automatisch eingestellt. Im jeweiligen Messbereich lässt sich der Messimpuls geringfügig in der Breite verändern. Bei einer größeren Kabeldämpfung kann es vorkommen, dass eine bessere Ablesbarkeit durch einen breiteren Impuls erreicht wird. Gegebenenfalls kann die Impulsbreite wie folgt verändert werden:

- Drücken Sie die Taste **Impuls**
- Wählen Sie die erforderliche Breite mit den Tasten $\uparrow\downarrow$

5.1.3 Auswertung der Reflexionskurve

Die Wellenform kann mit Cursor und Marker ausgewertet werden. Sie können an jedem ausgewählten Punkt der Wellenform platziert werden.

Der Cursor wird als eine vertikale rote Linie dargestellt

Zum Platzieren des Cursors:

- Drücken der Taste **Cursor**
- Berühren Sie auf die Stelle, an der Sie es platzieren möchten
- Ändern Sie die Position mit den Tasten < > (fein Einstellung)

Der Marker wird als eine vertikale grüne Linie dargestellt

Zum Platzieren des Markers

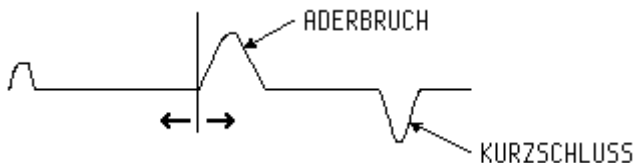
- Drücken der Taste **Marker**
- Berühren Sie auf die Stelle, an der Sie es platzieren möchten
- Ändern Sie die Position mit den Tasten < > (fein Einstellung)

Angezeigt werden:

- Die Position des Markers,
- Die Position des Cursors,
- Die Entfernung zwischen Marker und Cursor

Ablesen der Entfernung bis zum Fehlerort

Wenn der Mess-Prozess beendet wurde, bewegen Sie den Cursor zum Anfang des reflektierten Impulses



Der angezeigte Wert des Cursors gibt die Entfernung bis zum Fehlerort an. Vergessen Sie nicht, die Länge der Messleitung abzuziehen.

Ablesen der Entfernung zwischen zwei beliebigen Punkten

- Bewegen Sie den Cursor zu dem Punkt, von dem die Entfernung gemessen werden soll (z. B. Reflexion von einem bekannten Punkt oder von der Änderung des Kabeltyps).
- Bewegen Sie den Marker zu dem Punkt, an dem die Entfernungsmessung durchgeführt werden soll

Der Abstand zwischen diesen Punkten wird auf dem Display angezeigt

Vergrößerung der Reflexionskurve (Zoom)

Die Reflexionskurve kann um den Cursor durch die Zoom- Funktion vergrößert angezeigt werden. Die Höhe der horizontalen Vergrößerung kann wie folgt eingestellt werden:

- Bewegen Sie den Cursor an den Punkt, um den Sie die Wellenform vergrößern möchten.
- Drücken Sie die Taste **Zoom**
- Wählen Sie den erforderlichen Zoom- Wert mit den Tasten ↑↓

In der unteren linken Ecke der Anzeige gibt es ein Info, das über den unsichtbaren Teil der Messkurve informiert, wenn Zoom eingeschaltet ist.

..Die Glättung Funktion

Die Reflexion eines Fehlers, der sich weit vom Kabelanfang befindet, ist auf Grund der Kabeldämpfung viel kleiner als eine Reflexion von einer nahen Störstelle. Die Amplitudenanzeige der nahen Reflexionen kann durch die Glättung Funktion verringert werden:

- Drücken Sie die Taste **Glättung**
- Wählen Sie die erforderliche Reduktion mit den Tasten ↑↓

5.1.4 Lokalisieren von Kopplungen (Nebensprechen)

In der Betriebsart **XTALK** wird das erste Aderpaar an den Buchsen **L1** und das zweite Aderpaar an den Buchsen **L2** angeschlossen. Der Messimpuls wird auf Aderpaar **L2** gesendet und am Aderpaar **L1** empfangen. Typische Anwendung dieser Betriebsart ist die Lokalisierung von Adervertauschungen. Die Schritte der Messung sind mit den Betriebsarten **L1** und **L2** identisch. Das Potentiometer für die interne Leitungsnachbildung ist hier nicht aktiv.

5.1.5 Vergleich zweier Paare

Diese Funktion bestimmt die Differenz zwischen einem bekannten fehlerfreien und einem fehlerhaften Kabel.

Es gibt zwei Vergleichsmethoden:

- Betriebsart **L1 & L2**
- Betriebsart **L1 - L2**

Vergleich in der Betriebsart **L1 & L2**

In der Betriebsart **L1 & L2** werden zwei Reflexionskurven gleichzeitig dargestellt, eine für **L1** und die zweite für **L2**

Die Schritte der Messung sind mit den der Betriebsarten **L1** und **L2** identisch. Für die Auswertung der zwei Reflexionskurven können die Funktionen **Cursor**, **Marker** und **Zoom** benutzt werden. Mit den Tasten **↑** und **↓** kann die Reflexionskurve **L2** vertikal verschoben werden

Vergleich in der Betriebsart **L1 – L2**

In dieser Betriebsart wird die Differenz zwischen den Reflexionskurven **L1** und **L2** angezeigt. Mit Hilfe dieser Methode können die Reflexionen, die von beiden Leitungen verursacht wurden, von Kabelfehler einer Leitung verursachten Reflexion unterschieden werden. Diese Methode ist eine gute Lösung für die Bestimmung der Fehler, weil zwei ähnliche Leitungen miteinander genauer kompensiert werden können als eine Leitung mit der internen. Die Messschritte und die Auswertung der Reflexionskurve stimmen mit denen der Betriebsart **L1 & L2** überein.

5.1.6 Vergleich mit gespeichertem Ergebnis

Die im Speicher abgelegte Reflexionskurven können zum Vergleich der Kabelparameter vor und nach einer kritischen Periode oder vor oder nach den Reparaturarbeiten benutzt werden. **Die gespeicherten und die aktuell gemessenen Reflexionskurven können nur dann miteinander verglichen werden, wenn die Hauptparameter übereinstimmen.** Weil die Hauptparameter zusammen mit der Reflexionskurve gespeichert wurden, muss die aktuelle Messung entsprechend der gespeicherten Messparameter (Länge, Impuls, Verst.) verändert werden. Dementsprechend funktioniert in dieser Betriebsart die Änderung der oben erwähnten Parameter nicht.

Es gibt zwei Vergleichsmethoden

Vergleich in der Betriebsart L1 & M

In dieser Betriebsart werden die gespeicherte und die aktuelle Reflexionskurve gleichzeitig angezeigt. Die gespeicherte Reflexionskurve wird als gestrichelte Linie dargestellt.

Schritte der Messung:

- Wählen Sie die **L1 & M Option** im TDR Menü.
- Drücken Sie die Taste **Gespeicherte Ergebnisse**
- Wählen Sie die Speicherstelle aus, die die zu vergleichende Reflexionskurve enthält und drücken Sie die Taste **Enter**.
- Starten Sie die Messung durch die Betätigung der Taste **Start/Stop**.

Für die Auswertung können die Funktionen Cursor, Marker und Zoom ähnlich wie bei Einzelpaarmessung benutzt werden. Die vertikale Position der gespeicherten Reflexionskurve kann durch Betätigung der Tasten $\uparrow \downarrow$ verschoben werden.

Vergleich in der Betriebsart L1 – M

In dieser Betriebsart wird die Differenz zwischen dem Reflexionskurven angezeigt. Schritte der Messung

Wählen Sie die **L1 - M** Option im TDR Menü.

- Drücken Sie die Taste **Gespeicherte Ergebnisse**
- Wählen Sie die Speicherstelle aus, die die zu vergleichende Reflexionskurve enthält und drücken Sie die Taste **Enter**.
- Starten Sie die Messung durch die Betätigung der Taste **Start/Stop**.

Für die Auswertung können die Funktionen Cursor, Marker und Zoom ähnlich wie bei Einzelpaarmessung benutzt werden.

.Die Glättung Funktion

Die Reflexion eines Fehlers, der sich weit vom Kabelanfang befindet, ist auf Grund der Kabeldämpfung viel kleiner als eine Reflexion von einer nahen Störstelle. Die Amplitudenanzeige der nahen Reflexionen kann durch die Glättung Funktion verringert werden:

- Drücken Sie die Taste **Glättung**
- Wählen Sie die erforderliche Reduktion mit den Tasten ↑↓

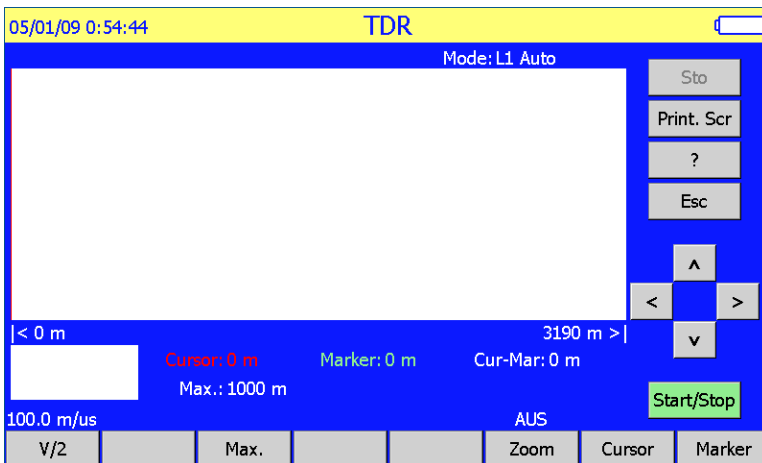
Leitungsnachbildung nicht aktiv.) Die Messschritte und die Auswertung der Reflexionskurve stimmen mit denen der Betriebsart **L1 & L2** überein.

5.2 Automatische TDR Betriebsarten

In dieser Betriebsart des Impulsreflektometers können eine oder mehrere reflektierten Impulsen detektiert werden und kann man die optimale Einstellung für die einzelnen reflektierten Impulse unabhängig einstellen.

5.2.1 Start der Messung

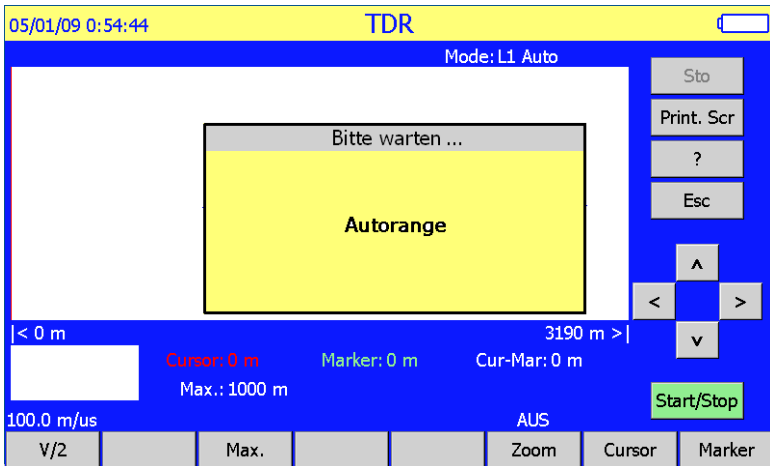
Wird der automatische Betriebsart **L1 Auto** oder **XTALK Auto** ausgewählt und der Auswahl, dann erscheint das folgende Displaybild:



Vor Beginn der Messung

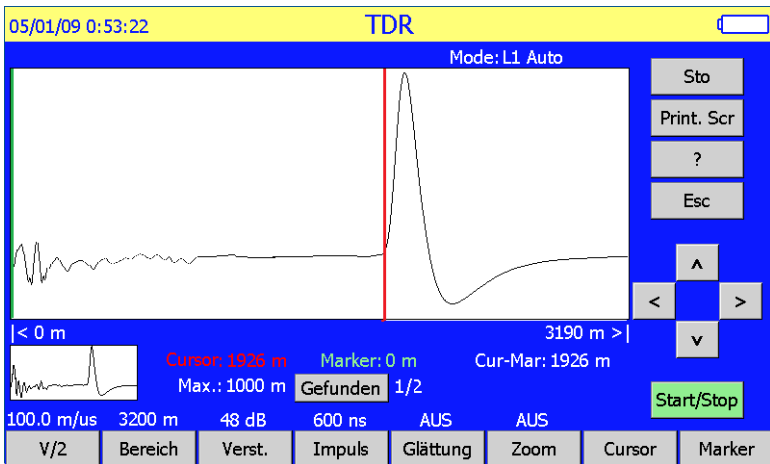
- Drücken Sie die Taste **Max.**
- Geben Sie die erwartete maximale Länge des getesteten Kabels ein

Die Messung kann durch die Betätigung der Taste **Star/Stop** gestartet werden. Die Messung, abhängig von dem Kabel kann mehrere Sekunden dauern



5.2.2 Messergebnisse

Nach dem Ende des Messprozesses zuerst erscheint der zuerst reflektierte Impuls und die Nummer von den detektierten Impulsen.



- Drücken Sie the Taste **Gefunden**
- Die weiteren reflektierten Impulse können mit den vertikalen Cursortasten hereingerufen werden.

Änderung der Einstellungen

Die Qualität des reflektierten Impulses kann durch manuelle Änderung der automatisch eingestellte Bereich-, Verst.- und Impuls- Werten

5.3 Hinweise für den Anwender

Allgemeine Hinweise Reflexionen können in zwei Gruppen eingeteilt werden:

- regelmäßige Reflexionen
- von Fehlern verursachte Reflexionen

Installationsbedingte Reflexionen

Jedes fehlerfreie Aderpaar kann Reflexionen produzieren. Diese werden von Stossstellen oder Veränderung des Kabeltyps verursacht.

Reflexionen durch Fehler

Ein fehlerhaftes Aderpaar produziert Installationsbedingte, zu erwartende Reflexionen und darüber hinaus Reflexionen, die von Fehlern verursacht werden. Infolge des Dämpfungsverlustes kann die Reflexion eines fernen Fehlerortes bedeutend kleiner sein als eine näher liegende „normale“ Reflexion.

Eine gute Methode für die Unterscheidung der „normale“ und der Fehlerbedingten Reflexionen ist das Vergleichen des fehlerhaften Aderpaares mit einem fehlerfreien Aderpaar. Bei der Methode **L1-L2** heben sich die von den gemeinsamen Kennwerten verursachten „normalen“ Reflexionen auf, die vom Fehler verursachten Reflexionen werden eindeutig angezeigt.

- In den Fernsprechkabeln befinden sich mehrere Aderpaare. Die physikalische Länge der Aderpaare hängt von deren Position innerhalb des Kabels ab. Die Länge erhöht sich proportional mit der Entfernung der Aderpaarlage von der Kabelmitte. Infolgedessen kann die physikalische Länge des Aderpaares länger sein als die Kabellänge. Deshalb ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit ($V/2$) der verschiedenen Aderlagen unterschiedlich. Aus diesem Grunde sollten sich bei der Vergleichsmessung die beiden Aderpaare in derselben Lage des Kabels befinden.
- Wenn mehrere Fehlerorte vorhanden sind, kann der erste Fehlerort so viel Impulsenergie reflektieren, dass der nachfolgende Fehlerort unsichtbar ist. Deshalb muss nach Lokalisieren und Behebung des ersten Fehlerortes die dem Fehlerort folgende Kabelstrecke wieder getestet werden.

5.3.1 Typische Reflexionskurven

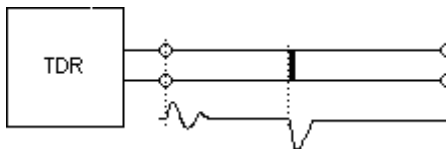
Offener Stromkreis (Unterbrechung)

Die Reflexion ist ein positiver (nach oben gehender) Impuls.
Es gibt keinen Impuls vom fernen Ende.



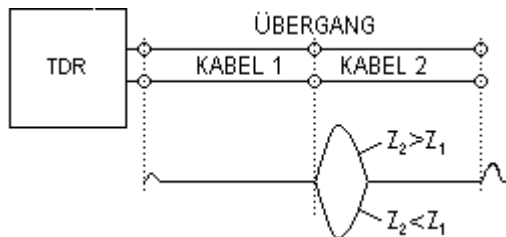
Kurzgeschlossener Stromkreis (Kurzschluss)

Die Reflexion ist ein negativer (nach unten gehender) Impuls.
Es gibt keinen Impuls vom fernen Ende.



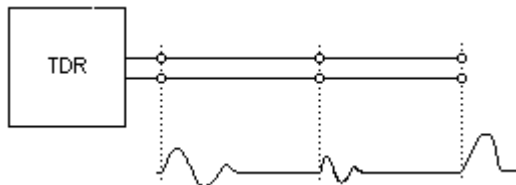
Veränderung des Kabeltyps (Anpassungsfehler)

Die Amplitude des reflektierten Impulses wird von der Größe der Impedanz-Veränderung bestimmt.



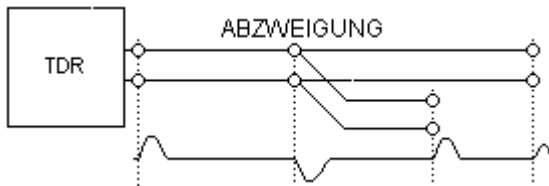
Stossstellen (Spleiße in Muffe)

Die Anschlüsse produzieren S-förmige Reflexionen.



Abzweigung

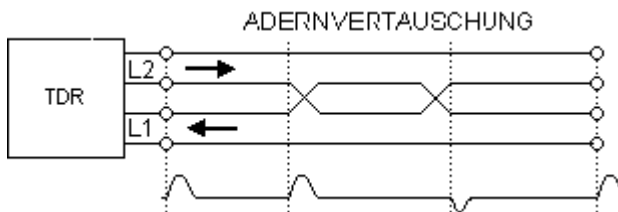
Eine Abzweigung produziert zwei Impulse, der erste_ zeigt den Anfang, der zweite zeigt das Ende der Abzweigung



Die Fehlersuche kann erschwert werden, wenn das getestete Aderpaar mehrere Abzweigungen hat. In diesem Fall muss man sich von einer Abzweigung zur anderen bewegen. Der Test sollte stufenweise durchgeführt werden.

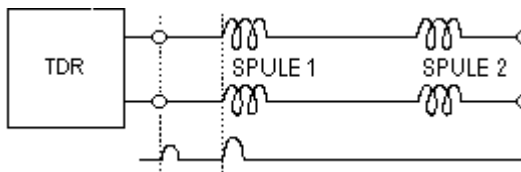
Adernvertauschung

Die Adernvertauschung produziert das Nebensprechen



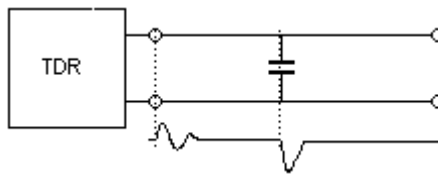
Pupinspulen (Induktivitäten)

Die Pupinspulen produzieren positive (nach oben gehende) Reflexionen. Im Allgemeinen ist das TDR hinter der ersten Pupinspule "blind".



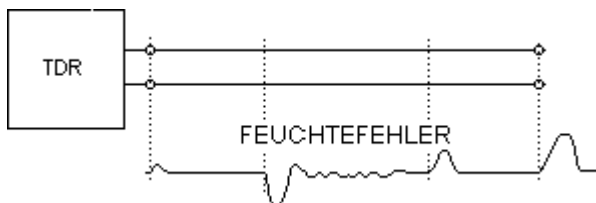
Kapazitive Netzwerke (Kondensatoren)

Die Reflexion ist ein negativer (nach unten gehender) Impuls.



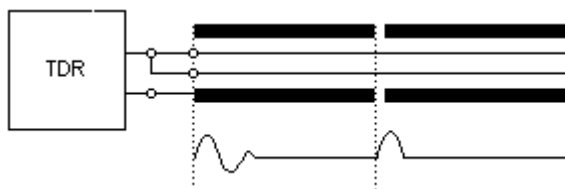
Feuchte Sektion

Das Vorhandensein der Feuchtigkeit verursacht eine Erhöhung der Kapazität. Dadurch entstehen zwei Impulse, einer am Anfang und einer am Ende der feuchten Sektion.



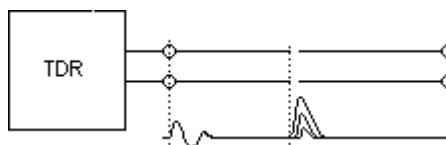
Mantelbruch

Wenn der metallische Mantel des Kabels unterbrochen ist, kann die Position der Unterbrechung bestimmt werden, wenn eine Ader und der Kabelmantel angeschaltet werden. Der Kabelmantel muss hierzu erdfrei sein.



Kontaktfehler

Der Ort des Kontaktfehlers kann mit einer Langzeitmessung bestimmt werden. Wenn sich die Eigenschaften des getesteten Aderpaares während der Messung ändern, wird die Wellenform an der Stelle des Fehlers dicker sein.



5.3.2 Ermittlung einer unbekannten Impulslaufzeit

Der Wert $V/2$ kann in den nachfolgenden Fällen bestimmt werden:

- Die Kabellänge ist bekannt.
- Die Entfernung zu einem bestimmten Punkt (z. B. eine Verbindungsmuffe, Veränderung des Kabeltyp, usw.) ist bekannt.
- Es gibt eine Kabelstrecke mit bekannter Länge
- Die Entfernung zweier Punkte ist bekannt.

Die Kabellänge oder die Entfernung zu einem bestimmten Punkt ist bekannt

- Schalten Sie das Kabel an die Buchsen L1 und nehmen Sie die Reflexionskurve in der Betriebsart L1
- Stoppen Sie die Messung mit der Taste **Start / Stop**
- Drücken Sie die Taste **Cursor**
- Stellen Sie den Cursor an den Anfang des Impulses, der von dem bekannten Ort reflektiert wurde.
- Drücken Sie die Taste **V/2**
- Drücken Sie die Taste **Cursor**
- Geben Sie die bekannte Entfernung in Meter ein.
- Mit **Enter** wird der korrekte Wert vom $V/2$ automatisch eingestellt

Die Entfernung zwischen zwei Punkten ist bekannt

- Schalten Sie das Kabel an die Buchsen L1 und nehmen Sie die Reflexionskurve in der Betriebsart L1
- Stoppen Sie die Messung mit der Taste **Start / Stop**
- Drücken Sie die Taste **Cursor**
- Stellen Sie den Cursor auf den Anfangspunkt des vom ersten bekannten Punkt reflektierten Impulses
- Drücken Sie die Taste **Marker**
- Stellen Sie den Marker auf den Anfangspunkt des vom zweiten bekannten Punkt reflektierten Impulses
- Drücken Sie die Taste **V/2**
- Drücken Sie die Taste **Cur-Mar**
- Geben Sie die bekannte Entfernung in Meter ein.
Mit **Enter** wird der korrekte Wert vom $V/2$ automatisch eingestellt.

6 ANWENDUNG DER KABELBIBLIOTHEK

6.1 Einführung

Die Kabelbibliothek beinhaltet vier Kabelgruppen:

- Standard Kabel
- Anwenderdefiniertes Kabel
- Mehrstrecken Kabel
- Bespultes Kabel

Die Kabelparameter können erreicht werden:

- aus dem Hauptmenü
- auf den Ergebnisseiten



Der Aderdurchmesser und der Name des tatsächlich aktiven Kabeltyps werden angezeigt. Dieser Kabeltyp wird für die nachfolgenden Messungen verwendet.

Um die Parameter des tatsächlich aktiven Kabeltyps anzuzeigen

- Drücken Sie die Taste **Angewendeten Kabel**

Um die Kabeltemperatur zu ändern:

- Drücken Sie die Taste **Temperatur**
- Geben Sie den neuen Wert ein und drücken Sie die **Enter**

6.2 Standardkabel

Drücken Sie die **Taste Kabelbibliothek / Standard** und die Liste der Standardkabel erscheint. Der tatsächlich aktive Kabeltyp ist mit grün markiert

05/01/09 0:49:11 **Standard Kabel**

Kabelname	Durchmesser [mm]	Kabeltyp	
A2YFg	0.35	VollPEgefüllt	Print. Scr
A2Y	0.35	VollPE	?
A2YFg	0.40	VollPEgefüllt	Esc
A2Y	0.40	VollPE	
APWEL	0.40	PapierLagen	
APML	0.40	PapierLagen	
APWEB	0.40	PapierBündel	
A2Y	0.50	ZellPE	
A02YSF	0.50	FoamSkinPEgefüllt	
A2YT	0.60	FoLPETTrageseilkabel	Anwenden

Anzeigen Nächste Vorherige

Um den tatsächlich aktiven Kabeltyp durch einen anderen zu ersetzen:

- Drücken Sie die Taste des gewünschten Kabeltyps
- Drücken Sie **Enter**

Dieser Kabeltyp wird für die nachfolgenden Messungen verwendet

Um die Parameter des einen gewünschten Kabeltype anzuzeigen

- Drücken Sie die Taste des gewünschten Kabeltyps
- Drücken Sie **Anzeigen**

05/01/09 0:49:33 **Kabel Daten**

Kabel Temperatur	20.0 C°	Print. Scr
Kabelname	A2YFg	?
Kabeltyp	VollPEgefüllt	Esc
V/2	93.0 m/us	
Ader Material	Cu	
Ader Durchmesser	0.40 mm	
AderWiderstand (Rs/2)	138.01 Ω/km @ 20.0 C°	
Betriebskapazität	49.0 nF	
Kabel/Erde Kapazität	48.0 nF	

6.3 Anwenderdefiniertes Kabel

Um den tatsächlich aktiven Kabeltyp durch einen anwenderdefiniertes Kabel zu ersetzen:

- Drücken Sie die Taste **Kabelbibliothek / Anwenderdefinierte**

05/01/09 0:50:03 **Anwenderdefiniertes Kabel**

Kabelname	Durchmesser [mm]	Kabeltyp	
Anwender 1	0.60	VollPEgefüllt	Print. Scr
Anwender 2	0.40	VollPE	?
Anwender 3	0.80	PapierLagen	Esc

Anwenden

Neu Edit Löschen Leeren Nächste Vorherige

- Drücken Sie den gewünschten Namen und drücken Sie **Anwenden**
Dieses Kabel ist tatsächlich ein aktiver Kabeltyp für die nachfolgenden Schleifenwiderstands- oder Fehlerortmessungen.

Um die Kabelparameter zu ändern:

- Drücken Sie den gewünschten Namen und drücken Sie **Edit**

05/01/09 0:49:33 **Kabel Daten**

Kabel Temperatur	20.0 C°	Print. Scr
Kabelname	Anwender 3	?
Kabeltyp	PapierLagen	Esc
V/2	106.5 m/us	
Ader Material	Cu	
Ader Durchmesser	0.80 mm	
AderWiderstand (Rs/2)	33.01 Ω/km @ 20.0 C°	
Betriebskapazität	40.0 nF	
Kabel/Erde Kapazität	48.0 nF	

Kabelbibl. Sto

- Drücken Sie den gewünschten Parameter
Nehmen Sie die Änderungen vor und drücken Sie Taste **Sto**

Definieren eines neuen Kabeltyps

ECE 35 bietet einen sehr einfachen Prozess zum Erstellen neuer Kabeltypen. Die vorhandenen Standard- und anwenderdefiniertes Kabel können geändert und unter neuen Anwendernamen gespeichert werden.

Die Schritte zur Definition des Prozesses:

Drücken Sie die Taste **Kabelbibliothek / Anwenderdefiniertes**

Drücken Sie die Taste **Neu** und die Parameter des tatsächlich aktiven Kabels erscheinen

Drücken Sie die Taste **Kabelbibl.**

05/01/09 0:48:52 Kabelbibliothek

Angewendeten Kabel

Standard Kabel

A2YFg Ø 0.40 mm

Kabel Temperatur: 20.0 C°

Kabeltypen

Standard

Anwenderdefiniertes

Print. Scr

?

Esc

Temperatur

- Wählen Sie einen Kabeltyp ähnlich dem Kabel, das Sie anwenden möchten
- Drücken Sie die Taste **Anwenden**
- Drücken Sie die Taste **Esc**
- Nehmen Sie die Änderungen vor und drücken Sie Taste **Sto**

6.4 Mehrstrecken Kabel (Option)

(Verwendbar, wenn die Option SW 460-660-000 aktiv ist)

Mehrstrecken Kabel bedeutet, dass die Leitung (das Aderpaar) von verschiedenen, in Reihe geschalteten Kabeltypen aufgebaut ist.

- Drücken Sie die Taste **Kabelbibliothek / Mehrstrecken**

Dadurch werden die Daten des tatsächlich aktiven Mehrstrecken Kabels angezeigt.

Hinweis: Bei der ersten Verwendung erscheint ein leeres Formular

Strecke	Länge	Kabeltyp			
S 1	1000 m	A2Y	0.50 mm	Cu	90.01 Ω/km
S 2	500 m	A2YT	0.60 mm	Cu	61.51 Ω/km
S 3	2000 m	A02Y	0.90 mm	Cu	27.51 Ω/km

Definition von die Strecken eines mehrstrecken Kabels

Es gibt vier Möglichkeiten:

- Definition eines neuen Streckes
- Einzufügen einen neuen Strecke zwischen den bestehenden Strecken
- Löschen einen Strecke
- Löschen aller Strecken und neue zu definieren

Wenn die Definition aller Strecken fertig ist:

- Drücken Sie **Anwenden**

Drücken der Taste Anwenden dieses Kabel ist der tatsächlich aktive Kabeltyp für die nachfolgenden Fehlerortmessungen

Definition eines neuen Streckes

- Drücken Sie die Taste **Neu**
- Geben Sie die Länge des neuen Strecke ein

The screenshot shows a software interface titled 'Strecke 1' with a yellow header bar. The main area has a blue background. At the top left, a timestamp '05/01/09 1:50:47' is displayed. In the center, the text 'Länge: 1000m' is shown, with '1000' highlighted in yellow. Below it, 'Entfernungsbereich : 1-15000' is displayed. A row of ten buttons labeled '1' through '0' is centered. At the bottom, the text 'Neuen Länge eingeben' is shown above a row of five buttons: 'Esc', 'Löschen', 'Zurück', and 'Enter'.

Wenn die Länge definiert ist, erscheinen die Daten des neuen Abschnitts unter den vorhandenen mit den Daten des tatsächlich aktiven Kabels.

- Drücken Sie die Taste **Kabel**

The screenshot shows a software interface titled 'Kabelbibliothek' with a yellow header bar. The main area has a blue background. At the top left, a timestamp '05/01/09 0:48:52' is displayed. In the center, the text 'Angewendeten Kabel' is shown above 'Standard Kabel' and 'A2YFg Ø 0.40 mm'. Below this, 'Kabel Temperatur: 20.0 C°' is displayed. To the right, there are three buttons: 'Print. Scr', '?', and 'Esc'. At the bottom, the text 'Kabeltypen' is shown above 'Standard' and 'Anwenderdefiniertes'. A row of five buttons is at the very bottom, with the second button labeled 'Temperatur'.

- Wählen Sie einen Kabeltyp und Drücken Sie die Taste **Anwenden**
- Drücken Sie die Taste **Esc**

Einzufügen einen neuen Strecke zwischen den bestehenden Strecken

- Drücken Sie den Namen des Strecke, über den Sie einen anderen einfügen möchten.
- Drücken Sie die Taste **Länge** und geben Sie die Länge des eingefügten Streckes ein
- Drücken Sie die Taste **Kabel** und wählen Sie den Kabeltyp des eingefügten Streckes

Wenn die Definition der neu eingefügten Strecke abgeschlossen ist, werden alle Strecken unterhalb der ausgewählten Strecke nach unten verschoben.

Löschen eine Strecke

- Drücken Sie den Namen des zu löschenden Strecke
- Drücken Sie Taste Löschen

Wenn ein Abschnitt gelöscht wird, werden alle Abschnitte unterhalb des gelöschten verschoben.

.Löschen alle Strecken

- Drücken Sie die Taste Leeren

Dadurch werden alle Strecken gelöscht

6.5 Bspultes Kabels (Option)

(Verwendbar, wenn die Option SW 460-650-000 aktiv ist)

- Drücken Sie die Taste **Kabelbibliothek / Bspultes**

Dadurch werden die folgende Anzeige erscheint mit den Parametern des zuletzt gemessenen bspultes Kabels:

05/01/09 0:29:37 Bspultes Kabel

Print. Scr
?
Esc

Anzahl der Spulen (N):
Widerstand einer Spule (Rc):
Kabelname: A2YFg
Ader Durchmesser: 0.40 mm
Ader Material: Cu

Anwenden

N Rc Kabelbibl.

Definition eines neu bspultes Kabels:

- Drücken Sie die Taste **N**
- Geben Sie die Anzahl der Spulen ein
- Drücken Sie **Enter**
- Drücken Sie die Taste **Rc**
- Geben Sie den Widerstand der Spulen ein
- Drücken Sie **Enter**
- Drücken Sie die Taste **Kabelbibl.**
- Wählen Sie den Kabeltyp
- Drücken Sie Taste **Anwenden**
- Drücken Sie **Esc**

Wenn die Ausgabe abgeschlossen ist, drücken Sie Taste **Anwenden**
Und dieses Kabel wird tatsächlich als aktiver Kabeltyp für die nachfolgenden Schleifenwiderstands- oder Fehlerortmessungen verwendet

7 SPEZIFIKAZIONEN

7.1 Aktive Brücke

Fremdspannung

Messbereich

Gleichspannung..... 0 bis 400 V

Wechselspannung 0 bis 250 V eff

Genauigkeit des Messwertes $\pm 3\% \pm 1$ V

Frequenzbereich..... 15 bis 300 Hz

Eingangswiderstand 2 M Ω

Messergebnisse AC, DC Spannung: Ader A gegen Ader B
Ader A gegen Erde, Ader B gegen Erde

Schleifenwiderstand

Messbereich 1 Ω bis 10 k Ω

Genauigkeit des Messwertes $\pm 0.3\% \pm 0.1$ Ω

Widerstandsunterschied

Schleifenwiderstand 10 bis 5000 Ω

Genauigkeit $\pm 0.2\%$ des Schleifewiderstandes ± 0.2 Ω

Lx/L- Wert Auflösung..... 1/1000

Messergebnisse Lx/L , Rs, Ra, Rb, $\Delta R\Omega$, $\Delta R\%$

Isolationswiderstand

Messbereiche 10 k Ω bis 300 M Ω

Messspannung 100/250 V

Messzeit (abhängig von der Kabellänge)

Für 5 km Kabellänge ~37 sec

Für 10 km Kabellänge ~45 sec

DC Fremdspannung KompensationEingeschaltet

Messergebnisse Widerstand: Ader A gegen Ader B
Ader A gegen Erde
Ader B gegen Erde

AC, DC Fremdspannung: A-B, A-E, B-E

Genauigkeit..... $\pm 5\% \pm 1$ k Ω

Kapazität

<u>Messbereich</u>	1 nF bis 2 μ F
<u>Genauigkeit des Messwertes</u>	$\pm 2\% \pm 0.2$ nF
<u>Messspannung</u>	11 Hz, 100 V _p
<u>Messergebnisse</u>	Kapazitäten Ader A gegen Ader B Ader A gegen Erde Ader B gegen Erde

Kapazitive Unsymmetrie

<u>Messbereich</u>	1 nF bis 2 μ F
<u>Genauigkeit des Lx/L Wertes</u>	$\pm 0.2\%$
<u>Lx/L-Wert Auflösung</u>	1/1000
<u>Messspannung</u>	11 Hz, 100 V _p
<u>Messergebnisse</u>	Kapazität Ader A gegen Erde Kapazität Ader B gegen Erde Lx/L, ΔC , $\Delta C\%$

DC Fehlerortung nach Murray, Küpfmüller, Dreipunkt

<u>Schleifenwiderstand, Bereich:</u>	1 Ω bis 10 k Ω
<u>Fehlerwiderstand, Bereich:</u>	bis 100 M Ω
<u>Genauigkeit des Lx/L Wertes</u> ($R_s \leq 2k\Omega$, Lx/L=0,1 bis 1)	
Fehlerwiderstand < 1 M Ω	$\pm 0.2\%$
Fehlerwiderstand 1 M Ω bis 5 M Ω	$\pm 0.3\%$
Fehlerwiderstand 5 M Ω bis 25 M Ω	$\pm 0.5\%$
Fehlerwiderstand 25 M Ω bis 100 M Ω	$\pm 2.0\%$
<u>Lx/L-Wert Auflösung</u>	1/1000
<u>Messspannung</u>	100 V
<u>DC Fremdspannung Kompensation</u>	Eingeschaltet
<u>Messergebnisse</u>	
Murray und Dreipunkt	Lx/L, Rx, 2Rx, Rs, Ra, Rb, FaE oder FbE
Küpfmüller	Lx/L, Rx, 2Rx, Rs, Ra, Rb, FaE und FbE

DC-AC Fehlerortung nach repetitive Küpfmüller Methode

<u>Schleifenwiderstand, Bereich:</u>	1 Ω bis 2k Ω
<u>Fehlerwiderstand, Bereich:</u>	bis 5 M Ω
<u>Genauigkeit des Lx/L Wertes</u> ($R_s \leq 2k\Omega$, Lx/L=0,1 bis 1)	
Fehlerwiderstand < 1 M Ω	$\pm 1\%$
Fehlerwiderstand 1 M Ω bis 5 M Ω	$\pm 2\%$
<u>Messspannung</u>	DC oder 11 Hz AC, 100 V _p
<u>Messergebnisse</u>	Lx/L, Rs

AC Fehlerortung Aderbruch

<u>Messbereich</u>	bis 20 km (Abhängig vom Kabeltyp)
<u>Genauigkeit des Messwertes</u>	$\pm 2\% \pm 0.2$ nF
<u>Messergebnisse</u>	Lx/L, Ca-E, Cb-E, ΔC , $\Delta C\%$

7.2 Passive Brücke

Schleifenwiderstand

<u>Messbereich</u>	1Ω bis 10 kΩ
<u>Messzeit</u>	~ 15 sec
<u>Genauigkeit des Messwertes</u>	±0.3% ±0.3Ω

Isolationswiderstand

<u>Messbereiche</u>	10 kΩ bis 300 MΩ
	10 kΩ bis 10 000 MΩ
<u>Messspannung</u>	100 V
<u>Messzeit</u>	
Für 300 MΩ Bereich	~80 sec
Für 10 000 MΩ Bereich	~100 sec
DC Fremdspannung Kompensation	Eingeschaltet
<u>Messergebnisse</u>	Widerstand: Ader A gegen Ader B
	Ader A gegen Erde
	Ader B gegen Erde
	AC, DC Fremdspannung: A-B, A-E, B-E
<u>Genauigkeit in % des Messwertes</u>	
10 kΩ bis 50 MΩ	5% ±1kΩ
50 MΩ bis 100 MΩ	10 %
100 MΩ bis 5 000 MΩ	20 %
5 000 MΩ bis 10 000 MΩ	30 %

Widerstandsunterschied

<u>Schleifenwiderstand</u>	1 bis 5000 Ω
<u>Genauigkeit</u>	±0.2% des Schleifenwiderstandes ±0.2 Ω
<u>Lx/L (Mk)-Wert Auflösung</u>	
In Bereich $\Delta R < 10\%$	1/10000
In Bereich $\Delta R > 10\%$	1/1000
<u>Messergebnisse</u>	Mk, Rs, Ra, Rb, $\Delta R\Omega$, $\Delta R\%$

Synchronisierte End zu End (Graaf) Messung

Schleifenwiderstand Bereich	10 Ohms bis 10 kOhm
DC Strombereich	10 μ A bis 0.1 A
Genauigkeit der Strommessung	±0.3% ±2 μ A
Genauigkeit des M Wertes	
bei Messstrom >100 μ A	±3%
bei Messstrom >1 mA	±0.3%

DC Fehlerortung Murray, Küpfmüller, Dreipunktmessung Methoden

Schleifenwiderstand, Bereich: 1 Ω bis 10 k Ω

Fehlerwiderstand, Bereich:bis 100 M Ω

Genauigkeit des L_x/L Wertes ($R_s \leq 2k\Omega$, $L_x/L=0,1$ bis 1)

Fehlerwiderstand < 1 M Ω $\pm 0.2\%$

Fehlerwiderstand 1 M Ω bis 5 M Ω $\pm 0.3\%$

Fehlerwiderstand 5 M Ω bis 25 M Ω $\pm 0.5\%$

Fehlerwiderstand 25 M Ω bis 100 M Ω $\pm 2.0\%$

M-Wert Auflösung 1/1000

Messspannung 100 V

Messergebnisse

Murray M_k , L_x/L , R_x , $2R_x$, R_s , R_a , R_b , FaE oder FbE

Küpfmüller M_L , M_k , L_x/L , R_x , $2R_x$, R_s , R_a , R_b , FaE und FbE

Dreipunkt M_{k2} , M_{k3} , L_x/L , R_x , R_s , R_a , R_b , FaE oder FbE

AC Fehlerortung Küpfmüller Methode

Schleifenwiderstand, Bereich 1 Ω bis 10 k Ω

Fehlerwiderstand, Bereichbis 25 M Ω

Genauigkeit des L_x/L Wertes ($R_s \leq 2k\Omega$, $L_x/L=0,1$ bis 1)

Fehlerwiderstand < 1 M Ω $\pm 0.3\%$

Fehlerwiderstand 1 M Ω bis 5 M Ω $\pm 0.5\%$

Fehlerwiderstand 5 M Ω bis 25 M Ω $\pm 1.0\%$

M-Wert Auflösung 1/1000

Messspannung 11 Hz, 100 V_p

Messergebnisse M_L , M_k , L_x/L , R_x , R_s , R_a , R_b , FaE und FbE

AC Fehlerortung Kapazitive Unsymmetrie

Messbereich 10 nF bis 2 μ F

Genauigkeit des L_x/L Wertes $\pm 0.2\%$

L_x/L -Wert Auflösung

In Bereich $L_x/L=0.9$ bis 1.1 1/10000

In Bereich $L_x/L<0.9$ oder $L_x/L>1.1$ 1/1000

Messspannung 11 Hz, 100 V_p

Messergebnisse M_L , L_x/L , $Ca-E/Cb-E$ %

7.3 Vormessungen

Fremdspannung

Messbereich

Gleichspannung..... 0 bis 400 V

Wechselspannung 0 bis 250 V eff

Messmode Wiederholte Messungen

Genauigkeit des Messwertes $\pm 3\% \pm 1 \text{ V}$

Frequenzbereich 15 bis 300 Hz

Eingangswiderstand 2 M Ω

Messergebnisse AC, DC Spannung: Ader A gegen Ader B

Ader A gegen Erde

Ader B gegen Erde

Schleifenwiderstand

Messbereich 1 Ω bis 10 k Ω

Messmode Wiederholte Messungen

DC Fremdspannung Kompensation Ausgeschaltet

Genauigkeit (ohne Fremdspannung)

In % des Messwertes, $\pm 0.5\% \pm 0.2 \Omega$

Messergebnis Widerstand: Ader A gegen Ader B

Isolationswiderstand

Messbereiche 10 k Ω bis 1 G Ω

Messmode Wiederholte Messungen

DC Fremdspannung Kompensation Ausgeschaltet

Messzeit ~ 3 sec

Messspannung 100 V

Genauigkeit (ohne DC Fremdspannung)

In % des Messwertes bis 300 M Ω 20 %

Messergebnis Widerstand: Ader A gegen Ader B

Ader A gegen Erde

Ader B gegen Erde

Kapazität

Messbereich 10 nF bis 2 μF

Genauigkeit des Messwertes $\pm 3\% \pm 0,3 \text{ nF}$

Messspannung 11 Hz, 100 Vp

Messergebnisse Kapazität Ader A gegen Ader B

DC Strom

Messbereich 10 μA bis 0.1 A

Genauigkeit des Messwertes $\pm 0,3\% \pm 2 \mu\text{A}$

Automatische Schnelltests.

Fremdspannung

Messbereich..... bis 400 V DC, 250 V AC

Messergebnisse..... AC, DC Spannung: Ader A gegen Ader B

Ader A gegen Erde

Ader B gegen Erde

Genauigkeit.....normal

Isolation

Messbereich..... 10 kΩ bis 300 MΩ

Messspannung.....100 V

Messzeit.....~47 sec

DC Fremdspannung Kompensation Einschaltet

Messergebnisse..... Widerstand: Ader A gegen Ader B

Ader A gegen Erde, Ader B

Ader B gegen Erde

Genauigkeit vom Messwert

100 MΩ bis 300 MΩ.....20 %

50 MΩ bis 100 MΩ 10 %

10 kΩ bis 50MΩ 5 % ±1kΩ

Kapazität

Messbereich..... 10 nF bis 2 μ F

Messspannung..... 11 Hz, 100 Vp

Messergebnisse Kapazität Ader A gegen Ader B

Ader A gegen Erde, Ader B verbunden mit Erde

Ader B gegen Erde, Ader A verbunden mit Erde

Genauigkeit vom Messwert..... $\pm 2\%$, $\pm 200\text{pF}$

Kapazitive Unsymmetrie

Messspannung..... 11 Hz, 100 Vp

Messergebnisse..... Ca>Cb oder Cb>Ca, Lx/L, Unsymmetrie %

Auflösung 1/1000

Automatische QualitätstestsIsolation

Messbereich	10 k Ω bis 10 G Ω
Messspannung	100 V
Messzeit	~100 sec
DC Fremdspannung Kompensation	Eingeschaltet
Messergebnisse	Widerstand: Ader A gegen Ader B Ader A gegen Erde Ader B gegen Erde

Genauigkeit vom Messwert

10 k Ω bis 50 M Ω	5 % \pm 1k Ω
50 M Ω bis 100 M Ω	10 %
100 M Ω bis 5 000 M Ω	20 %
5 000 M Ω bis 10 000 M Ω	30 %

Kapazität

Messbereich	10 nF bis 2 μ F
Messspannung	11 Hz, 100 Vp
Messergebnisse	Kapazität Ader A gegen Ader B Ader A gegen Erde, Ader B verbunden mit Erde Ader B gegen Erde, Ader A verbunden mit Erde
Genauigkeit vom Messwert	\pm 2%, \pm 200pF

Kapazitive Unsymmetrie

Messspannung	11 Hz, 100 Vp
Messergebnisse	Ca>Cb oder Cb>Ca, Lx/L, Unsymmetrie %
Auflösung	1/1000

Schleifenwiderstand

Messbereich	1 Ω bis 10k Ω
Genauigkeit vom Messwert	\pm 0.3% \pm 0.1 Ω

Widerstandsunterschied

Schleifenwiderstand, Bereich	1 Ω bis 5 k Ω
Genauigkeit	\pm 0.2% des Schleifenwiderstandes \pm 0.2 Ω
Auflösung	1/1000
Messergebnisse	Ra, Rb, Δ R Ω , Δ R%

Zustand- Vormessung

Fremdspannung

Messbereich. bis 400 V DC, 250 V AC

Messergebnisse AC, DC Spannung: Ader A gegen Ader B

Ader A gegen Erde

Ader B gegen Erde

Genauigkeit..... $\pm 3\% \pm 1 \text{ V}$

Isolation

Messbereich 10 kΩ bis 100 MΩ

Messspannung 100 V

DC Fremdspannung KompensationEingeschaltet

Messergebnisse Widerstand: Ader A gegen Erde (FaE)

Ader B gegen Erde (FbE)

Genauigkeit vom Messwert

50 MΩ bis 100 MΩ 10 %

10 kΩ bis 50MΩ5 % ±1kΩ

DC Spannungsquelle

Messbereich. bis 100 V DC

Messergebnisse Spannungsquelle in Reihe mit FaE

Spannungsquelle in Reihe mit FbE

Kapazität

Messbereich 10nF bis 2 μ F

Messspannung 11 Hz, 100 V_p

Messergebnisse..... Kapazität: Ader A gegen Ader B

Ader A gegen Erde

Ader B gegen Erde

Genauigkeit vom Messwert $\pm 2\%$, $\pm 200\text{pF}$

Schleifen- und Aderwiderstand

Messbereich 1 Ω bis 10k Ω

Genauigkeit vom Messwert ca. 1%

Messergebnis Schleifenwiderstand

Widerstand der Ader A

Widerstand der Ader B

Zustand

DC Störspannung Konstant oder Schwankend

Eingangsverstärker..... Empfindlich, Geschützt, Übersteuert

7.4 Impulsreflektometer

Messverfahren

Einpaar L1, L2, L1 Langzeit, L2 Langzeit
L1 mit automatische Einstellungen

Zweipaar L1& L2, L1-L2, XTALK
XTALK mit automatische Einstellungen

Speicher L1& Speicher, L1- Speicher

Messbereiche

V/2=100 16m bis 32km

Die maximal messbare Messbereich hängt vom
Kabeltyp und den Betriebsbedingungen ab.

Auswertung der Messergebnisse

Mit Cursor und Marker in Meter

Aktualisierung der Messkurve ~4 mal/sec

Zoom Maximum 16

Genauigkeit

Fehlerlokalisierung 0.2% des Messbereiches

Auflösung 0.01 m

Ausbreitungsgeschwindigkeit

V/2 45 bis 149 m/μs

VOP 30 to 99 %

Impulscharakteristik

Breite 4 ns bis 6 μs

Amplitude: 1.3 bis 12 V_{pp} bei 120 Ω

Die Amplitude ändert sich automatisch mit
Verstärkung und Impulsbreite.

Leitungsanschluss

Impedanz 120 Ω symmetrisch

Bereich der internen Nachbildung 50 bis 270 Ω

Verstärkungskontrolle

Einstellbereich 0 bis 90 dB

Schritt 6 dB/Schritt

Entfernungsabhängige Amplitudenkorrektur

Zahl der Stufen 10

8 OPTIONEN

HW Option

Passive Messbrücke	460-460-000
Erweiterung für aktive Messbrücke	

Zubehöre

Schleifenschalter ELC30	421-000-000
Intelligenter Slave ECFL30S	425-000-000

SW Optionen

Test von gespultes Kabeln.....	SW-460-650-000
Test von Mehrstrecken Kabeln	SW-460-660-000