

Bedienungsanleitung

Kabelmessgerät

KMK 8

Mess- und Ortungstechnik Measuring and Locating Technologies

Elektrizitätsnetze
Power Networks



Kommunikationsnetze
Communication Networks



Rohrleitungsnetze
Water Networks



Abwassernetze
Sewer Systems



Leitungsortung
Line Locating



BERATUNG DURCH MEGGER

Das vorliegende Bedienungshandbuch soll Ihnen dabei helfen, Fragen und Probleme auf möglichst schnelle Art und Weise zu lösen. Bei Problemen bitten wir Sie, zuerst das Handbuch sorgfältig zu lesen. Sollten dennoch Fragen offen bleiben, wenden Sie sich bitte an folgende Adressen:

Megger Limited

Archcliffe Road
Kent CT17 9EN

T: +44 (0) 1304 502100

F: +44 (0)1 304 207342

E: uksales@megger.com

Seba Dynatronic

Mess- und Ortungstechnik GmbH

Dr.-Herbert-Iann-Str. 6

D - 96148 Baunach

T: +49 / 9544 / 68 – 0

F: +49 / 9544 / 22 73

E: sales@sebakmt.com

Hagenuk

Kabelmesstechnik GmbH

Röderaue 41

D - 01471 Radeburg / Dresden

T: +49 / 35208 / 84 – 0

F: +49 / 35208 / 84 249

E: sales@sebakmt.com

Megger GmbH

Obere Zeil 2

61440 Oberursel

T: 06171-92987-0

F: 06171-92987-19

E: DEanfrage@megger.com

© Megger

Alle Rechte sind vorbehalten. Ohne vorherige schriftliche Genehmigung von Megger darf kein Teil dieses Handbuches fotokopiert oder in irgendeiner anderen Form reproduziert werden. Inhaltliche Änderungen dieses Handbuches behalten wir uns ohne vorherige Ankündigung vor. Megger haftet nicht für technische oder drucktechnische Fehler oder Mängel in diesem Handbuch. Ebenso übernimmt Megger keine Haftung für Schäden, die direkt oder indirekt auf Lieferung, Leistung oder Nutzung dieses Materials zurückzuführen sind.

GEWÄHRLEISTUNGSBEDINGUNGEN

Megger leistet dem Käufer für die von Megger vertriebenen Produkte Gewähr nach Maßgabe der nachfolgend aufgeführten Bedingungen.

Megger gewährleistet, dass Megger-Produkte zum Zeitpunkt der Lieferung frei von Fabrikations- und Materialfehlern sind, welche ihren Wert oder ihre Tauglichkeit erheblich mindern. Diese Gewährleistung umfasst nicht Fehler gelieferter Software. Während der Gewährleistung wird Megger mangelhafte Teile nach eigener Wahl reparieren oder durch neue oder neuwertige Teile (mit gleicher Funktionsfähigkeit und Lebensdauer wie Neuteile) ersetzen.

Weitergehende Gewährleistungsansprüche, insbesondere solche aus Mangelfolgeschäden, können nicht geltend gemacht werden. Alle gemäß dieser Gewährleistung ersetzten Teile und Produkte werden Eigentum von Megger.

Die Gewährleistungsansprüche gegenüber Megger erlöschen mit dem Ablauf von 12 Monaten ab dem Übergabedatum. Die von Megger im Rahmen der Gewährleistung gelieferten Teile fallen für die noch verbleibende Dauer der Gewährleistung, jedoch für mindestens 90 Tage, ebenfalls unter diese Gewährleistung.

Gewährleistungsmaßnahmen erfolgen ausschließlich durch Megger oder eine autorisierte Servicewerkstatt.

Voraussetzung für die Inanspruchnahme dieser Gewährleistung ist, dass der Käufer Mängel unverzüglich, erkennbare Mängel spätestens binnen 10 Tagen nach Übergabedatum rügt.

Diese Gewährleistung umfasst nicht Fehler oder Schäden, die dadurch entstanden sind, dass die Produkte Bedingungen ausgesetzt werden, die nicht den Spezifikationen entsprechen, fehlerhaft gelagert, befördert, gebraucht oder von nicht durch Megger autorisierten Stellen gewartet oder installiert wurden. Die Gewährleistung gilt nicht für Schäden infolge von natürlichem Verschleiß, höherer Gewalt oder Verbindung mit Fremtteilen.

Für Schadenersatzansprüche aus der Verletzung von Nachbesserungs- oder Nachlieferungsansprüchen haftet Megger nur bei grober Fahrlässigkeit oder Vorsatz. Jegliche Haftung für leichte Fahrlässigkeit wird ausgeschlossen.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINFÜHRUNG	1-1
1.1	Allgemeine Eigenschaften	1-3
1.2	Allgemeine Bemerkungen zur Funktionsweise der aktiven Brücke.....	1-4
1.3	Mögliche spezielle Aktionen nach der Messung:	1-6
1.4	Messen mit der aktiven oder mit der passiven Brücke?.....	1-7
1.5	Anwendung des Schleifenschalters KLC 8	1-7
2	TASTATUR, BUCHSEN UND LEDS	2-1
2.1	Buchsen, und Abgleichelemente	2-4
3	BEDIENUNGSANWEISUNG	3-5
3.1	Starten & Allgemeine Vorschriften.....	3-5
3.2	Abgleich	3-6
3.3	Speichern und Abruf der Messergebnisse	3-8
4	IMPULSREFLEKTOMETER	4-1
4.1	Funktionsprinzip.....	4-1
4.2	Einstellungen vor der Messung	4-3
4.3	Die Einzelpaarmessung.....	4-5
4.4	Auswertung der Reflexionskurve.....	4-6
4.5	Lokalisieren von Nebensprechenstellen.....	4-7
4.6	Vergleich zweier Paare.....	4-7
4.7	Speicherung.....	4-8
4.8	Vergleich mit gespeichertem Wert.....	4-9
4.9	Hinweise für den Anwender.....	4-10
4.10	Typische Reflexionskurven	4-11
4.11	Ausbreitungsgeschwindigkeit Einheiten	4-14
4.12	Ermittlung einer unbekanntem Impulslaufzeit ($V/2$)	4-15
5	AKTIVE BRÜCKE	5-1
5.1	Fremdspannungsmessung	5-1
5.2	Widerstandsmessungen	5-3
5.2.1	Widerstandsmessung 2 ADER.....	5-3
5.2.2	Widerstandsmessung: 2 ADER & ERDE	5-6
5.2.3	Widerstandsdifferenz (WU) Messung	5-8
5.2.4	Isolationswiderstandsmessung	5-10
5.3	Kapazitätsmessung	5-14
5.3.1	Kapazitätsmessung 2 ADER.....	5-16
5.3.2	Kapazitätsmessung 2 ADER & ERDE: Betriebskapazität... ..	5-18
5.3.3.	Kapazitätsmessung 2 ADER & ERDE: 2 POL Kapazität	5-20
5.3.4.	Kapazitätsmessung 2 ADER & ERDE: Physikalische	5-22
5.3.5.	Kapazitive Symmetrie.....	5-23

5.4	DC Fehlerortung	5-25
5.4.1	MURRAY Methode	5-26
5.4.2	KÜPFMÜLLER Methode	5-29
5.4.3	DREIPUNKT-Methode.....	5-32
5.4.4	REPETITIVE KÜPFMÜLLER-Methode	5-35
5.5	AC Fehlerortung.....	5-40
5.5.1	Unterbrechungsmessung	5-40
5.5.2	AC Fehlerortung mit REPETITIVE KÜPFMÜLLER-Methode.....	5-42
6	PASSIVE BRÜCKE	6-43
6.1	Funktionsprinzip.....	6-43
6.2	Schleifenwiderstandsmessung	6-44
6.3	Isolationswiderstandsmessung	6-46
6.4	Widerstandsdifferenzmessung	6-50
6.5	DC Fehlerortung mit Murray Methode	6-53
6.6	DC Fehlerortung mit Dreipunkt Methode	6-56
6.7	DC Fehlerortung mit Küpfmüller Methode	6-60
6.8	AC Fehlerortung mit Küpfmüller Methode	6-64
6.9	Kapazitive Symmetrie Messung	6-68
7	SYNCHRONISIERTE END TO END MESSUNG	7-1
8	VORMESSUNGEN	8-6
8.1	Zustand-Vormessung	8-6
8.2	AC DC Spannungsmessung	8-11
8.3	Schleifenwiderstandsmessung	8-12
8.4	Isolationswiderstandsmessung	8-13
8.5	DC Strommessung.....	8-14
8.6	Kabeltemperaturmessung.....	8-15
9	AUTOMATISCHE MESS-SEQENZEN.....	9-16
9.1	Automatischer Schnelltest	9-16
9.2	Automatischer Qualitätstest.....	9-18
10	BATTERIEMANAGER	10-20
10.1	Ladezustand Überwachung.....	10-20
10.2	Normalladung	10-20
10.3	Schnell-Ladung.....	10-21
10.4	Batterie-Regenerierung	10-21
10.5	Batterie-Initialisierung	10-22
10.6	Batterieabschaltung.....	10-22
10.7	Lebensdauer der Batterie	10-22
10.8	Kontrolle der Batteriezustandes	10-23
10.9	Ladevorgang während der Messung.....	10-23
11	USB SCHNITTSTELLEN	11-24

11.1	Übertragung der Ergebnisse vom KMK 8 auf USB Stick ..	11-25
11.2	Übertragung der Ergebnisse vom USB Stick auf KMK 8 ..	11-26
12	STATUS & OPTIONEN	12-1
13	UPGRADE (KMK8U.EXE)	13-1
14	DEMOPROGRAMM (KMK8D.EXE).....	14-1
15	EINSTELLUNGEN	15-1
16	SCHLEIFENSCHALTER KLC 8	16-1
17	INTELLIGENTER SCHLEIFENSCHALTER KMK 80S (OPTIONAL)	17-1
18	TECHNISCHE DATEN**	18-1
18.1	Allgemeine Spezifikationen	18-1
18.2	Impulsreflektometer	18-2
18.3	Aktive Brücke	18-6
18.4	Passive Brücke.....	18-10
18.5	Vormessungen	18-13
18.6	Schnelltest	18-16
18.7	Qualitätstest	18-17
19	LIEFERUMFANG UND OPTIONALES ZUBEHÖR.....	19-1

1 EINFÜHRUNG

Dieses Bedienhandbuch erläutert die Anwendungsregeln des Kombi Kabelmessgerätes KMK 8 (CABLE FAULT LOCATOR SET) und hilft somit dem Anwender bei der Handhabung des Gerätes. Zum besseren Verständnis der Instruktionen ist es empfehlenswert, zusätzlich zur Bedienungsanleitung, das Programm KMK8d.exe zu benutzen. Wenn Sie dieses Demo-Programm unter WINDOWS starten, ist die Frontplatte des Gerätes, d.h. Tastatur und Display, zu sehen. Wird die Tastatur mit der Maus angeklickt, wird sich das "virtuelle" KMK 8 wie das reale Messgerät verhalten, d.h. der Anwender kann virtuelle Messungen durchführen.

Das Anwendungsgebiet

Das KMK 8 ist ein leichtes tragbares Gerät zur Bestimmung der Qualität von Kabelanlagen, für Überwachungs- und Fehlerortungsmessungen und zur Qualifizierung von Fernmeldekabeln. Dieses Kombigerät beinhaltet die folgenden Messmodule:

- Ein Impulsreflektometer (TDR) für Messungen nach dem Impuls-Echo-Verfahren.
- Eine aktive Messbrücke für automatische und komfortable und genaue Widerstands- und Kapazitäts-Messungen sowie für genaue AC und DC Fehlerortungen an nur gering mit AC Fremdspannungen behafteten Leitungen.
- Eine passive Wheatstonesche Messbrücke für Widerstands- und Kapazitive Symmetrie-Messungen sowie DC und AC Fehlerortungen an stark mit AC Fremdspannungen behafteten Leitungen.
- Ein Spannungsmessmodul für Messungen der DC und AC Fremdspannungen an Kabelanlagen.
- Ein Warn- und Informationssystem, um über störende Einflüsse (z.B Fremdspannungseinflüsse) kontinuierlich zu informieren und dadurch die optimale Messgenauigkeit zu gewährleisten.
- Eine Fernsteuerung für geeignete elektronischen Messhilfen

Als Impulsreflektometer eignet sich der KMK 8 für die Messung von...

- Leitungsunterbrechung
- Leitungskurzschluss
- Fehler durch Feuchte
- Kabelschirmfehler (Unterbrechung)
- Kontaktfehler
- Verbindungsfehler
- Einfache und doppelte Adervertauschung
- Abzweigungen
- Kapazitive Netzwerke
- Pupinspulen
- Veränderung des Kabeltyps

Die **Aktive Messbrücke** eignet sich für die Messung folgender Parameter:

- Schleifenwiderstand
- Widerstandsunterschied
- Isolationswiderstand
- Kabelkapazität
- Kapazitive Unsymmetrie
- Ortung von Isolations- und Leitungsfehler wie z.B. Erd- und Nebenschluss mit Murray, KÜPFMÜLLER, Dreipunkt und Repetive KÜPFMÜLLER Messmethoden
- Aderbruch

Die **Passive Wheatstonesche Messbrücke** eignet sich für die Messung folgender Parameter:

- Schleifenwiderstand
- Widerstandsunterschied
- Isolationswiderstand
- Kapazitive Unsymmetrie
- Ortung von Isolations- und Leitungsfehler wie z.B. Erd- und Nebenschluss mit Murray, KÜPFMÜLLER und Dreipunkt Messmethoden

Die Spannungsmesseinheit eignet sich für die Messung von störenden DC und AC Fremdspannungen zwischen Ader a und b, Ader a und Erde sowie Ader b und Erde an.

1.1 Allgemeine Eigenschaften

Das KMK 8 hat ein graphisches Display, ein einfach zu bedienendes Menüsystem und ein vielseitiges HILFE System. Die am Display erscheinenden Messergebnisse können in einem internen Messwertspeicher abgespeichert werden. Mit Hilfe eines USB-Sticks oder direkter Übertragung über die USB-Schnittstelle können die Messergebnisse zu einem PC übertragen werden.

Das KMK 8 berechnet aus den vorprogrammierten oder anwenderdefinierten Kabelparametern und der eingestellten Kabeltemperatur die Kabellänge (DTS) und die Entfernung vom Gerät bis zum Fehlerort (DTF).

Das KMK 8 wird von einer aufladbaren, eingebauten NiMH Batterie versorgt, die entweder von einer Autobatterie (12 V DC) oder einem externen 100 bis 240 V AC Netz-Ladegerät aufgeladen werden kann. Das Gerät ist mit einem prozessorgesteuerten Batteriemangement-system ausgerüstet, das die folgenden Funktionen unterstützt:

- Anzeigen des Batterieladezustandes
- Batterie-Initialisierung (erste Aufladung)
- Normale Aufladung
- Schnelle Aufladung
- Batterie-Regenerierung
- Schutz gegen Tiefenentladung

Zum KMK 8 wurde eine **elektronische Messhilfe**, der Schleifenschalter KLC 8 entwickelt, welche vom KMK 8 aus über die zu messende Leitung fernsteuert werden kann.

1.2 Allgemeine Bemerkungen zur Funktionsweise der aktiven Brücke.

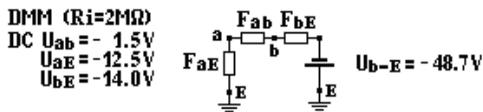
Mit der aktiven Brücke werden die DC Widerstands- und Fehlerort-Messungen zweimal durchgeführt: einmal ohne Messspannung und einmal mit Messspannung. Diese Doppelmessung ermöglicht eine DC Fremdspannungs-Kompensation, d.h. auch bei vorhandener DC Fremdspannung kann der Widerstandswert genau gemessen werden und gleichzeitig kann auch die echte Quellenspannung der Fremdspannungsquelle angezeigt werden.

Ist der Innenwiderstand der Störspannungsquelle sehr hoch (z.B. 8 MOhm), so misst der Spannungsmesser aufgrund seines niedrigeren Innenwiderstands (2 MOhm) eine sehr viel kleinere Betriebsspannung (Klemmenspannung). In unserem Beispiel wird die gemessene Klemmenspannung nur ein Fünftel der eigentlichen Quellenspannung sein. Das bedeutet, dass die mit dem Spannungsmesser gemessenen Fremdspannungswerte nur dann richtig sind, wenn die Innenwiderstände der Fremdspannungsquellen genügend klein sind.

An einer zu messenden Leitung erscheint eine DC Fremdspannung meistens dann, wenn eine Ader über einen Nebenschlusswiderstand mit einer spannungsbehafteten Nachbarader verbunden ist. Ist der Nebenschlusswiderstand klein, dann wird der Spannungsmesser richtig messen. Ist aber der Nebenschlusswiderstand sehr groß, dann kann man die Spannung der störenden Leitung mit dem Spannungsmesser nur ungenau messen. Das Doppelmessungsverfahren gibt aber auch in solchen Fällen den richtigen Quellenspannungswert an.

Wichtige Bemerkung:

Ist der Isolationswiderstand (**F_{ab}**) zwischen Ader **a** und Ader **b** klein, dann fließt über den Nebenschlusswiderstand (**F_{bE}**) von der DC Störspannungsquelle (**U_{b-E}**) ein DC Störstrom in die Erde (E) und man kann an alle drei Widerstände DC Störspannungen messen.



Die durch z.B. Eisenbahnstrom induzierten AC Fremdspannungsquellen haben immer kleine Innenwiderstände. Hier erzielt die AC Spannungsmessung in den meisten Fällen richtige Messergebnisse.

Obwohl die Fremdspannungen vor oder während jeder Messung gemessen werden, ist es nicht sinnvoll, den Anwender mit nichtrelevanten Informationen zu belasten. Aus diesem Grunde werden die Fremdspannungswerte erst dann angezeigt, wenn durch die Fremdspannung die Messgenauigkeit beeinträchtigt werden kann.

Die aktive Brücke kann in zwei Modi verwendet werden. Einer ist hochempfindlich und sehr genau, aber kann durch hohe AC Fremdströme (z.B. induzierte Bahnströme) übersteuert werden. Der andere ist fremdstromgeschützt, aber bei hochohmigen Erdschluss- oder Nebenschlusswiderständen ($>3 \dots 5 \text{ MOhm}$) etwas weniger genau als der hochempfindliche. Der Anwender kann vor einer Messung unter den beiden Modi wählen.

Es ist empfohlen als default den Modus „Hochempfindlich“ zu wählen. Wird durch eine große Fremdspannung die aktive Brücke übersteuert, erscheint eine Warnung, die den Anwender darauf hinweist, dass die Messung wahrscheinlich ungenau wird. In solchen Fällen ist es zweckmäßig, die Messung im Modus „Fremdstromgeschützt“ zu wiederholen.

In der Betriebsart **VORMESSUNGEN / ZUSTAND-VORMESSUNG** kann der Anwender, noch vor einer Fehlerortung den allgemeinen Zustand der zu messende Leitung prüfen. In der Kenntnis des Zustandes der Leitung kann der Anwender die optimale Messmethode und Modus auswählen.

WICHTIGE BEMERKUNG

Während der Messungen darf keine USB-Verbindung zwischen dem KMK 8 und dem PC bestehen!

Das Schaltnetzteil des Netzadapters kann die Messgenauigkeit der aktiven Brücke beeinflussen, deswegen soll während der Messung das Netzteil vom KMK 8 getrennt werden.

Bei hohen Fremdspannungen besteht eine Zerstörungsgefahr für Messgerät und PC ausserdem sind Fehlmessungen möglich!!

1.3 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 **K.BIBL. (F6)** kann man den gewünschten neuen Kabeltyp auswählen und durch Betätigung der Taste **ENTER** aufrufen. Die Längen **DTS** und **DTF** werden sofort neu berechnet.
- Ähnlich kann man nach dem Drücken der Taste **TEMP. (F4)** 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 (F5)** 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 (F5)** kehrt das Gerät zur normalen Berechnungsweise zurück.
- Bei Schleifenwiderstands-, Isolationswiderstands- und Kapazitätsmessungen kann man bei bekanntem Kabeltyp und bekannter Temperatur die Kabellänge (**DTS**) berechnen. Mit Hilfe der Kabellänge lassen sich wiederum die Widerstands- und Kapazitätswerte pro km berechnen (Ω/km und nF/km). Dazu muss die Kabellänge nach dem Drücken der Taste **LÄNGE (F5)** eingegeben werden.

1.4 Messen mit der aktiven oder mit der passiven Brücke?

Folgende Messungen sind mit beiden Messmodulen durchführbar: Widerstand, WU (Widerstandsunterschied), Isolationswiderstand, Fehlerortung mit Murray, Kूपfmüller und Dreipunkt Methode, Kapazitive Unsymmetrie. Mit der aktiven Brücke kann man automatisch, schnell und sehr genau messen. Die Spannungen und Ströme werden gleichzeitig und parallel gemessen. So bleibt die Messung genau auch bei sich verändernden Fremdspannungen. Nur besonders hohe Fremdspannungen können die Messung stören. Die passive Brücke ist unempfindlich gegen Fremdspannungen, aber die Messung ist nicht so komfortabel und die Genauigkeit ist durch die Auflösung des verwendeten Potentiometers begrenzt.

In den meisten Fällen es ist zweckmäßig, diese Messungen zuerst mit der aktiven Brücke durchzuführen. Während der Messung werden die Fremdspannungen und die Übersteuerungsreserve kontrolliert.

Wird eine der aktiven Stromkreise übersteuert, läuft die Messung weiter, aber der Anwender bekommt eine Warnung im Display. Wird die Messung wegen Fremdspannungen ungenau, sollte der Anwender die Messung mit der unempfindlicheren passiven Brücke wiederholen.

1.5 Anwendung des Schleifenschalters KLC 8

Der Schleifenschalter KLC 8 (SLAVE) wird am fernen Ende der Kabelmessstrecke angeschlossen. Er wird vom KMK 8 gesteuert. Der Schleifenschalter kann bei den folgenden Messungen angewandt werden:

- DC- und AC-Fehlerortung
- Isolationswiderstandsmessung
- Schleifenwiderstandsmessung
- Widerstandsunterschiedsmessung
- Kapazitive Symmetriemessung

Sollen Messungen mit dem Schleifenschalter durchgeführt werden, muss man mit der Taste **KLC 8 (F6)** diese Betriebsart einschalten. Auf der Anzeige ist die Anschaltung des Schleifenschalters zu sehen.

Es wird empfohlen, alle Messungen mit dem Schleifenschalter durchzuführen.

Neben dem Schleifenschalter KLC 8 steht optional auch ein intelligenter Schleifenschalter KMK 80S zur Verfügung, der als Slave bei den Graaf-Messungen verwendet werden kann.

2 TASTATUR, BUCHSEN UND LEDS



Tasten

	<p>Schaltet den KMK 8 ein oder aus. Das Gerät hat aus Energiespargründen eine automatische Abschaltfunktion: eine automatische Abschaltung erfolgt eine gewisse Zeit nach dem letzten Tastendruck (siehe Kapitel 14.1).</p>
<p>F1 F6</p>	<p>Die Funktionen der 6 Funktionstasten hängen von der aktuellen Messbetriebsart ab.</p>
<p>START STOP</p>	<p>Start oder Stop der ausgewählten Messung, Mess-Sequenz oder des Messprozesses.</p>
<p>ENTER</p>	<p>Diese Taste dient zur Bestätigung der ausgewählten Messbetriebsart oder eines neuen Parameterwertes bzw. zur Durchführung einer anderen Veränderung.</p>

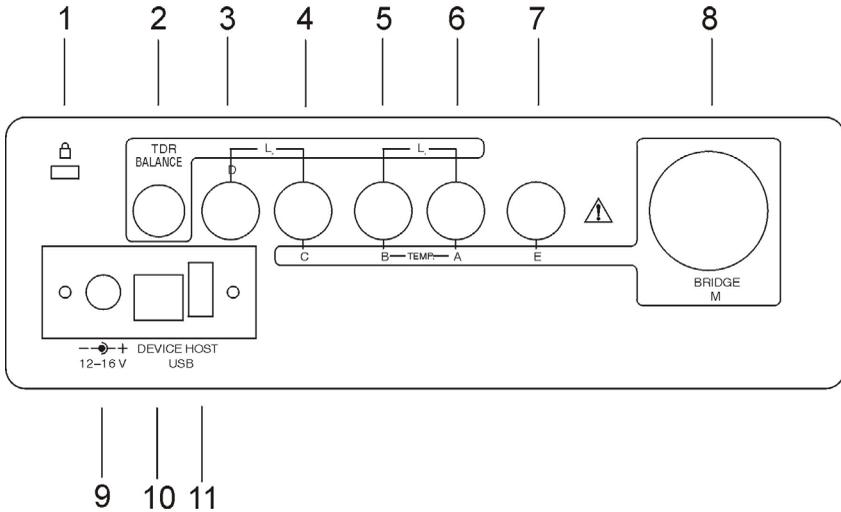
 	Diese Tasten dienen zur Auswahl einer Messbetriebsart oder zur Veränderung eines Parameters.
 	Diese Tasten dienen zur Auswahl einer Option und zum Positionieren der vertikalen Cursorlinie.
	Mit dieser Taste kann ein minus - Vorzeichen eingefügt werden und in der Betriebsart TDR kann der vertikale Marker aufgerufen werden.
	Diese Taste dient zum Abbrechen oder zum Rücksprung im Menü.
	Diese Taste dient zum Aufrufen der Hilfe-Funktion.
	Diese Taste dient zur Einstellung des LCD-Bildschirmkontrastes.
	Diese Taste dient zur Einstellung der Hintergrundbeleuchtung.
	Diese Taste dient zur Eingabe der Ziffer '0' oder der Leerstelle, durch zweimaligen Tastendruck und in der Betriebsart TDR kann die Glätten- (Smooth-) Funktion aktiviert und eingestellt werden.
	Diese Taste dient zur Eingabe der Ziffer '1'.

ABC 2	Diese Taste dient zur Eingabe der Ziffer '2' oder der Buchstaben A, B oder C.
DEF 3	Diese Taste dient zur Eingabe der Ziffer '3' oder der Buchstaben D, E oder F.
GHI 4	Diese Taste dient zur Eingabe der Ziffer '4' oder der Buchstaben G, H oder I.
JKL 5	Diese Taste dient zur Eingabe der Ziffer '5' oder der Buchstaben J, K oder L.
MNO 6	Diese Taste dient zur Eingabe der Ziffer '6' oder der Buchstaben M, N oder O.
PQRS 7	Diese Taste dient zur Eingabe der Ziffer '7' oder der Buchstaben P, Q, R oder S.
TUV 8	Diese Taste dient zur Eingabe der Ziffer '8' oder der Buchstaben T, U oder V.
WXYZ 9	Diese Taste dient zur Eingabe der Ziffer '9' oder der Buchstaben W, X, Y oder Z.

LED-Anzeigen

<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.

2.1 Buchsen, und Abgleichelemente

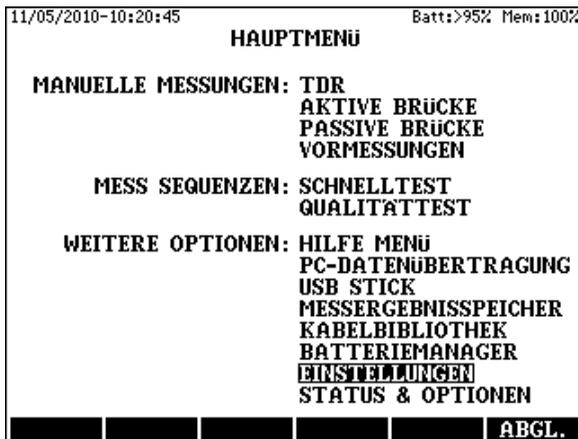


1	Mechanische Schnittstelle zur Diebstahlsicherung
2	TDR Abgleich
3	Anschluss für die Leitung D und für L2 in der Betriebsart TDR
4	Anschluss für die Leitung C und für L2 in der Betriebsart TDR
5	Anschluss für die Leitung B und für L1 in der Betriebsart TDR
6	Anschluss für die Leitung A und für L1 in der Betriebsart TDR
7	Erde
8	Brückenabgleich M
9	2.1/5.5 mm Buchse zum Anschließen des Netzadapters oder der Batterieanschlussleitung vom 12 V-Kfz-Bordnetz
10	USB Anschlussbuchse für die Verbindung mit einem PC
11	USB Anschlussbuchse für einen USB-Stick

3 BEDIENUNGSANWEISUNG

3.1 Starten & Allgemeine Vorschriften

- Schalten Sie das KMK 8 ein.
- Auf dem Eröffnungsbildschirm werden der Name und Adresse der Firma **sebakm** angezeigt.
- Nach dem Eröffnungsbildschirm wird der LADEZUSTAND der Batterie in Prozent angezeigt.
- Nach 2 Sekunden wird ein Eigentest durchgeführt und dann erscheint das HAUPTMENÜ.



Grundsätzlich sollte der Anwender in jeder Messbetriebsart den Instruktionen folgen, die auf dem Bildschirm erscheinen.

- In den meisten Fällen können die Messungen und Einstellungen mit Hilfe der menügesteuerten Benutzeroberfläche durchgeführt werden. Für die Navigation im Menü benutzen Sie die vertikalen Cursortasten, zur Auswahl dient die Taste **ENTER**.
- Die verschiedenen Kabel- und Testparameter können nach dem Drücken der entsprechenden Funktionstasten **F1 - F6** eingestellt werden. Um die Handhabung zu erleichtern und die Arbeit zu beschleunigen, können einige Messbetriebsarten auch mit Hilfe dieser Funktionstasten direkt ausgewählt werden.
- Um zum vorherigen Bildschirm zurückzukehren, drücken Sie die Taste **ESC**. Die Messungen können mit der Taste **START/STOP** gestartet bzw. gestoppt werden. Während der Messung leuchtet der LED-Indikator MEAS.

3.2 Abgleich

Durch Betätigung der Taste **ABGL (F6)** erscheint das Abgleichs-Menü. Hier kann der Anwender zwischen folgenden Abgleichprogrammen wählen.

- Abgleich der Messleitungen
- Eigenkalibrierung

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. Danach kann das Abgleichverfahren mit der Taste **START/STOP** gestartet werden. Auf dem Display werden die Werte der Leitungswiderstände einschließlich der Relaiswiderstände 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 Kűpfműller- Methode

Eigenkalibrierung

Wird nach Drücken der Taste **ABGL. (F6)** die Betriebsart **EIGENKALIBRIERUNG** ausgewählt und durch Drücken **ENTER** gestartet, werden die Eichparameter der aktiven und passiven Brücken gemessen. Die Genauigkeit der **aktiven Messbrücke** wird auf eine Messung an einem eingebauten hochpräzisen Eichwiderstand zurückgeführt. Dieses Messergebnis wird als Referenzwert gespeichert. Die Genauigkeit der **passiven Messbrücke** hängt von der Messgenauigkeit der DC Messspannung ab. Zur Widerstandmessung ist nämlich die genaue Kenntnis der kalibrierten DC Messspannung nötig. Diese Eichspannung wird gemessen und das Messergebnis als Referenzwert gespeichert. Danach werden die Offsetspannungen der Spannungs- und Stromverstärker gemessen und gespeichert. Diese gespeicherten Werte werden bei den Messungen berücksichtigt.

3.3 Speichern und Abruf der Messergebnisse

Wenn eine Messung beendet ist, kann das Messergebnis unter einem vom Anwender angegebenen Namen gespeichert werden. Dies gilt für alle Messbetriebsarten. Mit dem Ergebnis werden unter anderem die folgenden wichtigen Informationen mit gespeichert:

- **NAME** (vom Anwender angegeben)
- **DATUM** (automatisch zugefügt)
- **UHRZEIT** (automatisch zugefügt)
- **BETRIEBSART** (automatisch zugefügt)

Die automatisch zugefügten Informationen sind für den Anwender sehr hilfreich, weil die Uhrzeit für jede Messung unterschiedlich ist und so derselbe Name mehrmals benutzt werden kann, ohne die einzelnen Ergebnisse miteinander zu verwechseln.

Bemerkung:

Der Anwendername wird immer mit gespeichert und ist auch in den Ergebnissen vorhanden, die zu einem PC übertragen wurden. Der Anwender muss seinen Namen vor dem Starten der Messung unter **EINSTELLUNGEN / ANWENDERNAME** angeben. (Siehe: Kapitel 15)

Speichern von Messergebnissen

Wenn die Messung beendet ist:

- Drücken Sie die Taste **STO (F1)**
- Geben Sie den Objektnamen ein und drücken Sie **ENTER**.

Abruf von Messergebnissen

- Gehen Sie ins **HAUPTMENÜ/MESSERGEBNISSPEICHER**
- Wählen Sie mit den vertikalen Cursortasten das gewünschte Messergebnis aus und drücken Sie **ENTER**.

Löschen eines **einzelnen** gespeicherten Messergebnisses

- Gehen Sie ins **HAUPTMENÜ/MESSERGEBNISSPEICHER**
- Wählen Sie mit den vertikalen Cursortasten das zu löschende Messergebnis aus und drücken Sie die Taste **LÖSCH. (F3)**
- Zum Löschen drücken Sie **JA (F2)**, zum Abbrechen **NEIN (F5)**

Löschen von **allen** gespeicherten Messergebnissen

- Gehen Sie ins **HAUPTMENÜ/MESSERGEBNISSPEICHER**
- Drücken Sie die Taste **ALLES (F1)**
- Zum Löschen drücken Sie **JA (F2)**, zum Abbrechen **NEIN (F5)**

4 IMPULSREFLEKTOMETER

4.1 Funktionsprinzip

Das KMK 8 funktioniert in der Betriebsart **TDR** (Impulsreflektometer) 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 KMK 8 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.

Anwendung

In der Betriebsart Impulsreflektometer kann das KMK 8 zum Lokalisieren verschiedener Kabelprobleme benutzt werden, z. B.:

- Leitungsunterbrechung
- Leitungskurzschluss
- Feuchtefehler
- Kabelschirmfehler (Unterbrechung)
- Kontaktfehler
- Verbindungsfehler
- Einfache und doppelte Adervertauschung
- Abzweigungen
- Kapazitive Netzwerke
- Pupinspulen
- Veränderung des Kabeltyps

Darüber hinaus kann man das Gerät KMK 8 zur Bestimmung eines Transportschadens eines Kabels auf der Kabeltrommel und zur Überprüfung gelagerter Kabel benutzen.

Messbetriebsarten

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. Typische Anwendung dieser Betriebsart ist die Lokalisierung von Adernvertauschungen.

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&SPEICHER

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

L1 – SPEICHER

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

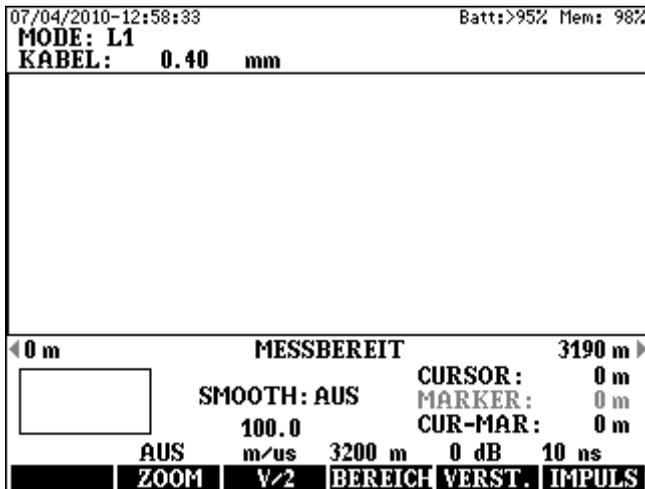
4.2 Einstellungen vor der Messung

Nach Auswahl der Betriebsart **TDR** im Hauptmenü und Bestätigung mit der Taste **ENTER** erscheint die folgende Anzeige:



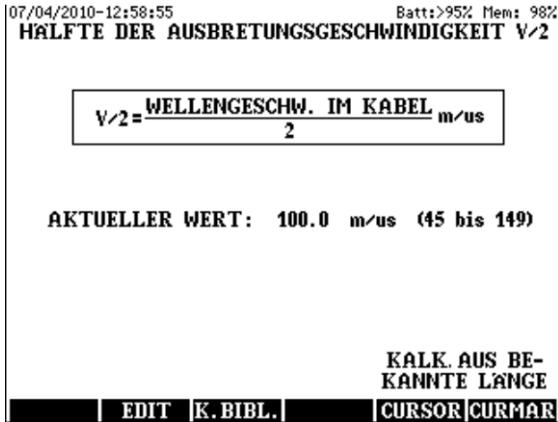
Auswahl der Messart

Wählen Sie die gewünschte Messmethode mit den Tasten $\uparrow\downarrow$, dann drücken Sie **ENTER**. Ist die Methode ausgewählt, erscheint das entsprechende Bild auf dem Display.



Einstellung der Ausbreitungsgeschwindigkeit

Nach der Messartauswahl ist der nächste Schritt die Einstellung der entsprechenden Ausbreitungsgeschwindigkeit. (Default V/2 ist 100 m/μs). Zu Änderung des V/2-Wertes drücken Sie die Taste **V/2**, danach erscheint die folgende Anzeige:



- Drücken Sie die Taste **EDIT (F2)**
- Geben Sie den neuen Wert ein oder modifizieren

Sie den aktuellen Wert mit den Tasten $\uparrow\downarrow$

- Drücken Sie **ENTER**
- Zurück zur Messung durch Betätigung der Taste **ESC**

Im KMK 8 finden Sie eine Kabelbibliothek, in der alle Parameter von Standard- und anwenderdefinierten Kabeltypen gespeichert sind. Den zu einem Kabeltyp gehörende V/2-Wert können Sie wie folgt aus der Bibliothek auswählen.

- Drücken Sie die Taste **K.BIBL. (F3)**
- Wählen Sie den gewünschten Kabeltyp mit den Tasten $\uparrow\downarrow$
- Drücken Sie **ENTER**
- Zurück zur Messung durch Betätigung der Taste **ESC**

(Wenn die Ausbreitungsgeschwindigkeit nicht bekannt ist, finden Sie weitere Informationen im Kapitel 4.12)

Einstellung des Messbereichs

Nach der Einstellung des V/2-Wertes muss als nächster Schritt der kleinste Messbereich eingestellt werden. Dieser muss jedoch größer sein als die Länge des Kabels

- Drücken Sie die Taste **BEREICH (F4)**
- Wählen Sie die erforderliche Strecke mit den Tasten $\uparrow\downarrow$

4.3 Die 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. (F5)**
- 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

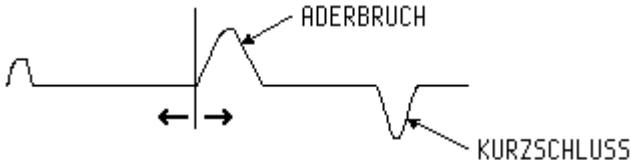
Die Impulsbreite wird abhängig vom Messbereich automatisch eingestellt. Im jeweiligen Messbereich lässt sich der Messimpuls geringfügig in der Breite verändern. Bei einer größeren Kabeldämpfung kann es vorkommen, dass eine bessere Ablesbarkeit durch einen breiteren Impuls erreicht wird. Gegebenenfalls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

- Drücken Sie die Taste **IMPULS (F6)**
- Wählen Sie die erforderliche Breite mit den Tasten $\uparrow\downarrow$

4.4 Auswertung der Reflexionskurve

Ablesen der Entfernung bis zum Fehlerort

Wenn der Mess-Prozess beendet wurde, bewegen Sie den Cursor mit den Horizontal-Cursortasten 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.

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 mit den horizontalen Cursortasten

zum Anfang des reflektierten Impulses bzw. zum Fehlerort.

- Drücken Sie die Taste **ZOOM (F2)**
- Wählen Sie den erforderlichen ZOOM-Wert mit den Tasten $\uparrow\downarrow$

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

Verwendung des Markers

Der Marker wird als eine vertikale gepunktete Linie dargestellt und kann an einem beliebigen Punkt der Reflexionskurve platziert werden. Es werden die Positionen des Markers und des Cursors bzw. die reale Entfernung zwischen Marker und Cursor dargestellt.

Wenn Sie die Entfernung zwischen zwei beliebigen Punkten messen wollen, müssen Sie den Marker folgendermaßen benutzen:

Bewegen Sie mit den horizontalen Cursortasten den Cursor an dem ersten Punkt. Danach drücken Sie die Taste **MARKER**. Dadurch wird der Marker an die gleiche Stelle platziert wo der Cursor steht. Jetzt können Sie den Cuesor mit den horizontalen Cursortasten zu dem zweiten Punkt bewegen. Die Entfernung der zwei Punkten (**CUR-MAR**) wird an dem Display direkt angezeigt.

Die „Smoothing“ Funktion einer Störstelle

Die Reflexion die 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 „Smooth“ (glätten) Funktion verringert werden:

- Drücken Sie die Taste **SMOOTH**
- Wählen Sie die erforderliche Reduktion mit den Tasten $\uparrow\downarrow$

4.5 Lokalisieren von Nebensprechenstellen

In der Betriebsart **XTALK** wird das erste Aderpaar an die Buchsen L1 und das zweite Aderpaar an die 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.

4.6 Vergleich zweier Paare

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

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 \uparrow und \downarrow kann die Reflexionskurve L2 vertikal verschoben werden

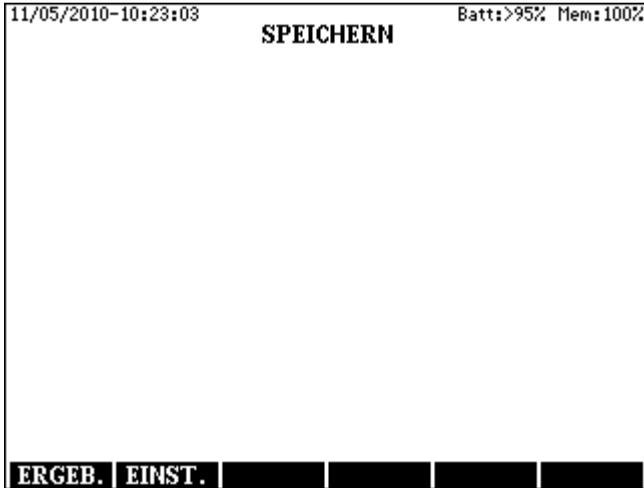
Vergleich in der Betriebsart **L1 – L2**

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

4.7 Speicherung

Sie können die gemessene Reflexionskurve oder Einstellung durch Betätigung der Taste **STO (F1)** speichern.

Damit erscheint das Display **SPEICHERN**



- Um das Messergebnis zu speichern drücken Sie die Taste **ERGEB.(F1)**. Damit erscheint die **MESSUNG SPEICHERN** Anzeige.
- Um die Einstellung zu speichern drücken Sie die Taste **EINST. (F2)**. Damit erscheint die **EINSTELLUNG SPEICHERN** Anzeige.
- Geben Sie einen Namen ein
- Drücken Sie die Taste **ENTER**.

Bemerkungen:

Die Reflexionskurven werden zusammen mit den Hauptparametern der Messung (LÄNGE, VERST, V/2, PULS) gespeichert.

Die Messergebnisspeicherung ist in alle Betriebsarten möglich, ausgenommen die Betriebsarten L1 & SPEICHER und L1 - SPEICHER.

4.8 Vergleich mit gespeichertem Wert

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, PULS, VERST) durchgeführt werden. Dementsprechend funktioniert in dieser Betriebsart die Änderung der oben erwähnten Parameter nicht. Es gibt zwei Vergleichsmethoden:

Vergleich in der Betriebsart L1 & SPEICHER

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 & SPEICHER** Option im **TDR** Menü. Es wird jetzt die Liste der gespeicherten Reflexionskurven angezeigt
- 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 – SPEICHER

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

- Wählen Sie die **L1 - SPEICHER** Option im **TDR** Menü.
- Es wird jetzt die Liste der gespeicherten Reflexionskurven angezeigt. 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 der Einzelpaarmessung benutzt werden.

4.9 Hinweise für den Anwender

Allgemeine Hinweise

Die Reflexionen können in zwei Gruppen eingeteilt werden:

- Reflexionen an fehlerfreien Leitungen
- 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.

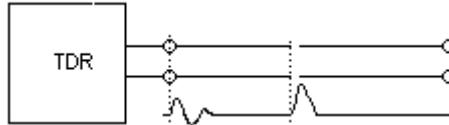
In den Fernsprechkabeln befinden sich mehrere Aderpaare. Die physikalische Länge der Aderpaare hängt von deren Position innerhalb des Kabels ab. Die Länge erhöht sich proportional mit der Entfernung der Aderpaarlage von der Kabelmitte. Infolgedessen kann die physikalische Länge des Aderpaares länger 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.

4.10 Typische Reflexionskurven

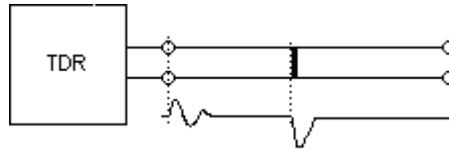
Offener Stromkreis (Unterbrechung)

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



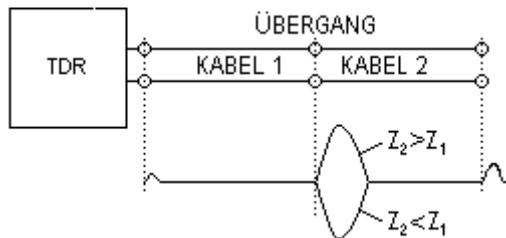
Kurzgeschlossener Stromkreis (Kurzschluss)

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



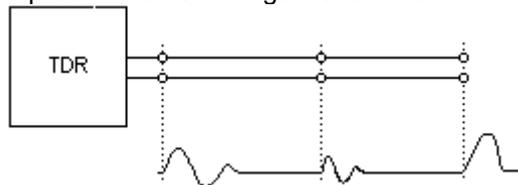
Veränderung des Kabeltyps (Anpassungsfehler)

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



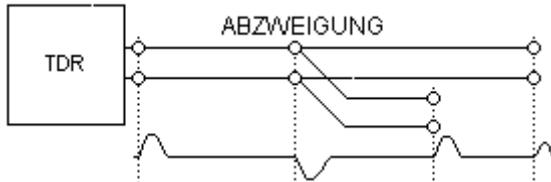
Stossstellen (Spleiße in Muffe)

Die Anschlüsse produzieren S-förmige Reflexionen.



Abzweigung

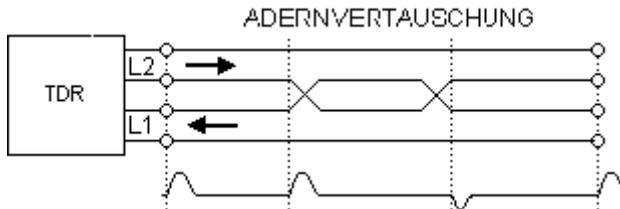
Eine Abzweigung produziert zwei Impulse, der erste zeigt den Anfang, der zweite zeigt das Ende der Abzweigung



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.

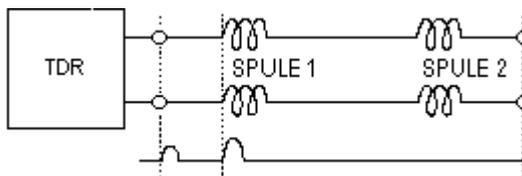
Adernvertauschung

Die Adernvertauschung produziert das Nebensprechen



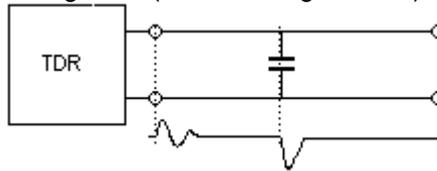
Pupinspulen (Induktivitäten)

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



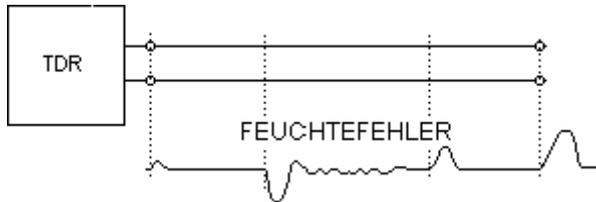
Kapazitive Netzwerke (Kondensatoren)

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.



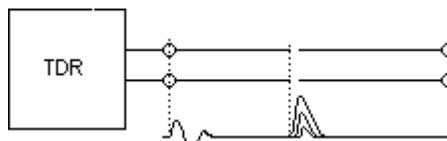
Kabelschirmfehler (Unterbrechung)

Wenn der metallische Schirm des Kabels unterbrochen ist, kann die Position der Unterbrechung bestimmt werden, wenn eine Ader und der Kabelschirm angeschaltet werden. Der Kabelschirm 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.



4.11 Ausbreitungsgeschwindigkeit Einheiten

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit eines elektromagnetischen Signals durch das Kabel hängt ab von:

- Der Dielektrizitätskonstante der Isolierung (ϵ)
- Das Vorhandensein und die Induktivität der Spulen.

Für die Charakterisierung der Wellenausbreitungsgeschwindigkeit eines Kabels sind folgende Parameter verbreitet:

- Die Hälfte der Wellenausbreitungsgeschwindigkeit ($V/2$) $m/\mu s$
- Wellenausbreitungsgeschwindigkeitsfaktor (VOP) %

Die Definition zu VOP:

$$VOP = \frac{\text{WELLENGESCHW. IM KABEL}}{\text{LICHTGESCHW. IN VAKUUM}} \times 100\%$$

Um die Einheit der Ausbreitungsgeschwindigkeit zu ändern:

- Wählen Sie **EINSTELLUNGEN** im HAUPTMENÜ
- Wählen Sie **PV PARAMETER**, dann drücken Sie **ENTER**

Bereich der Ausbreitungsgeschwindigkeit

- Bereich: $V/2 = 45$ bis $149 m/\mu s$ (VOP=30 bis 99 %)
- Der Defaultwert von $V/2$ ist: $100 m/\mu s$

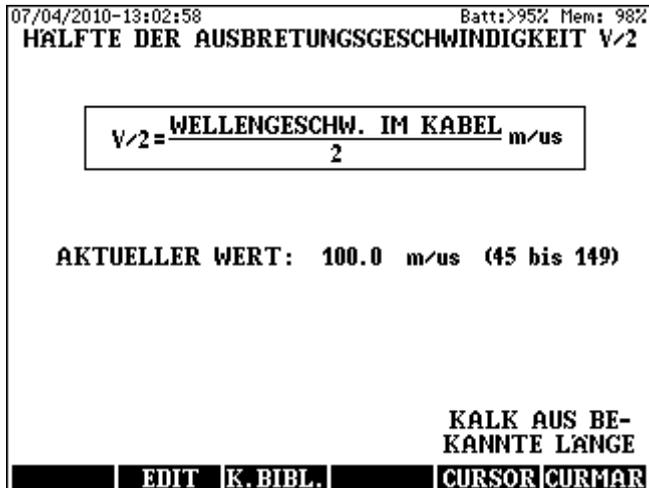
4.12 Ermittlung einer unbekanntem Impulslaufzeit (V/2)

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

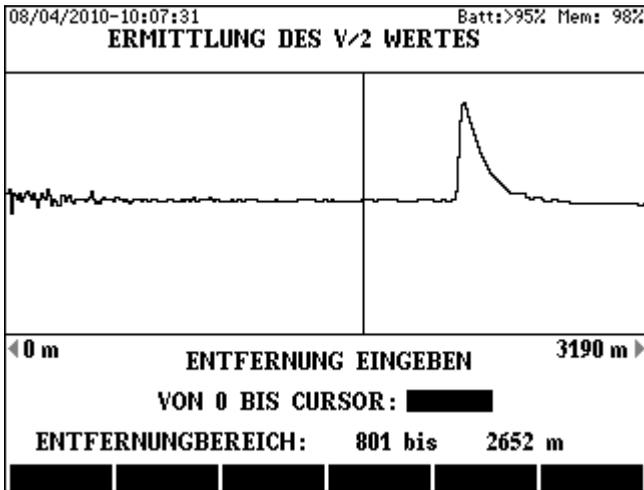
- Die Kabellänge oder die Entfernung zu einem bestimmten Punkt (z. B. eine Verbindungsmuffe, Veränderung des Kabeltyp, usw.) ist bekannt.
- Es gibt eine Kabelstrecke mit bekannter Länge
- Die Entfernung zweier Punkte ist bekannt.

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 bei Einstellung des entsprechenden Messbereiches und Wert V/2 zirka 100 m/μs auf.
- Stellen Sie den Cursor an den Anfang des Impulses, der von dem bekannten Ort reflektiert wurde. Die angezeigte Cursorposition hängt von der Entfernung des bekannten Punktes ab.
- Drücken Sie die Taste **V/2 (F3)** und es erscheint das folgende Display:



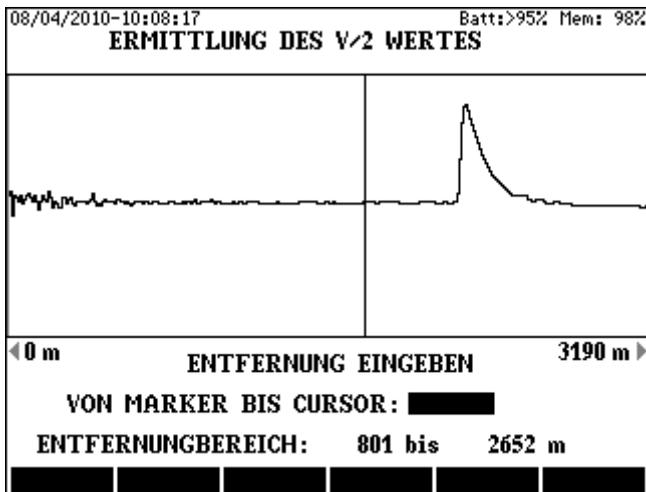
Ist die Entfernung bekannt, rufen Sie die Kalkulation mit der Taste **CURSOR (F5)** auf



- 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 auf. Wählen Sie den Messbereich entsprechend der Kabellänge und den Wert V/2 zirka 100 m/μs.
- Stellen Sie den Cursor an den Anfang des Impulses, der von dem ersten bekannten Ort reflektiert wurde und platzieren Sie den Marker durch Betätigung der Taste **MARKER**
- Stellen Sie den Cursor an den Anfang des Impulses, der von dem zweiten bekannten Ort reflektiert wurde.
- Stoppen Sie die Messung mit der Taste **START/STOP**
- Drücken Sie die Taste **V/2 (F3)**
- Rufen Sie die Kalkulation auf mit der Taste **CURMAR (F6)**



- Geben Sie die bekannte Entfernung in Meter ein.
- Mit **ENTER** wird der korrekte Wert vom V/2 automatisch eingestellt

5 AKTIVE BRÜCKE

Wird die Betriebsart **AKTIVE BRÜCKE** gewählt, erscheint das Hauptmenü für die aktiven Betriebsarten:



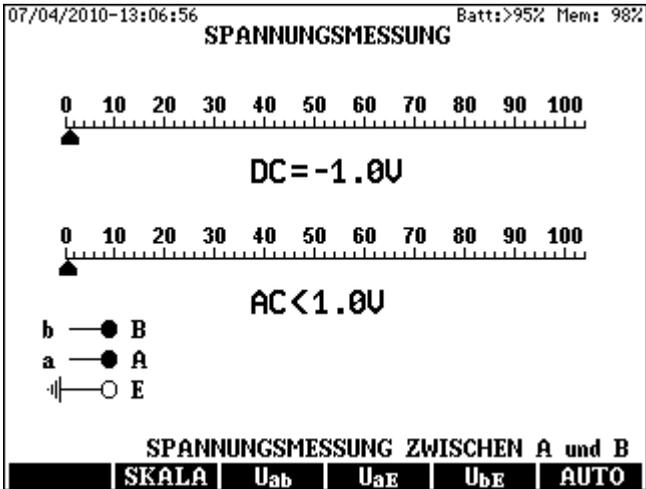
5.1 Fremdspannungsmessung

Das KMK 8 hat ein Digitalvoltmeter-Modul mit symmetrischem Eingang für die gleichzeitige Messung von DC und AC Spannungen im Bereich von 1 bis 300 V_{DC} bzw. 1 bis 200 V_{AC}. Der Eingangswiderstand beträgt 2 MOhm.

WICHTIGE BEMERKUNG

Bei diesen Messungen darf eine Verbindung USB-Anschluss zum PC nicht bestehen weil bei hohen Fremdspannungen besteht Zerstörungsgefahr für Messgerät und PC.

Wählen Sie die Betriebsart **FREMDSPANNUNG / AC-DC MESSUNGEN** und drücken Sie **ENTER**. Jetzt erscheint das Ergebnisbild und die Messung wird gestartet.



Die zu messenden Eingänge kann man mit den Taste **Uab (F3)**, **UaE (F4)** oder **U_{bE} (F5)** auswählen. Die Messung läuft fortlaufend und kann mit der Taste **START/STOP** gestoppt werden. Nach dem Betätigen der Taste **AUTO (F6)** werden automatisch alle drei DC und drei AC Spannungswerte gemessen. Die Messergebnisse können mit der Taste **STO** gespeichert werden.

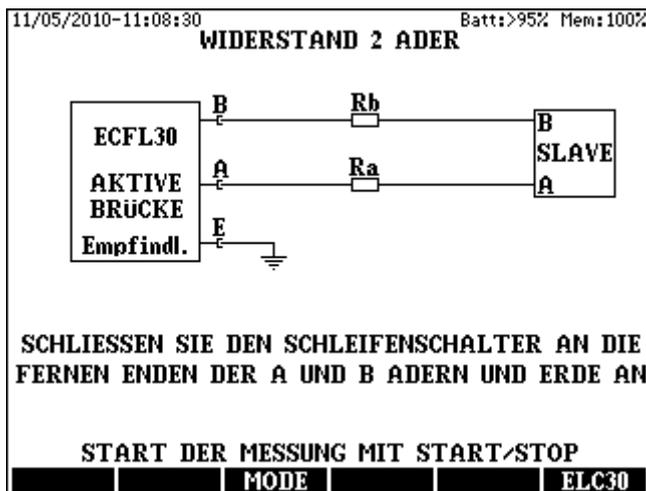
5.2 Widerstandsmessungen

Das KMK 8 bietet in der Betriebsart **AKTIVE BRÜCKENMESSUNGEN** vier verschiedene Widerstandsmessungen an. Die **2 ADER** und **2 ADER & ERDE** Betriebsarten dienen zur Schleifenwiderstand- und Erdleitungswiderstand-Messung und haben ein Messbereich von 1 Ohm bis 10 kOhm. Die weiteren zwei Betriebsarten dienen zur **WIDERSTANDSDIFFERENZ-** und **ISOLATIONSWIDERSTANDS-** Messung

5.2.1 Widerstandsmessung 2 ADER

Messanschaltung

Wählen Sie die Betriebsart **WIDERSTANDSMESSUNG / 2 ADER** und drücken Sie **ENTER**. Die Messanschaltung findet man auf dem Display. Das ferne Ende der zu messenden Doppelader muss kurzgeschlossen werden. Der **KLC 8** Schleifenschalter kann bei dieser Messung verwendet werden.



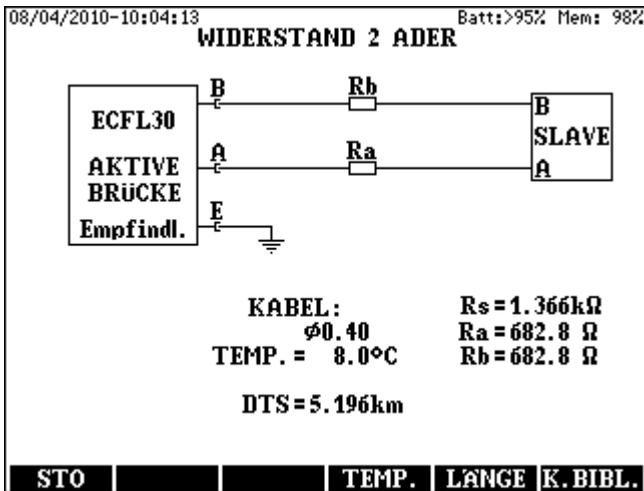
Die Messung wird durch drücken der Taste **START/STOP** gestartet.

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 Fremdspannung 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.

Die angezeigten Parameter:

- **Rs** Schleifenwiderstand,
- Kabellänge (**DTS**) berechnet aus **Rs** mit Berücksichtigung der angezeigten **KABEL** und **TEMP.** Werte.
- Der Ω/km Wert des Kabels, berechnet aus dem gemessenen **Rs** und dem angegebenen **LÄNGE** Wert.
- **Ra** und **Rb** Aderwiderstände (der gemessene **Rs** Wert ist einfach halbiert)



An dem Messergebnisbild werden Messmodus und der Typ des angewandten Schleifenschalters angezeigt.

Die Messergebnisse können mit der Taste **STO (F1)** gespeichert werden.

Bemerkungen:

Die Messung kann in zwei Modi, im Modus **Empfindl.** oder **Geschützt** durchgeführt werden. Der Anwender kann im Messanschaltungs bild mit der Taste **MODE (F3)** den richtigen Modus auswählen. Es ist empfohlen zuerst den Modus **Empfindl.** 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.

Die Messgenauigkeit dieser Messung kann verbessert werden, wenn man vor der Messung die Messleitungen abgleicht. Dies hat aber nur bei kleinen Widerstandswerten eine Bedeutung.

Bei der Messung **2 ADER** gelten die Aderwiderstandswerte und die Längenberechnung nur dann, wenn die beiden Adern aus dem gleichen Material bestehen, und die gleiche Länge und Durchmesser haben.

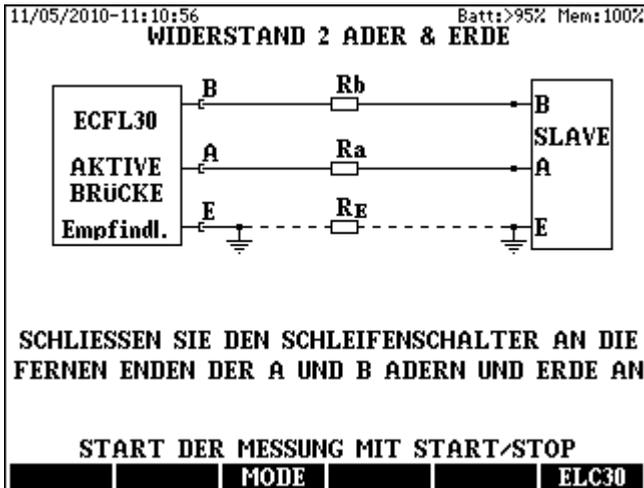
Für die Berechnung der Kabellänge werden der Kabeltyp und die Temperatur angegeben. Die so berechnete Kabellänge kann aber den wirklichen Längenwert nur annähern, weil die Temperatur, der Durchmesser und der spezifische Widerstandswert des Kabels nicht überall gleich sind.

Deshalb ist es zweckmäßig, die echte Kabellänge aus einem Kabelverlegungsplan mit Hilfe der Funktion **LÄNGE (F5)** einzugeben.

5.2.2 Widerstandsmessung: 2 ADER & ERDE

Messanschaltung

Wählen Sie die Betriebsart **2 ADER & ERDE** und drücken Sie **ENTER**. Die Messanschaltung wird auf dem Display dargestellt. Das ferne Ende der gemessenen Doppelader muss kurzgeschlossen und geerdet (zum Schirm verbunden) sein. Der **KLC 8** Schleifenschalter kann bei dieser Messung verwendet werden. An Buchse **E** (grün) muss der Schirm (Erde) des Kabels angeschlossen werden. R_E auf dem Bild symbolisiert den (normalerweise sehr kleinen) Widerstand des Kabelschirmes.

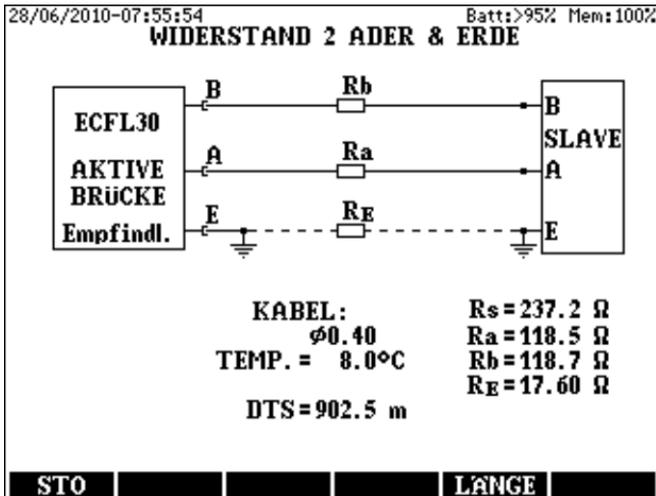


Die Messung wird durch Drücken der Taste **START/STOP** gestartet.

Das Gerät misst zuerst, ob zwischen den beiden Adern und zwischen Adern und Erde DC und/oder AC Fremdspannungen anliegen. Unabhängig vom Ergebnis läuft die Messung automatisch weiter und das Messergebnis der Fremdspannungsmessung wird erst dann angezeigt, wenn die Fremdspannung die Messgenauigkeit beeinträchtigt werden kann. In solchen Fällen ist es zweckmäßig, die Messung zu wiederholen. Die Widerstandsmessungen werden zweimal durchgeführt: einmal ohne Messspannung und einmal mit Messspannung. Diese Doppelmessung ermöglicht eine DC Fremdspannung Kompensierung, d.h. auch beim Vorhandensein einer DC Fremdspannung kann man den Widerstandswert genau messen.

Die angezeigten Parameter:

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



An dem Messergebnisbild werden Messmodus und der Typ des angewandten Schleifenschalters angezeigt.

Die Messergebnisse können mit der Taste **STO (F1)** gespeichert werden.

Bemerkungen:

Die Messung kann in zwei Modi, im Modus **Empfindl.** oder **Geschützt** durchgeführt werden. Der Anwender kann in dem Messanschaltungsbild mit der Taste **MODE (F3)** den richtigen Modus auswählen. Es ist empfohlen zuerst den Modus **Empfindl.** zu wählen. Wird in diesem Modus durch eine große Fremdspannung die aktive Brücke übersteuert, 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.

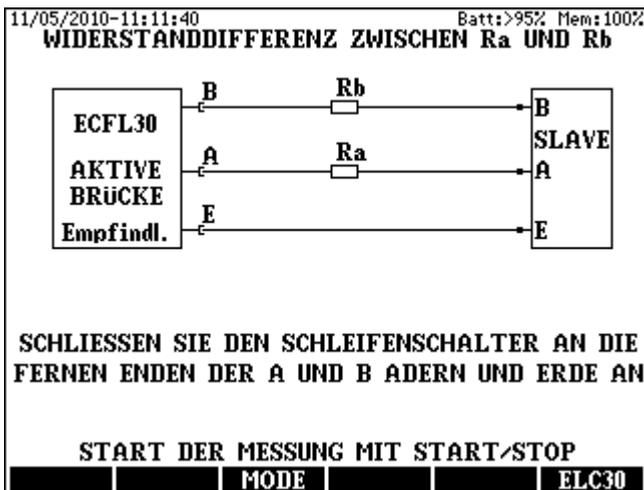
Die Messgenauigkeit dieser Messung kann verbessert werden, wenn man vor der Messung die Messleitungen abgleicht. Dies hat aber nur bei kleinen Widerstandswerten eine Bedeutung.

5.2.3 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 **WIDERSTANDSDIFFERENZ** und drücken Sie **ENTER**. Die Messanschaltung wird auf dem Display angezeigt. Diese Messung ist als eine Murray-Messung implementiert. Das ferne Ende der zu messenden Doppelader muss kurzgeschlossen und geerdet (zum Schirm verbunden) sein. Der **KLC 8** Schleifenschalter kann bei dieser Messung verwendet werden. Eine Ader muss man mit der Buchse **A** (rot), die andere Ader mit der Buchse **B** (schwarz) verbinden. Die Buchse **E** (grün) muss mit dem Schirm (Erde) des Kabels verbunden werden.



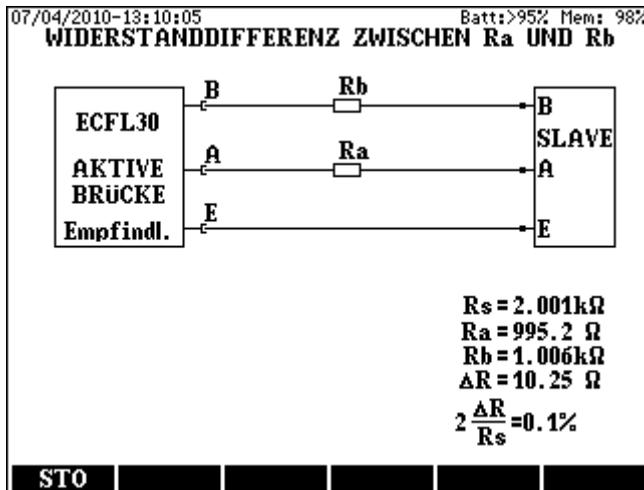
Die Messung kann in zwei Modi, im Modus **Empfindl.** oder **Geschützt** durchgeführt werden. Der Anwender kann in dem Messanschaltungsbild mit der Taste **MODE (F3)** den richtigen Modus auswählen. Es ist empfohlen zuerst der Modus **Empfindl.** zu wählen. Wird in diesem Modus durch eine große Fremdspannung 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 in dem Modus **Geschützt** zu wiederholen.

Die Messung kann durch Drücken der Taste **START/STOP** gestartet werden.

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

Die angezeigten Parameter:

- **Lx/L**
- **$\Delta R = R_a - R_b$** Widerstandsdifferenz
- **$2 \Delta R / R_s$** (in Prozenten angegeben)
- **R_a und R_b** Aderwiderstände berechnet aus **R_s** und **ΔR**
- **$R_s = R_a + R_b$** Schleifenwiderstand

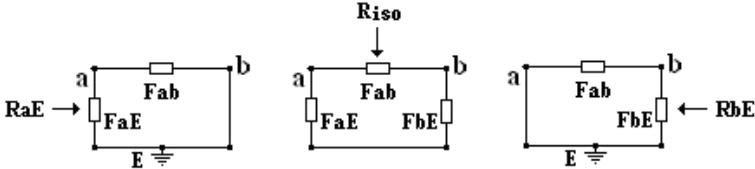


An dem Messergebnisbild werden Messmodus und der Typ des angewandten Schleifenschalters angezeigt.

Die Messergebnisse können mit der Taste **STO (F1)** gespeichert werden.

5.2.4 Isolationswiderstandsmessung

Als Isolationswiderstand werden die sogenannten „Betriebswiderstände“ gemessen. Die physikalischen Isolationswiderstände werden mit **Fab**, **FaE** und **FbE** bezeichnet. Daraus können die Betriebswiderstände **Rab**, **RaE** und **RbE** mit der Hilfe des folgenden Bildes definiert werden.



$R_{iso} = F_{ab}$ parallel zu $(F_{aE} + F_{bE})$

$R_{aE} = F_{ab}$ parallel zu F_{aE}

$R_{bE} = F_{ab}$ parallel zu F_{bE}

Messanschaltung

Wählen Sie die Betriebsart **WIDERSTANDSMESSUNG//ISOLATIONS-WIDERSTAND** und drücken Sie **ENTER**. Die Messanschaltung wird auf dem Display dargestellt. Das ferne Ende der gemessenen Doppelader muss offen sein und darf nicht geerdet werden. Der **KLC 8** Schleifenschalter kann bei dieser Messung verwendet werden.

Eine Ader muss man mit der Buchse **A** (rot), die andere Ader mit der Buchse **B** (schwarz) verbinden. Die Buchse **E** (grün) soll mit dem Schirm (Erde) des Kabels verbunden werden.

Die nötige Messzeit hängt von der Kabellänge. Deswegen soll mit den Tasten **F2 – F4** die aktuelle Kabellänge eingestellt werden.

28/06/2010-07:49:27 Batt:>95% Mem:100%

BETRIEBISOLATIONSWIDERSTAND

The diagram shows a box labeled 'ECFL30 AKTIVE BRÜCKE Empfindl.' with terminals B, A, and E. Terminal B is connected to terminal B of a 'SLAVE' box. Terminal A is connected to terminal A of the 'SLAVE' box. Terminal E is connected to ground. Between the bridge terminals B and A, there are three resistors in series. A fourth resistor is connected between terminal A and terminal E.

SCHLIESSEN SIE DEN SCHLEIFENSCHALTER AN DIE FERNEN ENDEN DER A UND B ADERN UND ERDE AN

START DER MESSUNG MIT START/STOP

MESSZEIT :40s

2 POL
5km
10km
20km
MODE
ELC30

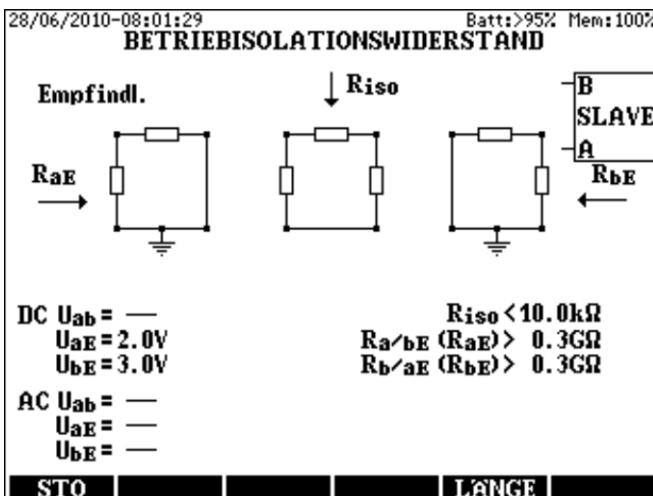
Die Messung kann durch Drücken der Taste **START/STOP** gestartet werden.

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

In den Kabelspezifikationen werden meistens die Ω/km Werte angegeben. Wird der Messwert in Ω/km Wert gewünscht, dann soll die Taste **LÄNGE (F5)** gedrückt und die Kabellänge eingetragen werden. Das Gerät rechnet dann die Messergebnisse um.

Die angezeigten Parameter:

- **Riso** Betriebsisulationswiderstand Ader a gegen Ader b
- **RaE** Betriebsisulationswiderstand Ader a gegen Erde, Ader b mit Erde verbunden
- **RbE** Betriebsisulationswiderstand Ader b gegen Erde, Ader a mit Erde verbunden
- **Uab, UaE** und **UbE** AC und DC Fremdspannungswerte



An dem Messergebnisbild werden Fremdspannungen, Messmodus und der Typ des angewandten Schleifenschalters angezeigt.

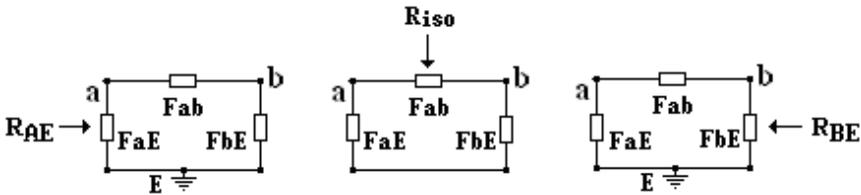
Die Messergebnisse können mit der Taste **STO (F1)** gespeichert werden.

Bemerkungen:

Die Messung kann in zwei Modi, im Modus **Empfindl.** oder **Geschützt** durchgeführt werden. Der Anwender kann im Messanschaltungsbild mit der Taste **MODE (F5)** den richtigen Modus auswählen. Es ist empfohlen zuerst der Modus **Empfindl.** zu wählen. Wird in diesem Modus durch eine große Fremdspannung die aktive Brücke übersteuert, 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.

Mit einfacheren Messgeräten kann man meistens nur **Zweipolmessungen** machen. Will der Anwender die Messergebnisse von solchen Zweipolmessgeräten mit den Messergebnissen von KMK 8 vergleichen, dann muss er diese auch messen können. Deswegen wurde auch die Messung von Zweipolisationswiderständen ermöglicht. Der Anwender kann im Messanschaltungsbild mit der Taste **2 POL (F1)** in die Zweipolmessung- Betriebsart umschalten.

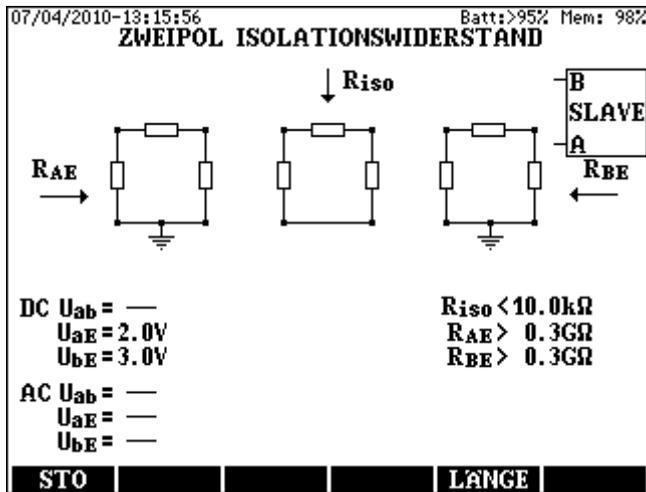
Die Zweipolisationswiderstände werden mit **Riso**, **RAE** und **RBE** bezeichnet.



$$R_{iso} = F_{ab} \text{ parallel zu } (F_{aE} + F_{bE})$$

$$R_{AE} = F_{aE} \text{ parallel zu } (F_{ab} + F_{bE})$$

$$R_{BE} = F_{bE} \text{ parallel zu } (F_{ab} + F_{aE})$$



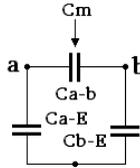
Im Messergebnisbild werden Fremdspannungen, Messmodus und der Typ des angewandten Schleifenschalters angezeigt.

Die Messergebnisse können mit der Taste **STO (F1)** gespeichert werden.

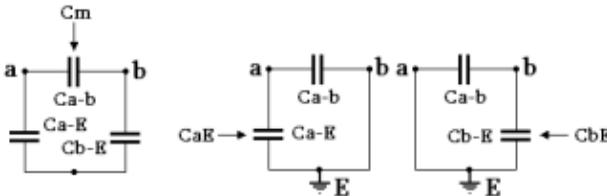
5.3 Kapazitätsmessung

Mit der aktiven Brücke kann man die Kapazitäten in mehreren Betriebsarten messen:

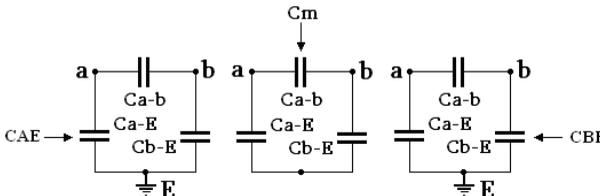
- In der Betriebsart **2 ADER** wird die Betriebskapazität **Cm** (mutual Kapazität) zwischen Ader **a** und Ader **b**, gemäß der folgenden Messanschaltung gemessen:



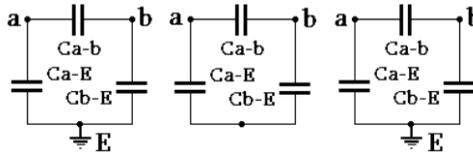
- In dem default Zustand der Betriebsart **2 ADER & ERDE** werden die „Betriebskapazitäten“ **Cm**, **CaE** und **CbE** gemäß Norm EN 50289-1-5:2001 und den folgenden Messanschaltungen gemessen:



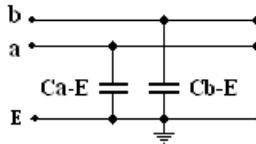
- In dem **2 POL** Zustand der Betriebsart **2 ADER & ERDE** werden die Zweipolkkapazitäten **Cm**, **CAE** und **CBE** gemäß den folgenden Messanschaltungen gemessen:



- In dem **PHYS.** Zustand der Betriebsart **2 ADER & ERDE** werden die physikalischen Kapazitäten **Ca-b**, **Ca-E** und **Cb-E** gemäß den folgenden Messanschlungen gemessen:



- In der Betriebsart **KAPAZITIVE SYMMETRIE** wird der prozentuelle Wert der Unsymmetrie gemäß den folgenden Messanschlungen gemessen:



5.3.1 Kapazitätsmessung 2 ADER

Messanschaltung

Wählen Sie die Betriebsart **KAPAZITÄTSMESSUNG: 2 ADER** und drücken Sie **ENTER**. Die Messanschaltung wird auf dem Display dargestellt.



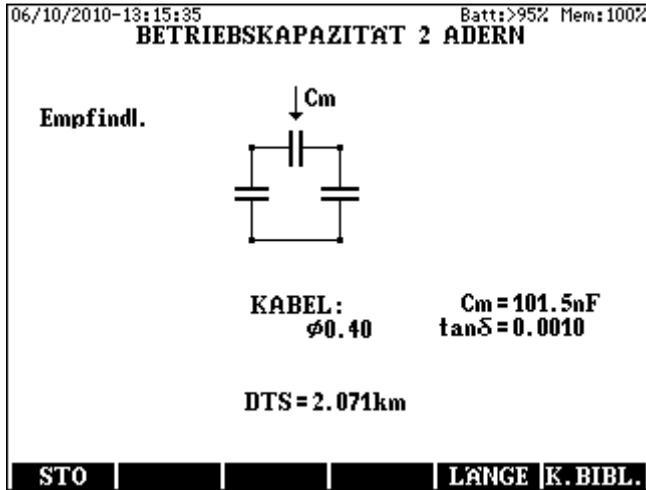
Hier bedeutet **C_m** die Betriebskapazität (mutual Capacitance):

$$C_m = C_{a-b} + [(C_{a-E} \times C_{b-E}) / (C_{a-E} + C_{b-E})]$$

Das ferne Ende der gemessenen Doppelader muss offen sein und darf nicht geerdet werden. Der **KLC 8** Schleifenschalter kann bei dieser Messung verwendet werden. (Die Eingangskapazität von **KLC 8** ist ca. 500 pF.)

Die angezeigten Parameter:

- **Cm** Betriebskapazität,
- Die Länge des Kabels wird aus dem gemessenen **Cm** Wert und dem nF/km Wert des gewählten Kabels berechnet.



Im Messergebnisbild werden Messmodus (Empfindl.) und der Typ des angewandten Schleifenschalters angezeigt. Die Messergebnisse können mit der Taste **STO (F1)** gespeichert werden.

5.3.2 Kapazitätsmessung 2 ADER & ERDE: Betriebskapazität

Messanschaltung

Wählen Sie die Betriebsart **KAPAZITÄTSMESSUNG: 2 ADER & ERDE** und drücken Sie **ENTER**. In dieser Betriebsart werden die Betriebskapazitäten gemäß EN 50289-1-5:2001, die Zweipolkapazitäten und die Physikalischen Kapazitäten gemessen. Die Messanschaltung wird auf dem Display angezeigt.



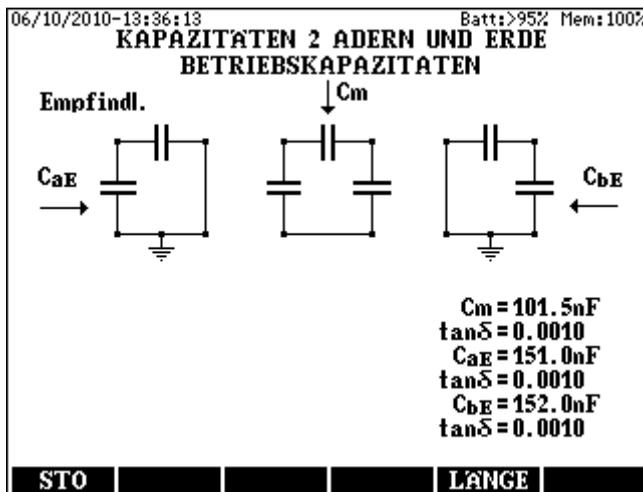
Das ferne Ende der gemessenen Doppelader muss offen sein und darf nicht geerdet werden. Der **KLC 8** Schleifenschalter kann bei dieser Messung verwendet werden, aber die Eingangskapazität des Schleifenschalters muss in Rechnung genommen werden. (Die Eingangskapazität von **KLC 8** ist ca. 500 pF.)

Die Messung kann durch Drücken der Taste **START/STOP** gestartet werden.

Die angezeigten Betriebskapazitäten (gemäß: EN 50289-1-5 2001):

- **C_m** Betriebskapazität zwischen Ader a und Ader b, d.h. $C_m = C_{a-b} + [(C_{a-E} \times C_{b-E}) / (C_{a-E} + C_{b-E})]$, wo **C_{a-b}**, **C_{a-E}** und **C_{b-E}** bezeichnen die physikalische Kapazitäten.
- **C_{aE}** Kapazität, d.h. die Kapazität zwischen Ader a und Erde, wenn Ader b mit Erde verbunden ist. d.h. **C_{aE} = C_{a-E} + C_{a-b}**

- **C_{bE}** Kapazität, d.h. die Kapazität zwischen Ader **b** und Erde, wenn Ader **a** mit Erde verbunden ist.
d.h. **C_{bE} = C_{b-E} + C_{a-b}**
- Neben die Kapazitätswerte werden auch die **tanδ** Werte angegeben. Bei **tanδ > 1** können die Kapazitätsmesswerte ungenau sein. Sind die **tanδ** Werte der **C_{aE}** und/oder **C_{bE}** Kapazitäten sehr hoch, dann wird der gemessene Kapazitätswert von **C_m** besonders ungenau sein.
- Die Länge des Kabels wird aus dem gemessenen **C_{a-E}** bzw. **C_{b-E}** Wert und dem **nF/km** Wert des gewählten **Kabels** berechnet.



Im Messergebnisbild werden Messmodus (Empfindl.) und der Typ des angewandten Schleifenschalters angezeigt.

Die Messergebnisse können mit der Taste **STO (F1)** gespeichert werden.

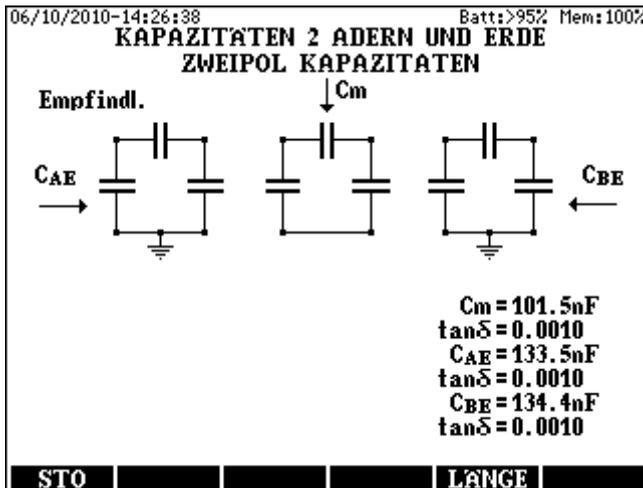
5.3.3. Kapazitätsmessung 2 ADER & ERDE: 2 POL Kapazität

Mit einfacheren Messgeräten kann man meistens nur Zweipolkkapazitäten messen. Will der Anwender die Messergebnisse von solchen Geräten mit den Messergebnissen von **KMK 8** vergleichen, dann muss er die Zweipolkkapazitäten auch messen können. Dazu muss er an dem Displaybild **KAPAZITÄTEN 2°ADER & ERDE, BETRIEBSKAPAZITÄTEN** die Taste **2 POL (F2)** drücken und der Bildschirm wird umgeschaltet für die Zweipolkkapazitätsmessung. Die Zweipolkkapazitäten werden mit **Cm**, **CAE** und **CBE** bezeichnet.



Die angezeigten Zweipolkapazitäten:

- **C_m** Betriebskapazität zwischen Ader **a** und Ader **b**, und deren **tanδ**. Hier ist $C_m = C_{a-b} + [(C_{a-E} \times C_{b-E}) / (C_{a-E} + C_{b-E})]$, wo **C_{a-b}**, **C_{a-E}** und **C_{b-E}** bezeichnen die physikalische Kapazitäten.
- **CAE** Kapazität, d.h. die Kapazität zwischen Ader **a** und Erde parallel zu **C_{a-b}** in Reihe mit **C_{b-E}** d.h. $C_{aE} = C_{a-E} + [(C_{a-b} \times C_{b-E}) / (C_{a-b} + C_{b-E})]$ und deren **tanδ**.
- **CBE** Kapazität, d.h. die Kapazität zwischen Ader **b** und Erde parallel zu **C_{a-b}** in Reihe mit **C_{a-E}** d.h. $C_{bE} = C_{a-E} + [(C_{a-b} \times C_{a-E}) / (C_{a-b} + C_{a-E})]$ und deren **tanδ**.



5.3.4. Kapazitätsmessung 2 ADER & ERDE: Physikalische Kapazitäten

Die Kapazitätmessmethode des **KMK 8** ermöglicht auch die direkte Messung der physikalischen Kapazitäten. Betätigt der Anwender die Taste **PHYS. (F2)** im Bildschirm **KAPAZITÄTEN 2 ADER UND ERDE, BETRIEBSKAPAZITÄTEN**, dann werden die physikalischen Kapazitäten angezeigt.

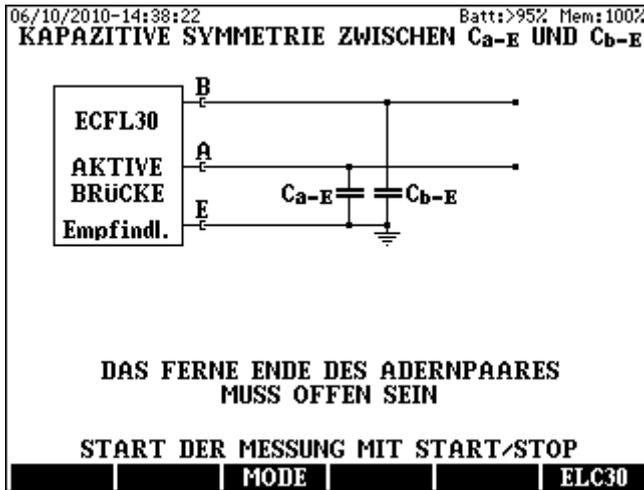


Die angezeigten physikalische Kapazitäten:

- **Ca-b** physikalische Kapazität zwischen Ader **a** und Ader **b** und deren $\tan\delta$.
- **Ca-E** physikalische Kapazität zwischen Ader **a** und Erde und deren $\tan\delta$.
- **Cb-E** physikalische Kapazität zwischen Ader **b** und Erde und deren $\tan\delta$.

5.3.5. Kapazitive Symmetrie

Wählen Sie die Betriebsart **KAPAZITÄTSMESSUNG: KAPAZITIVE SYMMETRIE** und drücken Sie **ENTER**. Die Messanschaltung wird auf dem Display angezeigt.

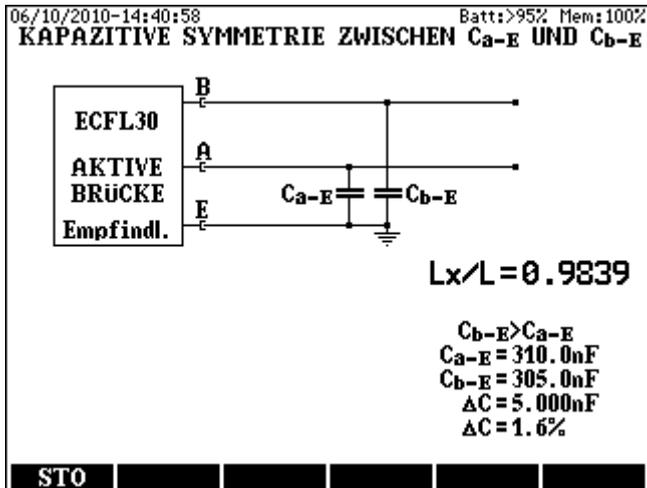


Das ferne Ende der gemessenen Doppelader muss offen sein und darf nicht geerdet werden. Der **KLC 8** Schleifenschalter kann bei dieser Messung verwendet werden.

Die Messung kann durch Drücken der Taste **START/STOP** gestartet werden.

Die angezeigten Parameter:

- **Lx/L** relatives Kapazitätsverhältnis
- **Ca-E** Aderkapazität
- **Cb-E** Aderkapazität
- **$\Delta C = C_{a-E} - C_{b-E}$** Kapazitätsdifferenz
- **$\Delta C\% = 2 \Delta C / (C_{a-E} + C_{b-E})$** prozentuale Differenz



Die Messergebnisse können mit der Taste **STO (F1)** gespeichert werden.

5.4 DC Fehlerortung

Wenn die Isolationswiderstände Ader gegen Ader oder Ader gegen Erde in einer Doppelader im Kabel zu klein sind, dann spricht man von einem Kabel(isolations)fehler bzw. von einem Nebenschluss oder Erdschluss. Dies kommt häufig nach starken Regenfällen wegen Durchnässung des Isolationsmaterials vor, wobei das Kabel typischerweise nicht auf der ganzen Länge nass wird, sondern nur an diskreten Stellen. Um den Fehler zu beseitigen, sind zuerst diese Stellen zu finden. Dieser Prozess heißt DC Fehlerortung. Das **KMK 8** nimmt bei den Fehlerortungen immer an, dass es nur eine solche Stelle im gemessenen Kabel gibt. Wenn das nicht der Fall ist, muss man das Kabel in Strecken mit nur einem Fehlerort zerlegen und die Strecken einzeln nacheinander durchmessen.

Wenn das Wasser nur in einen Teil des Querschnittes hineingedrungen ist, können die gesunden Adern bei der Fehlerortung genutzt werden.

In Falle eines Nebenschlusses kann die Fehlerader über einen Isolationswiderstand mit einer aktiven, spannungsbehafteten Ader kurzgeschlossen sein. In solchen Fällen kann an der Fehlerader eine Fremdspannung auftreten, die die Fehlerortung stören kann. Deswegen werden die DC Messungen zweimal durchgeführt, einmal ohne Messspannung und einmal mit Messspannung. Diese Doppelmessung ermöglicht eine DC Fremdspannungs-Kompensation, d.h. auch bei Vorhandensein einer DC Fremdspannung kann der Widerstandswert genau gemessen und gleichzeitig kann auch die echte Quellenspannung der Fremdspannungsquelle angezeigt werden. Es gibt mehrere Messmethoden für die DC Fehlerortungen. In dem aktiven Messbrückenmodul des Gerätes **KMK 8** sind die folgenden implementiert:

- Murray-Methode
- Kűpfműller-Methode
- Dreipunkt-Methode
- Repetitive Kűpfműller-Methode

Bei alle Fehlerortmessungen muss, der Schleifenwiderstand der gemessenen Doppelader kleiner als ca. 10 k Ω sein.

5.4.1 MURRAY Methode

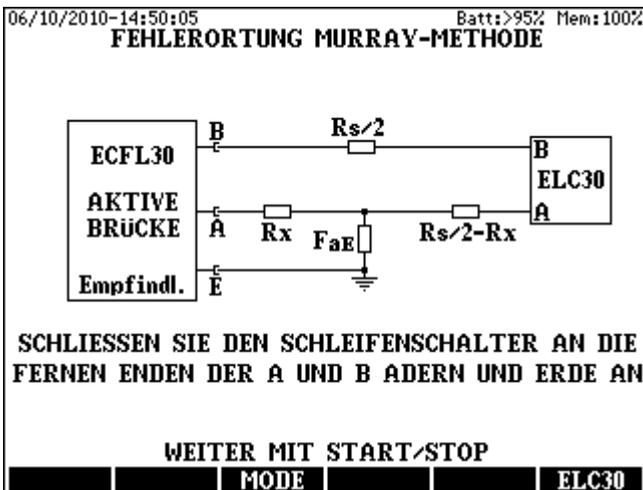
Diese Methode ist nur dann anwendbar, wenn nur eine Ader der gemessenen Doppelader fehlerhaft ist. D.h. der Ader-Erde Isolationswiderstand (Erdschlusswiderstand) der gesunden Ader muss mindestens 1000-mal größer sein als der physikalische Isolationswiderstand (**F**) der fehlerhaften Ader. Nur in diesem 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 Messart **MURRAY-METHODE** aus dem **DC FEHLERORTUNG** Menü. Nach Drücken der Taste **ENTER** wird die Messanschaltung angezeigt.

Die gesunde Ader muss mit Buchse **B** (schwarz), die fehlerhafte Ader mit Buchse **A** (rot) verbunden werden. Die fernen Enden der beiden Adern müssen kurzgeschlossen werden. Der **KLC 8** Schleifenschalter kann bei dieser Messung verwendet werden. An Buchse **E** (grün) muss der Schirm (Erde) des Kabels anschlossen werden.



Die Messung wird durch Drücken der Taste **START/STOP** gestartet.

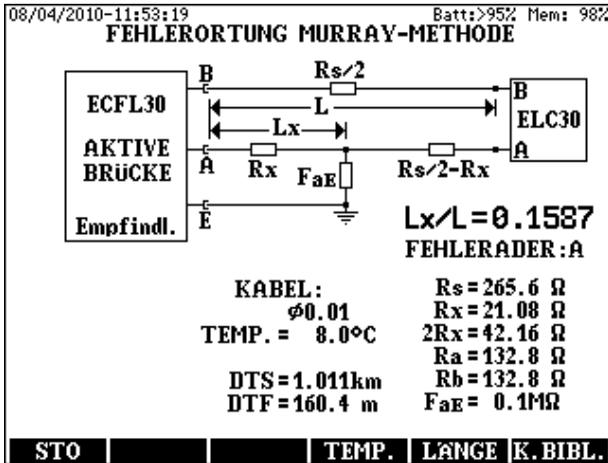
Das Gerät misst zuerst, ob zwischen den beiden Adern und zwischen Adern und Erde DC und/oder AC Fremdspannungen anliegen. Unabhängig von dem Ergebnis läuft die Messung automatisch weiter und das Messergebnis der Fremdspannungsmessung wird erst dann angezeigt, wenn die Messgenauigkeit beeinträchtigt werden kann. In solchen Fällen ist es zweckmäßig, die Messung zu wiederholen.

Die angezeigten Parameter:

- **Lx/L** relative Fehlerortentfernung, bezogen auf die ganze Kabellänge, vom Messgerät aus gerechnet (also $Lx/L=1.000$ heißt Fehlerort am fernen Ende, $Lx/L>1.000$ heißt Fehler in Ader **b**, also falsche Verdrahtung)
- **Rx** Aderwiderstand zwischen Gerät und Fehlerort
- **2Rx** zweifacher Aderwiderstand zwischen Gerät und Fehlerort
- **Rs** Schleifenwiderstand
- **FaE** Erdschlusswiderstand der Ader **a**
- **Kabel** Typ des gemessenen Kabels
- **Temp.** Temperatur des gemessenen Kabels
- **DTF** Fehlerentfernung berechnet aus **Rs** und **Lx/L** unter Berücksichtigung des angezeigten **KABEL** Typs und **TEMP.** Wertes.
- **DTS** Kabellänge berechnet aus **Rs** unter Berücksichtigung des angezeigten **KABEL** Typs und **TEMP.** Wertes.
- **Ua-E** Quellenspannung einer DC Fremdspannungsquelle, die mit **FaE** in Reihe geschaltet ist. Dieser Spannungswert zeigt, dass die Fehlerader einen **Nebenschluss** mit einer aktiven Ader hat. Diese Spannung wird aber nur dann angezeigt, wenn sie nicht vernachlässigbar klein ist und die Messung stören kann.

Im Messergebnisbild werden Messmodus, Fremdspannungen und der Typ des angewandten Schleifenschalters angezeigt.

Die Messergebnisse können mit der Taste **STO (F1)** gespeichert werden.



Bemerkungen:

Die Messung kann in zwei Modi, im Modus **Empfindl.** oder **Geschützt** durchgeführt werden. Der Anwender kann in dem Messanschaltungsbild mit der Taste **MODE (F3)** den richtigen Modus auswählen. Es ist empfohlen zuerst den Modus **Empfindl.** zu wählen. Wird in diesem Modus durch eine große Fremdspannung die aktive Brücke übersteuert, 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.

Die Messgenauigkeit dieser Messung kann verbessert werden, wenn man vor der Messung die Messleitungen abgleicht. Dies hat aber nur bei kleinen Widerstandswerten eine Bedeutung.

Bei der Messung **DC FEHLERORTUNG: MURRAY-METHODE** gelten die Aderwiderstandswerte und die Längenberechnung, wenn die beiden Adern aus dem gleichen Material bestehen, und die gleiche Länge und Durchmesser haben.

Grundlage für die Berechnung der Kabellänge sind der gewählte Kabeltyp und der programmierte Temperaturwert. Da die Temperatur, der Aderdurchmesser und der spezifische Widerstandswert des Kabels nicht überall gleich sein müssen, kann die wirkliche Entfernung zum Fehlerort vom Messwert abweichen. Deswegen ist es zweckmäßig, die echte Kabellänge aus einem Kabelverlegungsplan mit Hilfe der Funktion **LÄNGE (F5)** einzugeben.

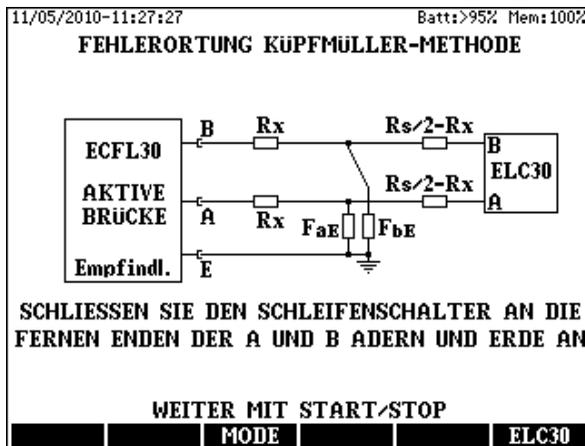
5.4.2 KÜPFMÜLLER Methode

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:

- Das Verhältnis der Erdschlusswiderstände sollte gemäß der klassischen Küpfmüller-Bedingung $0,5 > \mathbf{FaE} / \mathbf{FbE} > 2$ entsprechen. Wegen der besonders hohen Messgenauigkeit der aktiven Messbrücke kann man jedoch im Falle von fremdspannungsfreien Messungen bis zu einem Verhältnis von $0,9 > \mathbf{FaE} / \mathbf{FbE} > 1,1$ genügend genau messen.
- Der Nebenschlusswiderstand zwischen den beiden Adern muss mindestens das Hundertfache des gemessenen **Rs** Widerstandswertes sein. ($\mathbf{FaE} + \mathbf{FbE} > 100 \times \mathbf{Rs}$)

Messverfahren

Das Verfahren verlangt zwei Messungen. Wählen Sie die Messart **KÜPFMÜLLER-METHODE** aus dem **DC FEHLERORTUNG** Menü. Nach Drücken der Taste **ENTER** wird die Messanordnung angezeigt.



Diese Anschaltung ist durchzuführen. Während der ersten Messung sind die Adern am fernen Ende des Paares offen. Mit Drücken von **START/STOP** beginnt *die erste Messung* mit offenen fernen Enden.

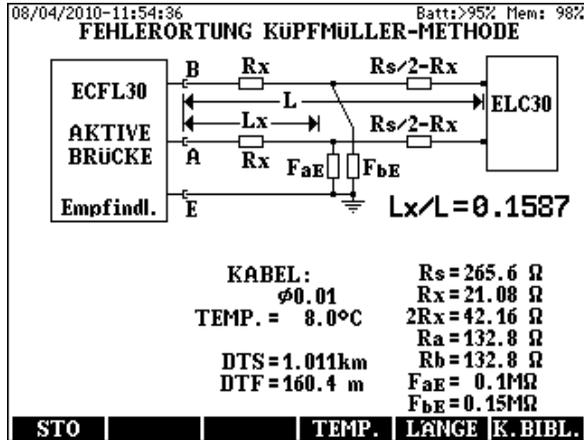
Das Gerät misst zuerst, ob zwischen den beiden Adern und zwischen Adern und Erde DC und/oder AC Fremdspannungen anliegen. Unabhängig vom Ergebnis läuft die Messung automatisch weiter und das Messergebnis der Fremdspannungsmessung wird erst dann angezeigt, wenn die Fremdspannung die Messgenauigkeit beeinträchtigt werden kann. In solchen Fällen ist es zweckmäßig, die Messung zu wiederholen.

Sobald die erste Messung beendet ist, erscheint der Hinweis, am fernen Ende die Adern des Paares zu verbinden. Durch Drücken von **START/STOP** beginnt *die zweite Messung* mit dem kurzgeschlossenen Kabel. Sobald die zweite Messung beendet ist, erscheint das Resultat auf der Anzeige.

Für die Kurzschluß- und Offenschaltung am fernen Ende kann man den Schleifenschalter KLC 8 anwenden.

Die angezeigten Parameter:

- **Lx/L** relative Fehlerentfernung
- **Rx** Aderwiderstand zwischen Gerät und Fehlerort
- **2Rx** zweifache Aderwiderstand zwischen Gerät und Fehlerort
- **Rs** Schleifenwiderstand
- **FaE** und **FbE** Erdschlusswiderstände der Ader **a** und **b**
- **Temp.** Temperatur des gemessenen Kabels
- **DTF** Fehlerentfernung berechnet aus **Rs** und **Lx/L** unter Berücksichtigung des gewählten KABEL Typs und TEMP. Wertes.
- **DTS** Kabellänge berechnet aus **Rs** unter Berücksichtigung des gewählten KABEL Typ und TEMP. Wertes.
- **Ua-E** und/oder **Ub-E** Quellenspannungen von DC Fremdspannungsquellen, die mit **FaE** und/oder **FbE** in Reihe geschaltet sind. Diese Spannungswerte zeigen, dass eine oder beide Fehleradern Nebenschlüsse mit aktiven Adern haben. Diese Spannungen werden nur dann angezeigt, wenn diese nicht vernachlässigbar klein sind. Siehe Kapitel 8.5.



Im Messergebnisbild werden Messmodus, Fremdspannungen und der Typ des angewandten Schleifenschalters angezeigt.

Die Messergebnisse können mit der Taste **STO (F1)** gespeichert werden.

Bemerkungen:

Die Messung kann in zwei Modi, im Modus **Empfindl.** oder **Geschützt**, durchgeführt werden. Der Anwender kann in dem Messanschaltungsbild mit der Taste **MODE (F3)** den richtigen Modus auswählen. Es ist empfohlen zuerst den Modus **Empfindl.** zu wählen. Wird in diesem Modus durch eine große Fremdspannung die aktive Brücke übersteuert, 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.

Die Messgenauigkeit dieser Messung kann verbessert werden, wenn man vor der Messung die Messleitungen abgleicht. Dies hat aber nur bei kleinen Widerstandswerten eine Bedeutung.

Grundlage für die Berechnung der Kabellänge sind der gewählte Kabeltyp und der programmierte Temperaturwert. Da die Temperatur, der Aderdurchmesser und der spezifische Widerstandswert des Kabels nicht überall gleich sein müssen, kann die wirkliche Entfernung zum Fehlerort vom Messwert abweichen.

Deswegen ist es zweckmäßig, die echte Kabellänge aus einem Kabelverlegungsplan mit Hilfe der Funktion **LÄNGE (F5)** einzugeben.

5.4.3 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.

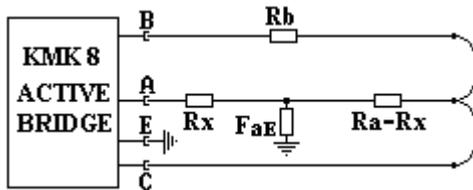
Während dieser Messung muss das ferne Ende des zu messenden Aderpaares und der Hilfsader mit einander entweder manuell oder durch die fernsteuerbare Messhilfe **KLC 8** verbunden werden:

Bemerkung:

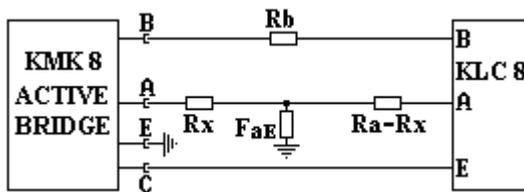
Sind AC Fremdspannungen an der Leitung, dann soll die passive Brücke verwendet werden.

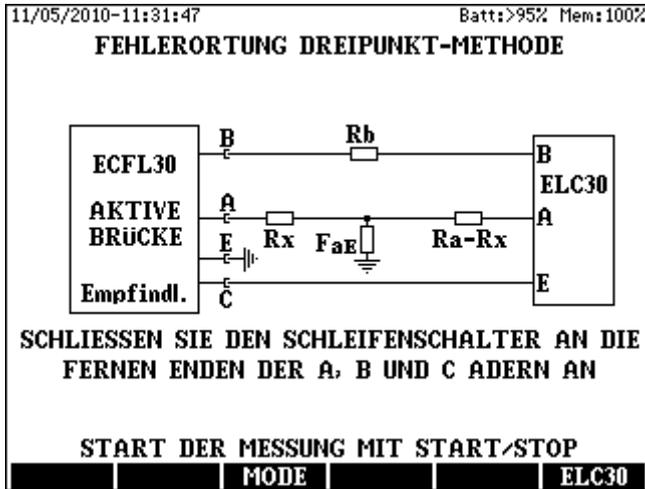
Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **DC FEHLERORTUNG: DREIPUNKT METHODE**. Nach Drücken der Taste **ENTER** wird die Messanordnung angezeigt:

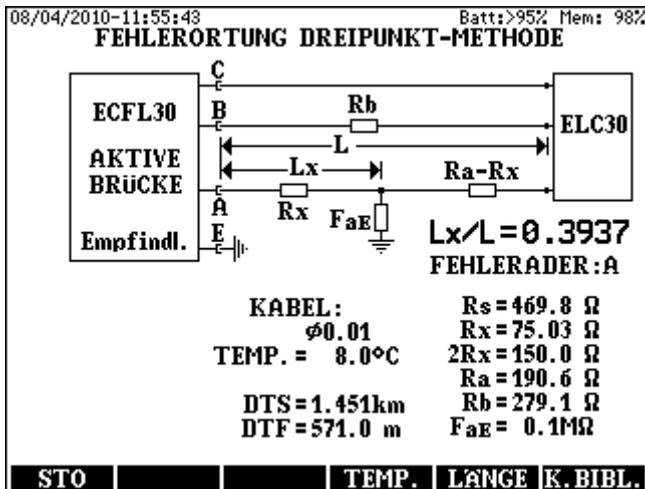


Wird der Schleifenschalter **KLC 8** verwendet, dann ändert sich die Messanordnung:





Durch drücken der Taste **START/STOP** kann die Messung gestartet werden. Die Messung dauert ca. 40 Sekunden, danach erscheint das Ergebnisbild:



Die angezeigten Parameter:

- **Lx/L Wert**
- **FEHLERADER: A oder B**
- **Rx** Widerstand vom Messort bis Fehlerort
- **2Rx = (Lx/L) x Rs**
- **Ra** und **Rb** Aderwiderstandswerte
- **Rs = Ra + Rb** Schleifenwiderstand
- **FaE** oder **FbE** Erdschlusswiderstand

Im Messergebnisbild werden Messmodus, Fremdspannungen und der Typ des angewandten Schleifenschalters angezeigt.

Die Messergebnisse können mit der Taste **STO (F1)** gespeichert werden.

Bemerkungen:

Die Messung kann in zwei Modi, im Modus **Empfindl.** oder **Geschützt** durchgeführt werden. Der Anwender kann im Messanschaltungsbild mit der Taste **MODE (F3)** den richtigen Modus auswählen. Es ist empfohlen zuerst den Modus **Empfindl.** 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 in dem Modus **Geschützt** zu wiederholen.

Ist der Fehler in der **A** Ader, dann bedeutet **Lx/L = Rx/Ra** und erscheint der **FaE** Widerstandswert. Ist der Fehler in der **B** Ader, dann wird die Messung falsch. Ader A und B vertauschen!

Mögliche spezielle Aktionen nach der Messung:

Die angezeigten Kabeltyp- und Temp.- Werte können verändert werden. Die auswählbaren Kabeltypen kann man in der Kabelbibliothek (**K.BIBL. F6**) finden. Die so berechnete Kabellänge kann aber den wirklichen Längenwert nur annähern, weil die Temperatur, der Durchmesser und der spezifische Widerstandswert des Kabels nicht überall gleich ist. Deshalb ist es zweckmäßig, die echte Kabellänge aus einem Kabelverlegungsplan mit Hilfe der Funktion **LÄNGE (F5)** einzugeben.

5.4.4 REPETITIVE KÜPFMÜLLER-Methode

Die **REPETITIVE KÜPFMÜLLER**-Methode (auch **REIHENMESSUNG**-Methode genannt) ist eigentlich eine Art der KÜPFMÜLLER-Messung.

Diese Methode kann besonders bei schwankenden Erdschlusswiderstandswerten und DC Fremdspannungen bzw. bei schwankenden elektrolytischen Gegenspannungen verwendet werden.

Bei diesen Messungen ist der Schleifenschalter KLC 8 am fernen Ende der Kabelstrecke erforderlich. Der Schleifenschalter öffnet und schließt die Schleife und das KMK 8 misst gleichlaufend die Leerlauf- und Kurzschluss-Ströme. Die Messung besteht aus insgesamt 16 Teilmessungen. Im offenen Kabelzustand **LEERLAUF (L)** und im kurzgeschlossenen Kabelzustand **KURZ (K)** werden die über die Messleitungen **A** und **B** fließende Ströme **la** und **lb** und deren Verhältnis **la/lb** abwechselnd gemessen. Nach jeder Teilmessung errechnet das KMK 8 aus den gemessenen Stromverhältnissen die Fehlerortentfernung **Lx/L**. Der Näherungswert des Schleifenwiderstandes **Rs**, die gemessenen Ströme **la**, **lb** und die berechneten **Lx/L** Resultate erscheinen auf dem Display. Die Messergebnisse der ersten zwei Messungen werden verworfen und der Mittelwert aus den weiteren Messungen berechnet.

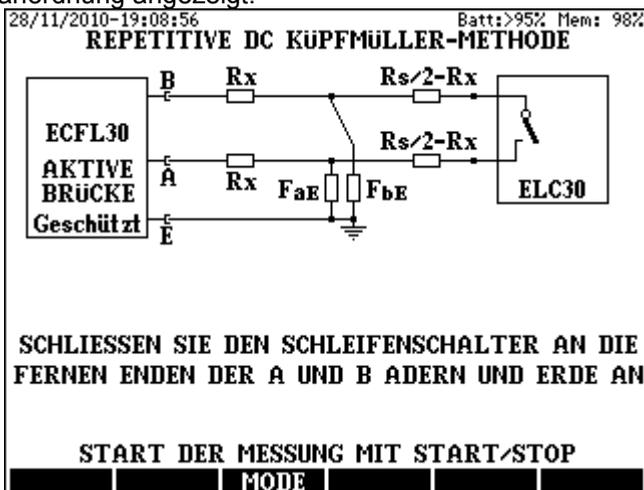
Es sind zwei verschiedene **REPETITIVE KÜPFMÜLLER-METHODE** Betriebsarten. In der Betriebsart **DC FEHLERORTUNG: REPETITIVE KÜPFMÜLLER** wird eine DC Messspannung verwendet und die Leerlauf- und Kurzschluss-Ströme werden zweimal gemessen, einmal ohne Messspannung und einmal mit Messspannung. Diese Doppelmessung ermöglicht eine DC Fremdspannungskompensierung, d.h. auch bei Vorhandensein einer DC Fremdspannung kann man den Fehlerort messen. Beide Ströme werden gleichzeitig gemessen und beide Messzeiten (bei offener und bei kurzgeschlossener Schleife) sind gleich.

In der Betriebsart **AC FEHLERORTUNG: REPETITIVE KÜPFMÜLLER** wird eine AC Messspannung verwendet und die AC Leerlauf- und Kurzschluss-Ströme werden mit einer 11 Hz Wechselspannung gemessen. Die AC Messspannung erlaubt auch eine Fehlerortungsmessung mit guter Genauigkeit bei schwankenden elektrolytischen Spannungen.

DC Fehlerortung mit REPETITIVE KÜPFMÜLLER-Methode

Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **REPETITIVE KÜPFMÜLLER-METHODE** aus dem **DC FEHLERORTUNG** Menü. Nach Drücken der Taste **ENTER** wird die Messanordnung angezeigt:



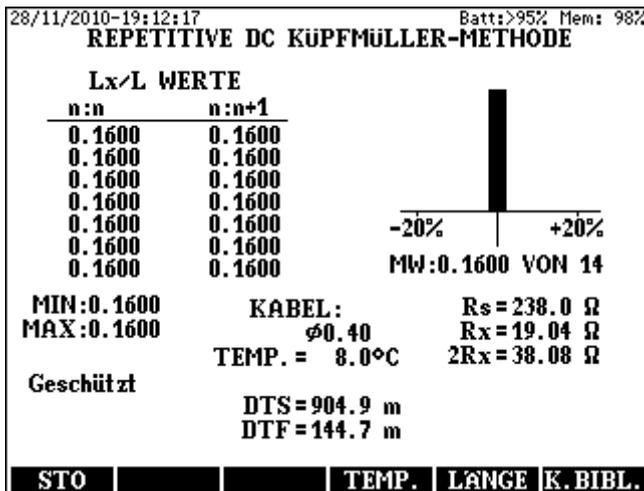
Die Messung kann durch Drücken der Taste **START/STOP** gestartet werden.

Die komplette Messung beinhaltet 16 Teilmessungen, 8 im Leerlaufzustand (**L**) und 8 im Kurzschlusszustand (**K**), die abwechslungsweise durchgeführt werden.

Nachdem alle Teilmessungen beendet worden sind, wird vom **KMK 8** eine automatische Auswertung vorgenommen. Im Laufe dieser Auswertung werden die ersten zwei Messungen und die irrealen **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 angezeigten Parameter:

- **Lx/L** relative Fehlerortentfernung
- **Rs** ein Annäherungswert des Schleifenwiderstandes
- Die **DTS** Kabellänge und die **DTF** Fehlerentfernung wird nur dann genau angezeigt, wenn der Anwender die Kabellänge kennt. Die Kabellänge soll nach Drücken der Taste **LÄNGE (F5)**, eingegeben werden und nach drücken der Taste **ENTER** erscheinen die genaue **DTS** und **DTF** werte.



Die Messergebnisse können mit der Taste **STO (F1)** gespeichert werden.

Bemerkungen:

Die Messung kann in zwei Modi, im Modus **Empfindl.** oder **Geschützt** durchgeführt werden. Der Anwender kann im Messanschaltungs bild mit der Taste **MODE (F3)** den richtigen Modus auswählen. Es ist empfohlen zuerst den Modus **Empfindl.** zu wählen. Wird in diesem Modus durch eine große Fremdspannung die aktive Brücke übersteuert, 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.

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 KMK 8 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 schwarz, 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 und praktisch fehlerfreien Messung ist eine einzige schwarze 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.
- Es muss angenommen werden, dass die Genauigkeit des Messergebnisses unsicher und nicht annehmbar ist, wenn das Histogramm unsymmetrisch oder ungeordnet zerstreut ist. In diesem Fall sollte die Messung mit einer anderen Aderkombination wiederholt werden.
- Sind besonders hohe Fremdspannungen vorhanden, dann zerfällt das ganze Histogramm und das Messergebnis ist nicht akzeptabel. In solchen Fällen sollte man mit der passiven Messbrücke die Fehlerortung versuchen.

5.5 AC Fehlerortung

5.5.1 Unterbrechungsmessung

Wählen Sie die Betriebsart aus dem **AC FEHLERORTUNG: UNTERBRECHUNG** Menü. Nach Drücken der Taste **ENTER** wird die Messanordnung angezeigt:



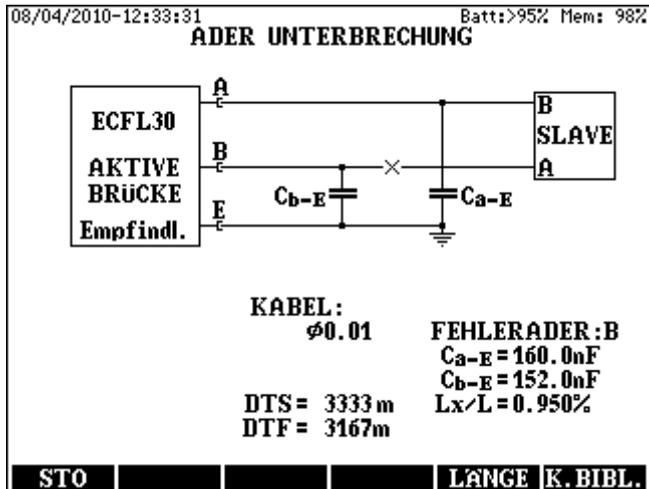
Das ferne Ende der gemessenen Doppelader muss offen sein und darf nicht geerdet werden. Der **KLC 8** Schleifenschalter kann bei dieser Messung verwendet werden.

Die Messung kann durch Drücken der Taste **START/STOP** gestartet werden.

Die angezeigten Parameter:

- **Lx/L** relativer Fehlerort
- **Ca-E** Aderkapazität bis zum Fehlerort in nF
- **Cb-E** Aderkapazität der gesamten Kabellänge in nF
- **Länge (DTS)** Wert, das heißt die Länge des Kabels wird berechnet aus dem gemessenen Cb-E Wert und aus dem zu dem ausgewählten KABEL gehörenden nF/km Wert.

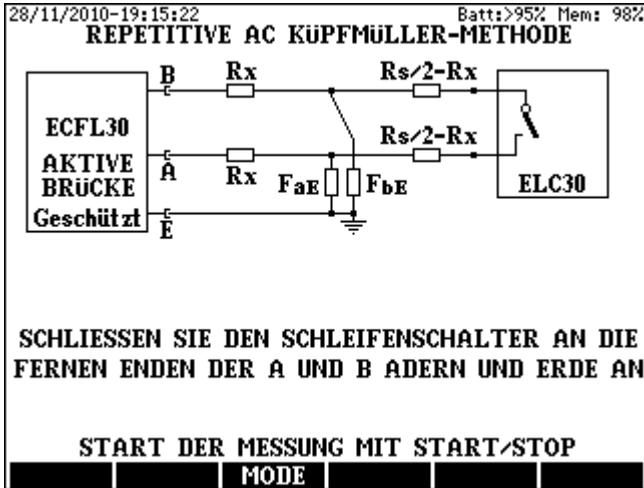
- **DTF** Fehlerentfernung wird nur dann genau sein, wenn der Anwender die Kabellänge kennt. Die Kabellänge soll nach Drücken der Taste **LÄNGE (F5)**, eingegeben werden und nach drücken der Taste **ENTER** erscheinen die genaue **DTS** und **DTF** werte.



Im Messergebnisbild wird der Messmodus angezeigt.
Die Messergebnisse können mit der Taste **STO (F1)** gespeichert werden.

5.5.2 AC Fehlerortung mit REPETITIVE KÜPFMÜLLER-Methode Messverfahren

Wählen Sie die Messart **REPETITIVE KÜPFMÜLLER** aus dem **AC FEHLERORTUNG** Menü. Nach Drücken der Taste **ENTER** wird die Messanordnung angezeigt:



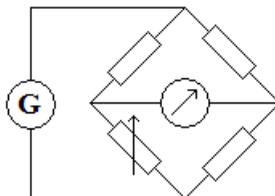
Die Messung kann durch Drücken der Taste **START/STOP** gestartet werden.

Die Messung läuft wie bei der DC Fehlerortung mit REPETITIVE KÜPFMÜLLER Methode. Einziger Unterschied ist, dass hier mit einer 11 Hz Wechselspannung statt mit DC-Spannung gemessen wird. Die AC Messspannung erlaubt auch eine Fehlerortungsmessung mit guter Genauigkeit bei schwankenden elektrolytischen Spannungen.

6 PASSIVE BRÜCKE

6.1 Funktionsprinzip

In der Betriebsart **PASSIVE BRÜCKE** benutzt das KMK 8 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 KMK 8 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 Kabeln die mit AC Fremdspannung behaftet sind.
- Das elektronische „Ablesen“ des Potentiometers ermöglicht die schnelle und genaue Ermittlung des Fehlerortes (L_x/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

KMK 8 benutzt den Generator und den Indikator der passiven Brücke auch für Widerstands-messungen:

- Schleifenwiderstandsmessung
- Isolationswiderstandsmessung

6.2 Schleifenwiderstandsmessung

Der Zweck dieser Messung ist die Ermittlung des Schleifenwiderstandes. Das KMK 8 misst den Schleifenwiderstand auch dann genau, wenn das Kabel mit AC Fremdspannungen behaftet ist.

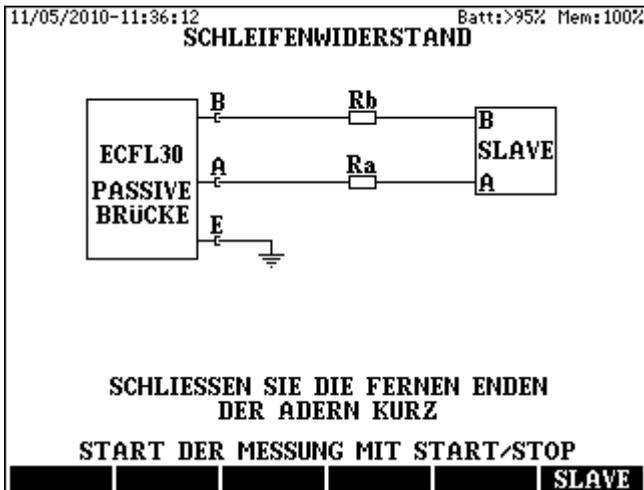
WICHTIGE BEMERKUNG

Bei Messungen von kleinen Widerständen (kurzen Strecken) wird empfohlen, die Messleitungen abzugleichen. Zum Abgleich drücken Sie im **HAUPTMENÜ** die **Taste ABGL. (F6)** und wählen **ABGLEICH DER MESSLEITUNGEN**.

Messverfahren

Während der Schleifenwiderstandsmessung muss das ferne Ende des zu messenden Aderpaares entweder manuell oder durch den fernsteuerbaren Schleifenschalter KLC 8 (SLAVE) kurzgeschlossen werden.

Wählen Sie die Betriebsart **WIDERSTAND: SCHLEIFENWIDESTAND**. Nach Drücken der Taste **ENTER** wird die Messanordnung angezeigt:

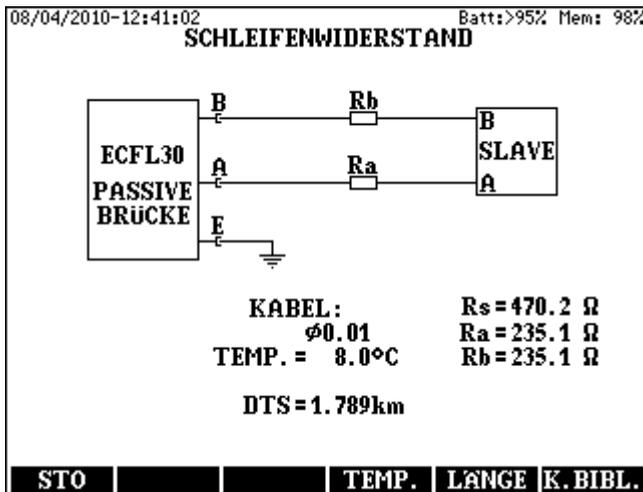


Starten Sie die Messung mit der Taste **START/STOP**.

Die DC Widerstand – Messung wird zweimal durchgeführt, einmal ohne Messspannung und einmal mit Messspannung. Diese Doppelmessung ermöglicht eine DC Fremdspannungskompensation, d.h. auch beim Vorhandensein einer DC Fremdspannung wird der Widerstandswert genau gemessen.

Die angezeigten Parameter:

- **Rs** Schleifenwiderstand,
- **Ra** und **Rb** Aderwiderstände (der gemessene Rs Wert wird einfach halbiert).
- **LÄNGE** des Kabels, berechnet aus **Rs** unter Berücksichtigung der gewählten **KABEL** und **TEMP.** Werte
- **Ω/km** Wert des Kabels, berechnet aus dem gemessenen Rs und der angegebenen **LÄNGE** Wert



Die Messergebnisse können mit der Taste **STO (F1)** gespeichert werden.

Mögliche spezielle Aktionen nach der Messung:

Die angezeigten Kabeltyp- und Temp.- Werte können verändert werden.
 Die auswählbaren Kabeltypen kann man in der Kabelbibliothek (**K.BIBL.**) finden.

6.3 Isolationswiderstandsmessung

Der Zweck dieser Messung ist die Ermittlung des Isolationswiderstandes. Das KMK 8 misst den Isolationswiderstand auch dann genau, wenn das Kabel mit AC Fremdspannungen behaftet ist.

Es gibt zwei Messbereiche: bis 300 MΩ und bis 10 GΩ

Messzeiten:

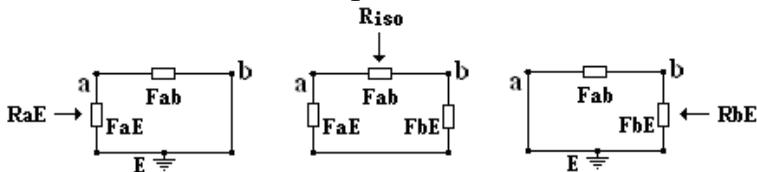
- 3 x 15 sec für den 300 MΩ Bereich
- 3 x 30 sec für den 10 GΩ Bereich

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

Während der Isolationswiderstandsmessung muss das ferne Ende des zu messenden Aderpaares entweder manuell oder durch den fernsteuerbaren Schleifenschalter KLC 8 geöffnet werden.

Messverfahren

Als Isolationswiderstand werden die sogenannten „Betriebswiderstände“ gemessen. Die physikalischen Isolationswiderstände werden mit **Fab**, **FaE** und **FbE** bezeichnet. Daraus können die Betriebswiderstände **Rab**, **RaE** und **RbE** mit der Hilfe des folgenden Bildes definiert werden.



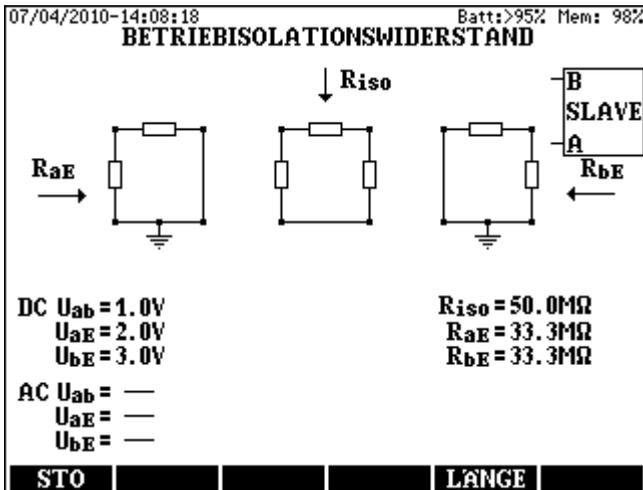
$$R_{iso} = F_{ab} \text{ parallel zu } (F_{aE} + F_{bE})$$

$$R_{aE} = F_{ab} \text{ parallel zu } F_{aE}$$

$$R_{bE} = F_{ab} \text{ parallel zu } F_{bE}$$

Die angezeigten Parameter:

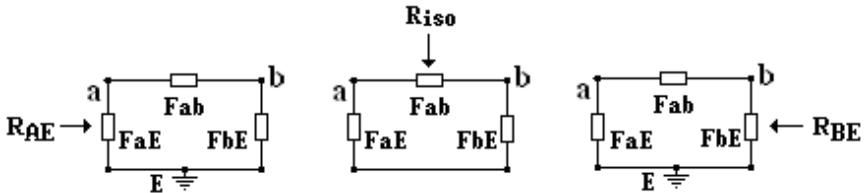
- **Riso** Betriebsisolationswiderstand Ader **a** gegen Ader **b**
- **RaE** Betriebsisolationswiderstand Ader **a** gegen Erde, Ader **b** mit Erde verbunden
- **RbE** Betriebsisolationswiderstand Ader **b** gegen Erde, Ader **a** mit Erde verbunden
- **Uab**, **UaE** und **UbE** AC und DC Fremdspannungswerte, falls diese nicht vernachlässigbar klein sind.



Die Messergebnisse können mit der Taste **STO (F1)** gespeichert werden.

Mit einfacheren Messgeräten kann man meistens nur **Zweipolmessungen** machen. Will der Anwender die Messergebnisse von solchen Zweipolmessgeräten mit den Messergebnissen von KMK 8 vergleichen, muss er diese auch messen können. Deshalb wurde auch die Messung von den Zweipolisolationswiderständen ermöglicht. Der Anwender kann im Messanschaltungsdiagramm mit der Taste **2 POL (F1)** in die Zweipolmessung-Betriebsart umschalten.

Die Zweipolisolationswiderstände werden mit **Riso**, **RAE** und **RBE** berechnet.



$$R_{iso} = F_{ab} \text{ parallel zu } (F_{aE} + F_{bE})$$

$$R_{AE} = F_{aE} \text{ parallel zu } (F_{ab} + F_{bE})$$

$$R_{BE} = F_{bE} \text{ parallel zu } (F_{ab} + F_{aE})$$

Mögliche spezielle Aktion nach der Messung:

In den Kabelspezifikationen werden meistens die Ω/km Werte angegeben. Wird der Messwert in Ω/km Wert gewünscht, drücken Sie die Taste **LÄNGE (F5)** und tragen die Kabellänge ein. Das Gerät berechnet dann die Messergebnisse.

6.4 Widerstandsdifferenzmessung

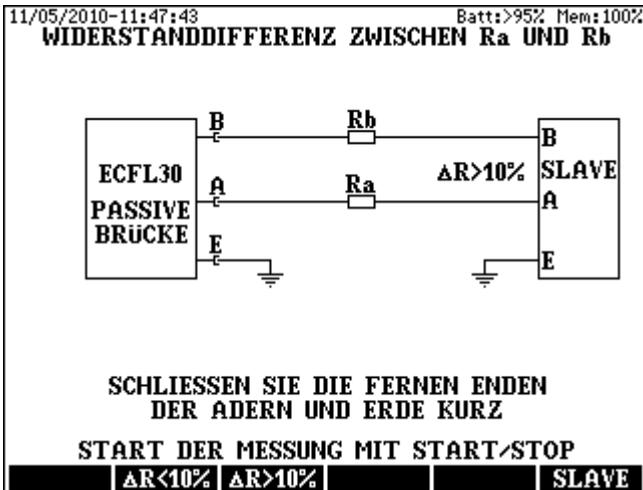
Zweck der Untersuchung ist die Messung der Differenz der beiden Leitungs-Widerstände eines Aderpaares. Das **KMK 8** misst die Widerstandsdifferenz auch dann genau, wenn das Kabel mit AC Fremdspannungen behaftet ist.

WICHTIGE BEMERKUNG

- Wenn die zu messende Widerstandsdifferenz sehr klein ist, wird empfohlen vor der Messung die Messleitungen abzugleichen. Zum Abgleich drücken Sie im **HAUPTMENÜ** die Taste **ABGL. (F6)** und wählen Sie aus dem Menü **ABGLEICH DER MESSLEITUNGEN**.
- Während der Widerstandsdifferenzmessung muss das ferne Ende des zu messenden Aderpaares entweder manuell oder durch den fernsteuerbaren Schleifenschalter **KLC 8** kurzgeschlossen werden.

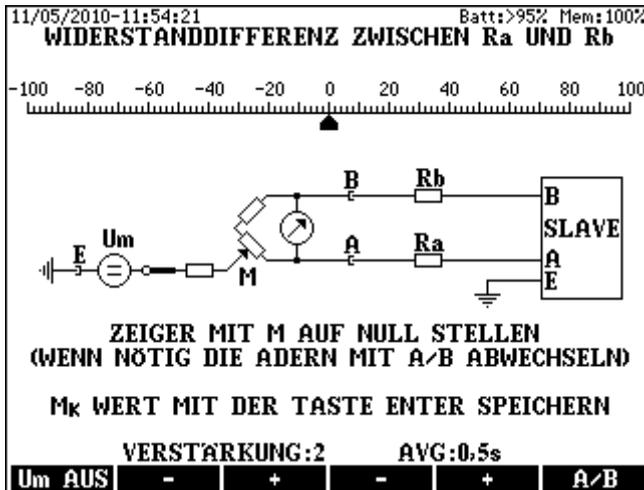
Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **WIDERSTAND: WIDERSTANDSDIFFERENZ**. Nach Drücken der Taste **ENTER** wird die Messanordnung angezeigt:



Wählen Sie den erforderlichen Messbereich mit der Taste $\Delta R < 10\%$ (F2) oder $\Delta R > 10\%$ (F3)

Nach Drücken der Taste **START/STOP** ist die Brücke abgleichbereit:



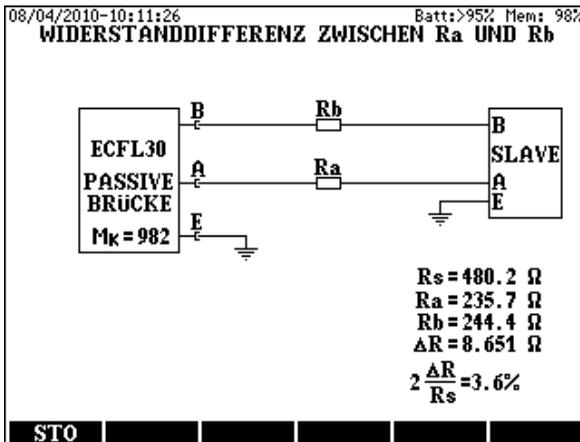
Die Abgleich-Methode

- Wählen Sie die minimale Verstärkung mit der Taste **F2**.
- Schalten Sie die Messspannung mit der Taste **Um AUS (F1)** aus und warten bei gedrückter Taste, bis der Zeiger eine stabile Position erreicht. Solange die Taste gedrückt ist, misst KMK 8 die DC- Fremdspannung. Nach Loslassen der Taste führt KMK 8 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 **F3** 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 **F1** 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 **F4** oder **F5** bestimmen.
- Ist der Abgleich fertig, drücken Sie **ENTER**. Jetzt werden die Messergebnisse angezeigt.

Die angezeigten Parameter:

- **MK Wert**
- **$R_s = R_a + R_b$** Schleifenwiderstand
- **R_a und R_b** Aderwiderstände berechnet aus **R_s** und **ΔR**
- **$\Delta R = R_a - R_b$** Widerstandsdifferenz
- **$2 \Delta R / R_s$** in Prozent



Drücken Sie die Taste **STO (F1)** um das Messergebnis zu speichern.

Bemerkung:

- Die **MK** (Lx/L) Messung ist als eine Murray-Messung realisiert worden. Der Kurzschluss am fernen Ende spielt dabei die Rolle der Ableitung. Lx/L hat die gleiche Bedeutung wie bei der Murray-Messung
- Die Ergebnisse werden aus dem gemessenen **MK** (Lx/L) Wert und dem Schleifenwiderstand ermittelt.

6.5 DC Fehlerortung mit Murray Methode

Zweck der Messung ist die Ortung des Erdschlusses einer fehlerhaften Ader. Das **KMK 8** misst der Fehlerort auch dann genau, wenn das Kabel mit AC Fremdspannungen 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

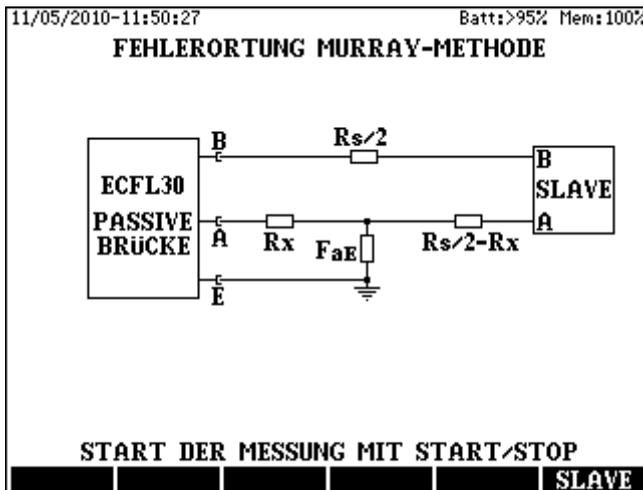
WICHTIGE BEMERKUNG:

Wenn der Schleifenwiderstand klein ist, dann sollten vor der Messung die Messleitungen abgeglichen werden. Zum Abgleich drücken Sie im **HAUPTMENÜ** die **Taste ABGL. (F6)** und wählen Sie aus dem Menü **ABGLEICH DER MESSLEITUNGEN**.

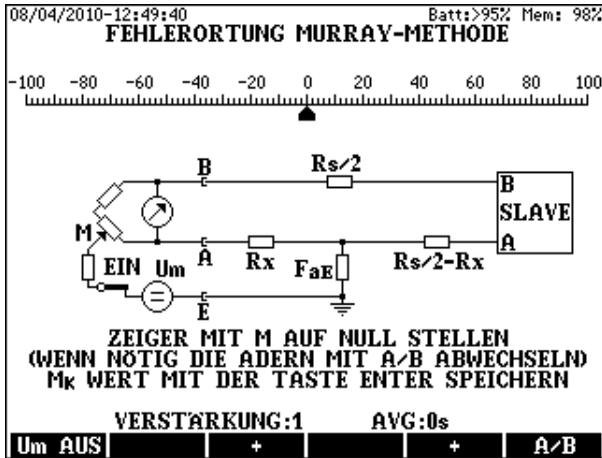
Während dieser Messung muss das ferne Ende des zu messenden Aderpaares kurzgeschlossen werden. Das kann entweder manuell oder durch die fernsteuerbaren Schleifenschalter **KLC 8** durchgeführt werden.

Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **DC FEHLERORTUNG: MURRAY METHODE**. Nach Drücken der Taste **ENTER** wird die Messanordnung angezeigt:



Nach Drücken der Taste **START/STOP** ist die Brücke abgleichbereit.

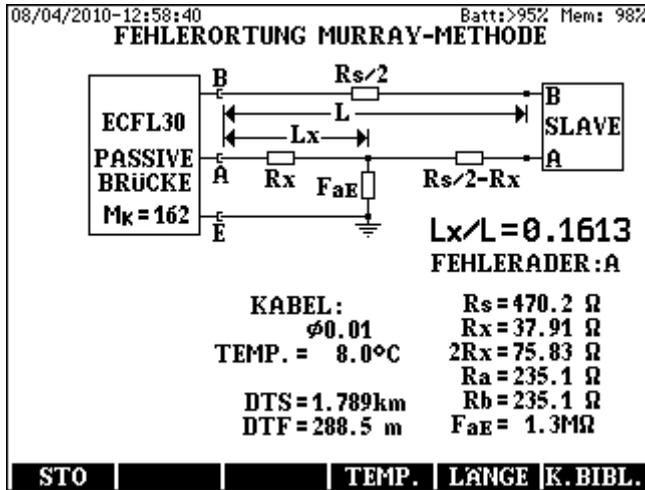


Die Abgleich-Methode

- Wählen Sie die minimale Verstärkung mit der Taste **F2**.
- Schalten Sie die Messspannung mit der Taste **Um AUS (F1)** aus und bei gedrückter Taste warten Sie, bis der Zeiger eine stabile Position erreicht hat. Solange die Taste gedrückt ist, misst KMK 8 die DC- Fremdspannung.
- Nach dem Loslassen der Taste führt KMK 8 eine Nullpunkt Korrektur durch, um der 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 **F3** erhöhen Sie stufenweise die Verstärkung und wiederholen Sie die letzten zwei Punkte bis zu einem perfekten Abgleich. Der Abgleich ist perfekt, wenn die Verstärkung 4 oder 5 beträgt und der Zeiger sowohl bei gedrückter als auch losgelassener Taste **F1** auf 0 steht.
- Der Indikator 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 und 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 **F4** oder **F5** bestimmen. Ist der Abgleich fertig, drücken Sie **ENTER**. Jetzt werden die Messergebnisse angezeigt

Die angezeigten Parameter:

- **Lx/L Wert**
- **Rs = Ra+Rb** Schleifenwiderstand
- **Rx** Widerstand vom Messort bis Fehlerort
- **2Rx = (Lx/L)xRs**
- **Ra = Rb = Rs / 2** Aderwiderstände
- **FaE** Erdschlusswiderstand



Drücken Sie die Taste **STO (F1)**, um das Messergebnis zu speichern.

Mögliche spezielle Aktionen nach der Messung:

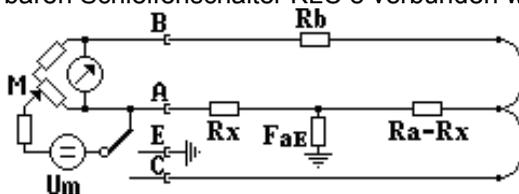
Die angezeigten Kabeltyp- und Temp.- Werte können verändert werden. Die auswählbaren Kabeltypen kann man in der Kabelbibliothek (**K.BIBL.**) finden. Die so berechnete Kabellänge kann aber den wirklichen Längenwert nur annähern, weil die Temperatur, der Durchmesser und der spezifische Widerstandswert des Kabels nicht überall gleich sind. Deshalb ist es zweckmäßig, die echte Kabellänge aus einem Kabelverlegungsplan mit Hilfe der Funktion **LÄNGE (F5)** einzugeben.

6.6 DC Fehlerortung mit 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 **KMK 8** 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 den fernsteuerbaren Schleifenschalter **KLC 8** 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**

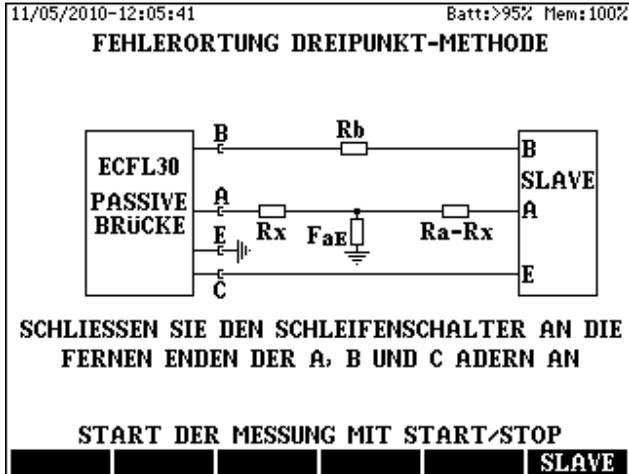
Der L_x/L Wert wird aus den **MK1**, **MK2** und **MK3** Werten ermittelt.

WICHTIGE BEMERKUNG:

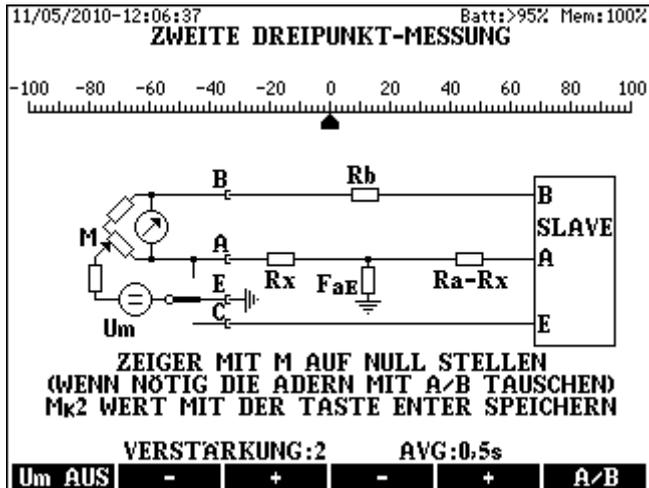
In allen praktischen Fällen ist der **MK1** Wert Null, deswegen wird die erste Messung automatisch übersprungen und nur die zweite und dritte Zweipunkt-Messung wird durchgeführt.

Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **DC FEHLERORTUNG / DREIPUNKT METHODE**. Nach Drücken der Taste **ENTER** wird die Messanordnung angezeigt (mit oder ohne KLC 8):



Mit Drücken der Taste **START/STOP** ist die Brücke abgleichbereit:

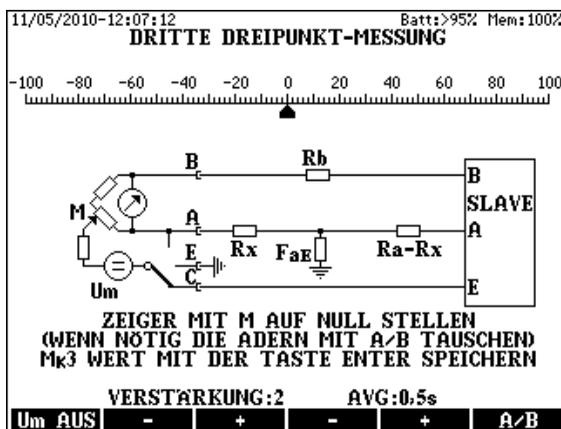


Die Abgleich-Methode:

- Wählen Sie die minimale Verstärkung mit der Taste **F2**.
- Schalten Sie die Messspannung mit der Taste **Um AUS (F1)** aus und bei gedrückter Taste warten Sie, bis der Zeiger eine stabile Position erreicht hat. Solange die Taste gedrückt ist, misst KMK 8 die DC- Fremdspannung. Nach dem Loslassen der Taste führt KMK 8 eine Nullpunkt Korrektur 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 **F3** erhöhen Sie stufenweise die Verstärkung und wiederholen die letzten zwei Punkte bis zu einem perfekten Abgleich. Der Abgleich ist perfekt, wenn die Verstärkung 4 oder 5 ist und der Zeiger sowohl bei gedrückter als auch losgelassener Taste **F1** auf 0 steht.

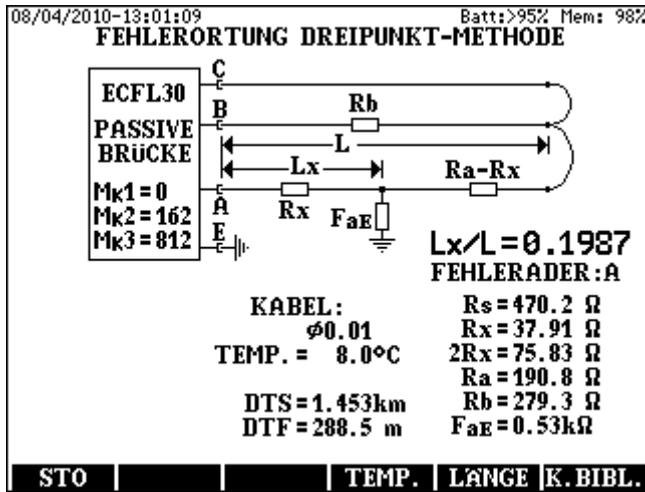
Der Nullindikator führt zahlreiche Messungen pro Sekunde durch. Der Zeiger gibt immer das letzte Ergebnis an. Wenn die Leitung geräuschbelastet ist, schwankt der Zeiger um einen Mittelwert und deshalb ist ein Abgleich schwierig. Die Schwankung kann durch eine Mittelwertbildung reduziert werden. Einstellbar sind fünf Mittelungsstufen: 0, 0.5, 1, 2 oder 4 Sekunden (0 bedeutet keine Mittelwertbildung).

- Die Mittelwertbildungszeit kann mit den Tasten **F4** oder **F5** eingestellt werden.
- Ist der Abgleich fertig drücken Sie **ENTER**. Jetzt ist das Messergebnis gespeichert und erscheint das nächste Messbild:



Gleichen Sie die Brücke wieder ab und drücken anschließend **ENTER**.

Danach werden die Ergebnisse angezeigt.



Die angezeigten Parameter:

- **L_x/L Wert**
- **R_x** Widerstand vom Messort bis Fehlerort
- **2R_x = (L_x/L)xR_s**
- **R_a** und **R_b** Aderwiderstandswerte
- **R_a + R_b** Schleifenwiderstand
- **F_{aE}** Erdschlusswiderstand

Drücken Sie die Taste **STO (F1)**, um das Messergebnis zu speichern.

BEMERKUNG

Die Ergebnisse werden aus den gemessenen Werten **MK2**, **MK3** und dem Schleifenwiderstand ermittelt.

Mögliche spezielle Aktionen nach der Messung:

Die angezeigten Kabeltyp- und Temp.- Werte können verändert werden. Die auswählbaren Kabeltypen kann man in der Kabelbibliothek (**K.BIBL. F6**) finden. Die so berechnete Kabellänge kann aber den wirklichen Längenwert nur annähern, weil die Temperatur, der Durchmesser und der spezifische Widerstandswert des Kabels nicht überall gleich sind. Deshalb ist es zweckmäßig, die echte Kabellänge aus einem Kabelverlegungsplan mit Hilfe der Funktion **LÄNGE (F5)** einzugeben.

6.7 DC Fehlerortung mit K upfm uller Methode

Zweck dieser Messung ist die Fehlerortung, wenn beide Adern Erdschluss haben. Das **KMK 8** 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 sogenannte K upfm uller Bedingung sollte erfüllt werden:

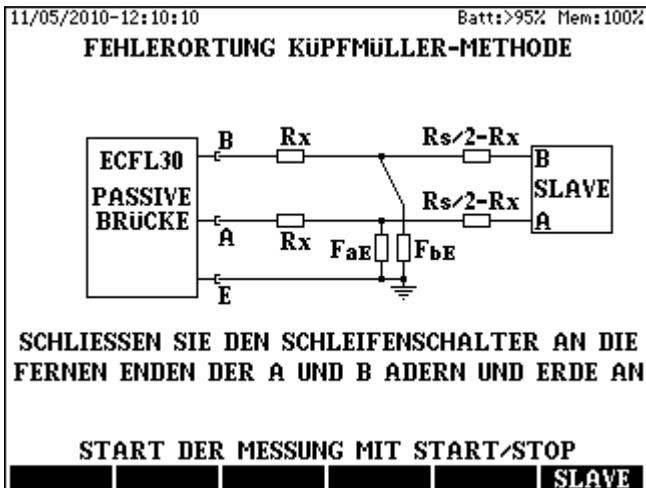
$$0,5 > F_{aE} / F_{bE} > 2$$

Messverfahren

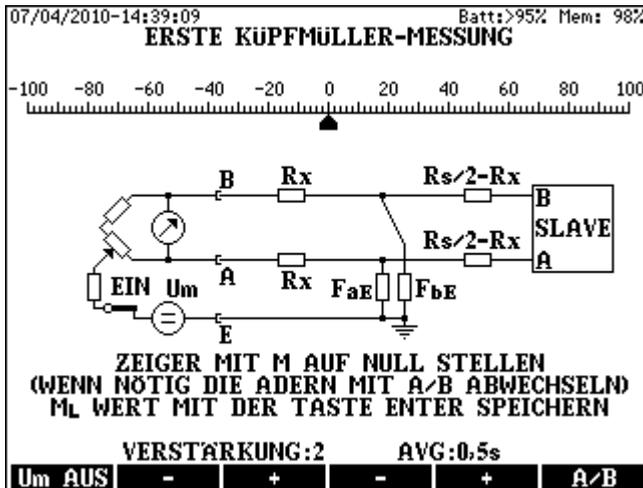
Wählen Sie die Betriebsart **DC FEHLERORTUNG: DC K UPFM ULLER METHODE** und drücken Sie **ENTER**. Nach Drücken der Taste **ENTER** wird die Messanordnung angezeigt. Die Messung mit der K upfm uller-Methode besteht aus zwei Messungen:

Bei der ersten Messung ist das ferne Ende des Aderpaares geöffnet, bei der zweiten Messung kurzgeschlossen.

Dies kann entweder manuell oder durch den fernsteuerbaren Schleifenschalter **KLC 8** durchgeführt werden.



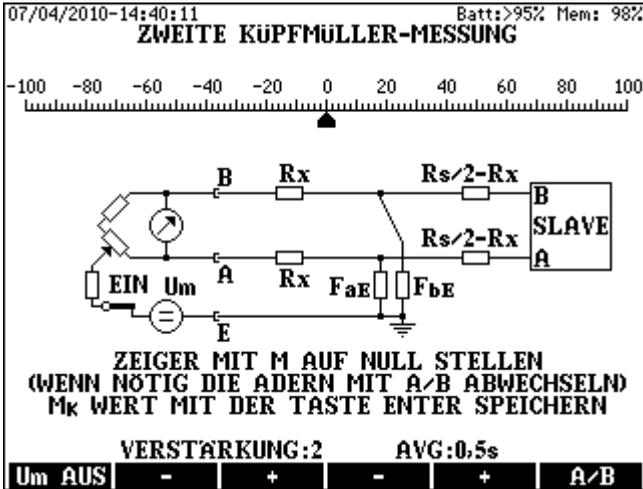
Nach Drücken der Taste **START/STOP** kann die Brücke abgeglichen werden.



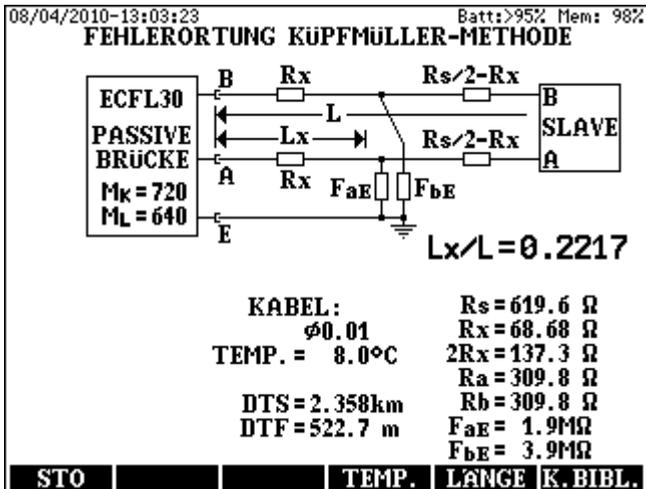
Die Abgleich-Methode:

- Wählen Sie die minimale Verstärkung mit der Taste F2
- Schalten Sie die Messspannung mit der Taste **Um AUS (F1)** aus und bei gedrückter Taste warten Sie, bis der Zeiger eine stabile Position erreicht hat. Solange die Taste gedrückt ist, misst **KMK 8** die DC- Fremdspannung. Nach dem Loslassen der Taste führt **KMK 8** 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 der Skala. Mit der Taste **F3** steigern Sie stufenweise die Verstärkung und wiederholen die letzten zwei Punkte bis zum perfekten Abgleich. Der Abgleich ist perfekt, wenn die Verstärkung 5 ist und der Zeiger sowohl bei gedrückter als auch losgelassener Taste **F1** 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 und 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). Die Mittelwertbildungszeit kann mit den Tasten **F4** oder **F5** eingestellt werden.

- Gleichen Sie die Brücke ab. Nach Drücken der Taste **ENTER** wird der Messwert **ML** gespeichert und erscheint das zweite Messbild. Nach Drücken der Taste **START/STOP** ist die Brücke wieder abgleichbereit.



Gleichen Sie die Brücke wieder ab und drücken Sie **ENTER**. Nach Drücken der Taste **ENTER** wird der Messwert **MK** gespeichert und die Ergebnisse werden angezeigt.



Die angezeigten Parameter:

- **ML-** und **MK-**Werte
- **Lx/L Wert**
- **Rs = Ra + Rb** Schleifenwiderstand
- **Rx** Widerstand vom Messort bis Fehlerort
- **2Rx = (Lx/L)xRs**
- **Ra** und **Rb** Aderwiderstandswerte
- **FaE** und **FbE** Erdschlusswiderstände

Drücken Sie die Taste **STO (F1)**, um das Messergebnis zu speichern.

Mögliche spezielle Aktionen nach der Messung:

Die angezeigten Kabeltyp- und Temp.- Werte können verändert werden. Die auswählbaren Kabeltypen kann man in der Kabelbibliothek (**K.BIBL. F6**) finden. Die so berechnete Kabellänge kann aber den wirklichen Längenwert nur annähern, weil die Temperatur, der Durchmesser und der spezifische Widerstandswert des Kabels nicht überall gleich sind. Deshalb ist es zweckmäßig, die echte Kabellänge aus einem Kabelverlegungsplan mit Hilfe der Funktion **LÄNGE (F5)** einzugeben.

6.8 AC Fehlerortung mit K pfm ller Methode

Zweck dieser Messung ist die Fehlerortung, wenn beide Adern Erdschluss haben. Das **KMK 8** misst mit dieser Methode der Fehlerort auch dann genau, wenn das Kabel mit **DC Fremdspannung** behaftet ist.

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

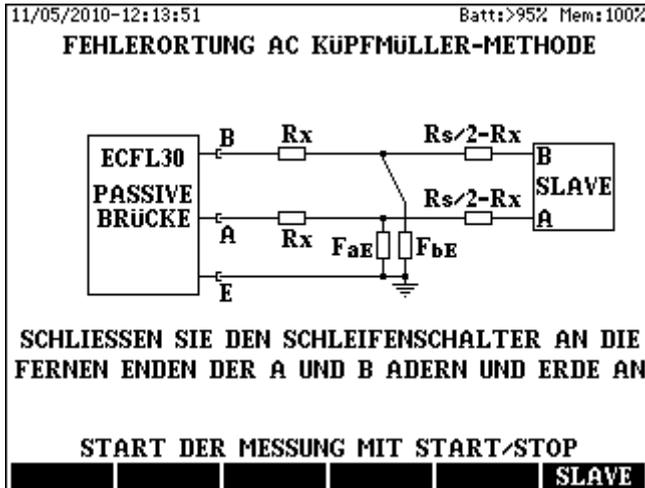
Der Isolationswiderstand zwischen den beiden Adern sollte mindestens 100-mal höher als der Schleifenwiderstand sein und die sogenannte K pfm ller Bedingung sollte erfüllt werden:

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

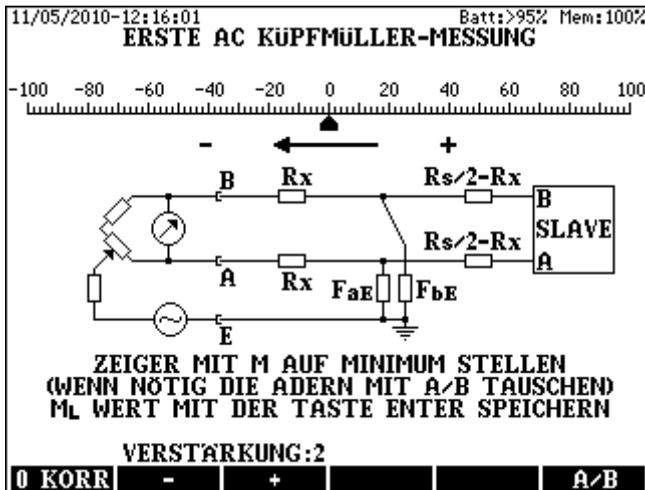
Die Messung mit der AC K pfm ller-Methode besteht aus zwei Messungen: Bei der ersten Messung ist das ferne Ende des Aderpaares geöffnet, bei der zweiten Messung ist das ferne Ende kurzgeschlossen. Dies kann entweder manuell oder durch den fernsteuerbaren Schleifenschalter **KLC 8** durchgeführt werden.

Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **AC FEHLERORTUNG: AC KÜPFMÜLLER METHODE** und drücken Sie **ENTER**. Nach Drücken der Taste **ENTER** wird die Messanordnung angezeigt:

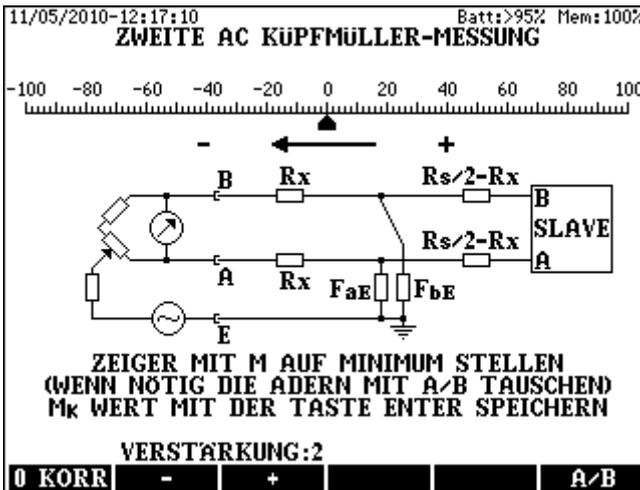


Nach Drücken der Taste **START/STOP** kann die Brücke abgelesen werden



Die Abgleich-Methode:

- Wählen Sie die minimale Verstärkung mit der Taste **F2**
- Mit dem Abgleichpotentiometer **M** stellen Sie den Zeiger auf den Minimalwert der Skala. Der Minimalwert kann sowohl auf der Positiv- als auch auf der Negativseite vorkommen.
- Mit Druck auf die Taste **0 KORR (F1)** können Sie den Zeiger auf die Mitte der Skala schieben
- Mit der Taste **F3** 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**. Jetzt wird der Messwert **ML** gespeichert und es erscheint das zweite Messbild.
- Nach Drücken der Taste **START/STOP** ist die Brücke wieder abgleichbereit.



Nach dem zweiten Abgleich und Drücken der Taste **ENTER** werden die Ergebnisse angezeigt.

Die gemessenen Parameter:

- **Lx/L Wert**
- **Rs = Ra + Rb** Schleifenwiderstand
- **Rx** Widerstand vom Messort bis Fehlerort
- **2Rx = (Lx/L)xRs**
- **Ra** und **Rb** Aderwiderstandswerte
- **FaE** und **FbE** Erdschlusswiderstände

Drücken Sie **STO (F1)**, um das Messergebnis zu speichern

Mögliche spezielle Aktionen nach der Messung:

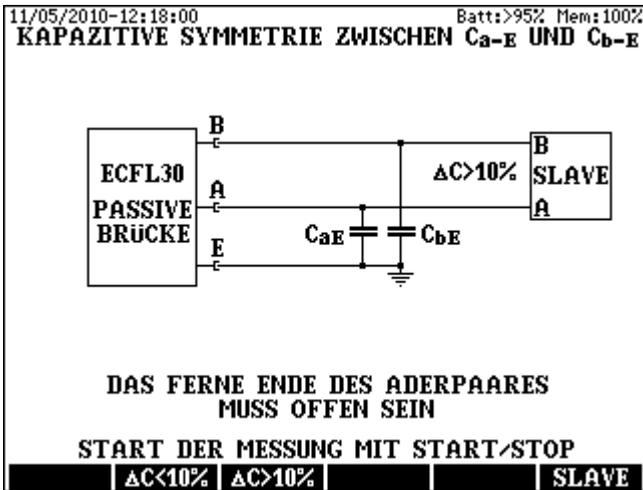
Die angezeigten Kabeltyp- und Temp.- Werte können verändert werden. Die auswählbaren Kabeltypen kann man in der Kabelbibliothek (**K.BIBL. F6**) finden. Die so berechnete Kabellänge kann aber den wirklichen Längenwert nur annähern, weil die Temperatur, der Durchmesser und der spezifische Widerstandswert des Kabels nicht überall gleich sind. Deshalb ist es zweckmäßig, die echte Kabellänge aus einem Kabelverlegungsplan mit Hilfe der Funktion **LÄNGE (F5)** einzugeben.

6.9 Kapazitive Symmetrie Messung

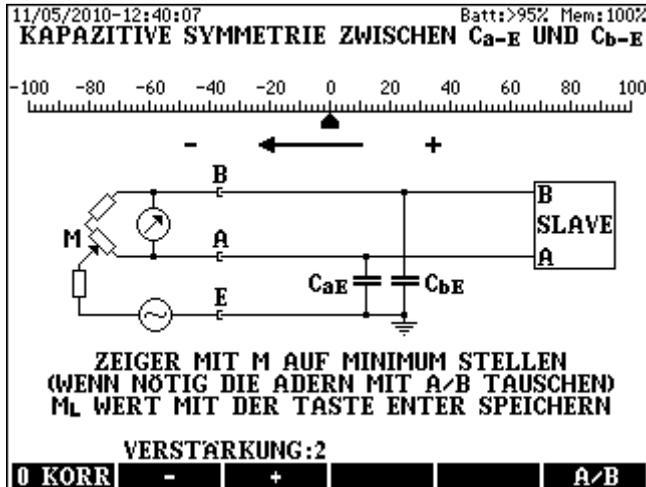
Zweck dieser Messung ist es, die Symmetrie der Kapazitäten gegen Erde zu messen (**Ca-E** und **Cb-E**). Die Messung ist als eine Murray-Messung realisiert worden. Das **KMK 8** misst mit dieser Methode die Kapazitive Symmetrie auch dann genau, wenn das Kabel mit AC Längsspannungen behaftet ist.

Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **AC FEHLERORUNG / KAPAZITIVE SYMMETRIE**. Nach Drücken der Taste **ENTER** wird die Messanordnung angezeigt: Während der Symmetriemessung muss das ferne Ende des zu messenden Aderpaares entweder manuell oder durch den fernsteuerbaren Schleifenschalter **KLC 8** geöffnet werden.



Starten Sie die Messung mit der Taste **START/STOP**. Jetzt kann die Brücke abgeglichen werden.



Die Abgleich-Methode:

- Wählen Sie die minimale Verstärkung mit der Taste **F2**
- Mit dem Abgleichpotentiometer **M** stellen Sie den Zeiger auf den Minimalwert der Skala. Der Minimalwert kann sowohl auf der Positiv- als auch auf der Negativseite vorkommen
- Mit einem Druck auf die Taste **0 KORR (F1)** können Sie den Zeiger auf die Mitte der Skala schieben
- Mit der Taste **F3** steigern Sie stufenweise die Verstärkung und wiederholen die letzten zwei Punkte bis zum 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**
- Jetzt werden die Ergebnisse angezeigt.

Die angezeigten Parameter:

- **Lx/L**
- **UNSYM. %**

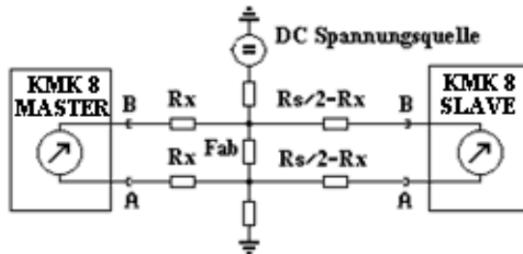
Drücken Sie **STO (F1)**, um das Messergebnis zu speichern

BEMERKUNG

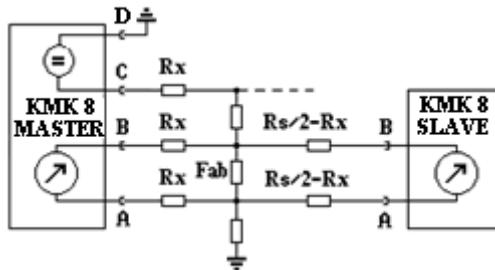
Das Ergebnis wird aus dem gemessenen **ML** Wert ermittelt.

7 SYNCHRONISIERTE END TO END MESSUNG

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 KMK 8 eine weiterentwickelte Version der guten alten Graaf Methode und misst den Fehlerort mit der DC Komponente der Fremdspannung.



Ist die DC Fremdspannung zu klein, kann man die eigene Messspannung ($U_m = -100V$, $R_i = 100\text{ k}\Omega$) des KMK 8 Gerätes als „DC Fremdspannung“ verwenden. Dazu soll man eine dritte Ader mit der Buchse **C** und der Kabelschirm mit der Buchse **D** (blaue Buchse des Einganges **L2**) verbinden.



Bei dieser Betriebsart werden zwei KMK 8 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:

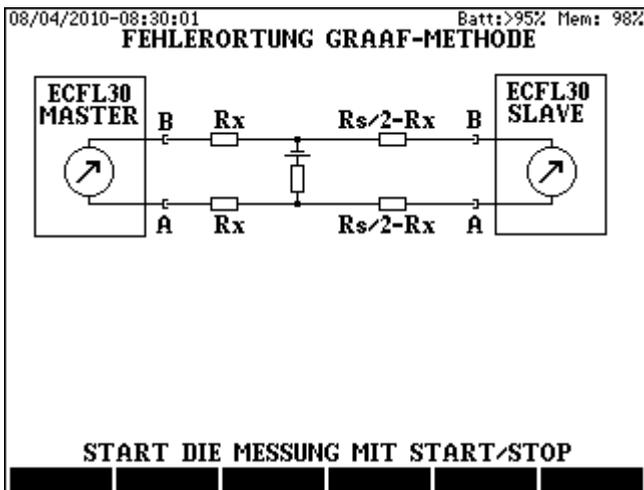
- Diese Betriebsart ist nur dann anwendbar, wenn zwischen den Adern **A** und **B** eine genügend hohe DC Fremdspannung liegt, die Fremdströme in der GröÙeordnung von $>10 \mu\text{A}$ über die Messgeräteeingänge treiben kann.
- Je größer die DC Fremdspannung ist, umso genauer wird die Fehlerortung!

Ein **KMK 8** kann man, abhängig von der Einstellung, als **MASTER** oder als **SLAVE** anwenden.

Für die **SLAVE**-Aufgabe steht eine vereinfachte Version des KMK 8 das **KMK 80S** als optionales Zubehör zur Verfügung.

Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **GRAAF-METHODE** aus dem **PASSIVE BRÜCKE** Menü. Nach Drücken der Taste **ENTER** wird die Messanordnung angezeigt:

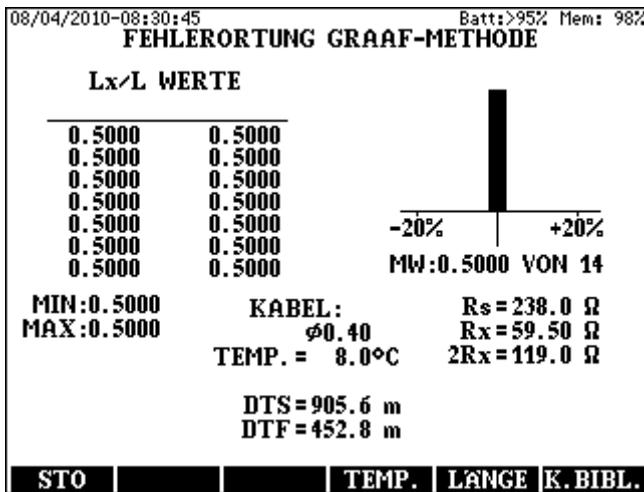


Die Messung kann durch Drücken der Taste **START/STOP** gestartet werden.

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 KMK 8 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.



Die angezeigte Messergebnisse:

- Die vierzehn gemessene **Lx/L** relative Fehlerortentfernungen. Die bei Mittelwertbildung nicht berücksichtigte **Lx/L** Werten werden mit Sternchen versehen.
- Der Mittelwert **MW** und die Anzahl der berücksichtigten **Lx/L** Werten.
- Die minimale und maximale **Lx/L** Werte
- Ein Histogramm das die Streuung der **Lx/L** Werte anzeigt
- **Rs** ein Annäherungswert des Schleifenwiderstandes
- **Rx** ein Annäherungswert des Aderwiderstandes zwischen Master und dem Fehlerort
- **DTS** Kabellänge berechnet vom **Rs** und den Parameter des ausgewählten Kabeltyps.
- **DTF** Fehlerortentfernung berechnet vom **Rs** und **Lx/L**.

Die Messergebnisse können mit der Taste **STO (F1)** gespeichert werden.

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 schwarz, 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:

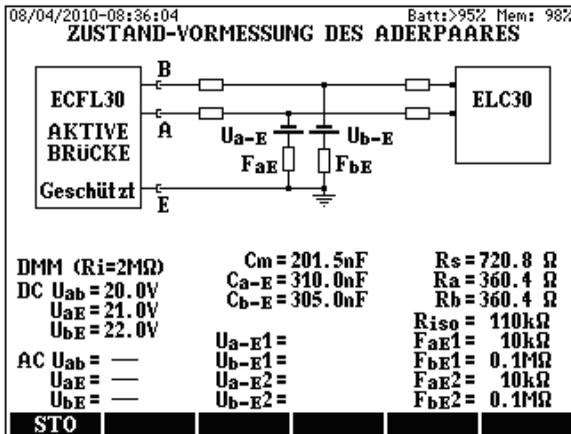
- Das Histogramm einer **einwandfreien Messung** ist eine einzige schwarze Säule. Dies bedeutet, dass fast alle gemessenen relativen Fehlerortentfernungen in den $\pm 3.5\%$ Bereich des Mittelwertes fallen.
- Es kann angenommen werden, dass auch dann ein **genügend genaues Messergebnis** vorliegt, wenn 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.

8 VORMESSUNGEN

8.1 Zustand-Vormessung

Zur Erkennung der optimalen Fehlerortungsbetriebsart steht im Menü **VORMESSUNG** eine „**ZUSTAND-VORMESSUNG**“ Betriebsart zur Verfügung. Zu dieser Messung muss unbedingt der Schleifenschalter KLC 8 (oder KMK 80S) 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



Bei der „**ZUSTAND-VORMESSUNG**“ ist als „default“ die Betriebsart **AUTO** eingeschaltet. In dieser Betriebsart wird zunächst „Hochempfindlich“ gemessen und nur dann auf „Fremdstromgeschützt“ umgeschaltet, wenn der „hochempfindliche“ Eingangsverstärker übersteuert wird. Anschließend wird die Messung wiederholt. Wird der „fremdstromgeschützte“ Eingangsverstärker auch übersteuert, dann soll die Passive Brücke verwendet werden.

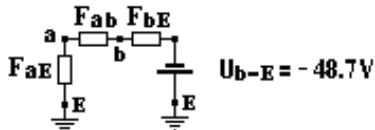
Anhand der Messergebnisse der Zustand-Vormessung kann der Techniker den Zustand der geprüften Aderpaare erkennen.

- Zuerst werden die Erd- oder Nebenschluss-Widerstände **FaE1** und **FbE1** gemessen. Im Falle eines Nebenschlusses zu einer aktiven Nachbarader wird die störende DC Quellenspannung auch angezeigt sofern sie größer ist als 5 Volt. (Bei 100 V Messspannung beeinflussen die Quellenspannungen <5 V die Messungen kaum). Anhand dieser Ergebnisse erkennt der Techniker die Größenordnung der Erd- oder Nebenschluss-Widerstände, bzw. erkennt die störende DC Nebenschluss-Fremdspannung.
- Anschließend werden mit dem eingebauten DMM die DC und AC Fremdspannungen gemessen und angezeigt, sofern >1 Volt. Die so gemessenen DC Spannungen können wegen des nicht unendlich hohen Eingangswiderstandes des DMMs kleiner sein als die gemessenen Quellenspannungen.

Wichtige Bemerkung:

Ist der Isolationswiderstand (**Fab**) zwischen Ader **a** und Ader **b** klein, dann fließt über die Nebenschlusswiderstände (**FbE**) und (**FaE**) von der DC Störspannungsquelle (**Ub-E**) ein DC Störstrom in die Erde (**E**) und man kann an alle drei Widerständen DC Störspannungen messen.

DMM ($R_i=2M\Omega$)
 DC $U_{ab} = -1.5V$
 $U_{aE} = -12.5V$
 $U_{bE} = -14.0V$

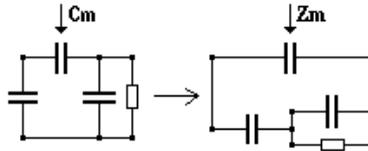


- Anschließend werden die physikalischen Erdkapazitäten **Ca-E** und **Cb-E** gemessen. Daran kann man Aderbrüche oder eine Unsymmetrie erkennen.

Wichtige Bemerkungen:

Der Schleifenschalter KLC 8 und der Slave KMK 8S haben eine Eingangskapazität (**Cab**) von ca. 500 pF, was bei besonders kurzen Kabeln die Genauigkeit der Kapazitätsmessung beeinflussen kann.

Ist eine Erdschluss- oder Nebenschlusswiderstand klein, dann können die Erdkapazitätsmessungen ungenau werden, weil von der realen Kapazität eine komplexe Impedanz geworden ist.

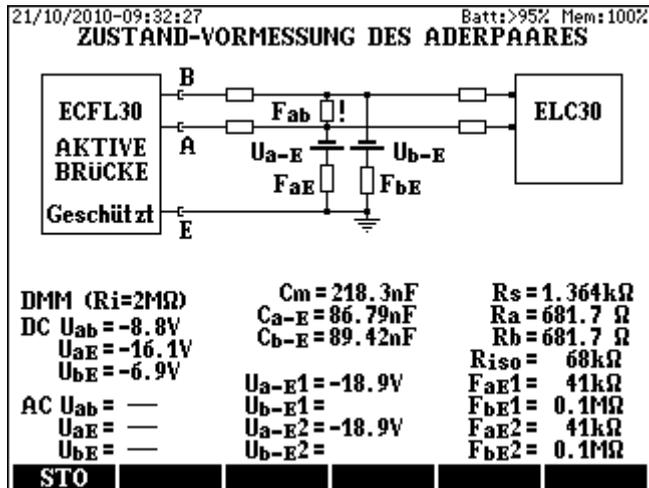


- Anschließend werden die Erd- oder Nebenschluss-Widerstände **FaE2** und **FbE2**, bzw. die störende DC Quellenspannungen wiederholt gemessen. Haben diese nicht die gleichen Werte wie bei den ersten Messungen, zeigt das, dass entweder die Isowiderstände oder die DC Quellenspannungen schwanken. Ist diese Schwankung hoch, können fast alle in dem Betriebsart Zustand-Vormessung gemessenen Werte falsch sein!
- Anschließend wird der Schleifenwiderstand **Rs** gemessen.

- Anschließend wird es geprüft ob die Bedingung

$$F_{ab} > 100 \text{ Rs}$$

erfüllt ist oder nicht. Ist diese Bedingung **nicht erfüllt**, dann erscheint am Ergebnisbild zwischen Ader **a** und Ader **b** ein Widerstand mit einer Warnung **Fab !**.



Ist der **FaE + FbE** Widertandswert nicht hundertmal größer als **Rs**, d.h. die Bedingung

$$(FaE + FbE) > 100Rs$$

wird nicht erfüllt, dann erscheint auch die Warnung **Fab !**. Das Programm kann aber nicht erkennen, dass wegen einem **Fab** Isolationsfehler oder wegen zu kleine **FaE + FbE** Isolationswiderstände die Bedingungen nicht erfüllt wurden.

- Am Ende der Zustand-Vormessung werden die Aderwiderstände **Ra** und **Rb** gemessen. Ist aber der **FaE + FbE** Widertandswert nicht hundertmal größer als **Rs**, d.h. die Bedingung

$$(FaE + FbE) > 100Rs$$

wird nicht erfüllt, dann können die gemessenen **Rs**, **Ra** und **Rb** Werte falsch sein. In solchen Fällen werden die gemessenen Werte automatisch umgerechnet.

Sind die **Ra** und **Rb** Aderwiderstände ungleich, dann muss die Fehlerortung mit der Dreipunkt Methode und zweckmäßig mit der Passive Brücke durchgeführt werden.

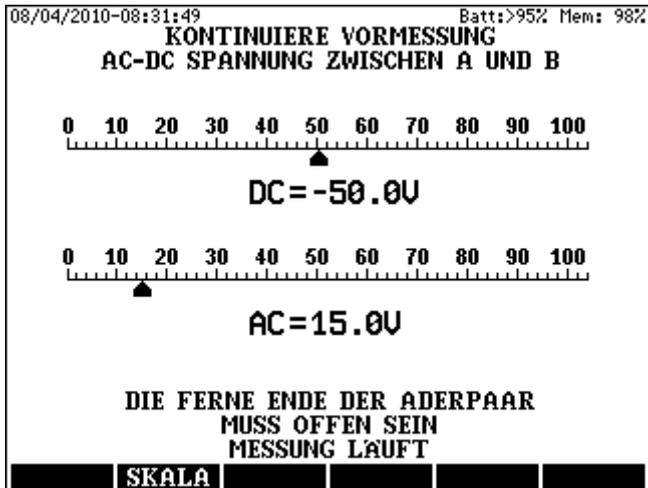
8.2 AC DC Spannungsmessung

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

Messverfahren

- Öffnen Sie die fernen Enden der zu messenden Aderpaaren.
- Wählen Sie die Betriebsart **VORMESSUNGEN/AC DC SPANNUNG** und drücken Sie **ENTER**

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



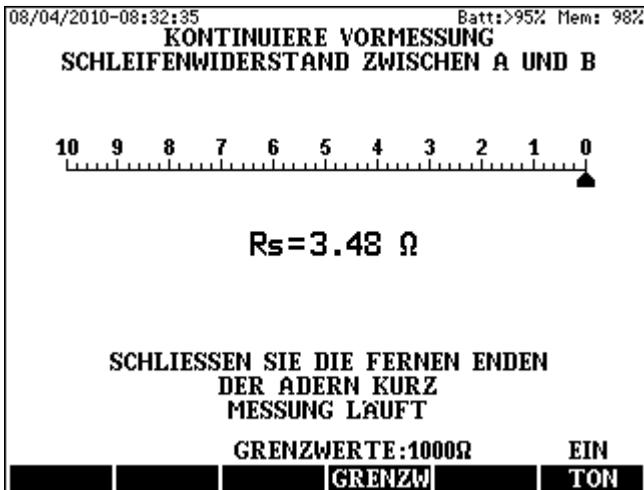
8.3 Schleifenwiderstandsmessung

Zweck dieser Betriebsart ist die Reihenschaltung der Schleifenwiderstände von Aderpaaren.

Messverfahren

- Schließen Sie die fernen Enden der zu messenden Aderpaare kurz (manuell oder mit dem KLC 8).
- Wählen Sie die Betriebsart **VORMESSUNGEN / SCHLEIFENWIDERSTAND** und drücken Sie **ENTER**

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 **GRENZW (F4)** eingeben. Den Warnton kann man mit der Taste **TON (F6)** ein- und ausschalten.

8.4 Isolationswiderstandsmessung

Zweck dieser Betriebsart ist die Reihenmessung der Isolationswiderstände von Aderpaaren.

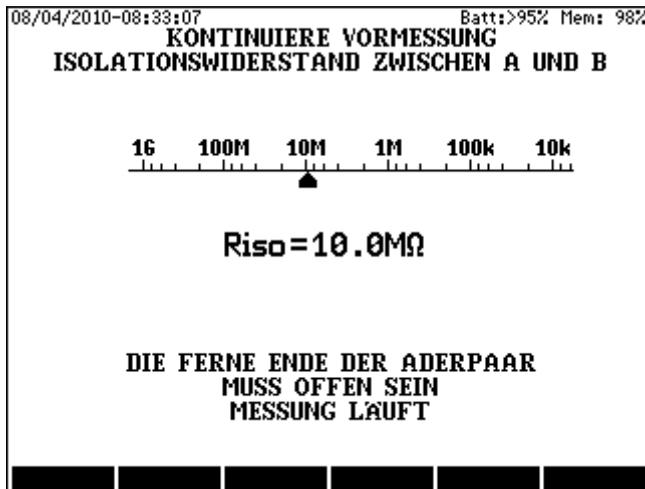
In dieser Betriebsart misst das **KMK 8** sehr schnell und kann deshalb nur an fremdspannungsfreien Leitungen verwendet werden.

Messbereich ist 10 k Ω bis 300 M Ω .

Messverfahren

- Öffnen Sie die fernen Enden der zu messenden Aderpaare.
- Wählen Sie die Betriebsart **VORMESSUNGEN / ISOLATIONS-WIDERSTAND** und drücken Sie **ENTER**.

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



8.5 DC Strommessung

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

Messverfahren

- Schliessen Sie die fernen Enden der zu messenden Aderpaare kurz (manuell oder mit dem Schleifenschalter KLC 8).
- Wählen Sie die Betriebsart **VORMESSUNGEN / DC STROM** und drücken Sie **ENTER**



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

8.6 Kabeltemperaturmessung

Wählen Sie in dem Hauptmenü die Betriebsart **MANUELLE MESSUNGEN: VORMESSUNGEN / KABELTEMPERATUR** und drücken Sie **ENTER**. Schließen Sie das Thermometer (geliefert als Option) zu den Buchsen **A** und **B**. Mit drücken der Taste **START/STOP** wird die Messprozedur begonnen und die Temperatur wird kontinuierlich gemessen und angezeigt. Es ist empfehlenswert abzuwarten, bis die gemessene Temperatur einen beständigen Wert erreicht. Die gemessene Temperatur kann durch Betätigung der Taste **F3** gespeichert und in die Kabelbibliothek bzw. in die Messergebnisbilder übertragen werden. Mit **START/STOP** kann man die Messung - ohne Speicherung - abstellen und wieder starten.

9 AUTOMATISCHE MESS-SEQENZEN

9.1 Automatischer Schnelltest

Der Zweck dieser Betriebsart ist, eine schnelle Information über den Zustand eines unbekanntes Aderpaares zu erhalten. Die Messzeit beträgt ca. 45 Sekunden. Innerhalb dieser Zeit werden die folgenden Parameter gemessen:

AC, DC Spannungen:

- Zwischen a und b
- Zwischen Ader a und Erde
- Zwischen Ader b und Erde

Isolationswiderstände (max. 300 MΩ)

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

Kapazität

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

Kapazitive Unsymmetrie

- Zwischen Ca-E und Cb-E

Bemerkung

Die ISO und 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 **MESS SEQUENZEN / AUTOMATISCHER SCHNELLTEST** und drücken Sie **ENTER**.

08/04/2010-08:36:55 Batt:>95% Mem: 98%

AUTOMATISCHE SCHNELLTEST

	ab	aE	bE
DC			
AC			
ISO			
C			

B
SLAVE
A
E

KAPAZITIVE SYMMETRIE
Lx/L SYM.

--	--	--

**DIE FERNE ENDE DER ADERPAAR
MUSS OFFEN SEIN**

START DIE MESSUNG MIT START/STOP

SLAVE

Starten Sie die Messung mit der Taste **START/STOP**

Drücken Sie die Taste STO (F1), um das Messergebnis zu speichern.

9.2 Automatischer Qualitätstest

Der Zweck dieser Betriebsart ist Feststellung der Qualität eines bekannten Aderpaares. Die Messzeit beträgt ca. 130 Sekunden. Innerhalb dieser Zeit werden die folgenden Parameter gemessen:

Isolationswiderstände (max. 10 GΩ)

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

- **Rs**

Widerstandsdifferenz

Bemerkung

Die ISO und C Messungen sind Messungen gemäß der Norm EN 50289-1-5:2001.

Messverfahren

Öffnen Sie die fernen Enden des Aderpaares. Wählen Sie die Betriebsart **MESS SEQUENZEN / QUALITÄTSTEST** und drücken Sie **ENTER**

08/04/2010-08:38:40		Batt:>95% Mem: 98%						
AUTOMATISCHE QUALITÄTSTEST								
	ab	aE	bE	<table border="1"> <tr><td>-B</td></tr> <tr><td>SLAVE</td></tr> <tr><td>-A</td></tr> <tr><td>-E</td></tr> </table>	-B	SLAVE	-A	-E
-B								
SLAVE								
-A								
-E								
ISO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>					
C	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>					
KAPAZITIVE SYMMETRIE								
Lx/L SYM.								
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>					
WIDERSTANDSDIFFERENZ								
Rs	Ra	Rb	ΔR	$2\Delta R/Rs$				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
START DIE MESSUNG MIT START/STOP								
				SLAVE				

Starten Sie die Messung mit der Taste **START/STOP**

Drücken Sie die Taste **STO (F1)**, um das Messergebnis zu speichern.

10 BATTERIEMANAGER

Das KMK 8 ist mit einem prozessorgesteuerten automatischen Batteriemanagersystem ausgerüstet, das die nachfolgend beschriebenen Merkmale aufweist:

- Ladezustand-Überwachung und
- Kontrolle des Aufladeprozesses:
- Normalladung
- Schnell-Ladung
- Batterie - Regenerierung
- Batterie - Initialisierung
- Schutz gegen Tiefentladung

Die Batteriemanagerfunktionen werden im Menü **HAUPTMENÜ** / **BATTERIEMANAGER** aufgerufen.

10.1 Ladezustand Überwachung

Das Batteriemanagersystem überwacht ständig den Ladezustand der Batterie. Wenn das **KMK 8** eingeschaltet ist, wird der Ladezustand in % angezeigt.

10.2 Normalladung

Wenn der Netzadapter (d.h. das Ladegerät) angeschaltet ist und der Ladezustand des Gerätes unter 60% sinkt, startet der Batteriemanager die Normalladung automatisch mit 0.1C, wobei C die normale Kapazität der eingebauten Batterie ist. Ist die Batterie aufgeladen, stoppt das System den Ladeprozess automatisch.

Während der Normalladung leuchtet die LED **CHARGE** (Ladung) kontinuierlich. Am Ende der Ladung wird die LED **CHARGE** abgeschaltet.

10.3 Schnell-Ladung

Die **SCHNELL-LADUNG** kann in **HAUPTMENÜ** / **BATTERIEMANAGER** gestartet werden. Diese Ladung erfolgt mit einem relativ hohen Ladestrom (0.5 C) und dauert ca. 2-3 Stunden lang. Während dieser Zeit kann das Gerät nicht benutzt werden. Kurze Zeit nach dem Starten des Prozesses wird das Gerät automatisch abgeschaltet. Wenn die Batterietemperatur die Umgebungstemperatur um 10°C überschreitet, wird der Ladeprozess automatisch gestoppt. Während der Schnell-Ladung blinkt die LED **CHARGE**. Wenn das Gerät aufgeladen ist, wird der Ladeprozess automatisch gestoppt. Um den Ladezustand zu kontrollieren, kann das Gerät während der Schnell-Ladung eingeschaltet werden.

Nach dem Einschalten erscheint für eine kurze Zeit der Ladezustand in Prozent. Während dieser Zeit kann der Ladeprozess mit der Taste **F3** manuell gestoppt werden. Danach wird das Gerät wieder automatisch abgeschaltet.

10.4 Batterie-Regenerierung

Die Batterie-Regenerierung sollte in regelmäßigen Zeitabständen vorgenommen werden, um die Lebensdauer der Batterie zu verlängern. Wir empfehlen, die Batterieregenerierung alle 2 Monate vorzunehmen. Der Prozess kann im **HAUPTMENÜ** / **BATTERIEMANAGER** / **REGENERIERUNG** gestartet werden und besteht aus zwei Teilen: im ersten Teil wird die Batterie entladen, das Gerät bleibt eingeschaltet; im zweiten wird mit Schnell-Ladung aufgeladen. Während des Prozesses kann das Gerät nicht benutzt werden. Der Ladeprozess kann mit der Taste **F3** manuell gestoppt werden.

10.5 Batterie-Initialisierung

Dieser Prozess ist eigentlich die erste Aufladung der Batterie. Er ist meistens nur dann notwendig, wenn die Batterie ausgetauscht wurde. Nach dem Einschalten wird der Anwender über die Notwendigkeit der Initialisierung informiert. Die Batterie wird mit einer Schnell-Ladung initialisiert, der Prozess ist daher ähnlich wie bei der Schnell-Ladung. Zusätzlich zur Ladung wird auch der Ladezustand kalibriert. Obwohl der Prozess übersprungen oder unterbrochen werden kann, ist dies nicht empfehlenswert, da in diesem Fall der Ladezustand unbekannt bleibt.

Wichtig:

DIE BATTERIEN DÜRFEN NICHT GELADEN WERDEN, WENN DIE UMGEBUNGSTEMPERATUR KLEINER ALS +5°C ODER GRÖßER ALS +45°C IST!

10.6 Batterieabschaltung

Bei Innentemperaturen $>55^{\circ}\text{C}$ wird die interne Batterie abgeschaltet, um eine Zerstörung derselben zu verhindern. Die Batterieabschaltung reagiert bereits bei kurzzeitigen Temperaturerhöhungen, auch wenn die interne Temperatur wieder $< 55^{\circ}\text{C}$ ist.

Die Batterieüberwachung erkennt dann den aktuellen Batterieladezustand nicht mehr, obgleich der ursprüngliche Ladezustand nach wie vor vorhanden ist.

Eine Schnellladung der Batterie soll zum nächst möglichen Zeitpunkt durchgeführt werden.

10.7 Lebensdauer der Batterie

Der Batteriepack ist mit 6 Stk. NiMH Akkuzellen in erstklassischer Qualität aufgebaut. Für diese Zellen sind mindestens 500 Ladezyklen garantiert. Es ist empfohlen nach 4-5 jährigen Gebrauch die Batterie auszutauschen.

10.8 Kontrolle der Batteriezustandes

Man kann eine veraltete Batterie ziemlich leicht erkennen mit dem folgenden Test:

- Laden Sie eine neue Batterie mit Schnellladung auf. Danach schalten Sie die Regenerierung ein. Die komplette Regenerierungsprozedur (Entladung und Aufladung) wird ca. 7 bis 9 Stunden dauern.
- Machen Sie denselben Test mit einer verbrauchten Batterie, dann wird die Regenerierungsprozedur viel schneller, in ca. 4 bis 5 Stunden ablaufen.
- Dauert die Regenerierungsprozedur weniger als 4 bis 5 Stunden, dann muss die Batterie unbedingt ausgetauscht werden.

10.9 Ladevorgang während der Messung

Das Ladegerät ist ein Schaltnetzgerät, das eine enge kapazitive Kopplung zwischen Netz und Messgerät herstellt. Die vom Netz stammenden Fremdspannungen können die Messungen mit der aktiven Brücke stören. Deswegen wird es empfohlen während den aktiven Brückenmessungen den Netzadapter abzutrennen.

11 USB SCHNITTSTELLEN

Die Übertragung der Messdaten ist eine Option und nur dann verfügbar, wenn sie auf dem KMK 8 aktiviert ist!

Das KMK 8 hat zwei USB Schnittstellen für die Datenübertragung zwischen Gerät und PC.

- Die USB A Schnittstelle ist für einen USB Stick (indirekter Transfer)
- Die USB B Schnittstelle ist für Anschluss an einen PC (direkter Transfer)

USB A Port für den USB-Stick

Über die **USB A** Schnittstelle des KMK 8 kann ein USB-Stick an das Gerät angeschlossen werden. Mit diesem USB-Stick können die Daten zwischen PC und KMK 8 ohne Installation eines speziellen Treibers auf den PC übertragen werden. Diese Lösung ist sehr vorteilhaft für Anwender, die keine administrativen Rechte auf ihrem Rechner haben und daher keine Treiberprogramme installieren können.

Bei der Datenübertragung vom KMK 8 auf den USB Stick werden die zu übertragenden Dateien in den Ordner **KMK 8** auf den USB-Stick kopiert.

USB B Port für den PC-Anschluss

Das KMK 8 kann über seine USB B Schnittstelle an einen PC angeschlossen werden. Dazu muss das mitgelieferte Treiberprogramm beim ersten Anschluss auf dem PC installiert werden.

Das KMK 8 **PC-Datenübertragungsprogramm** ELQ30c.exe ist für folgende Zwecke geeignet:

- Übertragung und Nachbearbeitung der Messergebnisse an auf dem PC
- Überprüfung der HW und SW Versionsnummern und anderer Eigenschaften des KMK 8 Gerätes.
- Übertragung vom PC auf USB Stick und vom USB Stick auf PC.

Wichtige Bemerkungen:

Bei allen Messungen darf keine Verbindung zwischen USB-Anschluss und PC bestehen!

Bei hohen Fremdspannungen besteht Zerstörungsgefahr für Messgerät und PC, Fehlmessungen sind möglich!!

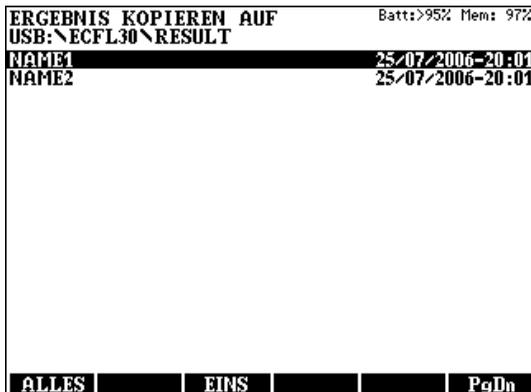
11.1 Übertragung der Ergebnisse vom KMK 8 auf USB Stick

- Stecken Sie den USB Stick in den USB A Schnittstelle des KMK 8
- Rufen Sie das Menü **HAUPTMENÜ / USB STICK** auf

Danach erscheint das folgende Bild:



Wählen Sie **VOM KMK 8 AUF USB STICK** und drücken Sie **ENTER**:



Um ein einzelnes Messergebnis auf den Stick zu kopieren, bewegen Sie den Cursor zu dem Messergebnis und drücken Sie die Taste **EINS (F3)**.
Um alle Ergebnisse auf einmal zu kopieren, drücken Sie **ALLES (F1)**.

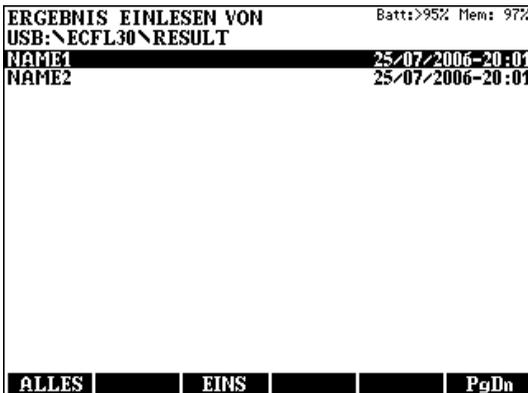
11.2 Übertragung der Ergebnisse vom USB Stick auf KMK 8

- Stecken Sie den USB Stick in den USB A Schnittstelle des KMK 8
- Rufen Sie das Menü **HAUPTMENÜ / USB STICK** auf

Danach erscheint das folgende Bild:



Wählen Sie **VOM USB STICK AUF KMK 8** und drücken Sie **ENTER**:



Um ein einzelnes Messergebnis auf KMK 8 zu kopieren, bewegen Sie den Cursor zu dem Messergebnis und drücken Sie die Taste **EINS (F3)**. Um alle Ergebnisse auf einmal zu kopieren, drücken Sie **ALLES (F1)**

12 STATUS & OPTIONEN

Im **HAUPTMENÜ/STATUS&OPTIONEN** finden Sie wichtige Informationen über den Hardware- und Softwarezustand des Gerätes:

```
08/04/2010-08:43:33                               Batt:>95% Mem: 98%
                STATUS & OPTIONEN

DEVICE TYPE           ECFL30
SERIAL NUMBER        1234567890
INTERNAL ID          00DS1
CPU CARD NUMBER      12345
IF CARD NUMBER       67890
LETZTE KALIBRIERUNG 08/04/2010-08:13:42

CHARGER VERSION      0102030405
BOOT VERSION         1
SOFTWARE VERSION     3.57.7

OPTIONEN
  PC-DATENÜBERTRAGUNG AKTIVIERT
```

Wichtige Bemerkungen:

Für die Datenübertragung auf einen PC müssen die PC-Software und die Gerätesoftware die gleichen Versionsnummern haben!

Hier ist auch ersichtlich, welche Software-Optionen erhältlich sind und welche auf diesem Gerät aktiviert sind (aktiviert / nicht aktiviert).

Bei einer nachträglichen Bestellung von Softwareoptionen (d.h. nach der Auslieferung) geben Sie uns bitte alle auf dieser Bildschirmseite angezeigten Daten an, damit Sie die neuen Optionen auf diesem Gerät installieren können.

13 UPGRADE (KMK8u.exe)

Die Software des KMK 8 kann ohne weitere Geräteeingriffe aktualisiert werden. Dabei wird die neue Software mit dem Start der Upgradedatei von einem PC ins Gerät überspielt. Diese Datei wird vom Hersteller geliefert und beinhaltet auch die Beschreibung des Upgradeprozesses. Gehen Sie wie folgt vor, um den KMK 8 in Upgrade Betriebsart zu setzen:

- Rufen Sie das Menü **HAUPTMENÜ / EINSTELLUNGEN** auf
- Wählen Sie mit den vertikalen Cursortasten den Menüpunkt **UPGRADE** aus
- Drücken Sie **ENTER**

Danach wartet das Gerät auf die Upgradedaten vom PC. Um diese Betriebsart ohne Upgrade zu verlassen, schalten Sie das Gerät einfach aus.

14 DEMOPROGRAMM (KMK8d.exe)

Wenn das Demoprogramm läuft, wird die Frontplatte des KMK 8 mit Display und Tastatur am PC-Bildschirm angezeigt. Wenn Sie die Tasten mit der Maus anklicken, wird sich das virtuelle Gerät wie ein reelles Messgerät verhalten. Der Anwender kann auf dieser Weise virtuelle Messungen durchführen

15 EINSTELLUNGEN

Die **EINSTELLUNGEN** können direkt aus dem Hauptmenü erreicht werden.



Die einzelnen Parameter können mit den vertikalen Cursortasten erreicht und mit **ENTER** ausgewählt werden.

Der Anwendername kann über die Tastatur (wie eine SMS bei einem Handy) eingegeben werden und wird mit den Messergebnissen abgespeichert. (Leerstelle mit Taste **0** zweimal, Rückschritt mit **←**, Bestätigung mit **ENTER**, Abbruch mit **ESC**).

Die Uhrzeit und das Datum werden mit den Nummerntasten eingegeben.

Die Abschaltzeit (Dauer bis zur Abschaltung nach dem letzten Tastendruck) und die Sprache werden mit den vertikalen Cursortasten und mit **ENTER** verstellt.

Im SLAVE-Betrieb und während einer Messung ist diese Abschaltautomatik nicht aktiv.

TASTENTON und **STO WARNUNG** (Speicherwarnung) können mit **ENTER** eingeschaltet (Stern sichtbar) bzw. ausgeschaltet (Stern nicht sichtbar) werden.

Bei der Wiederherstellung der Grundeinstellungen (Werkseinstellungen) werden alle Messeinstellungen und andere Einstellungen zurückgesetzt. Der Messergebnisspeicher wird jedoch nicht gelöscht.

16 SCHLEIFENSCHALTER KLC 8

Die Aufgabe des Schleifenschalters ist das Kurzschließen oder Öffnen der fernen Enden der beiden Adern eines zu messenden Aderpaares. Der Schleifenschalter kann bei fast allen Kabelmessungen angewandt werden. Der Schleifenschalter hat drei Anschlussleitungen:

- Die rote Leitung für Ader **A**
- Die schwarze Leitung für Ader **B**
- Die grüne Leitung für Erde (Kabelschirm) oder für Ader **C**

Der Schleifenschalter wird vom KMK 8 automatisch gesteuert. Es gibt die folgenden Schalterstellungen:

- Alle drei Eingänge (**A**, **B** und **E**) sind offen (für Isolationswiderstand- und Kapazitätsmessungen)
- **A** und **B** Eingänge sind kurzgeschlossen und **E** ist offen (für Schleifenwiderstand- und Fehlerortungsmessungen mit Murray- und Kूपfmüller- Methoden)
- Alle drei Eingänge (**A**, **B** und **E**) sind kurzgeschlossen (für 2-Ader und Erde- bzw. Widerstandsdifferenzmessungen und Fehlerortungsmessung mit Dreipunkt-Methode)
- **A** und **B** Eingänge werden ohne Fernsteuerung periodisch geöffnet und kurzgeschlossen mit einer Periodenzeit von 5 Sekunden (für Betriebsart Impulsreflektometer). Diese periodische Umschaltung wird vom Anwender über das KMK 8 oder nach 10 Minuten automatisch abgeschaltet.
- **A** und **B** Eingänge werden ohne Fernsteuerung periodisch geöffnet und kurzgeschlossen mit einer Periodenzeit von 15 Sekunden (für Reihenmessungen mit der passiven Brücke in der Betriebsart Fehlerortung Kूपfmüller manuell). Diese periodische Umschaltung wird vom Anwender über das KMK 8 oder nach 10 Minuten automatisch abgeschaltet.
- **A** und **B** Eingänge werden durch Fernsteuerung periodisch geöffnet und kurzgeschlossen (für Fehlerortung mit Repetitive Kूपfmüller-Methode)

Der Schleifenschalter wird durch Drücken der Taste Ein/Aus eingeschaltet. Beim Einschalten leuchtet die grüne LED-Anzeige für eine Sekunde. Beim Ausschalten blinkt die grüne LED-Anzeige öfter für einige Sekunden. Im eingeschalteten Zustand blinkt die grüne LED-Anzeige alle 5 Sekunden einmal. Wird die Batteriespannung niedrig, dann blinkt die LED-Anzeige gelb. Wenn die LED-Anzeige rot blinkt, dann ist die Batterie zu ersetzen.

Der Schleifenschalter schaltet sich 4 Stunden nach der letzten Fernsteuerung automatisch aus.

Der Schleifenschalter wird durch drei AA (LR6) Trockenbatterien gespeist. Ein Batteriesatz reicht für ca. 1200 Betriebsstunden.

17 INTELLIGENTER SCHLEIFENSCHALTER KMK 80S (OPTIONAL)

Bei der synchronisierten End to End Messung wird mit Hilfe des KMK 80S der Strom der DC Fremdspannungsquellen am fernen Ende gemessen und die Messwerte an zum KMK 8 übertragen.

In anderen Betriebsarten ist die Aufgabe des Schleifenschalters das Kurzschließen oder Öffnen der fernen Enden der beiden Adern eines zu messenden Aderpaares.

Der Schleifenschalter hat vier Anschlussleitungen:

- Die rote Leitung für Ader **A**
- Die schwarze Leitung für Ader **B**
- Die grüne Leitung für Erde **E** (Kabelschirm)
- Die gelbe Leitung für Ader **C**

Der Schleifenschalter wird vom KMK 8 automatisch gesteuert. Es gibt die folgenden Schalterstellungen:

- Alle drei Eingänge (**A**, **B**, **C** und **E**) sind offen (für Isolationswiderstand- und Kapazitätsmessungen).
- **A** und **B** Eingänge sind kurzgeschlossen und **E** und **C** sind offen (für Schleifenwiderstand- und Fehlerortungsmessungen mit Murray- und K pfm ller- Methoden).
- Die Eingänge (**A**, **B** und **E**) sind kurzgeschlossen und **C** ist offen (für 2-Adern und Erde- bzw. Widerstandsdifferenzmessungen).
- Die Eingänge (**A**, **B** und **C**) sind kurzgeschlossen und **E** ist offen (für Fehlerortungsmessung mit Dreipunkt-Methode)
- **A** und **B** Eingänge werden ohne Fernsteuerung periodisch geöffnet und kurzgeschlossen mit einer Periodenzeit von 5 Sekunden. Diese periodische Umschaltung wird vom Anwender über das KMK 8 oder nach 10 Minuten automatisch abgeschaltet.
- **A** und **B** Eingänge werden ohne Fernsteuerung periodisch geöffnet und kurzgeschlossen mit einer Periodenzeit von 15 Sekunden (für Reihenmessungen mit der passiven Brücke in der Betriebsart Fehlerortung K pfm ller manuell). Diese periodische Umschaltung wird vom Anwender über das KMK 8 oder nach 10 Minuten automatisch abgeschaltet.
- **A** und **B** Eingänge werden durch Fernsteuerung periodisch geöffnet und kurzgeschlossen (für Fehlerortung mit Repetitive K pfm ller-Methode und Impulsreflektometer)
- Eingänge **A** und **B** sind mit dem Strommesskreis des KMK 8S verbunden.

Der Schleifenschalter KMK 80S wird durch Drücken der Taste Ein eingeschaltet. Im eingeschalteten Zustand blinkt die grüne LED-Anzeige alle 5 Sekunden einmal. Wenn die LED-Anzeige rot blinkt, dann ist die Batterie zu ersetzen.

Der Schleifenschalter kann über die Taste Off ausgeschaltet werden und schaltet sich 4 Stunden nach der letzten Fernsteuerung automatisch aus.

Der Schleifenschalter wird durch vier AA (LR6) Trockenbatterien gespeist. Ein Batteriesatz reicht für ca. 1200 Betriebsstunden.

18 TECHNISCHE DATEN**

18.1 Allgemeine Spezifikationen

Energieversorgung	Interne aufladbare NiMH Batterie
Betriebszeit (ohne Hintergrundbeleuchtung)	ca. 8 Stunden
Batterieladung (ohne die Batterie herauszunehmen)	
Vom 100 bis 240V AC Netz	mit Netzadapter
Von der 12V DC PKW-Batterie	mit Batterieanschlussleitung
Ladezeit	max. 3 Stunden (mit Schnell-Ladung)
Display	320 x 240 Pixel grafischer LCD-Bildschirm mit Hintergrundbeleuchtung
Anschlüsse	
Buchse für Netzadapter / 12V PKW-Ladegerät	2.1/5.5mm koaxial
Anschlussbuchsen	5 x 4 mm Bananenchsen
USB A	USB 1.1 / USB 2 Hostanschlussstelle für einen USB-Stick (Unterstützung für FAT 16 Dateisystem)
USB B	USB 1.1 / USB 2 Geräteanschlussstelle für PC-Verbindung (Gerätetreiber mitgeliefert)

** Die technischen Daten sind gültig nach Kalibrierung der Messleitungen und Eigenkalibrierung

Überspannungsschutz (bei $R_i > 5 \text{ k}\Omega$)

Zwischen a und b oder Erde 500 V DC, 350 V AC

Längsspannung 60 V AC

Speicherplätze

Für Testergebnisse 50

Für Kabelparameter 50

Umgebungsbedingungen

Referenzbereich $+23 \pm 5^\circ\text{C}$,
rel. Luftfeuchte 45% bis 75% *

Betriebsbereich 0°C bis $+40^\circ\text{C}$,
rel. Luftfeuchte 30% bis 75% * ($< 25 \text{ g/m}^3$)

Grenzbetriebsbereich -5°C bis $+45^\circ\text{C}$,
rel. Luftfeuchte 5% bis 95% * ($< 29 \text{ g/m}^3$)

Transport/Lagerung -40°C bis $+70^\circ\text{C}$,
rel. Luftfeuchte 95% bei $+45^\circ\text{C}$ * ($< 35 \text{ g/m}^3$)

Abmessungen 224 x 160 x 75 mm

Gewicht (mit Batterie) ca. 1,8 kg

* ohne Betauung

18.2 Impulsreflektometer

Messbereiche

Für $V/2=100$	16, 32, 64, 160, 320, 640 m 1,6, 3,2, 6,4, 16, 32 km Die maximal messbare Entfernung hängt vom Kabeltyp und den Betriebsbedingungen ab. (~5 km für 0,4 mm PE Kabel)
---------------	---

Auswertung der Messergebnisse

Mit Cursor und Marker	in Meter
Aktualisierung der Messkurve	~4 mal/sec
Zoom	Maximum 16-fach

Genauigkeit

Genauigkeit der Fehlerlokalisierung	0.2% des Messbereiches
Auflösung	0.01 m

Ausbreitungsgeschwindigkeit

$V/2$	45 bis 149 m/ μ s
VOP	30 bis 99 %

Messbetriebsarten

Einzelpaarmessung	L1 L2
Lokalisieren zeitweise auftretender Fehler	L1 LANGZEITMESSUNG L2 LANGZEITMESSUNG
Senden an L2, Empfang an L1	XTALK
Vergleich zweier Paare	L1 & L2 L1 – L2
Vergleich mit gespeichertem Wert	L1 & SPEICHER L1 - SPEICHER

Impulscharakteristik

Breite	4, 6, 10, 30, 60, 100, 300, 600 ns 1, 3, 6, 300 μ s
Amplitude	1.3 bis 12Vpp bei 120 Ω (die Amplitude ändert sich automatisch mit Verstärkung und Breite)

Leitungs-Anschluss	120 Ω symmetrisch
---------------------------	--------------------------

Bereich der internen Nachbildung 50 bis 270 Ω

Verstärkungskontrolle

Einstellbereich 0 bis 90 dB

Schritt 6 dB/Schritt

**Entfernungsabhängige
Amplitudenkorrektur (Smooth)** 10 Stufen

Schutzklasse II
(entsprechend IEC 61140 (DIN VDE
0140-1))

Messkategorie 300V CAT II
(entsprechend IEC (EN) 61010-1)

18.3 Aktive Brücke

Fremdspannung

Messbereich

Gleichspannung 0 bis 300 V

Wechselspannung 0 bis 200 V eff

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

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

Widerstandsunterschied

Schleifenwiderstand 10 bis 5000 Ω

Genauigkeit $\pm 0.2\%$ des Schleifenwiderstandes $\pm 0.2 \Omega$

Lx/L- Wert Auflösung 1/1000

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

IsolationswiderstandMessbereiche 10 k Ω bis 300 M Ω

Messspannung 100 V

Messzeit (abhängig von der Kabellänge)

Für < 5 km Kabellänge~30 sec

Für 5 km bis 10 km Kabellänge~60 sec

Für 10 km bis 20 km Kabellänge~90 sec

DC Fremdspannung KompensationEingeschaltet

Messergebnisse Widerstand: Ader a gegen Ader b (R_{iSO})Ader a gegen Erde, Ader b verbunden mit Erde(R_{aE})Ader b gegen Erde, Ader a verbunden mit Erde (R_{bE})

AC, DC Fremdspannung: a-b, a-E, b-E

Genauigkeit in % des Messwertes

100 M Ω bis 300 M Ω 5 %10 M Ω bis 100 M Ω 3 %100 k Ω bis 10 M Ω 2 %10 k Ω bis 100 k Ω 5% \pm 1k Ω

Kapazität

Messbereich	10 nF bis 2 (10) μ F
Genauigkeit des Messwertes.....	$\pm 2\%$ ± 0.2 nF
Messspannung.....	11 Hz, 100 V _p
Messergebnisse.....	Kapazität Ader a gegen Ader b (C _M) Ader a gegen Erde, Ader b verbunden mit Erde (CaE) Ader b gegen Erde, Ader a verbunden mit Erde (CbE)

Kapazitive Unsymmetrie

Messbereich.....	10 nF bis 2000 nF
Genauigkeit des Lx/L Wertes.....	$\pm 0.2\%$
Lx/L-Wert Auflösung	1/1000
Messspannung.....	11 Hz, 100 V _p
Messergebnisse	Kapazität Ader a gegen Erde(Ca-E) Kapazität Ader b gegen Erde(Cb-E) Lx/L, ΔC , $\Delta C\%$

DC Fehlerortung nach Murray, K pfm ller, Dreipunkt

Schleifenwiderstand, Bereich:	1 Ω bis 10 k Ω
Fehlerwiderstand, Bereich:	bis 100 M Ω
Genauigkeit des Lx/L Wertes (R _s = 2 k Ω , 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	$\pm 2.0\%$
Lx/L-Wert Auflösung	1/1000
Messspannung.....	100 V
DC Fremdspannung Kompensation	Eingeschaltet
Messergebnisse	
Murray und Dreipunkt	Lx/L, Rx, 2Rx, Rs, Ra, Rb, FaE oder FbE
K�pfm�ller.....	Lx/L, Rx, 2Rx, Rs, Ra, Rb, FaE und FbE

DC-AC Fehlerortung nach REPETITIVE KÜPFMÜLLER Methode

Schleifenwiderstand, Bereich: 1 Ω bis 2k Ω
Fehlerwiderstand, Bereich: bis 5 M Ω
Genauigkeit des Lx/L Wertes (Rs = 2k Ω , Lx/L=0,1 bis 1)
Fehlerwiderstand < 1 M Ω $\pm 1\%$
Fehlerwiderstand 1 M Ω bis 5 M Ω $\pm 2\%$
Lx/L-Wert Auflösung 1/1000
Messspannung DC oder 11 Hz AC, 100 V
Messergebnisse Lx/L, Rs

AC Fehlerortung Aderbruch

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

18.4 Passive Brücke

Isolationswiderstand

Messbereiche..... 10 kΩ bis 300 MΩ
10 kΩ bis 10 000 MΩ

Messspannung..... 100 V
DC Fremdspannung Kompensation Eingeschaltet

Messergebnisse..... Widerstand: Ader a gegen Ader b (Riso)
Ader a gegen Erde, Ader b verbunden mit Erde (RaE)
Ader b gegen Erde, Ader a verbunden mit Erde (RbE)
AC, DC Fremdspannung: a-b, a-E, b-E

Genauigkeit in % des Messwertes

5 000 MΩ bis 10 000 MΩ..... 30 %
100 MΩ bis 5 000 MΩ..... 20 %
50 MΩ bis 100 MΩ..... 10 %
10 kΩ bis 50 MΩ 5% ±1kΩ

Schleifenwiderstand

Messbereich..... 1Ω bis 10 kΩ
Genauigkeit des Messwertes..... ±0.3% ±0.3Ω

Widerstandsunterschied

Schleifenwiderstand..... 10 bis 5000 Ω
Genauigkeit..... ±0.2% des Schleifenwiderstandes ±0.2 Ω
Lx/L (Mk)-Wert Auflösung
In Bereich ΔR <10% 1/10000
In Bereich ΔR >10% 1/1000

Messergebnisse..... Mk, Rs, Ra, Rb, ΔRΩ, ΔR%

DC Fehlerortung Murray, K upfm uller, Dreipunktmessung MethodenSchleifenwiderstand, Bereich:..... 1 Ω bis 10 k Ω Fehlerwiderstand, Bereich:..... bis 100 M Ω Genauigkeit des Lx/L Wertes (Rs = 2 k Ω , 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%

M-Wert Auflösung..... 1/1000

Messspannung 100 V

Messergebnisse

Murray Mk, Lx/L, Rx, 2Rx, Rs, Ra, Rb, FaE oder FbE

K upfm ullerML, Mk, Lx/L, Rx, 2Rx, Rs, Ra, Rb, FaE und FbE

DreipunktMk2, Mk3, Lx/L, Rx, 2Rx, Rs, Ra, Rb, FaE oder FbE

AC Fehlerortung K upfm uller MethodeSchleifenwiderstand, Bereich 1 Ω bis 10 k Ω Fehlerwiderstand, Bereich..... bis 25 M Ω Genauigkeit des Lx/L Wertes (Rs = 2 k Ω , Lx/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

MessergebnisseML, Mk, Lx/L, Rx, 2Rx, Rs, Ra, Rb, FaE und FbE

AC Fehlerortung Kapazitive Unsymmetrie

Messbereich.....	10 nF bis 2000 nF
Genauigkeit des Lx/L Wertes	±0.2%
Lx/L-Wert Auflösung	
In Bereich Lx/L=0.9 bis 1.1	1/10000
In Bereich Lx/L<0.9 oder Lx/L>1.1	1/1000
Messspannung.....	11 Hz, 100 V _p
Messergebnisse.....	ML, Lx/L, Ca-E/Cb-E %

Synchronisierte End to End (Graaf) Messung

Schleifewiderstand Bereich.....	10 Ω bis 10 kΩ
DC Strombereich.....	5 μA to 1A
Genauigkeit (I>10 μA).....	±0.3% bis ±2%

18.5 Vormessungen

Fremdspannung

Messbereich

Gleichspannung 0 bis 300 V

Wechselspannung 0 bis 200 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

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

Messbereich 10 k Ω bis 300 M Ω

Messmode Wiederholte Messungen

DC Fremdspannung Kompensation Ausgeschaltet

Messzeit ~ 3 sec

Messspannung 100 V

Genauigkeit (ohne DC Fremdspannung)

In % des Messwertes, 20 %

Messergebnis Widerstand: Ader a gegen Ader b

DC Strommessung

Messbereich..... 10 μ A bis 1 A
Messmode Wiederholte Messung
Genauigkeit..... 1 % bis 10 %

Kabeltemperatur-Messung mit Thermometer

Messbereich..... -20 °C bis +60 °C
Auflösung 0,1°
Genauigkeit..... $\pm 1^\circ$ C

Zustand-Vormessung

Fremdspannung

Messbereich..... bis 300 V DC, 200 V AC
Messergebnisse..... AC, DC Spannung: Ader a gegen Ader b
Ader a gegen Erde
Ader b gegen Erde
Genauigkeit..... $\pm 3\% \pm 1$ V

Isolation

Messbereich..... 10 k Ω bis 100 M Ω
Messspannung..... 100 V
DC Fremdspannung Kompensation Eingeschaltet
Messergebnisse..... Ader a gegen Erde (FaE)
Ader b gegen Erde (FbE)
Genauigkeit vom Messwert
50 M Ω bis 100 M Ω 10 %
10 k Ω bis 50M Ω 5% ± 1 k Ω

DC Spannungsquelle

Messbereich bis 100 V DC
Messergebnisse Spannungsquelle in Reihe mit FaE (Ua-E)
Spannungsquelle in Reihe mit FbE (Ub-E)

Kapazität

Messbereich 10nF bis 2000 nF
Messspannung 11 Hz, 100 V
Messergebnisse Ader a gegen Ader b (Cm)
 Ader a gegen Erde (Ca-E)
 Ader b gegen Erde (Cb-E)
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 (Rs)
 Widerstand der Ader a (Ra)
 Widerstand der Ader b (Rb)

Zustand

DC Störspannung Konstant oder Schwankend
Eingangsverstärker Empfindlich, Störstromgeschützt, Übersteuert

18.6 Schnelltest

Fremdspannung

Messbereich..... bis 300 V DC, 200 V AC
Messergebnisse AC, DC Spannung: Ader a gegen Ader b
Ader a gegen Erde
Ader b gegen Erde
Genauigkeit..... normal

Isolation

Messbereich..... 10 k Ω bis 300 M Ω
Messspannung..... 100 V
Messzeit..... ~3 x 15 sec
DC Fremdspannung Kompensation..... Eingeschaltet
Messergebnisse..... Widerstand: Ader a gegen Ader b (Rab)
Ader a gegen Erde, Ader b verbunden mit Erde (RaE)
Ader b gegen Erde, Ader a verbunden mit Erde (RbE)
Genauigkeit vom Messwert
100 M Ω bis 300 M Ω 20 %
50 M Ω bis 100 M Ω 10 %
10 k Ω bis 50M Ω 5 % \pm 1k Ω

Kapazität

Messbereich..... 10 nF bis 2000 nF
Messspannung..... 11 Hz, 100 V
Messergebnisse..... Kapazität Ader a gegen Ader b (Cab)
Ader a gegen Erde, Ader b verbunden mit Erde (CaE)
Ader b gegen Erde, Ader a verbunden mit Erde (CbE)
Genauigkeit vom Messwert..... \pm 2%, \pm 200pF

Kapazitive Unsymmetrie

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

18.7 Qualitätstest

Isolation

Messbereich	10 k Ω bis 10 000 M Ω
Messspannung	100 V
Messzeit	~3 x 30 sec
DC Fremdspannung Kompensation	Eingeschaltet
Messergebnisse	Widerstand: Ader a gegen Ader b (Rab) Ader a gegen Erde, Ader b verbunden mit Erde (RaE) Ader b gegen Erde, Ader a verbunden mit Erde (RbE)
Genauigkeit vom Messwert	
5 000 M Ω bis 10 000 M Ω	30 %
100 M Ω bis 5 000 M Ω	20 %
50 M Ω bis 100 M Ω	10 %
10 k Ω bis 50 M Ω	5 % \pm 1k Ω

Kapazität

Messbereich	10 nF bis 2000 nF
Messspannung	11 Hz, 100 V
Messergebnisse	Kapazität zwischen Ader a und Ader b Ader a und Ader b verbunden mit Erde Ader b und Ader a verbunden mit Erde
Genauigkeit vom Messwert	\pm 2%, \pm 200pF

Kapazitive Unsymmetrie

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

Schleifenwiderstand

Messbereich..... 1Ω bis 10kΩ
Genauigkeit vom Messwert..... ±0.3% ±0.1 Ω

Widerstandsunterschied

Schleifenwiderstand, Bereich 1Ω bis 5 kΩ
Genauigkeit.....±0.2% des Schleifenwiderstandes ±0.2 Ω
Auflösung 1/1000
Messergebnisse..... Ra, Rb, ΔRΩ, ΔR%

19 LIEFERUMFANG UND OPTIONALES ZUBEHÖR

Lieferumfang

KMK 8 Messgerät
Bedienungshandbuch
Kalibrierschein
PC-Programm für Übertragung der Messergebnisse (auf CD)
Erdleitung, mit grünen Bananensteckern
2-adrige Messleitung, mit Bananensteckern (rot/schwarz)
2-adrige Messleitung, mit Bananensteckern (blau/gelb)
Schleifenschalter KLC 8
Steckernetzteil AC 100 ... 240 V
USB Stick
USB Schnittstellenkabel
Akku (integriert)
Tragetasche

Optionales Zubehör

KMK 80S (aktives ferngesteuertes Slave-Unit).....	118305622
Temperaturfühler KTS 8 - PT1000.....	118305623
KFZ-Ladeadapter	118305659
KMK 8 Kalibrierzertifikat	118305624
Steckernetzteil (UK-Version).....	118305657
Steckernetzteil (US-Version).....	118305658



Tento symbol indikuje, že výrobek nesoucí takovéto označení nelze likvidovat společně s běžnými domovním odpadem. Jelikož se jedná o produkt obchodovaný mezi podnikatelskými subjekty (B2B), nelze jej likvidovat ani ve veřejných sběrných dvorech. Pokud se potřebujete tohoto výrobku zbavit, obraťte se na organizaci specializující se na likvidaci starých elektrických spotřebičů v blízkosti svého působení.



Dit symbool duidt aan dat het product met dit symbool niet verwijderd mag worden als gewoon huishoudelijk afval. Dit is een product voor industrieel gebruik, wat betekent dat het ook niet afgeleverd mag worden aan afvalcentra voor huishoudelijk afval. Als u dit product wilt verwijderen, gelieve dit op de juiste manier te doen en het naar een nabij gelegen organisatie te brengen gespecialiseerd in de verwijdering van oud elektrisch materiaal.



This symbol indicates that the product which is marked in this way should not be disposed of as normal household waste. As it is a B2B product, it may also not be disposed of at civic disposal centres. If you wish to dispose of this product, please do so properly by taking it to an organisation specialising in the disposal of old electrical equipment near you.



Този знак означава, че продуктът, обозначен по този начин, не трябва да се изхвърля като битов отпадък. Тъй като е B2B продукт, не бива да се изхвърля и в градски пунктове за отпадък. Ако желаете да изхвърлите продукта, го занесете в пункт, специализиран в изхвърлянето на старо електрическо оборудване.



Dette symbol viser, at det produkt, der er markeret på denne måde, ikke må kasseres som almindeligt husholdningsaffald. Eftersom det er et B2B produkt, må det heller ikke bortskaffes på offentlige genbrugsstationer. Skal dette produkt kasseres, skal det gøres ordentligt ved at bringe det til en nærliggende organisation, der er specialiseret i at bortskaffe gammelt el-udstyr.



Sellise sümboliga tähistatud toodet ei tohi käidelda tavalise olmejäätmena. Kuna tegemist on B2B-klassi kuuluva tootega, siis ei tohi seda viia kohaliku jäätmekäitluspunkti. Kui soovite selle toote ära viisata, siis viige see lähimasse vanade elektriseadmete käitlemisele spetsialiseerunud ettevõttesse.



Tällä merkinnällä ilmoitetaan, että kyseisellä merkinnällä varustettua tuotetta ei saa hävittää tavallisen kotitalousjätteen seassa. Koska kyseessä on yritysten välisen kaupan tuote, sitä ei saa myöskään viedä kullattajien käyttöön tarkoitettuihin keräyspisteisiin. Jos haluatte hävittää tämän tuotteen, ottakaa yhteys lähimpään vanhojen sähkölaitteiden hävittämiseen erikoistuneeseen organisaatioon.



Ce symbole indique que le produit sur lequel il figure ne peut pas être éliminé comme un déchet ménager ordinaire. Comme il s'agit d'un produit B2B, il ne peut pas non plus être déposé dans une déchetterie municipale. Pour éliminer ce produit, amenez-le à l'organisation spécialisée dans l'élimination d'anciens équipements électriques la plus proche de chez vous.



Cuireann an siombail seo in iúl nár cheart an tairgeadh atá marcáilte sa tíl seo a dhíuiscáirt sa chóras fuiloi teaghlaigh. Os rud é gur tairgeadh ghnó le gnó (B2B) é, ní féidir é a dhíuiscáirt ach oiread in ionaid dhíuiscártha phobail. Más mian leat an tairgeadh seo a dhíuiscáirt, déan é a thógáil ag eagraíocht gar duit a sainfheidhmiúinn i ndíuiscáirt sean-inearas leictir.



Dieses Symbol zeigt an, dass das damit gekennzeichnete Produkt nicht als normaler Haushaltsabfall entsorgt werden soll. Da es sich um ein B2B-Gerät handelt, darf es auch nicht bei kommunalen Wertstoffhöfen abgegeben werden. Wenn Sie dieses Gerät entsorgen möchten, bringen Sie es bitte sachgemäß zu einem Entsorger für Elektrogeräte in Ihrer Nähe.



Αυτό το σύμβολο υποδεικνύει ότι το προϊόν που φέρει τη σήμανση αυτή δεν πρέπει να απορρίπτεται μαζί με τα οικιακά απορρίμματα. Καθώς πρόκειται για προϊόν B2B, δεν πρέπει να απορρίπτεται σε δημόσια σημεία απόρριψης. Εάν θέλετε να απορρίψετε το προϊόν αυτό, παρακαλούμε όπως να το παραδώσετε σε μία υπηρεσία συλλογής ηλεκτρικού εξοπλισμού της περιοχής σας.



Ez a jelzés azt jelenti, hogy az ilyen jelzéssel ellátott termékét tilos a háztartási hulladékokkal együtt kidobni. Mivel ez vállalati felhasználású termék, tilos a jelzéshez számára fenntartott hulladékgyűjtőbe dobni. Ha a terméket ki szeretné dobni, akkor vigye azt el a lakóhelyéhez közeli működő, elhasznált elektromos berendezések begyűjtésével foglalkozó hulladékkezelő központhoz.



Questo simbolo indica che il prodotto non deve essere smaltito come un normale rifiuto domestico. In quanto prodotto B2B, può anche non essere smaltito in centri di smaltimento cittadino. Se si desidera smaltire il prodotto, consegnarlo a un organismo specializzato in smaltimento di apparecchiature elettriche vecchie.



Št zíme noráde, ka izstrádajumi, uz kura tá atrodas, nedrīkst iznest kopā ar parastiem mājsaimeniecības atkritumiem. Tā kā tas ir izstrādājums, ko cits citam pārdod un lieto tikai uzņēmumi, tad to nedrīkst iznest atkritumos tādās izgāzumos, kādas izgāzumos savāktuvēs, kas paredzētas vietējiem iedzīvotājiem. Ja būs vajadzīgs šo izstrādājumu iznest atkritumos, tad rīkojieties pēc noteikumiem un nogādājiet to tuvākajā vietā, kur īpaši nodarbojas ar vecu elektrisku ierīču savākšanu.



Šis simbols rāda, kad jūo paženklīto gaminio negalima īsmesti kaip paprastu buitiniu atlieku. Kadangi tai B2B (verslas verslu) produkta, jo negalima atiduoti ir buitiniu atlieku tvarkymo įmonėms. Jei norite īsmesti šį gaminį, atlikite tai tinkamai, atiduodami jį arti įūsę esančiai specializuotai senos elektrinės įrangos utilizavimo organizacijai.



Dan is-simbolu jindika li l-prodott li huwa mmarkat b'dan il-mod m'ghandux jintrema b'hal skart normali tad-djar. Minhabba li huwa prodott B2B , ma jistax jintrema wkoll f'centri civici ghar-rimi ta' l-iskart, jekk tkun tixtieq tarmi dan il-prodott, jekk jogh'gok g'hmel dan kif suppost billi tiehdu g'hand organizzazzjoni fil-qrib li tispjegjalizza fir-rimi ta' tagh'mir qadim ta' l-elektur.



Dette symbolot indikerer at produktet som er merket på denne måten ikke skal kastes som vanlig husholdningsavfall. Siden dette er et bedriftsprodukt, kan det heller ikke kastes ved en vanlig miljøstasjon. Hvis du ønsker å kaste dette produktet, er den riktige måten å gi det til en organisasjon i nærheten som spesialiserer seg på kassering av gammelt elektrisk utstyr.



Ten symbolo oznacza, że produktu ninie opatrzonego nie należy usuwać z typowymi odpadami z gospodarstwa domowego. Jest to produkt typu B2B, nie należy go więc przekazywać na komunalne składowiska odpadów. Aby we właściwy sposób usunąć ten produkt, należy przekazać go do najbliższej placówki specjalizującej się w usuwaniu starych urządzeń elektrycznych.



Este simbolo indica que o produto com esta marcação não deve ser deixado fora juntamente com o lixo doméstico normal. Como se trata de um produto B2B, também não pode ser deixado fora em centros cívicos de recolha de lixo. Se quiser desfazer-se deste produto, faç-o correctamente entregando-o a uma organização especializada na eliminação de equipamento eléctrico antigo, próxima de si.



Acest simbol indică faptul că produsul marcat în acest fel nu trebuie aruncat ca și un gunoi menajer obișnuit. Deoarece acesta este un produs B2B, el nu trebuie aruncat nici la centrele de colectare urbane. Dacă vreți să aruncați acest produs, vă rugăm să-o faceți într-un mod adecvat, ducându-l la cea mai apropiată firmă specializată în colectarea echipamentelor electrice uzate.



Tento symbol znamená, že takto označený výrobek sa nesmie likvidovať ako bežný komunálny odpad. Keďže sa jedná o výrobok triedy B2B, nesmie sa likvidovať ani na mestských skládkach odpadu. Ak chcete tento výrobok likvidovať, odnesť ho do najbližšej organizácie, ktorá sa špecializuje na likvidáciu starých elektrických zariadení.



Ta simbol pomeni, da izdelka, ki je z njim označen, ne smete zavreči kot običajne gospodinjiske odpadke. Ker je to izdelek, namenjen za druge proizvajalce, ga ni dovoljeno odlagati v centrih za civilno odlaganje odpadkov. Če želite izdelek zavreči, prosimo, da to storite v skladi s predpisi, tako da ga odpeljete v bližnjo organizacijo, ki je specializirana za odlaganje stare električne opreme.



Este simbolo indica que el producto así señalizado no debe desecharse como los residuos domésticos normales. Dado que es un producto de consumo profesional, tampoco debe llevarse a centros de recogida selectiva municipales. Si desea desechar este producto, hágalo debidamente acudiendo a una organización de su zona que esté especializada en el tratamiento de residuos de aparatos eléctricos usados.



Den här symbolen indikerar att produkten inte får blandas med normalt hushållsavfall då den är förbrukad. Eftersom produkten är en så kallad B2B-produkt är den inte avsedd för privata konsumenter, den får således inte avfallshanteras på allmänna miljö- eller återvinningsstationer då den är förbrukad. Om ni vill avfallshandla den här produkten på rätt sätt, ska ni lämna den till myndighet eller företag, specialiserad på avfallshandling av förbrukad elektrisk utrustning i ert närområde.