

# **ELEKTRONIKA**

## **ELQ 2+**

### **xDSL LINE QUALIFIER**

#### **403-000-000**

---

Bedienungshandbuch

OM403-011-004 D

---



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einführung .....</b>	<b>1-1</b>
1.1	Anwendung des Bedienungshandbuches .....	1-1
1.2	Anwendung des ELQ 2+ .....	1-1
<b>2</b>	<b>Spezifische Eigenschaften .....</b>	<b>2-1</b>
2.1	Messbetriebsarten .....	2-1
2.2	Tastatur und LED-Anzeigen .....	2-4
2.3	Buchsen und Messleitungen .....	2-7
<b>3</b>	<b>Bedienungsanweisung .....</b>	<b>3-1</b>
3.1	Starten & Allgemeine Vorschriften .....	3-1
3.2	Speicherung und Aufruf der Messergebnisse .....	3-2
<b>4</b>	<b>Einzelmessungen .....</b>	<b>4-1</b>
4.1	Pegelsender .....	4-1
4.2	Empfänger .....	4-2
4.3	Leitungsdämpfung .....	4-3
4.4	Nahnebensprechdämpfung .....	4-5
4.5	Unsymmetriedämpfung (LCL) .....	4-6
4.6	Reflexionsdämpfung .....	4-7
4.7	Impedanzmessung .....	4-9
4.8	Geräuschpegel .....	4-10
4.9	Spektrumanalysator .....	4-12
4.10	Impulsgeräusch .....	4-13
4.11	Spulenerkennung .....	4-14
<b>5</b>	<b>Automatische Mess-Sequenzen .....</b>	<b>5-1</b>
5.1	Auswahl der Master/Slave Funktion .....	5-1
5.2	Adererkennung, Dienstfernsprecher .....	5-1
5.3	Systemauswahl .....	5-2
5.4	Vorbereitung des Messvorgangs .....	5-6
5.5	Überprüfung der System- und Kabelparameter .....	5-6
5.6	Ablauf des Messvorgangs .....	5-8
5.7	Messergebnisse .....	5-8
<b>6</b>	<b>TDR Messungen .....</b>	<b>6-1</b>
6.1	Funktionsprinzip .....	6-1
6.2	Einstellungen vor der Messung .....	6-2
6.3	Messvorgang .....	6-3
6.4	Auswertung der Reflexionskurve .....	6-3
6.5	Ausbreitungsgeschwindigkeit .....	6-4
6.6	Hinweise für den Anwender. ....	6-6
6.6.1	Allgemeine Hinweise .....	6-6
6.6.2	Typische Reflexionskurven .....	6-7

<b>7</b>	<b>Unterbrechungsmessung (SW Option)</b>	<b>7-1</b>
7.1	Allgemeine Eigenschaften	7-1
7.2	Einstellungen der Sender Funktion	7-2
7.3	Einstellungen der Empfänger Funktion	7-3
7.4	Messvorgang	7-4
7.5	Speicherung der Messergebnisse	7-6
<b>8</b>	<b>Gruppenlaufzeitverzerrungsmessung (SW Option)</b>	<b>8-1</b>
8.1	Einführung	8-1
8.2	Aufgaben an der Senderseite	8-1
8.3	Aufgaben an der Empfängerseite	8-2
<b>9</b>	<b>AC/DC Messbrücke (als Option)</b>	<b>9-1</b>
9.1	Grundlagen	9-1
9.2	Kabelparametermessungen	9-2
9.2.1	Fremdspannungsmessung	9-2
9.2.2	Isolationswiderstandsmessung	9-3
9.2.3	Schleifenwiderstandsmessung	9-6
9.2.4	Widerstand 2 Ader & Erde	9-8
9.2.5	Durchgangsprüfung	9-9
9.2.6	Widerstandsdifferenzmessung	9-9
9.2.7	Betriebskapazitätsmessung	9-11
9.2.8	Kapazitive Unsymmetrie	9-12
9.2.9	Kabeltemperaturmessung	9-12
9.3	Fehlerortung	9-13
9.3.1	MURRAY Methode	9-16
9.3.2	KÜPFMÜLLER Methode	9-17
9.3.3	Aderbruch	9-18
9.3.4	Aderbruch ohne Erdschluss	9-18
9.3.5	Aderbruch mit Erdschluss	9-19
<b>10</b>	<b>Batteriemanager</b>	<b>10-1</b>
10.1	Kapazität Überwachung	10-1
10.2	Normal-Ladung	10-1
10.3	Schnell-Ladung	10-1
10.4	Regenerierung	10-2
10.5	Initialisierung	10-3
<b>11</b>	<b>Einstellungen, Status</b>	<b>11-1</b>
11.1	Einstellungen	11-1
11.2	Status & Optionen	11-2
<b>12</b>	<b>Kalibrierung</b>	<b>12-1</b>
<b>13</b>	<b>PC Programme</b>	<b>13-1</b>
13.1	Software Upgrade (Elq2Plus_u.exe)	13-1
13.2	Steuerprogramm für Datenübertragung (Elq2Plus_c.exe)	13-1

13.3	Parameter Editor Option (Elq2Plus_e.exe) .....	13-1
13.4	Demo Programm (Elq2Plus_d.exe).....	13-1
13.5	Betriebsart PC-DATENÜBERTRAGUNG .....	13-1
<b>14</b>	<b>Spezifikationen.....</b>	<b>14-1</b>
14.1	Allgemeine Spezifikationen .....	14-1
14.2	Einzelmessungen .....	14-2
14.3	Automatische Testprogramme .....	14-7
14.4	TDR Messungen .....	14-8
14.5	Unterbrechungsmessung (SW Option) .....	14-9
14.6	Gruppenlaufzeitverzerrungsmessung (SW Option) .....	14-10
14.7	Messungen mit der Brücke (Eingebaute Option) .....	14-11
<b>15</b>	<b>Bestelldaten.....</b>	<b>15-1</b>
15.1	Grundausrüstung .....	15-1
15.2	Optionen.....	15-2

\*Copyright: Elektronika - Budapest, 29.04.2011



## **1 EINFÜHRUNG**

### **1.1 Anwendung des Bedienungshandbuches**

Das vorliegende Bedienungshandbuch hat die Aufgabe, die Bedienung des ELQ 2+ Wechselstrommessplatzes und die Durchführung der verschiedenen Bedienungsvorschriften zu erleichtern. Zum Studieren der unterstehenden Instruktionen ist es zweckmäßig, die Demo-Disk zu benutzen. Sie befindet sich in der Tragetasche. Wenn die Demo-Disk unter WINDOWS gestartet wurde, wird die Frontplatte des Messgerätes zusammen mit dem Display und der Tastatur dargestellt. Wenn man die Tastatur mit der Maus anklickt, wird sich der "virtuelle" ELQ 2+ als ein reales Messgerät verhalten. Der Anwender kann dann virtuell ein komplettes Messprogramm durchführen.

### **1.2 Anwendung des ELQ 2+**

Die am Markt befindlichen vielfältigen xDSL-Systeme (Digital Subscriber Line Systems) haben die Aufgabe, die Bedürfnisse der schnellen Datenübertragung für schnellen Internet-Zugriff, für den Remote-LAN-Zugriff, interaktive Medienanwendungen usw. zu befriedigen. Das „x“ in der Bezeichnung xDSL signalisiert die verschiedenen Arten der DSL-Technologien, die die konventionellen Kupferleitungen für die schnelle Datenübertragung benutzen. Die xDSL-Modems benutzen höhere Frequenzen und können deshalb eine höhere Datenübertragungsgeschwindigkeit erzielen, obwohl es die gleichen Aderpaare sind, die für die analoge Telephonie (POTS) und ISDN verwendet werden. Der wichtigste Vorteil von xDSL ist der Wegfall der Installationskosten für neue Kabel. Die zugelassene maximale Leitungslänge und die maximal erreichbare Datenübertragungsgeschwindigkeit hängt von den Eigenschaften des Kabels ab.

Vor der Installation eines xDSL-Modems sollte überprüft werden, ob die Eigenschaften und Qualität des gewählten Aderpaares die Forderungen des zur Anwendung beabsichtigten Systems entspricht.

Folgende Messungen sind mit dem ELQ 2+ Line Qualifier möglich:

- Messung aller für die Qualifikation der Teilnehmerleitungen von ADSL2+, ADSL2, ADSL, RADSL, ADSL G.LITE, HDSL, SHDSL, ISDN etc. erforderlichen analogen Parameter.
- Automatische Testprogramme geben eine **GRENZWERTE: EINGEHALTEN / NICHT EINGEHALTEN** Bewertung und daneben ausführliche Messergebnisse in graphischer und numerischer Form.
- Automatische Berechnung der Datenübertragungsgeschwindigkeit, die für das gemessene Kabel und für das ausgewählte System zu erwarten ist.
- Parametereditor zur Veränderung der Systems- und Kabelparameter bei „Anwenderspezifischen Systeme“.
- PC-Schnittstelle für die Datenübertragung zu einem PC.
- Fehlerortung mit TDR.
- Fehlerortung mit Messbrücke (Messbrücke Option)



## **2 SPEZIFISCHE EIGENSCHAFTEN**

### **2.1 Messbetriebsarten**

Die Messbetriebsarten vom ELQ 2+ können in vier Gruppen eingeteilt werden:

- Einzel Messungen
- TDR Messungen
- Automatische Messungen

#### **Einzel Messungen**

Das übertragende Signal des DSL-Modems wird durch die frequenz-abhängige Dämpfung, die Geräusche und andere Unvollkommenheiten der Übertragungsleitung ungünstig beeinflusst. Die Datenübertragungsgeschwindigkeit einer Teilnehmerleitung hängt von den folgenden Parametern ab:

- Dämpfung der Übertragungsleitung
- Unsymmetriedämpfung (LCL)
- Reflexionsdämpfung (REFL)
- Wellenwiderstand oder nominale Impedanz (Z)
- Nahbensprechdämpfung (NEXT)
- Geräuschpegel
- Geräuschspektrum
- Impulsgeräusch
- Unterbrechungsmessung (Option)

Der ELQ 2+ misst diese Parameter in den entsprechenden Betriebsarten.

(Siehe: Kapitel 1 4-1 )

#### **TDR Messungen**

- Einzelpaarmessung (Unterbrechung, Kurzschluss, Abzweig, usw.)
- Lokalisieren einer Kopplungsstelle (XTALK)
- Vergleich zweier Paare
- Vergleich mit gespeichertem Wert
- Langzeitmessung (Lokalisieren zeitweise auftretender Fehler )

(Siehe: Kapitel 14.4 TDR Messungen 14-8)

### **Automatische Mess-Sequenzen**

In den Betriebsarten **AUTO MODUS** werden zwei ELQ 2+ verwendet und diese führen gemeinsam, automatische Messungen der wichtigsten Parameter der Teilnehmerleitung durch. Die Geräte werden an den Enden des gemessenen Aderpaares (oder der Aderpaaren von Zweipaarsystemen) angeschlossen. Die Geräte kommunizieren miteinander über die zu messenden Aderpaare.

- Das Gerät "Master" steuert die Messung und sammelt die Messergebnisse.
- Das Gerät "Slave" führt die Messung entsprechend den Befehlen des Masters durch und sendet die Messergebnisse zurück.

Für Standard DSL Systemen stehen zahlreiche „kurze„ und „lange„ Mess-Sequenzen zur Verfügung. Diese enthalten die zu dem ausgewählten DSL System gehörenden normierten Systemparameter und die frequenzabhängigen Toleranzwerte der nominalen Kabelparameter wie Dämpfung, Impedanz, Unsymmetrie- und Reflexionsdämpfung.

Außer den schon standardisierten DSL Systemen stehen Mess-Sequenzen für neue Systeme oder einige Varianten von Standard Systemen zur Verfügung.

Der ELQ 2+ kann sowohl als MASTER als auch als SLAVE funktionieren.  
(Siehe: Kapitel 5.)

### **Messungen mit Messbrücke Option**

- Schleifenwiderstand
- Widerstandsdifferenz
- Isolationswiderstand
- Kabelkapazität
- Kabeltemperatur
- AC und DC Störspannungen
- Fehlerortung
- Unterbrechung

(Siehe: Kapitel 9 AC/DC Messbrücke (als Option) 9-1)

**Stromversorgung**

Der ELQ 2+ ist durch eine interne NiMH Batterie gespeist, die entweder von 12V Autobatterien, oder mit einem externen AC Ladegerät vom Netz aufgeladen werden kann. Das Gerät ist mit einem prozessorgesteuerten Batteriemanagersystem ausgerüstet, das die folgenden Funktionen hat:

- Anzeigen des Batterieladezustandes
- Batterie-Initialisierung (erste Aufladung)
- Normale Aufladung
- Schnelle Aufladung
- Batterie-Regenerierung
- Schutz vor übermäßiger Entladung













(Detailinformationen in Kapitel 10 Batteriemanager 10-1)

2.2 Tastatur und LED-Anzeigen



Tasten

	mikrofon
	Ein- und Ausschalten des ELQ 2+ . Das Gerät hat eine automatische Ausschaltfunktion zur Batterieschonung: automatische Ausschaltung 10 Minuten nach dem letzten Tastendruck
 ... 	Die Funktionen der 6 Funktionstasten hängen von der aktuellen Messbetriebsart ab.
	Start oder Stop der ausgewählten Messung, der Mess-Sequenz oder des Mess-Prozesses.
	Taste dient zur Bestätigung der ausgewählten Messbetriebsart oder eines neuen Parameterwertes bzw. zur Durchführung einer anderen Veränderung.

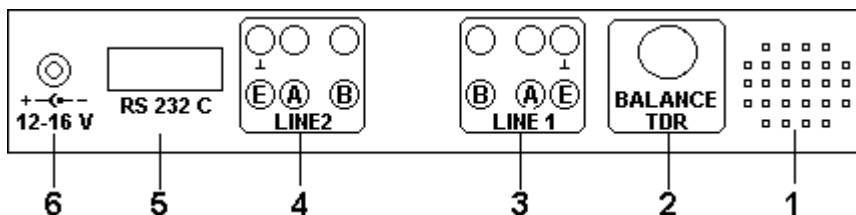
 	Diese Tasten dienen zur Auswahl der erforderlichen Messbetriebsart oder zur Veränderung eines Parameters.
 	Diese Tasten dienen zur Auswahl der erforderlichen Option und zur Einstellung der Position der vertikalen Cursorlinie.
	Mit dieser Taste kann ein negatives Vorzeichen oder ein Komma nach einer Zahl eingefügt werden
	Diese Taste dient zum Löschen oder zum Sprung zur vorherigen Bildschirm-Anzeige.
	Diese Taste dient zur Aufruf der Hilfe-Funktion.
	Diese Taste dient zur Einstellung des Kontrastes des LCD-Bildschirmes.
	Diese Taste dient zur Einstellung der Hintergrundbeleuchtung.
	Diese Taste dient zur Eingabe der Ziffer '0'.
	Diese Taste dient zur Eingabe der Ziffer '1'.
	Diese Taste dient zur Eingabe der Ziffer '2' oder den Buchstaben A, B oder C.

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

### LED-Anzeigen

<input type="checkbox"/> MAINS	Netzspannungsindikator
<input type="checkbox"/> CHARGE	Ladungsindikator
<input type="checkbox"/> MEAS	Indikator für die laufende Messung
<input type="checkbox"/> REMOTE	Indikator für die laufende Fernsteuerung

## 2.3 Buchsen und Messleitungen



1	Lautsprecher
2	TDR Abgleich
3	3-polige TF- Buchse für die Leitung 1
4	3-polige TF- Buchse für die Leitung 2
5	9-poliger D - Stecker als Interface zu einem PC (V.24/RS232C)
6	2.2/5,5 mm Stecker zum Anschließen des Netzadapters oder der Batterieanschlussleitung an das 12 V-Kfz-Bordnetz

### Anschlussbuchse LINE1 (L1)

Diese Buchse wird für **AUTO MODUS**- und **Einzel**-Messungen benutzt.

Im Fall von automatischen end-to-end Messungen kommunizieren die beiden Geräte (Master und Slave) über L1. Für Sprechverbindung und Aderpaarsuche wird auch L1 benutzt.

### Anschlussbuchse LINE2 (L2)

Diese Buchse wird für **Brücke**-Messungen und für das Anschließen des zweiten Aderpaares im **AUTO MODUS** benutzt.

## Messleitungen

Zum Anschluss des gemessenen Aderpaars werden zwei zweiadrige geschirmte Messleitungen verwendet. Beide haben geräteseitig einen dreipoligen Siemensstecker mit 4 mm Durchmesser und leitungsseitig drei farbige Bananenstecker mit 4 mm Durchmesser und zurückschiebbaren Isolierhülsen. Die Farbkennzeichnung der Bananenstecker sind die folgenden:

- Ader A **ROT**
- Ader B **GRÜN**
- Erde E **SCHWARZ**

Der Anschluss der Messleitungen hängt von der ausgewählten Betriebsart an.

Bei Brückenmessung werden die Anschaltung der Messleitungen an dem Display erscheinende Schaltung gezeigt. Falls notwendig, wird der Anwender darauf aufmerksam gemacht, die fernen Enden der zu messenden Adern zu verbinden, oder eine Messleitung zu erden.

**Warnung:** Eine Messleitung darf nur dann geerdet werden, wenn eine Anweisung am Display erscheint! Das Gerät selbst darf über ein Ladegerät oder Schnittstellenkabel zum PC auf keinem Fall geerdet werden.

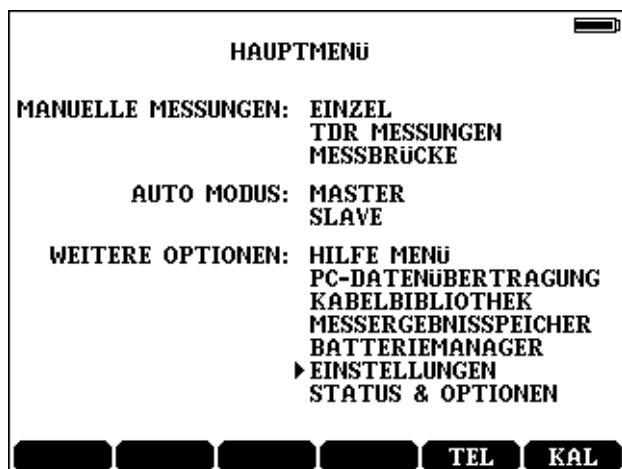
**Bemerkung:** Bei LCL Messung muss die Buchse E geerdet werden.



### 3 BEDIENUNGSANWEISUNG

#### 3.1 Starten & Allgemeine Vorschriften

- Schalten Sie den ELQ 2+ ein.
- Am Eröffnungsbildschirm werden der Name und die E-mail-Adresse der Herstellerfirma **ELEKTRONIKA** angezeigt.
- Nach dem Eröffnungsbildschirm wird der prozentuelle Wert des Ladezustandes der Batterie dargestellt.
- 2 Sekunden nach Durchführung eines Selbsttests erscheint das **HAUPTMENÜ**.



Der Anwender kann jetzt das Eigenkalibrierungsprogramm durch Betätigung der Taste **KAL (F6)** starten oder es kann übersprungen werden. Es hängt von der erforderlichen Messgenauigkeit ab. Normalerweise ist eine Eigenkalibrierung nicht erforderlich, wenn sich die Umgebungsbedingungen seit der letzten Eigenkalibrierung nicht verändert haben. Es ist zulässig, weil der ELQ 2+ ein sehr stabiles Messgerät ist und die Ergebnisse der früheren Eigenkalibrierung gespeichert bleiben.

Wichtige Bemerkung:

**Die garantierte Messgenauigkeit kann nur nach der Eigenkalibrierung eingehalten werden.**

(Siehe: Kapitel 12 Kalibrierung 12-1)

**Im Allgemeinen soll der Anwender die Instruktionen, die sich im unteren Teil des Bildschirms befinden, in jeder Messbetriebsart befolgen!**

- In den meisten Fällen werden die Messungen und Einstellungen mit Hilfe der menügesteuerten Benutzeroberfläche ausgewählt. Für die Auswahl werden die vertikalen Cursortasten benutzt, danach wird die Taste **ENTER** betätigt.
- Die verschiedenen Kabel- und Testparameter können durch Betätigung der Funktionstasten **F1 - F6** ausgewählt werden. Zwecks Erleichterung und Beschleunigung der Bedienung können einige Messbetriebsarten auch mit Hilfe der Funktionstasten direkt ausgewählt werden.

Zum Sprung zum vorherigen Bildschirm betätigen Sie die Taste **ESC**.

Die Messungen können mit der Taste **START/STOP** gestartet bzw. gestoppt werden. Während der Messung leuchtet der LED-Indikator **MEAS**. Eine aktive, laufende Messung wird mit einem drehenden Stäbchen angezeigt.

### **3.2 Speicherung und Aufruf der Messergebnisse**

Wenn eine Messung komplett beendet ist, kann das Messergebnis von jeder Betriebsart unter einem vom Anwender angegebenen Objektname gespeichert werden. Jedes gespeicherte Ergebnis wird mit fünf Kennwerten identifiziert:

- **ANWENDER**
- **OBJEKT**
- **DATUM**
- **UHRZEIT**
- **MESSART**

Der Name des Objekts muss vom Anwender eingegeben werden. Der Anwendername, das Datum, die Uhrzeit und der Name der Messart wird nach Annahme durch Betätigung der Taste **ENTER** automatisch beigelegt. Beim Abruf eines gespeicherten Messergebnisses erscheinen alle fünf Kennwerte. Diese automatische Vergabe ist für den Anwender sehr vorteilhaft, weil die Uhrzeit für jedes Messergebnis unterschiedlich ist und deswegen darf der Objektname auch wiederholt benutzt werden.

Bemerkungen:

Der Anwendername muss vor dem Start einer Messung in der Betriebsart **EINSTELLUNGEN/ANWENDERNAME** eingegeben werden!

Die Texte werden ähnlich wie bei einem Handy eingegeben. Ein Text oder Buchstabe kann mit dem linken Cursor gelöscht werden. Ein Leerschritt wird mit dem rechten Cursor eingegeben.

Die Messergebnisse werden entsprechend den Messbetriebsarten in vier Gruppen gespeichert:

- **AUTOMESSUNGEN**
- **EINZELMESSUN**
- **TDR MESSUNGEN**
- **BRÜCKEN MESSUNGEN**

#### Speicherung der Messergebnisse

Wenn die Messung beendet und/oder mit der Taste **START/STOP** abgebrochen wurde:

- Betätigen Sie die Taste **STO (F1)**
- Kontrollieren Sie das Vorhandensein des Anwendernamens, geben Sie den Objektname ein und betätigen Sie die Taste **ENTER**.

#### Aufruf der Messergebnisse

- Wählen Sie die Betriebsart **MESSERGEBNISPEICHER** aus dem **HAUPTMENÜ** und betätigen Sie die Taste **ENTER**.
- Wählen Sie die zu dem gespeicherten Messergebnis gehörigen Speichergruppe und drücken Sie die Taste **ENTER**.
- Wählen Sie das erforderliche Messergebnis aus und betätigen Sie die Taste **ENTER**.

#### Löschen eines Messergebnisses

- Wählen Sie die Betriebsart **MESSERGEBNISPEICHER** aus dem **HAUPTMENÜ** und betätigen Sie die Taste **ENTER**.
- Wählen Sie die zu dem löschenden Messergebnis gehörigen Gruppe und betätigen Sie die Taste **ENTER**.
- Wählen Sie das zu löschende Messergebnis aus und betätigen Sie die Taste **LÖSCH. (F3)**.
- Beantworten Sie die Fragen **LÖSCHEN?** durch Betätigung der Taste **ENTER**.

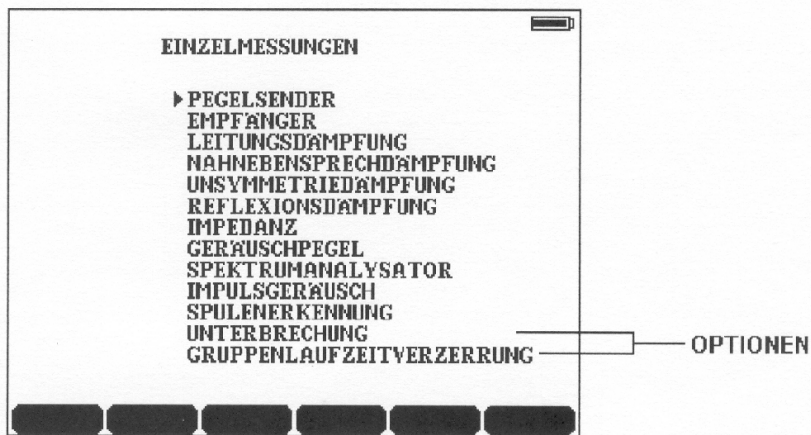
#### Löschen einer kompletten Gruppe der Messergebnisse

- Wählen Sie die Betriebsart **MESSERGEBNISPEICHER** aus dem **HAUPTMENÜ** und betätigen Sie die Taste **ENTER**.  
Wählen Sie die zu dem löschenden Messergebnis gehörigen Gruppe und betätigen Sie die Taste **ENTER**.
- Betätigen Sie die Taste **ALLES (F2)**.
- Beantworten Sie die Fragen **ALLES LÖSCHEN?** und **SIND SIE SICHER?** mit Betätigung der Taste **ENTER**.



## 4 EINZELMESSUNGEN

Um die Einzelmessungen abzurufen, wählen Sie die **MANUELLE MESSUNGEN: EINZEL** aus dem **HAUPTMENÜ**. Nach Drücken die Taste **ENTER** erscheint der Bildschirm **EINZELMESSUNGEN**:



### 4.1 Pegelsender

In dieser Betriebsart generiert der ELQ 2+ Messsignale für die Dämpfungsmessung. Der Pegelsender hat einen Frequenzbereich von 200 Hz bis 2,2 MHz.

Ausgangsimpedanzen des Pegelsenders:

- von 10 kHz bis 2,2 MHz..... 100, 120, 135, 150 Ohm
- von 200 Hz bis 10 kHz..... 600 Ohm

Der Pegelsender hat zwei Betriebsarten:

- **1 FR** Generierung einer einzigen Frequenz
- **10 FR** Generierung eines Mehrtonsignals mit 10 Frequenzen

Ausgangspegelbereich des Pegelsenders:

- In Betriebsart **1 FR**: ..... von 0 bis -24 dBm  
mit einer Auflösung von 0,1 dB
- In Betriebsart **10 FR** ist der Ausgangspegel fest eingestellt  
-6 dBm/Signal..... für Z =100, 120, 135, 150 Ohm  
-12 dBm/Signal..... für Z = 600 Ohm

Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **PEGELSENDER** und drücken sie **ENTER**.

Einstellung der Betriebsart **1 FR**:

- Betätigen Sie die Taste **FREQU (F5)**, geben Sie die erforderliche Frequenz ein und drücken Sie **ENTER**.
- Betätigen Sie die Taste **Z (F4)**, wählen Sie die erforderliche Impedanz aus und drücken Sie **ENTER**.
- Betätigen Sie die Taste **PEGEL (F1)**, geben Sie den erforderlichen Ausgangspegel ein und drücken Sie **ENTER**.

Einstellung der Betriebsart **10 FR**:

- Wählen Sie mit der Taste **F6** die Betriebsart **10 FR**.
- Betätigen Sie die Taste **←FR→ (F5)**, wählen Sie den erforderliche Frequenzbereich aus und drücken Sie **ENTER**.
- Betätigen Sie die Taste **Z (F4)**, wählen Sie die erforderliche Impedanz aus und drücken Sie **ENTER**.

Das Ausgangssignal kann mit der Taste **START/STOP** gestartet bzw. gesperrt werden.

## 4.2 Empfänger

In dieser Betriebsart kann der ELQ 2+ als selektiver Pegelmesser mit automatischer Messbereichumschaltung benutzt werden. Input impedances:

- 10 kHz to 2.2 MHz .....100, 120, 135, 150 Ohm
- 200 Hz to 10 kHz .....600 Ohm
- 200 Hz to 2.2 MHz .....20 kOhm || 50 pF

Der Empfänger hat zwei Betriebsarten:

- **1 FR** Messung an einer einzigen Frequenz
- **10 FR** Messung an den 10 Frequenzen des Mehrtonsignals

Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **EMPFÄNGER** und drücken Sie **ENTER**.

- Zur Einstellung der Eingangsimpedanz drücken Sie die Taste **HOCH/Z (F3)** und wählen Sie den erforderlichen Leitungsschluss

Wichtige Bemerkung:

Für die dBm-Berechnung muss die nominale Leitungsimpedanz **Z** auch in diesem Fall festgelegt werden, wenn die Eingangsimpedanz **HOCH** eingestellt wurde.

Einstellung der Betriebsart **1 FR**:

- Betätigen Sie die Taste **FREQU (F5)**, geben Sie die erforderliche Frequenz ein und drücken Sie **ENTER**.
- Betätigen Sie die Taste **(F4)**, wählen Sie die erforderliche Impedanz aus und drücken Sie **ENTER**.

Einstellung der Betriebsart **10 FR**:

- Wählen Sie mit der Taste **F6** die Betriebsart **10 FR**.
- Betätigen Sie die Taste **←FR→ (F5)**, wählen Sie den erforderliche Frequenzbereich aus und drücken Sie **ENTER**.
- Betätigen Sie die Taste **Z (F4)**, wählen Sie die erforderliche Impedanz aus und drücken Sie **ENTER**.

Die Messung kann mit der Taste **START/STOP** gestartet bzw. gestoppt werden.

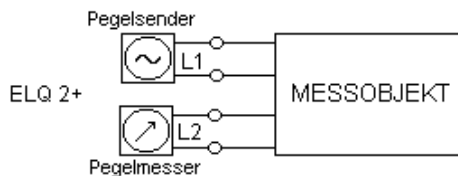
#### Messergebnisse

Die Messergebnisse stehen sowohl in graphischer als auch numerischer Form zur Verfügung.

- Im Fall der Betriebsart **1 FR** werden diese gleichzeitig dargestellt.
- In der Betriebsart **10 FR** erscheint erst die graphische Darstellung, aber durch die Betätigung der Taste **LISTE (F2)** können die Ergebnisse auch in numerischer Form dargestellt werden.

### 4.3 Leitungsdämpfung

Der ELQ 2+ kann als Generator und als gleichlaufender selektiver Pegelmesser benutzt werden. Die Leitungsdämpfung kann durch Senden an L1 und Empfang an L2 gemessen werden.



Abschlussimpedanzen:

- 10 kHz to 2.2 MHz ..... 100, 120, 135, 150 Ohm
- 200 Hz to 10 kHz ..... 600 Ohm

Der ELQ 2+ als Dämpfungsmessplatz hat zwei Betriebsarten:

- **FIX FR.** Senden und Empfang an einer einzigen Frequenz
- **WOBBL.** Messung in einem ausgewählten Frequenzbereich

Nummer der Testfrequenzen in Wobbler Betriebsart:

- 200 Hz bis 4 kHz Bereich (mit 10 Hz Auflösung Option) ..... 380
- In anderen Bereichen ..... 50

### Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **LEITUNGSDÄMPFUNG** und drücken Sie **ENTER**.

- Betätigen Sie die Taste **FREQU (F5)**, geben Sie die erforderliche Frequenz ein und drücken Sie **ENTER**.
- Betätigen Sie die Taste **Z (F4)**, wählen Sie die erforderliche Leitungsimpedanz aus und drücken Sie **ENTER**.

Einstellungen der Wobbler - Betriebsart:

- Wählen Sie mit der Taste **F6** die Betriebsart **WOBBL**.
- Betätigen Sie die Taste **←FR→ (F5)**, wählen Sie den erforderlichen Frequenzbereich aus und drücken Sie **ENTER**.
- Betätigen Sie die Taste **Z (F4)**, wählen Sie die erforderliche Leitungsimpedanz aus und drücken Sie **ENTER**.

Die Messung kann mit der Taste **START/STOP** gestartet bzw. gestoppt werden.

### Messergebnisse

Die Messergebnisse stehen sowohl in graphischer als auch in numerischer Form zur Verfügung.

- Im Fall der Fixfrequenzbetriebsart werden diese gleichzeitig dargestellt.
- In der Wobbler - Betriebsart erscheint erst die graphische Darstellung, aber durch die Betätigung der Taste **LISTE (F2)** können die Messergebnisse auch in numerischer Form dargestellt werden.

Bemerkung für die 10 Hz Auflösung Option:

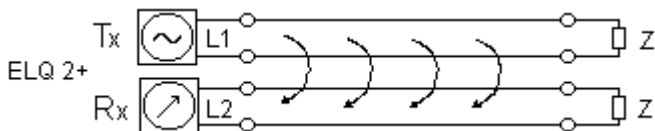
Im Wobblerbereich von 200Hz bis 4 kHz ist die Basisauflösung der graphischen Darstellung 20 Hz. Um die horizontale Auflösung um den Cursor auf 10 Hz zu vergrößern drücken Sie die Taste **ZOOM (F3)**.



#### 4.4 Nahbensprechdämpfung

Die Übertragungsqualität und damit die Übertragungskapazität eines DSL-Systems wird stark durch das Nahbensprechen (NEXT) beeinträchtigt. Besonders empfindlich für Nahbensprechstörungen sind die HDSL-Systeme und die primären ISDN-Systeme.

Die Nahbensprechdämpfung (NEXT) kann durch Senden an L1 und Empfang an L2 durchgeführt werden. (Das andere Ende der Aderpaare muß abgeschlossen werden.)



Das Maß des Nahbensprechens ist die Nahbensprechdämpfung (NEXT), wird vom ELQ 2+ als Verhältnis der gesendeten und empfangenen Leistungen berechnet.

Falls das NEXT-Wert außerhalb des Limits ist, die Ursache ist wahrscheinlich Adernvertauschung. Die Adernvertauschung kann mit TDR lokalisiert werden. (Siehe: Kapitel 6 TDR Messungen 6-1)

Die Nahbensprechdämpfung kann in zwei Betriebsarten gemessen werden:

- **FIX FR.** Senden und Empfang an einer einzigen Frequenz
- **WOBBL.** Senden und Empfang im ausgewählten Frequenzbereich

##### Messvorgang

Wählen Sie die Betriebsart **NAHBENSPRECHDÄMPFUNG** und drücken Sie **ENTER**.

Einstellung der Betriebsart **FIX FR.**:

- Betätigen Sie die Taste **FREQU (F5)**, geben Sie die erforderliche Frequenz ein und drücken Sie **ENTER**.
- Betätigen Sie die Taste **Z (F4)**, wählen Sie die erforderliche Leitungsimpedanz aus und drücken Sie **ENTER**.

Einstellungen der **WOBBLER** - Betriebsart:

- Wählen Sie mit der Taste **F6** die Betriebsart **WOBBL.**
- Betätigen Sie die Taste **←FR→ (F5)**, wählen Sie den erforderliche Frequenzbereich aus und drücken Sie **ENTER**.
- Betätigen Sie die Taste **Z (F4)**, wählen Sie die erforderliche Leitungsimpedanz aus und drücken Sie **ENTER**.

Die Messung kann mit der Taste **START/STOP** gestartet bzw. gestoppt werden.

### Messergebnisse

Die Messergebnisse stehen sowohl in graphischer als auch in numerischer Form zur Verfügung.

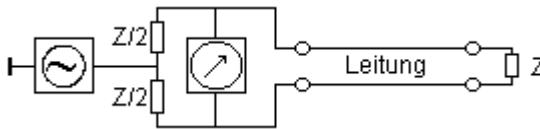
- In der Fixfrequenzbetriebsart werden diese gleichzeitig dargestellt.
- In der Wobbler - Betriebsart erscheint erst die graphische Darstellung, aber durch die Betätigung der Taste **LISTE (F2)** können die Messergebnisse auch in numerischer Form dargestellt werden.

Bemerkung für die 10 Hz Auflösung Option:

Im Wobblerbereich von 200Hz bis 4 kHz ist die Basisauflösung der graphischen Darstellung 20 Hz. Um die horizontale Auflösung um den Cursor auf 10 Hz zu vergrößern drücken Sie die Taste **ZOOM (F3)**.

## 4.5 Unsymmetriedämpfung (LCL)

Die Längsströme können Geräusche auf der Leitung verursachen, wenn die Symmetrie unvollkommen ist. Die Unsymmetriedämpfung (LCL) kennzeichnet die Fähigkeit der Leitung, den Effekt der Längsströme zu unterdrücken. (ITU-T Rec. 0.9). Das Gerät ELQ 2+ führt die LCL-Messung mit Hilfe des vom ITU-T empfohlenen Teststromkreises durch.



$$LCL = 20 \log U_1/U_2 \text{ dB}$$

Die Unsymmetriedämpfung kann in zwei Betriebsarten gemessen werden:

- **FIX FR.** Messung an einer einzigen Frequenz
- **WOBBL.** Messung im ausgewählten Bereich mit 50 Frequenzen

Die wählbaren Impedanzen:

- von 10 kHz bis 2.2 MHz ..... 100, 120, 135, 150 Ohm
- von 200 Hz bis 10 kHz ..... 600 Ohm

### Messvorgang

Wählen Sie die Betriebsart **UNSYMMETRIEDÄMPFUNG** und drücken Sie **ENTER**.

Einstellung der Fixfrequenzbetriebsart:

- Betätigen Sie die Taste **FREQU (F5)**, geben Sie die erforderliche Frequenz ein und drücken Sie **ENTER**.
- Betätigen Sie die Taste **Z (F4)**, wählen Sie die erforderliche Leitungsimpedanz aus und drücken Sie **ENTER**.
- Wählen Sie mit der Taste **F6** die Betriebsart **WOBL**.
- Betätigen Sie die Taste **←FR→ (F5)**, wählen Sie den erforderliche Frequenzbereich aus und drücken Sie **ENTER**.
- Betätigen Sie die Taste **Z (F4)**, wählen Sie die erforderliche Impedanz aus und drücken Sie **ENTER**.

Die Messung kann mit der Taste **START/STOP** gestartet bzw. unterbrochen werden.

### Messergebnisse

Die Messergebnisse stehen sowohl in graphischer als auch in numerischer Form zur Verfügung.

- Im Fall der Fixfrequenzbetriebsart werden diese gleichzeitig dargestellt.
- In der Wobbler - Betriebsart erscheint erst die graphische Darstellung, aber durch die Betätigung der Taste **LISTE (F2)** können die Messergebnisse auch in numerischer Form dargestellt werden.

## 4.6 Reflexionsdämpfung

Die Reflexionsdämpfung kennzeichnet die Abweichung der Leitungsimpedanz **Z<sub>leitung</sub>** von dem nominalen Impedanzwert **Z**. Wird das ferne Ende des gemessenen Aderpaares mit der nominalen Impedanz **Z** abgeschlossen, dann ergibt sich die Reflexionsdämpfung aus der Formel:

$$REFL = 20 \log \left| \frac{Z_{\text{leitung}} + Z}{Z_{\text{leitung}} - Z} \right| \text{ dB}$$

Um die Reflexionsdämpfung zu messen, führt der ELQ 2+ eine Brückenmessung durch und vergleicht die Leitungsimpedanz **Z<sub>leitung</sub>** mit der internen nominalen Impedanz **Z**:

Die folgenden internen nominalen Impedanzwerte stehen zur Verfügung:

- von 10 kHz bis 2.2 MHz.....**Z** = 100, 120, 135, 150 Ohm
- von 200 Hz bis 10 kHz.....**Z** = 600 Ohm

Die Reflexionsdämpfung kann in zwei Betriebsarten gemessen werden:

- **FIX FR.** ..... Messung an einer einzigen Frequenz
- **WOBBL.** Messung im ausgewählten Bereich mit 50 Frequenzen

#### Messvorgang

Wählen Sie die Betriebsart **REFLEXIONSDÄMPFUNG** und drücken Sie **ENTER**.

Einstellung der Fixfrequenzbetriebsart:

- Betätigen Sie die Taste **FREQU (F5)**, geben Sie die erforderliche Frequenz ein und drücken Sie **ENTER**.
- Betätigen Sie die Taste **Z (F4)**, wählen Sie die erforderliche Leitungsimpedanz aus und drücken Sie **ENTER**.

Einstellung der Wobbler - Betriebsart:

- Wählen Sie mit der Taste **F6** die Betriebsart **WOBBL**.
- Betätigen Sie die Taste **←FR→ (F5)**, wählen Sie den erforderliche Frequenzbereich aus und drücken Sie **ENTER**.
- Betätigen Sie die Taste **Z (F4)**, wählen Sie die erforderliche Leitungsimpedanz aus und drücken Sie **ENTER**.

Die Messung kann mit der Taste **START/STOP** gestartet.

Einstellung der Fixfrequenzbetriebsart:

- Wählen Sie mit der Taste **F6** die Betriebsart **FIX FR**.
- Betätigen Sie die Taste **FREQU (F5)**, geben Sie die erforderliche Frequenz ein und drücken Sie **ENTER**.
- Betätigen Sie die Taste **Z (F4)**, wählen Sie die erforderliche Leitungsimpedanz aus und drücken Sie **ENTER**.

Einstellung der Wobbler - Betriebsart:

- Wählen Sie mit der Taste **F6** die Betriebsart **WOBBL**.
- Betätigen Sie die Taste **←FR→ (F5)**, wählen Sie den erforderliche Frequenzbereich aus und drücken Sie **ENTER**.
- Betätigen Sie die Taste **Z (F4)**, wählen Sie die erforderliche Leitungsimpedanz aus und drücken Sie **ENTER**.

Zur Rückkehr zur Fixfrequenzbetriebsart betätigen Sie die Taste **FIX FR**.

Die Messung kann mit der Taste **START/STOP** gestartet.

### Messergebnisse

Die Messergebnisse stehen sowohl in graphischer als auch in numerischer Form zur Verfügung.

- In der Fixfrequenzbetriebsart werden diese gleichzeitig dargestellt.
- In der Wobbler - Betriebsart erscheint erst die graphische Darstellung, aber durch die Betätigung der Taste **LISTE (F2)** können die Messergebnisse auch in numerischer Form dargestellt werden.

## **4.7 Impedanzmessung**

In dieser Betriebsart kann die Leitungsimpedanz gemessen werden. Zur besseren Bildschirmauflösung stehen zwei Messbereiche zur Verfügung:

- der 400 Ohm Bereich für die Messung von Leitungen mit einer nominalen Impedanz 100, 120, 135 oder 150 Ohm. Die Messfrequenz kann im Bereich von 10 kHz bis 2.2 MHz gewählt werden.
- der 1600 Ohm Bereich für die Messung von Leitungen mit einer nominalen Impedanz von 600 Ohm. Die Messfrequenz kann im Bereich von 200 Hz bis 10 kHz gewählt werden.

Die Impedanz kann in zwei Betriebsarten gemessen werden:

- **FIX FR**.....Messung an einer einzigen Frequenz
- **WOBL**.....Messung im ausgewählten Frequenzbereich mit 50 Frequenzen

Der Impedanzmessbereich verändert sich automatisch vom 400 Ohm auf 1600 Ohm, wenn:

- in der Fixfrequenzbetriebsart eine Frequenz im Frequenzbereich von 10 kHz bis 2.2 MHz eingegeben wird, oder
- in der Wobbler - Betriebsart der Frequenzbereich 5 oder 10 kHz ausgewählt wird.

### Messvorgang

Wählen Sie die Betriebsart **IMPEDANZ** und drücken Sie **ENTER**.

Einstellung der Fixfrequenzbetriebsart:

- Betätigen Sie die Taste **FREQU (F5)**, geben Sie die erforderliche Frequenz ein und drücken Sie **ENTER**.

Einstellung der Wobbler - Betriebsart:

- Wählen Sie mit der Taste **F6** die Betriebsart **WOBL**.
- Betätigen Sie die Taste **←FR→ (F5)**, wählen Sie den erforderliche Frequenzbereich aus und drücken Sie **ENTER**.

Die Messung kann mit der Taste **START/STOP** gestartet bzw. unterbrochen werden.

### Messergebnisse

Die Messergebnisse stehen sowohl in graphischer als auch in numerischer Form zur Verfügung.

- In der Fixfrequenzbetriebsart werden diese gleichzeitig dargestellt.
- In der Wobbler - Betriebsart erscheint erst die graphische Darstellung, aber durch die Betätigung der Taste **LISTE (F2)** können die Messergebnisse auch in numerischer Form dargestellt werden

## **4.8 Geräuschpegel**

Die Datenübertragungskapazität der Teilnehmerleitungen wird durch Geräusche reduziert. Das übertragene Signal wird infolge der Geräusche gestört. Normalerweise verursachen die Unsymmetriefehler, das Nebensprechen und die schlechten Verbindungen das Geräusch auf den Fernsprechleitungen. Der Geräuschpegel kann durch den Geräusch-Leistungspegel und das Geräusch-Frequenzspektrum charakterisiert werden. Das empfangene Geräuschsignal wird „Breitbandgeräusch,“ genannt, wenn seine Höchstwerte den Effektivwert höchstens um 12 dB überschreiten ( $U_{PEAK} < 4 U_{RMS}$ )

Die Messung des Geräuschpegels wird ohne Filter oder mit Hilfe eines in den ITU-T -Empfehlungen festgelegten Bewertungsfilters durchgeführt .

Der ELQ 2+ verwendet die folgenden Filter:

- P Filter ..... für POTS
- 1010 Hz Notch Filter (mit 10 Hz Auflösung Option).....für TONFR.
- E Filter ..... für ISDN BRA
- G2-E Filter .....für ISDN PRA HDB3
- F-E Filter ..... für HDSL, 2 PAIR, 2B1Q
- F1-E Filter ..... für HDSL, 1 PAIR, 2B1Q
- G Filter ..... für ADSL, DMT
- 3 dB an der  $f_{min}$  und  $f_{max}$  Filter .....für AUTO MODUS

Die entsprechende Messzeit hängt von dem Charakter des Geräusches ab. Im Fall eines quasistationären Geräusches ist eine Messzeit von 1 bis 5 Sekunden ausreichend. Wenn sich der Geräuschpegel langsam verändert, kann eine längere Messzeit ein genaueres Messergebnis sichern.

Das Geräuschspektrum gibt eine nützliche Hilfe zum Auffinden der Ursache des Geräusches. In dieser Betriebsart arbeitet der ELQ 2+ als ein spezieller Spektrumanalysator mit den folgenden Eigenschaften:

- Messbereich: ..... von 10 kHz bis 2.2 MHz
- Frequenzschritt: ..... 10 kHz
- Bandbreite: ..... 15 kHz

Da die Bandbreite des Empfängers größer als ein Frequenzschritt ist, werden alle diskreten Störer angezeigt.

Das Frequenzspektrum des Geräusches kann auf drei verschiedenen Art angezeigt werden:

- **NORM**..... Messung des Echtzeitwertes des Eingangssignals
- **PEAK**..... Messung des Spitzenwertes des Eingangssignals
- **AVG**... Messung des Durchschnittswertes des Eingangssignals

Bemerkung:

Will man die Störsignale mit einer höheren Auflösung untersuchen, dann kann man die Spektrumanalysator-Betriebsart mit dem geeigneten Frequenzbereich und der Bandbreite anwenden. (Siehe: Kapitel 4.9 Spektrumanalysator 4-12)

#### Messvorgang

#### **Einstellung der Betriebsart: Geräuschspegel:**

Wählen Sie die Betriebsart **GERÄUSCHPEGEL** und drücken Sie **ENTER**.

- Betätigen Sie die Taste **ZEIT (F2)**, wählen Sie die erforderliche Messzeit aus und drücken Sie **ENTER**. (Nach Start der Messung wird die verbleibende Zeit in der Zeile **RESTZEIT** angezeigt.)
- Betätigen Sie die Taste **FILTER (F5)**, wählen Sie die erforderliche Filteroption aus und drücken Sie **ENTER**. (Die passende Leitungsimpedanz wird automatisch mit dem Filter eingestellt)
- Drücken Sie die Taste **HOCH/Z (F3)** und wählen Sie den erforderlichen Leitungsabschluss aus.
- Wenn die Option **KEINE** gewählt ist, betätigen Sie die Taste **Z (F4)**, wählen Sie die erforderliche Leitungsimpedanz aus und drücken Sie **ENTER**.

Wichtige Bemerkung:

Für die dBm Berechnung muss die nominale Leitungsimpedanz **Z** auch dann festgelegt werden, wenn die Eingangsimpedanz **HOCH** eingestellt wurde. Die Messung kann mit der Taste **START/STOP** gestartet bzw. unterbrochen werden.

**Einstellung der Betriebsart: Geräuschspektrum:**

- Betätigen Sie die Taste **SPEKTR (F6)**
- Drücken Sie die Taste **EING. (F3)** und wählen Sie den erforderlichen Leitungsabschluss aus.
- Betätigen Sie die Taste **Z (F4)**, wählen Sie die erforderliche Leitungsimpedanz aus und drücken Sie **ENTER**.
- Betätigen Sie die Taste **MODE (F5)**, wählen Sie die Mode.

Die Messung kann mit der Taste **START/STOP** gestartet bzw. unterbrochen werden.

Messergebnisse:

Die Messergebnisse stehen sowohl in der graphischen als auch in der numerischen Form zur Verfügung.

- Im Falle der Betriebsart Breitbandgeräuschpegel werden diese gleichzeitig dargestellt.
- In der Geräuschspektrum-Betriebsart erscheint erst die graphische Darstellung, aber durch die Betätigung der Taste **LISTE (F2)** können die Messergebnisse auch in numerischer Form dargestellt werden.

**4.9 Spektrumanalysator**

In dieser Betriebsart arbeitet der Spektrumanalysator mit den folgenden Empfängerbandbreiten:

Frequenzbereich	Bandbreite	
	Zoom AUS	Zoom EIN
von 10 bis 2200 kHz	10 kHz	5 kHz
von 2,5 bis 500 kHz	2.5 kHz	1.25 kHz
von 0,2 bis 20 kHz	1 kHz	0.5 kHz
von 0,2 bis 20 kHz	100 Hz	50 Hz
von 0.2 bis 4 kHz***	20 Hz	10 Hz

\*\*\* mit 10 Hz Auflösung Option

Messvorgang

Wählen Sie die Betriebsart **Spektrumanalysator** und drücken Sie **ENTER**.

- Betätigen Sie die Taste **←FR→ (F5)**, wählen Sie den erforderlichen Frequenzbereich aus und drücken Sie **ENTER**.
- Drücken Sie die Taste **EING. (F3)**, wählen Sie die erforderlichen Leitungsabschluss aus und drücken Sie **ENTER**.



- Betätigen Sie die Taste **Z (F4)**, wählen Sie die erforderliche Leitungsimpedanz aus und drücken Sie **ENTER**

**Bemerkung:**

Für die dBm Berechnung muss die nominale Leitungsimpedanz **Z** auch dann festgelegt werden, wenn die Eingangsimpedanz **HOCH** eingestellt wurde.

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

Das Frequenzspektrum kann auf drei verschiedenen Art angezeigt werden:

- **NORM.** Echtzeitwert des Eingangssignals
- **PEAK** Spitzenwert des Eingangssignals
- **AVG** Durchschnittswert des Eingangssignals

Unter der Messung können Sie zwischen die folgenden Darstellungsarten wählen:

- Betätigen Sie die Taste **MODE (F4)** und wählen Sie zwischen **NORM.**, **PEAK** und **AVG**. Bestätigung mit der Taste **ENTER**.
- Betätigen Sie die Taste **F3** und wählen Sie zwischen **dBm** und **dBm/Hz**.
- Nach Betätigung der Taste **ZOOM (F6)** können Sie mit den vertikalen Cursor eine vergrößerten Auflösung einstellen.

Messergebnisse

Die Messergebnisse stehen sowohl in der graphischen als auch in der numerischen Form zur Verfügung. Erst erscheint die graphische Darstellung, aber nach Unterbrechung der Messung mit der Taste **START/STOP** können die Ergebnisse durch Betätigung der Taste **LISTE (F2)** auch in numerischer Form dargestellt werden.

**4.10 Impulsgeräusch**

Das Impulsgeräusch ist ein nicht stationäre, von den in der Umgebung der Fernsprechleitung auftretenden elektromagnetischen Erscheinungen verursachtes Geräusch. Beispiele für die Impulsrausch-Quellen:

Das Ein- oder Ausschalten eines Kühlschrankmotors oder Fahrstuhlmotors (in Wohnhäusern werden die Fernsprechleitungen oft im Fahrstuhlschacht verlegt) oder Rufspannungen an den Nahbar-Fernsprechleitungen.

Der Geräuschimpuls ist eine Spannung, deren Wert mindestens 12 dB höher liegt als der Leistungspegel des Grundgeräusches.

Der ELQ 2+ arbeitet als Geräuschimpulszähler. Ein Impuls wird gezählt, wenn die Spannung des empfangenen Impulses den voreingestellten Schwellenwert länger als 500 ns überschritten hat.

(Der empfohlene Schwellenwert sollte 14 dB über den gemessenen Breitbandgeräuschpegel eingestellt werden.)

#### Messvorgang

Wählen Sie die Betriebsart **IMPULSGERÄUSCH** und drücken Sie **ENTER**.

- Zur Einstellung der Eingangsimpedanz drücken Sie die Taste **HOCH/Z (F3)** und wählen Sie den erforderlichen Leitungsschluss aus.
- Betätigen Sie die Taste **Z (F4)**, wählen Sie die erforderliche Leitungsimpedanz aus und drücken Sie **ENTER**.
- Betätigen Sie die Taste **SCHW. (F5)**, geben Sie den erforderlichen Schwellenwert ein und drücken Sie **ENTER**.
- Betätigen Sie die Taste **ZEIT (F2)**, wählen Sie die erforderliche Messzeit aus und drücken Sie **ENTER**.

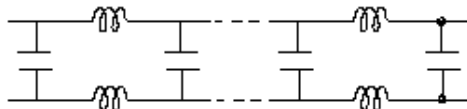
Starten Sie das Zählen durch Betätigung der Taste **START/STOP**.

#### Bemerkung:

Für die dBm Berechnung muss die nominale Leitungsimpedanz **Z** auch dann festgelegt werden, wenn die Eingangsimpedanz **HOCH** eingestellt wurde.

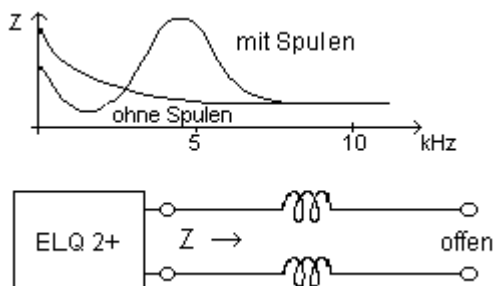
### 4.11 Spulenerkennung

Zur Verbesserung der Übertragungsqualität von langen lokalen Teilnehmerleitungen wurden Pupinspulen eingebaut. Diese Spule zusammen mit der Kabelkapazität bilden einen Tiefpassfilter und verbessert die Frequenzcharakteristik im Bereich von 0 bis 4 kHz.



Über 4 kHz verursacht aber diese Spule eine mit der Frequenz steigende Dämpfung und dadurch wird die Übertragung der xDSL Signale verhindert.

Zum Betreiben eines xDSL Systems müssen diese Spulen ausgebaut werden. Das Vorhandensein von Spulen kann durch Impedanzmessung erkannt werden. Wird die frequenzabhängige Impedanzkurve wellenförmig, dann sind eine oder mehrere Spulen in der Leitung und dadurch wird automatisch die Warnung: **SPULE GEFUNDEN!** angezeigt.



### Messvorgang

Wählen Sie die Betriebsart **SPULENERKENNUNG** und drücken Sie **ENTER**.

### Einstellung der Parameter:

- Überprüfen Sie, ob das andere Ende des getesteten Aderpaars nicht abgeschlossen ist.
- Starten Sie die Messung durch Betätigung der Taste **START/STOP** und warten Sie einige Sekunden, bis das Messergebnis erscheint.

### Messergebnis:

- Auf dem Bildschirm erscheinen die Impedanzkurve und eine Anzeige.
- Die Anzeige „**KEINE SPULE**“, erscheint, wenn die Impedanzcharakteristik monoton ist.
- Die Anzeige „**SPULE GEFUNDEN**“, erscheint, wenn die Impedanzkurve wellenförmig ist.



## 5 AUTOMATISCHE MESS-SEQUENZEN

### Messvorgänge

#### 5.1 Auswahl der Master/Slave Funktion

In der automatischen Mess-Sequenz Betriebsarten werden zwei ELQ 2+ Messgeräte an den zwei Enden des gemessenen Aderpaars oder der Aderpaare angeschlossen.

**Achtung!** Die Gerätesoftware muss von Version SW 4.40 oder höher sein! Die Softwareversion erscheint auf dem Bildschirm nach Einschalten des Geräts für ca. 2 Sekunden: "**SOFTWARE VERSION: X.XX**".

Wenn die Softwareversion nicht stimmt, dann muss die Gerätesoftware von der mitgelieferten CD höher gestuft werden (SW-Upgrade).

Das erste Gerät arbeitet als **MASTER**, das zweite als **SLAVE**. Der Funktion **MASTER** oder **SLAVE** kann vom **HAUPTMENÜ** aus ausgewählt werden.

#### 5.2 Adererkennung, Dienstfernsprecher

##### Adererkennung

In der automatischen Mess-Sequenz Betriebsarten müssen die Master- und Slave Geräte an den beiden Enden der gleichen Leitung angeschlossen werden. Das richtige Aderpaar kann man mit der Aderpaarerkennungsbetriebsart finden.

##### **SLAVE** Ende.

Zuerst schließen Sie die **L1** Buchse des - für die **SLAVE** Funktion ausgewählten - ELQ 2+ an das zu messende Aderpaar an und wählen Sie aus dem **HAUPTMENÜ** die Betriebsart **AUTO MODUS: SLAVE** und drücken Sie die Taste **ENTER**. Während das **SLAVE** Gerät auf die Befehle den **MASTER** Gerätes wartet, sendet das **SLAVE** Gerät ein 400 Hz-Signal über die Buchse L1 zur akustischen Adererkennung.

##### **MASTER** Ende.

Wählen Sie aus dem **HAUPTMENÜ** der **AUTO MODUS**, dann die Betriebsart **MASTER** und schließen Sie die **L1** Buchse des **MASTER** Geräts an das zu messenden Aderpaar an. Um das entsprechende Aderpaar zu finden, schalten Sie die Akustische Aderpaarerkennungsbetriebsart durch Betätigung der Taste **TON (F6)** in dem Menü **MASTER BETRIEBSART** ein. Das empfangene Tonsignal von 400 Hz signalisiert die entsprechende Verbindung. (Das Tonsignal auf der Seite des Slave Geräts kann durch Fernsteuerung von der Seite des Masters mit Taste **EIN (F3)** oder **AUS (F4)** ein- oder ausgeschaltet wird.)

## Dienstfarnsprecher

Das Gerät ELQ 2+ ist mit einem eingebauten Mikrofon und Lautsprecher ausgerüstet und kann eine Halbduplexe Sprechverbindung zwischen den zwei Leitungsenden realisieren.

Die Dienstfarnsprecher-Betriebsart kann aus dem Menü **HAUPTMENÜ** und **AUTO MODUS: MASTER** durch Betätigung der Taste **TEL (F5)** aufgerufen werden.

- Die Taste **TEL (F5)** schaltet den Lautsprecher ein, und das ELQ 2+ wartet auf den vom anderen Ende der Leitung kommenden Ruf.
- Zum Senden eines Rufzeichens betätigen Sie die Taste **ANRUF (F4)**. Der Anwender kann sprechen, wenn er die Taste **MIC (F6)** betätigt. (Dann ist das Mikrofon aktiv und der Lautsprecher ist abgeschaltet)

## 5.3 Systemauswahl

Der ELQ 2+ misst in den einzelnen Mess-Sequenzen die zu dem ausgewählten xDSL System gehörenden analogen Parameter. Die System- und Kabelparameter, der Messfrequenzbereich, die Toleranzen und die Messmethoden sind dem ausgewählten System angepasst. Die zu messenden analogen Parameter der verschiedenen Systeme sind sehr unterschiedlich. Deshalb muss vor der Messung einer Leitung festgestellt werden, um welches DSL-System es sich handelt und aus dem Menü **MASTER BETRIEBSART** muss die entsprechende Mess-Sequenz ausgewählt wird.

Das Menü **MASTER BETRIEBSART** bietet drei, bzw. als Option vier Gruppen von xDSL Systemen an:

- Die Liste der **DT SYSTEME** (als Option) enthält die System- und Kabelparameter, die bei der Deutsche Telecom am häufigsten angewendeten ADSL und ADSL2+ Systemen notwendig sind.
- Die Liste der **STANDARD SYSTEME** enthält die System- und Kabelparameter, die zur Messung der wichtigsten und schon genormten xDSL Systeme notwendig sind.
- In die Liste der **ANWENDERSPEZIFISCHEN SYSTEME** können nicht genormte System- und Kabelparameter gespeichert werden. Diese können den Anforderungen eines neuen Systems entsprechend geändert werden oder es kann eine modifizierte Version eines genormten Systems sein.

- Außer den Standard und Anwenderspezifische Systemen gibt es noch die Betriebsart für eine **SYSTEMUNABHÄNGIGE MESS-SEQUENZ**. In dieser Betriebsart kann man die automatische Mess-Sequenz in einem ausgewählten Frequenzbereich ohne Berücksichtigung der Parameter ein konkretes System, System unabhängig ablaufen lassen.

Das zu messende System kann in mehreren Schritten aufgerufen werden.

- Wählen Sie zwischen der Systemgruppen in der **MASTER BETRIEBSART** mit den Tasten  $\uparrow\downarrow$  und bestätigen Sie mit **ENTER**. (Abb. 5.1)



Abb. 5.1

- Abb. 5.2 zeigt als Beispiel die ausgewählten ITU-T G.991.2 SHDSL Systeme:

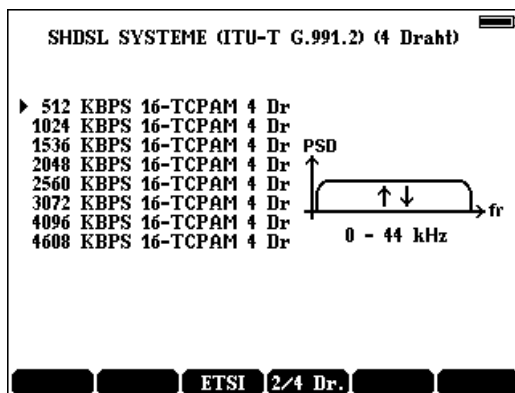


Fig. 5.2

- Wählen Sie zwischen den ITU-T und ETSI Systemen mit der Taste **F3** und die Übertragungsgeschwindigkeit mit den Tasten  $\uparrow\downarrow$ .
- Drücken Sie **ENTER**

Abb. 5.3 zeigt das Auswählen des ITU-T G.992.5 ADSL2+ Systems:

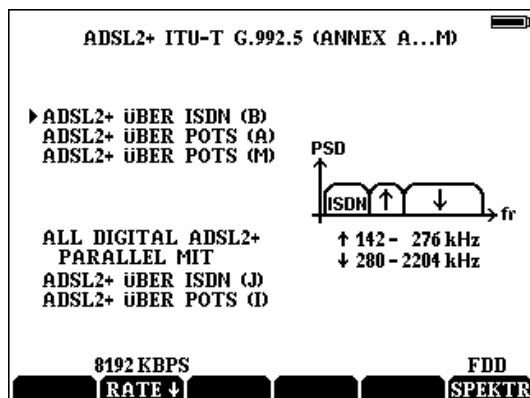
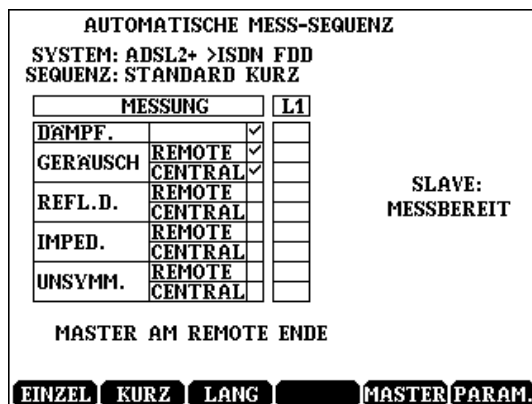


Fig. 5.3

- Wählen Sie das System mit  $\uparrow\downarrow$  bzw. mit der Taste **F6**, und die Übertragungsgeschwindigkeit mit der Taste **F2**. (Um eine höhere Übertragungsgeschwindigkeit zu erreichen ITU-T G.992.5 Annex J und M erlaubt die Verwendung von mehreren upstream Trägerfrequenzen die mit der Taste **F2** verändert werden können.)
- Drücken Sie **ENTER** und es erscheint der Bildschirm **AUTOMATISCHE MESS-SEQUENZ** (Abb. 5.4):





## Abb. 5.4

Dieser Bildschirm (wie im Fall aller ähnlichen Programme) bietet drei automatische Messoptionen:

- **KURZ** > nur Dämpfung und Geräuschpegel wird gemessen
- **LANG** > alle wichtigen Parameter (ausgenommen **FEXT** und **NEXT**) werden gemessen
- **EINZEL** > nur ein, vom Anwender ausgewählter Parameter wird gemessen

5.4 Vorbereitung des Messvorgangs

Zur Vorbereitung einer automatischen Mess-Sequenz muss der Anwender die folgenden Parameter einstellen:

- eine der Messoptionen wird durch Betätigung der Taste **KURZ (F2), LANG (F3) oder EINZEL (F1)** ausgewählt.

Wenn der ELQ 2+ an einem asymmetrischen ADSL System benutzt wird, muss der Anwendungsort (REMOTE oder CENTRAL) des Master Gerät durch Betätigung der Taste **MASTER (F5)** bestimmt werden.

5.5 Überprüfung der System- und Kabelparameter

Vor dem Start der Messung können die System- und Kabelparameter des ausgewählten Systems durch Betätigung der Taste **PARAM (F6)** überprüft werden. Nach Betätigung Nach Betätigung dieser Taste erscheint die Tabelle der **SYSTEMPARAMETER**.

Abb. 5.5 zeigt die wichtigsten Parameter eines 8/1 MBPS ADSL2+ FDD Systems das mit einem ADSL OVER ISDN System parallel arbeitet:

SYSTEMPARAMETER					
PARAMETER		DOWN	UP		
TONE	n	65	33	Z	
	min kHz	280.3	142.3	100 Ohm	
	n	511	64	FILTER SYSTEM	
	max kHz	2203.7	276.0		
RATE	kbit/sec	8192	1024		
GERÄUSCHRESERV		6.0	6.0	dB	
MAX BITLOAD		15	12	n	
KODEGEWINN		4.5	4.5	dB	

↓

↑

Abb. 5.5

- **n** (min.), Multiplikator zur Berechnung der unteren Trägerfrequenz des Up- und Downstream Signals ( $n \cdot \Delta f$  Trägerabstand).
- **min kHz**, untere Frequenzgrenze des Up- und Downstream Signals.
- **n** (max.), Multiplikator zur Berechnung der oberen Trägerfrequenz des Up- und Downstream Signals ( $n \cdot \Delta f$  Trägerabstand).
- **max kHz**, obere Frequenzgrenze des Up- und Downstream Signals.
- **RATE kbit/s** sind die spezifizierten Datenübertragungsgeschwindigkeiten in Downstream und Upstream Richtung.
- **GERÄUSCHRESERVE** ist der Störabstand, der für die Berechnung der an der gemessenen Leitung erreichbarer Datenübertragungsgeschwindigkeit benutzt wird.
- **MAX BITLOAD** wird vom verwendeten ADSL System bestimmt.
- **KODEGEWINN** ist der erreichbare Gewinn, wenn eine Trellis-Kodierung angewendet wird.
- **Z** ist die zu dem angewendeten ADSL System gehörenden standardisierten Wellenwiderstand bzw. Abschlussimpedanz.

Die obengenannte Norm entsprechenden **KABELPARAMETER** werden auf der nächsten Seite (Abb. 5.6) aufgelistet.

Durch Betätigung der Taste **SEITE** ↑ können Sie diese Seite aufrufen. In der Tabelle werden die Parameter der genormten Kabelschleife angegeben. Diese Parameter dienen als Toleranzmaske für die GRENZWERTE: EINGEHALTEN / NICHT EINGEHALTEN Bewertung.

KABELPARAMETER						
Nr.	kHz	a	IMPEDANZ		REFL	LCL
		dB	Ohm		dB	dB
		MAX	MIN	MAX	MIN	MIN
<fmin						
1	4	20.8	98	450		40.0
96	414	39.8	60	450		40.0
204	879	53.5	60	162		40.0
300	1293	63.9	60	162		40.0
408	1759	74.4	60	162		40.0
511	2203	83.7	60	162		40.0
>fmax						

</

Fig. 5.6

## 5.6 Ablauf des Messvorgangs

Nach der Auswahl der Messoption kann die Mess-Sequenz durch Betätigung der Taste **START/STOP** gestartet oder unterbrochen werden.

Vor dem Starten oder wiederholten Starten der Mess-Sequenz kontrollieren Sie, ob die Meldung **SLAVE: MESSBEREIT** angekommen ist.

Wichtige Bemerkung: Bevor Sie das Programm laufen lassen vergewissern Sie sich, ob beide Geräte (Master und Slave) die selbe Software-Version haben!

## 5.7 Messergebnisse

Läuft der Messvorgang ab, dann erscheint der Bildschirm **MESSERGEBNIS** mit der Qualifizierung: **GRENZWERTE: EINGEHALTEN / NICHT EINGEHALTEN** und mit einer Liste der durchgeführten Messungen. In der Liste werden die Messungen mit Sternchen gekennzeichnet, die fehlerhafte Messergebnisse enthalten (Abb. 5.7).



Abb. 5.7

### Detaillierte Messergebnisse

Wenn Sie aus der Liste eine Messung mit dem Cursor auswählen und die Taste **ENTER** drücken, dann erscheinen am Bildschirm – gemeinsam mit der Toleranzmaske – die detaillierten Messergebnisse.

Wird zum Beispiel das Messergebnis **LEITUNGSDÄMPFUNG** ausgewählt, dann erscheint der in Abb. 5.8 dargestellte Bildschirm.

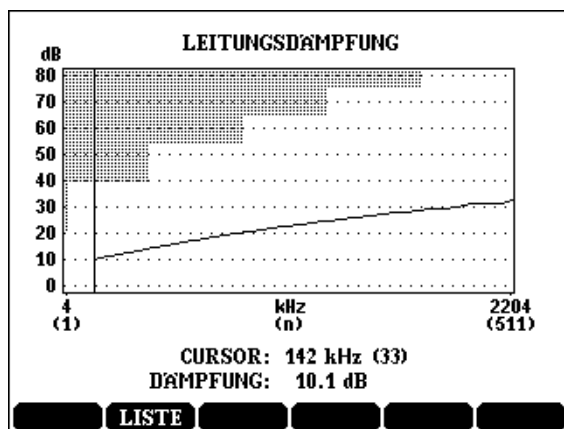


Abb.5.8

An diesem Bildschirm ist die frequenzabhängige Leitungs-dämpfungs-kurve und die dazugehörige Toleranzmaske für die Bewertung dargestellt. An der Ordinate wird die Dämpfung in dB, an der Abszisse die Frequenz von 26 kHz bis 1100 kHz angegeben. Unter dem Frequenzwert wird der Multiplikator  $n$  des Trägerabstands  $\Delta f$  in Klammern angegeben. Der Cursor kann durch die horizontalen Cursortasten bewegt werden und die Dämpfung kann für die ausgewählte Frequenz abgelesen werden.

Durch Betätigung der Taste **LISTE (F2)** erscheint eine Tabelle mit den Messdaten. Die weiteren Seiten dieser Tabelle können Sie mit der Taste **↓ (F5)** abrufen.

Wenn Sie zum Beispiel das Messergebnis der Messung **S/N & BITRATE DOWN** wählen, dann erscheint der in Abb. 5.9 dargestellte Bildschirm. Dieser zeigt die frequenzabhängigen **S/N** Werte an dem REMOTE Ende der Leitung und die dazugehörigen frequenzabhängige BPS/Hz Werte in Down Richtung. Von diesen Werten rechnet der ELQ 2+ die erreichbare Datenübertragungsgeschwindigkeit der Leitung in Down Richtung.

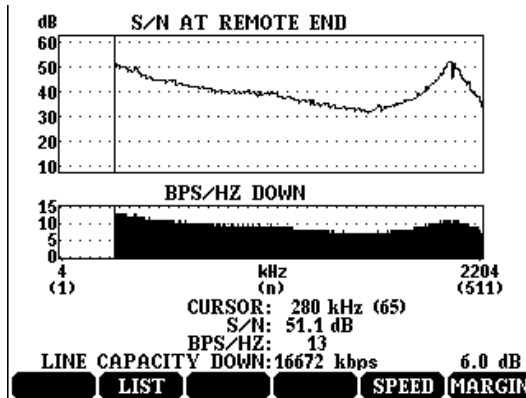


Abb. 5.9

**Wichtige Bemerkung:**

Die berechnete Datenübertragungsgeschwindigkeit ist nur dann genau, wenn die gemessene Leitung fehlerfrei ist.

Speicherung der Messergebnisse

Die Messergebnisse können unter dem Namen des Messobjektes gespeichert werden. Betätigen Sie dazu die Taste **STO (F1)** des Menüs **MESSERGEBNIS** (Abb. 5.7) und tragen Sie in dem nachfolgenden Menü den Namen des Objektes ein.

Nach Betätigung der Taste **ENTER** werden der System- und Mess-Sequenz-Name bzw. Datum, Uhrzeit und der Anwendername automatisch eingetragen und das Ergebnisbild wird gespeichert.

(Siehe: Kapitel 3.2 Speicherung und Aufruf der Messergebnisse 3-2)

Abufr der Testergebnisse

Die gespeicherten Ergebnisse können aus dem **HAUPTMENÜ** abgerufen werden. Wählen Sie den **MESSERGEBNISPEICHER** und drücken Sie die Taste **ENTER**. Der erscheinende Bildschirm „**GESPEICHERTE MESSERGEBNISSE**“ bietet vier Speichergruppen an:

- **AUTOMESSUNGEN**
- **EINZELMESSUN**
- **TDR MESSUNGEN**
- **BRÜCKE, (oder DMM) MESSUNGEN (optional)**

Wählen Sie die **AUTOMESSUNGEN** Speichergruppe aus und betätigen Sie die Taste **ENTER**. Von den erscheinenden Tabellen können Sie das abzurufende Messobjekt auswählen und es auf dem Bildschirm darstellen. (Siehe: Kapitel 3.2)

## 6 TDR MESSUNGEN

### 6.1 Funktionsprinzip

ELQ 2+ in Time Domain Reflectometer (TDR) Betriebsart funktioniert 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 ELQ 2+ 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 und als Reflexionskurve angezeigt.

Die dargestellte Reflexionskurve zeigt alle Impedanzänderungen entlang des Kabels an. Die Amplitude einer Reflexion wird von der Größe der Impedanzänderung bestimmt. Die Entfernung bis zum Fehlerort wird am Bildschirm angezeigt, wenn der Cursor zum Anfang des vom Fehlerort reflektierten Impulses eingestellt ist.

#### **Messbetriebsarten**

##### Einzelpaarmessung (L1 oder L2)

Senden und Empfang des Messimpulses an dem selben Aderpaar L1 oder L2. Der ELQ 2+ wiederholt die Messung immer wieder, wobei das letzte Ergebnis die vorigen immer überschreibt, d.h. die vorigen Ergebnisse werden vom Bildschirm gelöscht. (Die am häufigsten benutzte Betriebsart.)

##### Langzeitmessung (L1LZT oder L2LZT)

Diese Messbetriebsart ist geeignet für die Entdeckung von losen Anschlüssen. Der ELQ 2+ wiederholt die Messung immer wieder, aber das letzte Ergebnis wird immer auf die vorigen gezeichnet, d.h. die vorigen Ergebnisse werden nicht gelöscht. Alle Ergebnisse werden auf dem Display gleichzeitig dargestellt, wodurch auch kurzzeitig auftretende Fehler sichtbar werden.

##### Lokalisierung einer Kopplungsstelle (XTALK)

Der Messimpuls wird über L1 gesendet und die reflektierten Impulse werden über L2 empfangen. Diese Messbetriebsart ist typisch für die Lokalisierung von Adervertauschungen benutzt.

### Vergleich zweier Paare (L1&L2)

Es ist eine Kombination der Betriebsarten L1 und L2. Beide Reflexionskurven werden gleichzeitig angezeigt. Auch fehlerfreie Aderpaare können Reflektionen zeigen, die von Anschlussstellen oder harmlosen Unstetigkeitsstellen stammen. Wenn das fehlerhafte Paar mit einem fehlerfreien verglichen wird, dann können die Fehlerstellen von den harmlosen Reflektierungen unterschieden werden.

### Vergleich mit Speicherinhalt (L1&M oder L1-M)

**L1&M** Die aktuelle Reflexionskurve wird mit einer gespeicherten Kurve gleichzeitig angezeigt.

**L1-M** Die Differenz einer gespeicherten und der aktuellen Reflexionskurve wird angezeigt.

Eine gespeicherte Kurve kann z.B. für einen Vergleich der Kabelzuständen vor und nach einer kritischen Zeit oder Reparaturarbeiten benutzt werden.

## **6.2 Einstellungen vor der Messung**

### Auswahl der Messbetriebsart

- Wählen Sie die benötigte Betriebsart im **TDR MENÜ**
- und drücken Sie **ENTER**.

### Einstellung des Messbereiches

- Betätigen Sie die Taste **LÄNGE (F5)**, wählen Sie den kleinsten Messbereich der jedoch größer als die Länge des Kabels sein muss.
- Drücken Sie **ENTER**.

### Einstellung der Ausbreitungsgeschwindigkeit und derer Maßeinheit

- Betätigen Sie die Taste **F6**
- Wählen Sie die entsprechende Maßeinheit mit der Taste **F3** oder **F4**
- Geben Sie einen neuen Wert ein oder modifizieren Sie den Aktuellen oder rufen Sie mit **ABRUF (F2)** einen Wert aus der Kabelbibliothek ab.
- Drücken Sie **ENTER**.

(Detailinformationen im Kapitel 6.5 Ausbreitungsgeschwindigkeit 6-4)



### 6.3 Messvorgang

#### Start

- Schließen Sie das gemessene Aderpaar zu den entsprechenden Buchsen (L1 und/oder L2) an.
- Starten Sie die Messung mit Taste **START/STOP**, damit erscheint die Reflexionskurve.

#### Ausgleich der Kabelimpedanz

- Während einer laufenden Messung stellen Sie das Abgleich-Potentiometer so ein, dass die angezeigte Reflexionskurve in der Mitte möglichst flach und gerade ist um das Gerät zur Kabelimpedanz bestmöglich anzupassen. (In den Betriebsarten XTALK und L<sub>1</sub>-L<sub>2</sub> ist das Abgleich-Potentiometer nicht aktiv.)

#### Einstellung der Verstärkung

- Um eine taugliche Impulsamplitude zu kriegen soll die Verstärkung so erhöht werden, dass die Dämpfung des Kabels kompensiert wird. Drücken Sie **VERST. (F2)** und stellen Sie die geeignete Verstärkung ein.
- Drücken Sie **ENTER**

#### Einstellung der Breite des Messimpulses

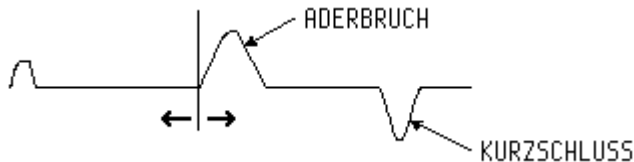
Die Impulsbreite wird abhängig vom Messbereich automatisch eingestellt. Wenn die Dämpfung des Kabels groß ist, dann kann es aber vorkommen, dass man mit einem breiteren Messimpuls eine besser auswertbare Reflexionskurve bekommt. Es werden deshalb je 3 wählbare Impulsbreiten für jeden Messbereich angeboten.

- Nach Drücken der Taste **IMPULS (F3)** wählen Sie die beste Impulsbreite.
- Drücken Sie **ENTER**.

### 6.4 Auswertung der Reflexionskurve

#### Ablesen der Entfernung bis zum Fehlerort

Wenn der Messprozess beendet ist, bewegen Sie den Cursor mit den horizontalen Cursortasten „←“ und „→“ zum Anfang des reflektierten Impulses.



Der angezeigte Wert des Cursors ergibt die Entfernung bis zum Fehlerort. Vergessen Sie nicht, die Länge der Messleitungen abzuziehen. Vergrößerung der Reflexionskurve (ZOOM)

Die Reflexionskurve kann um den Cursor durch die ZOOM Funktion vergrößert werden. Die Stufe der horizontalen Vergrößerung kann auf folgende Weise eingestellt werden:

- Bewegen Sie den Cursor mit den horizontalen Cursortasten „←“ und „→“ zum Anfang des reflektierten Impulses bzw. zum Fehlerort.
- Drücken Sie Taste **ZOOM (F4)** und wählen Sie die beste Vergrößerung.
- Drücken Sie **ENTER**

#### Verwendung des Markers

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

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

- Bewegen Sie den Cursor an die Stelle der Reflexionskurve, von der Sie die Entfernung messen wollen (z. B. Reflexion von einem bekannten Punkt oder ab der Stelle der Kabeltypveränderung) und platzieren Sie den Marker durch Drücken der Taste **ENTER**.
- Bewegen Sie den Cursor zu dem Punkt der Reflexionskurve, bis zu dem die Entfernung gemessen werden soll.

Die Entfernung dieser Punkte wird am Display direkt angezeigt.

## **6.5 Ausbreitungsgeschwindigkeit**

### Maßeinheiten der Ausbreitungsgeschwindigkeit

Der ELQ 2+ kalkuliert die Entfernung des Fehlerortes aus der gemessenen Zeit die vom Starten des Messimpulses vergangen ist und aus der bekannten Wellenausbreitungsgeschwindigkeit (V) im Aderpaar. Jeder Kabeltyp hat einen typischen V-Wert der vom Isolationsmaterial, Aderdurchmesser usw. abhängt.

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

- **Wellenausbreitungsgeschwindigkeit** ..... (V)
- **Die Hälfte der Wellenausbreitungsgeschwindigkeit** .... (V/2)
- **Wellenausbreitungsgeschwindigkeitsfaktor** ..... (PVF)  
(Propagation Velocity Factor)

Der PVF ist als Wellenausbreitungsgeschwindigkeit im Kabel dividiert durch die Lichtgeschwindigkeit in Vakuum definiert.

Die folgende Tabelle zeigt typische Werte für einige Isolationsmaterialien:

ISOLATION	TYPISCH		
	V m/μs	V/2 m/μs	PVF
PVC	160	80	0.53
POLYETHYLEN	192	96	0.64
PAPER (50nF/km)	216	108	0.72
PAPER (45nF/km)	264	132	0.88
LIGHT IN SPACE	300	150	1

#### Veränderung der Maßeinheit der Ausbreitungsgeschwindigkeit

- Drücken Sie die Taste **F6**
- Drücken Sie die Taste der gewünschten Maßeinheit (**F3** oder **F4**)
- Drücken Sie **ENTER**

#### Einstellung der Ausbreitungsgeschwindigkeitskonstante eines Kabels

- Drücken Sie die Taste **F6**
- Schreiben Sie den neuen Wert ein oder drücken Sie **ABRUF (F2)** und wählen Sie Ihr Kabel aus der Kabelbibliothek
- Drücken Sie **ENTER**

Für die Fälle, wenn die Ausbreitungsgeschwindigkeitskonstante eines Kabels unbekannt ist bietet der ELQ 2+ automatische Berechnungsmethoden an, mit denen man diese Konstante ermitteln kann.

#### Automatische Berechnung der unbekannten Ausbreitungsgeschwindigkeitskonstante

Diese Konstante kann in den folgenden Fällen ermittelt werden:

- Wenn die Kabellänge bekannt ist.
- Wenn die Entfernung bis zu einem bestimmten Punkt bekannt ist (z.B. bis zum Anfang der nächsten Kabelstrecke).
- Wenn es vom gleichen Kabeltyp ein Stück mit bekannter Länge vorhanden ist.
- Wenn die Entfernung zwischen zwei Punkten der Reflexionskurve bekannt ist.

Wenn die Kabellänge oder die Entfernung bis zu einem bestimmten Punkt bekannt ist:

- Schließen Sie das Kabel an  $L_1$  an und beschaffen Sie sich eine Reflexionskurve
- Stellen Sie den Cursor an den Anfang des Impulses, der von dem bekannten Punkt reflektiert wurde.
- Drücken Sie die Taste **F6**
- Drücken Sie die Taste **CURSOR (F5)**
- Schreiben Sie die bekannte Entfernung in Meter ein.
- Mit dem Drücken der Taste **ENTER** wird jetzt der dazugehörige Wert für die Ausbreitungsgeschwindigkeitskonstante automatisch eingestellt.

Wenn die Entfernung zwischen zwei Punkten der Reflexionskurve bekannt ist:

- Schließen Sie das Kabel an  $L_1$  an und beschaffen Sie sich eine Reflexionskurve
- Stellen Sie den Cursor an den Anfang des Impulses, der von dem ersten bekannten Punkt reflektiert wurde und platzieren Sie den Marker mit dem Drücken der Taste **ENTER**
- Stellen Sie den Cursor an den Anfang des Impulses, der von dem zweiten bekannten Punkt reflektiert wurde
- Drücken Sie die Taste **F6**
- Drücken Sie die Taste **CURMAR (F6)**
- Schreiben Sie die bekannte Entfernung zwischen den zwei Punkten in Meter ein und drücken Sie die Taste **ENTER**.
- Jetzt wird der dazugehörige Wert für die Ausbreitungsgeschwindigkeitskonstante automatisch berechnet und eingestellt.

## 6.6 Hinweise für den Anwender.

### 6.6.1 Allgemeine Hinweise

Die Reflexionen können in zwei Gruppen eingeteilt werden:

- normale Reflexionen
- von Fehlern verursachte (nicht normale) Reflexionen

#### Normale Reflexionen

Auch fehlerfreie Aderpaare können Reflexionen vorzeigen. Diese werden von Unstetigkeiten wie Anschlussstellen oder Grenzen von Kabelstrecken aus verschiedenen Kabeltyps usw. verursacht.

### Von Fehlern verursachte Reflexionen

Ein fehlerhaftes Aderpaar zeigt sowohl normale Reflexionen als auch von Fehlern verursachten Reflexionen vor. Wegen Dämpfungsverluste im Kabel wird von einem entfernten Fehlerort ein viel kleinerer Impuls reflektiert als von einem nahen.

Eine gute Methode für die Unterscheidung der normalen Reflexionen von den von Fehlern verursachten Reflexionen ist der Vergleich des fehlerhaften Aderpaares mit einem fehlerfreien Aderpaar im selben Kabel in der Betriebsart L1&L2. Die normalen Reflexionen werden nämlich in beiden Reflexionskurven erscheinen, die von Fehlern stammenden aber nur in der Kurve des fehlerhaften Aderpaares.

- Fernsprechkabel haben mehrere -oft sehr viele- Aderpaare. Die tatsächliche physikalische Länge der Aderpaare hängt von deren Position innerhalb des Kabels ab: je ferner sich ein Aderpaar von der Mitte des Kabels befindet desto länger ist sie. Infolgedessen kann die physikalische Länge eines Aderpaares länger sein als die Kabellänge und auch die Ausbreitungsgeschwindigkeit der verschiedenen Aderpaare ist unterschiedlich. Bei dem Vergleich von zwei Aderpaaren sollen also beide von der Mitte des Kabels möglichst gleich entfernt sein.
- Wenn das Aderpaar mehr als einen Fehler hat, dann kann von dem ersten Fehlerort ein so großer Teil der Impulsenergie reflektiert werden, dass der nächste Fehlerort schon nicht erkennbar ist. Nach dem Finden und der Beseitigung des ersten Fehlers soll also die nach diesem Fehlerort liegende Kabelstrecke noch mal gemessen werden um auch eventuelle weitere Fehler zu finden.

#### **6.6.2 Typische Reflexionskurven**

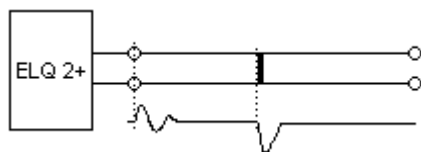
##### Leerlauf (Aderbruch)

Die Reflexion ist ein positiver (steigender) Impuls. Es gibt keinen Impuls vom fernen Ende.



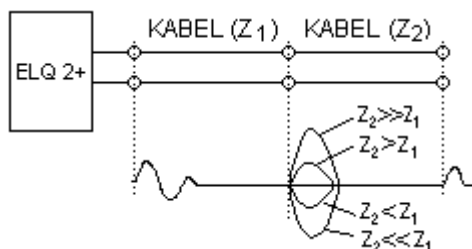
### Kurzschluss

Die Reflexion ist ein negativer (fallender) Impuls. Es gibt keinen Impuls vom fernen Ende.



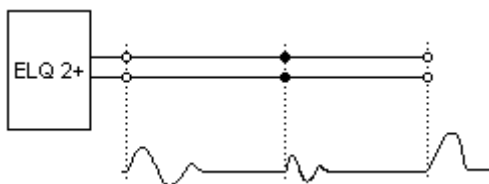
### Veränderung des Kabeltyps (Anpassungsfehler)

Die Amplitude des reflektierten Impulses wird von der Größe der Impedanzveränderung bestimmt.



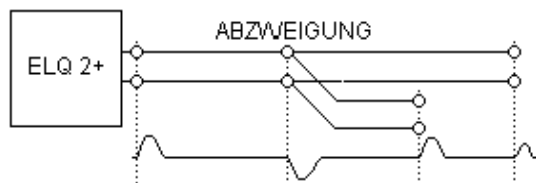
### Verbindungen, Anschlüsse

Die Anschlüsse produzieren S-förmige Reflexionen.



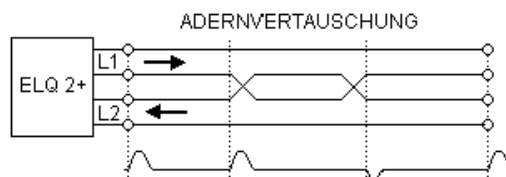
### Abzweigung

Eine Abzweigung zeigt zwei Impulse vor, der erste stammt vom Anfang, der zweite vom Ende der Abzweigung.



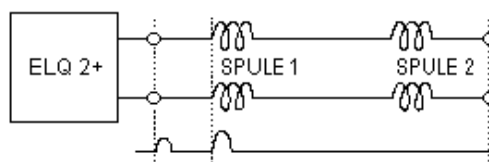
### Adervertauschung

Die Adervertauschungen verursachen Nebensprechen.



### Pupinspulen (Induktivitäten)

Eine Pupinspule zeigt einen positiven (steigenden) reflektierten Impuls vor. Im Allgemeinen sieht ein TDR nur bis zur ersten Pupinspule. Für Fehlerortung nach der ersten Pupinspule ist der ELQ 2+ an einem anderen, nach der Pupinspule befindlichen Punkt anzuschließen.



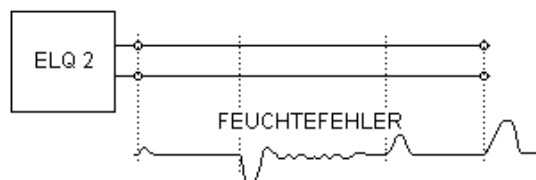
### Kapazitive Netzwerke (Kondensatoren)

Kapazitäten zeigen negative (fallende) Impulse vor.



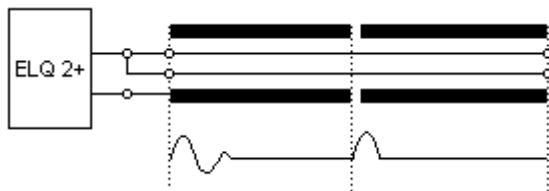
### Feuchte, durchnässte Sektion

Die Anwesenheit der Feuchtigkeit verursacht die Erhöhung der Kapazität. Es entstehen dadurch zwei Impulse, einer vom Anfang und einer vom Ende der feuchten, durchnässten Strecke.



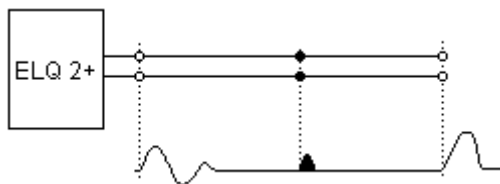
### Mantelbruch (Bruch der Abschirmung/Metallfolie des Kabels)

Wenn der metallische Mantel des Kabels gebrochen ist, dann kann der Ort des Bruches so bestimmt werden, dass man den ELQ 2+ anstatt an zwei Adern eines Aderpaares, an den Kabelmantel und an so viele Adern wie möglich anschaltet.



### Kontaktfehler

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





## 7 UNTERBRECHUNGSMESSUNG (SW OPTION)

### 7.1 Allgemeine Eigenschaften

Zu der Unterbrechungsmessung wird gemäß der Norm ITU O.62 ein Messsignal mit einer Frequenz von 2 kHz verwendet. Eine Unterbrechung wird detektiert und gezählt, wenn der Pegel des empfangenen Signals für eine Zeitdauer von mehr als 0,3 ms unter dem ausgewählten Schwellenpegel fällt.

Die gezählten Unterbrechungen werden, abhängig von der Unterbrechungszeit, in fünf Zeitkategorien aufgeteilt:

- von 0,3 ms bis 3 ms,
- von 3 ms bis 30 ms,
- von 30 ms bis 300 ms,
- von 300 ms bis 1 Min.,
- von > 1 Min.

Der Schwellenpegel kann mit 3, 6, 10, oder 20 dB unter den Referenzpegel des 2 kHz Mess-Signals eingestellt werden. Die Messzeit kann zwischen 4 Minuten und 72 Stunden eingestellt werden.

Bemerkung:

Um Unterbrechungsmessungen auch an solchen Leitungen durchführen zu können, die ein Messsignal nur oberhalb des ISDN-Frequenzbereichs übertragen, ermöglicht der ELQ 2+ Unterbrechungsmessungen zusätzlich mit einem 82 kHz Messsignal

ELQ 2+ gibt die folgenden detaillierten Informationen an:

- die Anzahl der Unterbrechungen geteilt in fünf Kategorien.
- relative Ausfallzeit.
- gestörte Sekunden (errored seconds).
- die Verteilung der Unterbrechungen in der Zeit dargestellt in 240 Zeiteinheiten.

In der Betriebsart Unterbrechung werden zwei ELQ 2+ an die beiden Enden des gemessenen Aderpaars angeschlossen. Das erste Gerät arbeitet als Pegelsender, das zweite als Unterbrechungsmessgerät.

Beide Enden des Aderpaars werden an die L1 Buchsen angeschlossen.

## 7.2 Einstellungen der Sender Funktion

### Ausschaltung der Abschaltautomatik

#### WICHTIGE BEMERKUNG

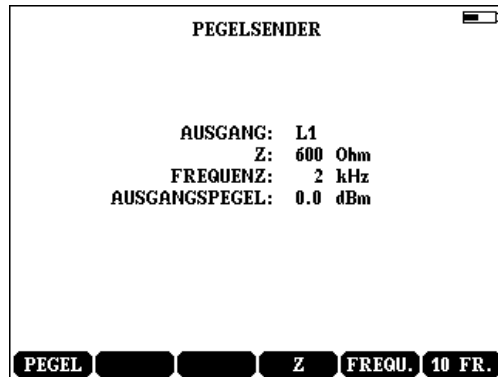
Ohne Steckernetzteil schaltet sich der ELQ 2+ nach der eingestellten Abschaltzeit aus. Deswegen wird empfohlen, bei Unterbrechungsmessungen die angewendeten ELQ 2+ Geräte immer über Steckernetzteile mit Speisestrom zu versehen.

Ist kein Netz erreichbar, rufen Sie die Betriebsart **EINSTELLUNGEN** auf, und stellen Sie den Modus **ABSCHALTZEIT: AUS** ein.



### Einstellungen der Sender Funktion

Wählen Sie die Betriebsart **EINZELMESSUNGEN / PEGELSENDER** und drücken Sie **ENTER**. An dem Display erscheinen unter anderem die einstellbaren Parameter: Ausgangspegel, Impedanz **Z** und Frequenz des Messsignals.



- Zur Einstellung der Frequenz des Messsignals drücken Sie die Taste **FREQU. (F5)**, stellen Sie mit den vertikalen Cursortasten die 2 kHz oder 82 kHz Messfrequenz ein und drücken Sie **ENTER**.
- Zur Einstellung des Ausgangswiderstandes drücken Sie die Taste **Z (F4)**, stellen Sie mit den vertikalen Cursortasten 600 Ohm bei 2 kHz oder 100 Ohm bei 82 kHz ein und drücken Sie **ENTER**.
- Zur Einstellung der Ausgangspegel drücken Sie die Taste **PEGEL (F1)**, stellen Sie mit den vertikalen Cursortasten oder mit den Zahlen-Tasten den gewünschten Ausgangspegel ein und drücken Sie **ENTER**.
- Durch Betätigung der Taste **START/STOP** schalten Sie das Ausgangssignal ein.

### 7.3 Einstellungen der Empfänger Funktion

Wählen Sie die Betriebsart **EINZELMESSUNGEN / UNTERBRECHUNG** und drücken Sie **ENTER**.

- Zur Einstellung der Frequenz des Messsignals drücken Sie die Taste **FREQU. (F5)** und wählen Sie mit den vertikalen Cursortasten 2 kHz oder 82 kHz. Der Abschlusswiderstand stellt sich automatisch ein: 600 Ohm bei 2 kHz, 100 Ohm bei 82 kHz. Zur Einstellung der Messzeit drücken Sie die Taste **ZEIT (F4)** und wählen Sie mit den vertikalen Cursortasten die gewünschte Messzeit aus. Die folgenden Messzeiten sind wählbar: 4, 8, 12, und 24 Min., 1, 2, 4, 8, 12, 24, 48 und 72 Stunden.

- Zur Einstellung des Schwellenwertes drücken Sie die Taste **SCHW. (F5)** und wählen Sie mit den vertikalen Cursortasten den gewünschten Wert aus. Die folgenden Schwellenwerte sind wählbar: 3, 6, 10 und 20 dB. (20 dB ist nur bei 2 kHz Messsignal wählbar.)
- Durch Betätigung der Taste **START/STOP** starten Sie die Messung.

## 7.4 Messvorgang

Während der Messung werden die Zählerstände und Ergebnisse laufend aktualisiert: Unterbrechungsanzahl der jeweiligen Kategorie, die relative Ausfallzeit und der prozentuelle Wert der gestörten Sekunden.. Bei der Berechnung der relativen Ausfallzeit werden – gemäß der Vorschriften der Norm ITU O.62. – die Ausfallzeiten < 3 ms und > 1 Min. nicht mit berücksichtigt. Bei der Berechnung der gestörten Sekunden werden – gemäß der Vorschriften der Norm ITU O.62. – die Ausfallzeiten < 3 ms nicht in Rücksicht genommen.

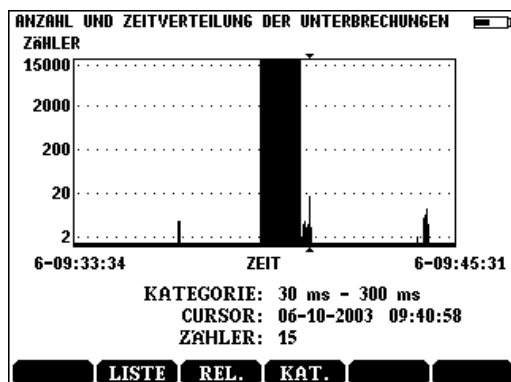
Am Ende der Messung oder nach manuellem Stop der Messung durch Betätigung der Taste **START/STOP** erscheinen die Messergebnisse an dem Messergebnis-Display wie folgt:



Weitere, ausführlichere Messergebnisse kann man durch Betätigung der Taste **GRAPH.** oder **LISTE** bekommen. Nach Betätigung der Taste **GRAPH.** werden die Messergebnisse graphisch dargestellt. An dem Bildschirm erscheint zu der jeweils ausgewählten Kategorie die zugehörige Zeitverteilung der Unterbrechungen. Die gewünschte Kategorie kann man mit der Taste **KAT.** auswählen. Die Messzeit wird mit einer Auflösung von 240 Zeiteinheiten dargestellt.

### Die Anzahl der Unterbrechungen

Die Anzahl der Unterbrechungen, die in eine Zeiteinheit hineinfallen, werden als Linie dargestellt. Mit Hilfe des Cursors kann man die genaue Anzahl und die Zeiteinheit abfragen.



Durch Betätigung der Taste **LISTE** werden die Messergebnisse numerisch dargestellt. Auf dem Bildschirm erscheinen nebeneinander in Spalten die zu den einzelnen Kategorien gehörenden Anzahlen der Unterbrechungen.

Zu jeder Kategorie gehören 240 Zeiteinheiten, dementsprechend zu einer kompletten Messung 12 Tabellen. Ist eine Unterbrechung länger als eine- oder mehrere Zeiteinheiten, dann erscheint, anstatt einer Nummer ein Minus-Zeichen. In diesen Tabellen sind alle Ereignisse dargestellt.

ANZAHL UND ZEITVERTEILUNG DER UNTERBRECHUNGEN					
ZEIT	0.3-3	3-30	30-300	300-1	>1Min
6-09:40:34	-				
6-09:40:37	-				
6-09:40:40	-				
6-09:40:43	0	0	2	0	0
6-09:40:46	0	0	6	0	0
6-09:40:49	0	0	7	0	0
6-09:40:52	1	2	5	2	0
6-09:40:55	0	0	6	0	0
6-09:40:58	11	3	15	1	0
6-09:41:01	3	3	5	0	0
6-09:41:04	0	0	0	0	0
6-09:41:07	0	0	0	0	0
6-09:41:10	0	0	0	0	0
6-09:41:13	0	0	0	0	0
6-09:41:16	0	0	0	0	0
6-09:41:19	0	0	0	0	0
6-09:41:22	0	0	0	0	0
6-09:41:25	0	0	0	0	0
6-09:41:28	0	0	0	0	0
6-09:41:31	0	0	0	0	0

GRAPH. REL. ↑ ↓

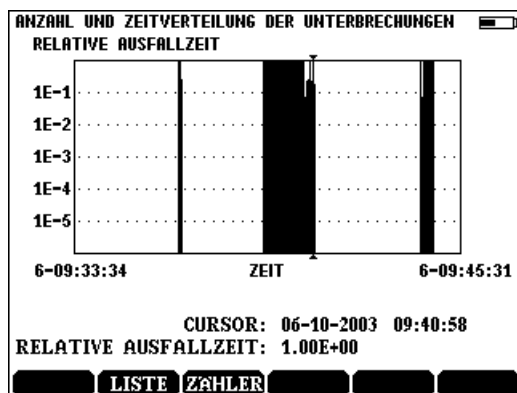
## 7.5 Speicherung der Messergebnisse

Bemerkung: Um Speicherplätze zu ersparen speichert der Ereigniszähler die Anzahl der Unterbrechungen mit der Auflösung gemäß der folgenden Tabelle:

Bereich	Auflösung der Anzeige
von 0 bis 15	1
von 15 bis 20	5
Von 20 bis 150	10
von 150 bis 200	50
von 200 bis 1500	100
Von 1500 bis 2000	500
von 2000 bis 15000	1000

### Zeitverteilung

Wird die Taste „**REL.**“ Betätigt, dann wird graphisch die Zeitverteilung der relativen Ausfallzeit angezeigt. Auf dem Bildschirm erscheinen zu der ausgewählten Messzeit die zugehörigen relativen Ausfallzeiten.



Die komplette Messzeit ist in 240 Zeiteinheiten aufgeteilt. Die gesamte relative Ausfallzeit innerhalb einer Zeiteinheit wird als Linie dargestellt. Mit dem Cursor kann man die relative Ausfallzeit in den einzelnen Zeiteinheiten ablesen.

Durch Betätigung der Taste **LISTE** werden die relativen Ausfallzeiten numerisch dargestellt. Auf dem Bildschirm erscheinen zu den einzelnen Zeiteinheiten die zugehörigen relativen Ausfallzeiten.

ANZAHL UND ZEITVERTEILUNG DER UNTERBRECHUNGEN		
ZEIT	RELATIVE AUSFALLZEIT	
6-09:40:34	-	
6-09:40:37	-	
6-09:40:40	-	
6-09:40:43	6.67E-02	
6-09:40:46	2.00E-01	
6-09:40:49	2.33E-01	
6-09:40:52	1.00E+00	
6-09:40:55	2.00E-01	
6-09:40:58	1.00E+00	
6-09:41:01	1.77E-01	
6-09:41:04	0.00E+00	
6-09:41:07	0.00E+00	
6-09:41:10	0.00E+00	
6-09:41:13	0.00E+00	
6-09:41:16	0.00E+00	
6-09:41:19	0.00E+00	
6-09:41:22	0.00E+00	
6-09:41:25	0.00E+00	
6-09:41:28	0.00E+00	
6-09:41:31	0.00E+00	
GRAPH. ZÄHLER		↑ ↓

Zu einer kompletten Messung gehören 240 Zeiteinheiten und 12 Tabellen. Ist die Unterbrechung länger als eine- oder mehrere Zeiteinheiten, dann erscheint, anstatt einer Nummer ein Minus-Zeichen. In diesen Tabellen sind alle Ereignisse dargestellt.





## 8 Gruppenlaufzeitverzerrungsmessung (SW Option)

### 8.1 Einführung

Der ELQ 2+ verwendet zur Gruppenlaufzeitverzerrungsmessung das Mehrtonverfahren. Dieses Verfahren ist im Appendix der ITU-T O-81 Empfehlung (früher CCITT Blue Book Fascicle IV.4 Supplement No. 3.7) empfohlen.

Seit 1981 wird dieses Verfahren allgemein verwendet. Die Messergebnisse sind eindeutig, erscheinen sehr schnell und stimmen mit den Messergebnissen der konventionellen Methode überein.

Zur Messung der Gruppenlaufzeit braucht der Anwender immer zwei ELQ 2+ Geräte, eins als Sender und eins als Empfänger.

Die Bestellnummer der Option Gruppenlaufzeitmessung ist SW 370-570-000. Wird die Option Gruppenlaufzeitmessung zu einem Gerätepaar nachträglich bestellt, dann müssen auch die zwei Serialnummern (SN°) der Geräte in der Bestellung angegeben werden. Die bestellte Option wird auf einer Upgrade-CD ausgeliefert. Diese CD beinhaltet alle Informationen die zu dem Upgrade-Prozeß nötig sind.

In der Gruppenlaufzeit-Betriebsart werden zwei ELQ 2+ Messgeräte an die zwei Enden des zu messenden Aderpaares angeschlossen. Das erste Gerät arbeitet als Sender, das zweite als Empfänger.

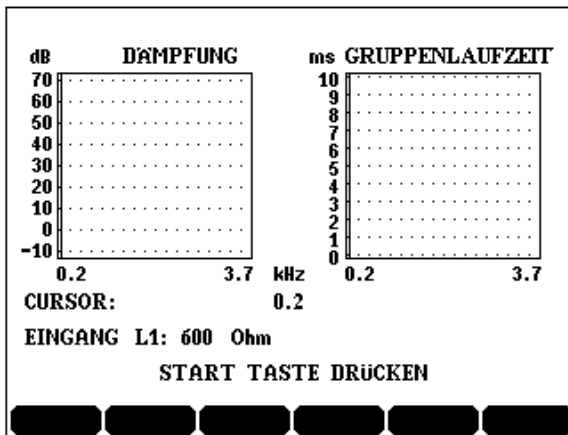
### 8.2 Aufgaben an der Senderseite

- Schliessen Sie das zu messende Aderpaar an die Buchse **L1** an
- Wählen Sie die Betriebsart **EINZEL / GRUPPENLAUFZEIT-VERZERRUNG** aus
- Wählen Sie die Senderfunktion mit dem Drücken der Taste **F2**

Nach dem Drücken der Taste **F2** wird die Impedanz automatisch auf 600 Ohm gesetzt und die Sendung wird gestartet.

### 8.3 Aufgaben an der Empfängerseite

- Schliessen Sie das zu messende Aderpaar an die Buchse **L1** an
- Wählen Sie die Betriebsart  **EINZEL / GRUPPENLAUFZEIT-VERZERRUNG** aus
- Wählen Sie die Empfängerfunktion mit dem Drücken der Taste Nach dem Drücken der Taste **F5** wird der Empfänger (mit 600 Ohm Eingangswiderstand) automatisch eingeschaltet und das folgende Bild wird angezeigt:



#### Messvorgang:

Durch Betätigung der Taste **START/STOP** wird die Messung gestartet und der ELQ 2+ misst gleichzeitig die Dämpfungs- und Gruppenlaufzeitverzerrungskurve der zu messenden Doppelader.

#### Messergebnisse:

Die Messergebnisse können sowohl graphisch als auch numerisch dargestellt werden.

- Nach Betätigung der Taste **LIST D (F2)** werden die Messwerte der Dämpfungskurve,
- bzw. nach Betätigung der Taste **LIST G (F3)** werden die Messwerte der Gruppenlaufzeitverzerrungskurve in numerischer Form dargestellt.

Die Messdaten können durch Betätigung der Taste **STO (F1)** gespeichert werden.

## 9 AC/DC MESSBRÜCKE (ALS OPTION)

### 9.1 Grundlagen

Der ELQ 2+ ist viel mehr als eine klassische Wheatstone-Brücke. Sie ist eigentlich ein Spezialnetzwerk, geeignet für eine Vielfalt von Messungen, die mit konventionellen Messbrücken praktisch unmöglich wären. Im Falle von konventionellen Messbrücken ist ein einziger DC oder AC Generator zum Steuern des zu messenden Netzwerkes vorgesehen und ein einziges Voltmeter dient zum Messen der von der Steuerung hervorgerufenen Antwort des Netzwerkes. Dem entgegen erlaubt die Struktur des ELQ 2+ , das AC oder DC Steuersignal an drei Knotenpunkten des zu messenden Netzwerkes – sogar gleichzeitig – anzuschließen und die Antwort des Netzwerkes in zwei zweckmäßig gewählten Netzwerkzweigen – sogar gleichzeitig – zu messen.

Die ELQ 2+ Fehlerortungsmethoden können an Stelle von zahlreichen wohlbekannten klassischen Messmethoden angewendet werden. Die äquivalenten Methoden sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Fehlerortungsmethode einer klassischen Brücke	Äquivalente Fehlerortungsmethode der ELQ 2+
Murray-Methode und Varley-Methode	Murray-Methode
Küpfmüller-Methode und Hector-Methode	Küpfmüller-Methode

## 9.2 Kabelparametermessungen

Alle Messergebnisse sind abspeicherbar. Dazu muss man folgendes tun:

- Drücken Sie die Taste **STO (F1)** nach dem Ablauf der Messung
- Geben Sie eine Bezeichnung für die Messergebnisse
- Drücken Sie die **ENTER** Taste

Die abgespeicherten Ergebnisse können im Menü auf dem **HAUPTMENÜ / MESSERGEBNISSPEICHER / BRÜCKENMESSUNGEN** Weg erreicht werden und sind auch auf einen PC aufladbar.

### 9.2.1 Fremdspannungsmessung

Zweck dieser Untersuchung ist die Messung der Gleich- (DC) und Wechsel- (AC) Fremdspannungen, die am Kabel vorhanden sein können.

#### Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **BRÜCKE MESSUNGEN / SPANNUNG** und drücken Sie **ENTER**. Die Messung wird danach automatisch gestartet, läuft kontinuierlich und kann durch Betätigung der Taste **START/STOP** gestoppt werden. Die Ergebnisse können durch Betätigung der Taste **F1 STO** erst nach dem Stoppen gespeichert werden.

- Schliessen Sie die zu messenden Adern und den Schirm des Kabels an ELQ 2+ an wie es auf dem Display des Gerätes angezeigt wird.

#### Definitionen

- **Differenzielle Spannung:** Wechsel- oder/und Gleichspannung gemessen zwischen zwei Adern eines Aderpaares ( $U_{ab}=U_{aE}-U_{bE}$ )
- **Gleichtaktspannung:** Wechsel- oder/und Gleichspannung gemessen zwischen dem Aderpaar und der Erde ( $U_{glt}=(U_{aE}+U_{bE})/2$ )

#### Messergebnisse

- $U_{ab}$  differentielle Gleichspannung direkt gemessen zw. den beiden Adern
- $U_{aE}$ ,  $U_{bE}$  Ader-Erde Gleichspannungen berechnet aus der differentiellen Gleichspannung und der Gleichtaktspannung
- $U_{ab}$  differentielle Wechselspannung direkt gemessen zw. den beiden Adern
- $U_{aE}$ ,  $U_{bE}$  Annäherungswerte der Ader-Erde Wechselspannungen berechnet aus der differentiellen Wechselspannung und der Gleichtaktspannung
- $U_{glt}$  Wechselanteil der Gleichtaktspannung

- **MAX  $U_{\text{gl}}$**  der Maximalwert der  $U_{\text{gl}}$  Wechsel-Gleichtaktspannung während der Messung

#### Bemerkung

Die Messung wiederholt sich periodisch und die Anzeige der Messergebnisse wird entsprechend wiederholt bis die Taste **START/STOP** gedrückt wird.

Um die von Bahnströmen erzeugten Längsspannungen ( $U_{aE}$  und  $U_{bE}$ ) messen zu können ist es nötig die fernen Enden der beiden Adern des Aderpaares zu erden.

### 9.2.2 Isolationswiderstandsmessung

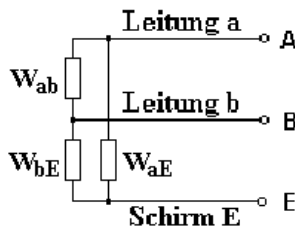
Der ELQ 2+ misst die Isolations- Betriebswiderstände zwischen den beiden Adern eines Aderpaares und den einzelnen Adern und Erde. Die Betriebswiderstände sind so definiert:

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

$$R_{AE} = W_{aE} \parallel (W_{ab} + W_{bE})$$

$$R_{BE} = W_{bE} \parallel (W_{ab} + W_{aE})$$

wobei  $W_{ab}$ ,  $W_{aE}$  und  $W_{bE}$  die sogenannten physikalischen Widerstände sind. Bezüglich Isolationswiderstände ist das Aderpaar wie ein Widerstands-dreieck dieser physikalischen Widerstände vorzustellen:



Zwischen den zwei Leitungen **a** und **b** angeschlossen an die Buchsen **A** und **B** kann man den Betriebswiderstand  $R_{\text{iso}}$  d.h. den Gesamt-widerstand zwischen den Punkten **A** und **B** des Dreieckes messen.

#### Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **BRÜCKE MESSUNGEN / ISOLATION** und drücken Sie **ENTER**.

- Schließen Sie die zu messenden Adern und den Schirm des Kabels an ELQ 2+ an wie es auf dem Display des Gerätes gezeigt wird.

- Während der Messung muss das ferne Ende des angeschlossenen Aderpaares geöffnet sein!
- Starten Sie die Messung durch Betätigung der Taste **START/STOP**.
- Vor der ganzen Messung und nach den Messungen der einzelnen Betriebswiderstände ( $R_{iso}$ ,  $R_{AE}$ ,  $R_{BE}$ ) wird das Kabel entladen. Die Entladung ist immer abzuwarten, d.h. die Tasten sind - mit Ausnahme der grünen Tasten – während der Entladung inaktiv.
- Die Messung kann durch Betätigung der Taste **START/STOP** gestoppt werden.
- Wenn man die ganze Messsequenz nicht abwarten will, dann kann man durch Drücken der Taste **ENTER** gleich zur Messung des nächsten Betriebswiderstandes springen. In diesem Fall bleibt das zuletzt gemessene Teilergebnis als Ergebnis erhalten. Vor dem Ergebnis wird ein „E“ angezeigt, d.h. die Messung war mit Enter beschleunigt worden, das Gerät fängt an zu entladen und den nächsten Betriebswiderstand zu messen. Wenn es beim Drücken der Taste **ENTER** noch kein Teilergebnis gegeben war, dann bleibt das Ergebnisfeld leer, d.h. es wird weder Ergebnis noch „E“ angezeigt.

#### WARNUNG!

Wenn Sie mit **ENTER** das schnelle Beenden der Messung erzwingen, dann kann der Messwert ungenau werden. Die in der Spezifikation angegebene Genauigkeit wird nur für solche Messwerte garantiert bei derer Messung die vollständige Messzeit abgewartet worden ist.

- Die Entladungsprozesse können mit **START/STOP** oder **ENTER** NICHT unterbrochen werden!

#### Messergebnisse

- Isolations- Betriebswiderstand  $R_{iso}$  zwischen den beiden Adern,
- Isolations- Betriebswiderstand  $R_{AE}$  zwischen Ader **a** und der Erde,
- Isolations- Betriebs widerstand  $R_{BE}$  zwischen Ader **b** und der Erde.

#### Berechnung des GOhm/km-Wertes wenn die Kabellänge bekannt ist

- Drücken Sie die **LÄNGE (F5) Taste**.
- Schreiben Sie die Kabellänge ein und drücken Sie **ENTER**.

### Hinweise zur Anwendung des Filters EFF 51

Mit dem Filter EFF 51 ist es möglich die Isolationswiderstände in den meisten längsspannungsbehafteten Kabeln zu messen. In diesem Fall muss das EFF 51 in die Buchse L2 und das Aderpaar in das EFF 51 gesteckt werden. Das EFF 51 ist ein passives Filter das auch serielle Widerstände beinhaltet. Diese Widerstände können die Messung verfälschen. Um den Einfluss dieser Widerstände auf die Messwerte zu eliminieren muss der Anwender durch Drücken der Taste **FILTER (F3)** den Filterbetrieb manuell ein/ausschalten abhängig davon, ob das Filter angesteckt ist. D.h. wenn es über dem EFF 51 gemessen wird, muss der Anzeige „**FILTER EFF 51 IST EINGESCHALTET**“ zeigen. In diesem Fall werden die Ergebnisse automatisch korrigiert. Wenn man aber ohne das EFF 51 misst, muss der Anzeige „**FILTER EFF 51 IST NICHT EINGESCHALTET**“ zeigen, damit die Korrektur nicht stattfindet.

Unter den Messwerten wird angezeigt, ob das EFF 51 während der Messung eingeschaltet war.

### **BEMERKUNG**

Während dieser Messung darf in Buchse L1 keine Leitung gesteckt werden, sonst wird die Genauigkeit der Messwerte schlechter!

Das Filter EFF 51 darf nur in der Betriebsart Isolation aufgesteckt werden!

### 9.2.3 Schleifenwiderstandsmessung

Der Zweck dieser Messung ist die Ermittlung des Schleifenwiderstandes.

#### WICHTIGE BEMERKUNG

Wenn Sie relativ hochohmige Messleitungen haben, d.h. der serielle Widerstand der Messleitungen die Messung beträchtlich beeinflusst, dann ist es empfohlen vor der Messung einen Abgleich der Messleitungen zu machen. Wenn Sie die Messleitungen benutzen mit denen ELQ 2+ an Sie geliefert wurde, dann brauchen Sie in den meisten Fällen keinen Abgleich zu machen. Bei Messungen von kleinen Widerständen (kurzen Strecken) ist es empfohlen die Messleitungen immer abzugleichen! Zum Abgleich drücken Sie im **HAUPTMENÜ** die **Taste KAL (F6)** und wählen Sie aus dem Menü **KALIBRIERUNG / ABGLEICH DER MESSLEITUNGEN DER BRÜCKE**. Mehr über den Abgleich können Sie in Kapitel 12 Kalibrierung 12-1 lesen.

#### Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **BRÜCKE MESSUNGEN / SCHLEIFENWIDERSTAND** und drücken Sie **ENTER**.

- Schliessen Sie die zu messenden Adern des Kabels an ELQ 2+ an wie es auf dem Display des Gerätes gezeigt wird.
- Während dieser Messung muss das ferne Ende des zu messenden Aderpaares kurzgeschlossen sein!
- Starten Sie die Messung durch Betätigung der Taste **START/STOP**.

#### Messergebnis

- Schleifenwiderstand ( $R_s$ ),

#### Berechnung der Kabellänge

Für die korrekte Berechnung der Kabellänge (DTS) aus dem gemessenen Schleifenwiderstandswert ( $R_s$ ), soll zuerst die Temperatur und der richtige Kabeltyp des gemessenen Kabels eingegeben werden:

- Die Temperatur kann nach dem Drücken der Taste **TEMP (F3)** eingeschrieben und mit **ENTER** angenommen werden.
- Der Kabeltyp kann entweder nach Drücken der Taste **KABEL (F4)** mit den vertikalen Cursortasten gewählt und mit **ENTER** eingestellt werden, oder nach Drücken der Taste **K.BIBL. (F6)** direkt aus der Kabelbibliothek abgerufen werden. Wenn es in der Kabelliste (F4) kein zum Gemessenen passendes Kabel gibt, dann kann man sich in der Kabelbibliothek ein neues Anwenderdefiniertes Kabel definieren.



Bei der Schleifenwiderstandsmessung kann man das Mehrstreckenkabel nicht abrufen um DTS zu kalkulieren.

Berechnung der Kabelparameter des gemessenen Kabels wenn die Kabellänge bekannt ist

- Drücken Sie die **LÄNGE (F5) Taste**.
- Schreiben Sie die Kabellänge ein und drücken Sie **ENTER**.
- Jetzt erscheinen die berechneten Kabelparameter am Display: der Aderdurchmesser ( $\varnothing$ -Wert), der  $m/\Omega$ -Wert und der  $\Omega/m$ -Wert
- Wenn der berechnete Aderdurchmesser in den 0.29 – 1.40 mm Bereich fällt, dann hält das Gerät den Wert für vernünftig und man kann das Kabel in die Kabelbibliothek hineintragen:
- Drücken Sie die **Taste STO CAB (F2)**
- Wählen Sie einen freien Platz für das neue Kabel mit den vertikalen Cursorstasten. Sie können auch eine besetzte Stelle wählen, wenn Sie ein altes Kabel überschreiben wollen.
- Drücken Sie die Taste **STO CAB (F1)** um zu speichern (oder **Taste ESC** um abzuberechnen). Wenn Sie eine schon besetzte Stelle gewählt haben wird das Gerät die alten Parameter (d.h. nur Aderdurchmesser,  $m/\Omega$ -Wert und  $\Omega/m$ -Wert!) überschreiben wenn Sie es mit **Taste JA (F1)** bestätigen.
- Ohne einen Namen lässt das Gerät das Kabel nicht annehmen. Drücken Sie die Taste **TYP (F2)** um dem neuen Kabel einen Namen zu geben, wenn es noch keinen hat, oder falls Sie einen neuen Namen geben wollen. Schreiben Sie den neuen Namen ein und drücken Sie **Taste ENTER**
- Wenn Sie die Ausbreitungsgeschwindigkeit kennen, dann können Sie auch dies angeben (**Taste F6** drücken, den Wert einschreiben und mit **Taste ENTER** annehmen).
- Drücken Sie die **Taste ENTER** um das neue Kabel anzunehmen.
- Drücken Sie die **Taste ESC** damit Sie zur Messung zurückkehren.

### 9.2.4 Widerstand 2 Ader & Erde

Zweck der Untersuchung ist die Messung der einzelnen Aderwiderstände eines Aderpaares und die gleichzeitige Messung des Schirmwiderstandes.

#### WICHTIGE BEMERKUNG

Wenn Sie relativ hochohmige Messleitungen haben, d.h. der serielle Widerstand der Messleitungen die Messung beträchtlich beeinflusst, dann ist es empfohlen vor der Messung einen Abgleich der Messleitungen zu machen. Wenn Sie die Messleitungen benutzen mit denen ELQ 2+ an Sie geliefert wurde, dann brauchen Sie in den meisten Fällen keinen Abgleich zu machen. Bei Messungen von kleinen Widerständen (kurzen Strecken) ist es empfohlen die Messleitungen immer abzugleichen! Zum Abgleich drücken Sie im **HAUPTMENÜ** die **Taste KAL (F6)** und wählen Sie aus dem Menü **KALIBRIERUNG / ABGLEICH DER MESSLEITUNGEN DER BRÜCKE**. Mehr über den Abgleich können Sie in Kapitel 12 Kalibrierung 12-1 lesen.

#### Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **BRÜCKE MESSUNGEN / WIDERSTAND 2Ader & Erde** und drücken Sie **ENTER**.

- Schliessen Sie die zu messenden Adern und den Schirm des Kabels an ELQ 2+ an wie es auf dem Display des Gerätes gezeigt wird.
- Während dieser Messung muss das ferne Ende des zu messenden Aderpaares kurzgeschlossen und geerdet sein!
- Starten Sie die Messung durch Betätigung der Taste **START/STOP**.

#### Messergebnis

- Aderwiderstände  $R_a$ ,  $R_b$
- Schirmwiderstand  $R_E$

#### Berechnung der Aderlängen ( $L_a$ , $L_b$ )

Für die korrekte Berechnung der Aderlängen aus den gemessenen Aderwiderstandswerten, soll zuerst die Temperatur und der richtige Kabeltyp des gemessenen Kabels eingegeben werden:

- Die Temperatur kann nach Drücken der Taste **TEMP (F3)** eingegeben und mit **ENTER** angenommen werden.

- Der Kabeltyp kann entweder nach Drücken der Taste **KABEL (F4)** mit den vertikalen Cursorstasten gewählt und mit **ENTER** eingestellt werden, oder nach Drücken der Taste **K.BIBL. (F6)** direkt aus der Kabelbibliothek abgerufen werden. Wenn es in der Kabelliste (F4) kein zum Gemessenen passendes Kabel gibt, dann kann man sich in der Kabelbibliothek ein neues Anwenderdefiniertes Kabel definieren.  
Bei dieser Messung kann man das Mehrstreckenkel nicht abrufen um Aderlängen zu kalkulieren.

### 9.2.5 Durchgangsprüfung

Zweck dieses Tests ist das Finden des Aderpaares das -eventuell an seinem fernen Ende- einen Kurzschluss hat. Es ist eigentlich eine einfache Widerstandsmessung zwischen zwei Punkten.

#### Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **BRÜCKE MESSUNGEN / DURCHGANGSPRÜFUNG** und drücken Sie **ENTER**.

- Schliessen Sie das zu messende Aderpaar an ELQ 2+ an wie es auf dem Display des Gerätes gezeigt wird.
- Sie brauchen die Messung weder starten noch stoppen, sie läuft bis Sie die Betriebsart verlassen.
- Wenn der gemessene Widerstand zwischen den zwei Adern kleiner als ca. 10 kOhm ist, dann hören Sie einen kontinuierlichen Piepton.
- Wenn Sie den Kurzschluss nicht gefunden haben, probieren Sie es mit dem nächsten Aderpaar usw.
- Zum Verlassen der Betriebsart drücken Sie die Taste **ESC**.

### 9.2.6 Widerstandsdifferenzmessung

Zweck der Untersuchung ist die Messung des Unterschiedes der Widerstände von zwei Adern eines Aderpaares. Die Messung ist als eine Murray-Messung realisiert worden.

### WICHTIGE BEMERKUNG

Wenn der zu messende Unterschied sehr klein ist, d.h. der serielle Widerstand der Messleitungen die Messung beträchtlich beeinflusst, dann ist es empfohlen vor der Messung einen Abgleich der Messleitungen zu machen. Dies kann auch dann vorkommen, wenn Sie die Messleitungen benutzen mit denen ELQ 2+ an Sie geliefert wurde. Bei Messungen von kleinen Widerständen (kurzen Strecken) ist es empfohlen die Messleitungen immer abzugleichen! Zum Abgleich drücken Sie im **HAUPTMENÜ** die **Taste KAL (F6)** und wählen Sie aus dem Menü **KALIBRIERUNG / ABGLEICH DER MESSLEITUNGEN DER BRÜCKE**. Mehr über den Abgleich können (Sie in Kapitel 12 Kalibrierung 12-1 lesen.)

#### Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **BRÜCKE MESSUNGEN / WIDERSTANDSDIFFERENZ** und drücken Sie **ENTER**.

- Schliessen Sie die zu messenden Adern und den Schirm des Kabels an ELQ 2+ an wie es auf dem Display des Gerätes gezeigt wird.
- Während dieser Messung muss das ferne Ende des zu messenden Aderpaares kurzgeschlossen und geerdet sein!
- Starten Sie die Messung durch Betätigung der Taste **START/STOP**.

#### Messergebnisse:

- **$R_a + R_b$**  der Schleifenwiderstand
- **$R_a - R_b$**  Annäherungswert der Differenz der beiden Aderwiderstände (Unterschied WU).

Bemerkung: Es wird aus  $L_x/L$  und dem Schleifenwiderstand kalkuliert.  $L_x/L$  kann bis auf die dritte Dezimale genau gemessen werden. Wenn man den sehr kleinen Unterschied von großen Widerständen misst, kann der  $R_a - R_b$  Wert ungenau sein. Deswegen das Annäherungszeichen.

- **$L_x/L$** : die Messung ist als eine Murray-Messung realisiert worden. Der Kurzschluss am fernen Ende spielt dabei die Rolle der Ableitung.  $L_x/L$  hat die gleiche Bedeutung wie bei der Murray-Messung.
- die Widerstandsdifferenz bezogen auf den durchschnittlichen Aderwiderstand angezeigt in Prozent:

$$2 \cdot \frac{R_a - R_b}{R_a + R_b} = \frac{R_a - R_b}{\frac{R_a + R_b}{2}} = \frac{R_a - R_b}{\frac{R_s}{2}}$$

**VORSICHT!**

Wenn irgendeine Ader des Aderpaares eine Ableitung hat (d.h. der Isolationswiderstand zwischen Ader und Erde kleiner als ca. das 1000-fache des Schleifenwiderstandswertes ist), dann kann diese Messung ungenau werden!

**9.2.7 Betriebskapazitätsmessung**

Zweck der Messung ist die Ermittlung der Betriebskapazität eines Aderpaares.

Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **BRÜCKE MESSUNGEN / BETRIEBSKAPAZITÄT** und drücken Sie **ENTER**.

- Schliessen Sie die zu messenden Adern des Kabels an ELQ 2+ an wie es auf dem Display des Gerätes gezeigt wird.
- Während der Messung muss das ferne Ende des angeschlossenen Aderpaares geöffnet sein!
- Starten Sie die Messung durch Betätigung der Taste **START/STOP**.

Messergebnisse

- **C<sub>m</sub>** berechnete Betriebskapazität: 
$$C_m = C_{ab} + \frac{C_{aE} \cdot C_{bE}}{C_{aE} + C_{bE}}$$
- **C<sub>ab</sub>** Kapazität zw. den beiden Adern und ihr Verlustwinkel **tanδ**
- **C<sub>aE</sub>** Kapazität zw. Adern **a** und Erde und ihr Verlustwinkel **tanδ**
- **C<sub>bE</sub>** Kapazität zw. Adern **b** und Erde und ihr Verlustwinkel **tanδ**

Berechnung des nF/km-Wertes, wenn die Kabellänge bekannt ist:

- Drücken Sie die **LÄNGE (F5)** Taste.
- Schreiben Sie die Kabellänge ein und drücken Sie **ENTER**.

Berechnung der Kabellänge, wenn der nF/km-Wert bekannt ist:

- Drücken Sie die **nF/km (F4)** Taste.
- Schreiben Sie den nF/km-Wert ein und drücken Sie **ENTER**.

### 9.2.8 Kapazitive Unsymmetrie

Zweck der Messung ist die Ermittlung der kapazitiven Unsymmetrie eines Aderpaares. Die Messung ist mit der Messmethode „Aderbruch ohne Erdschluss“ realisiert worden.

#### Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **BRÜCKE MESSUNGEN / KAPAZITIVE UNSYMMETRIE** und drücken Sie **ENTER**.

- Schliessen Sie die zu messenden Adern und den Schirm des Kabels an ELQ 2+ an wie es auf dem Display des Gerätes gezeigt wird.
- Während dieser Messung muss das ferne Ende des zu messenden Aderpaares geöffnet sein! (KEIN Kurzschluss!!!)
- Starten Sie die Messung durch Betätigung der Taste **START/STOP**.
- Wenn die Messung fertig ist, dann erscheinen die Ergebnisse.

#### Messergebnisse

- **Lx/L** hat die gleiche Bedeutung wie bei der Messung „Aderbruch ohne Erdschluss“, daraus wird die Unsymmetrie kalkuliert
- die Differenz der beiden Erdkapazitäten bezogen auf den durchschnittlichen Ader-Erde-Kapazität des Aderpaares angezeigt in Prozent:

$$2 \cdot \frac{C_{aE} - C_{bE}}{C_{aE} + C_{bE}} = \frac{C_{aE} - C_{bE}}{\frac{C_{aE} + C_{bE}}{2}}$$

### 9.2.9 Kabeltemperaturmessung

Der Zweck dieser Messung ist die Ermittlung der Kabeltemperatur.

#### Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **BRÜCKE MESSUNGEN / KABELTEMPERATUR** und drücken Sie **ENTER**.

- Stecken Sie das Thermometer in den ELQ 2+ wie es auf dem Display des Gerätes gezeigt wird und legen Sie es zum Kabel.
- Warten Sie eine Weile, bis das Thermometer die Temperatur des Kabels übernimmt und starten Sie die Messung durch Betätigung der Taste **START/STOP**.

### Messergebnis

- Kabeltemperatur T

Der ELQ 2 nimmt Temperaturen nur im Bereich von –20 Celsius bis +60 Celsius an.

Der gemessene Temperaturwert kann gespeichert werden, d.h. der Temperaturparameter der nachfolgenden Schleifenwiderstand- oder Fehlerortsmessung wird automatisch diesen Temperaturwert aufnehmen. Zum Speichern drücken Sie die Taste **>TEMP (F3)**.

### **9.3 Fehlerortung**

Der ELQ 2+ bietet zwei Methoden zum Auffinden eines Kabelfehlers, der von dem verminderten Isolationswiderstand zwischen den Adern und der Schirmung (Erde), bzw. zwischen den einzelnen Adern hervorgerufen wird.

- Die erste angebotene Methode ist die wohlbekannte **Murray-Methode**. Diese Methode ist anwendbar, wenn nur eine Ader des Aderpaares einen Erdschluss hat, die beiden Adern die gleichen Längen- und AderØ (Durchmesser) Werte haben, und aus gleichem Material bestehen. Um die spezifizierte Genauigkeit zu erreichen, soll das Isolationsverhältnis der guten Ader zur fehlerhaften Ader mindestens 1000 betragen.
- Die zweite Methode ist eine verbesserte Version der wohlbekannten **Küpfmüller-Methode**. Diese Methode ist anwendbar, wenn die beiden Adern die gleichen Längen- und AderØ (Durchmesser) Werte haben, aus dem gleichen Material bestehen und beide Adern an der gleichen Stelle Erdschlüsse haben. Der Erdschlusswiderstand der zwei fehlerhaften Adern muss nicht höher als der Schleifenwiderstand sein, aber der Nebenschlusswiderstand zwischen den beiden Adern soll mindestens das hundertfache des gemessenen  $R_x$  Widerstandes sein. (Erklärung von  $R_x$  s. unten.)

Für die genaue Lokalisierung des Fehlerortes (DTF distance to fault) und der Kabellänge (DTS distance to strap) in Meter aus den gemessenen Widerständen soll nach dem Ablauf der Messung zuerst die Kabeltemperatur und der richtige Kabeltyp des gemessenen Kabels eingegeben werden:

- Die Temperatur kann nach dem Drücken der Taste **TEMP (F3)** eingeschrieben und mit **ENTER** angenommen werden.

- Der Kabeltyp kann entweder nach Drücken der Taste **KABEL (F4)** mit den vertikalen Cursorstasten gewählt und mit **ENTER** angenommen werden, oder nach Drücken der Taste **K.BIBL. (F6)** direkt aus der Kabelbibliothek abgerufen werden. Wenn es in der Kabelliste (F4) kein zum Gemessenen passendes Kabel gibt, dann kann man sich in der Kabelbibliothek ein neues Anwenderdefiniertes Kabel definieren.

Bei den Fehlerortsmessungen kann man auch das Mehrstreckenkabel abrufen.

Wenn die Länge des gemessenen Kabels oder der Kabelstrecke bekannt ist (z.B. aus einem Kabelablegungsplan), dann kann der ELQ 2+ aus der gegebenen Länge den Fehlerort genauer bestimmen. D.h. wenn der Anwender anstatt Aderdurchmesser ( $\emptyset$ -Wert) und Temperatur die Kabellänge (DTS) angibt, berechnet der ELQ 2+ den Fehlerort (DTF) ohne Rücksicht auf die gemessenen Widerstände nur aus der gemessenen relativen Fehlerdistanz  $L_x/L$  und der gegebenen Länge.

Um die Kabellänge anzugeben tun Sie nach dem Ablauf der Messung folgendes:

- Drücken Sie die **LÄNGE (F5) Taste**.
- Schreiben Sie die Kabellänge ein und drücken Sie **ENTER**.
- Jetzt erscheint die berechnete Fehlerentfernung DTF am Display.
- Wenn Sie eventuell die Länge nochmals angeben wollen (Korrektion), drücken Sie nochmals die **LÄNGE (F5) Taste** und geben Sie es nochmals an. Dies können Sie beliebig oft wiederholen.
- Wenn Sie zur DTF-Berechnung aus den Kabelparametern Aderdurchmesser ( $\emptyset$ -Wert),  $m/\Omega$ -Wert bzw.  $\Omega/m$ -Wert und Temperatur zurückkehren wollen, drücken Sie die Taste **KABEL (F4)**, wählen Sie mit den vertikalen Cursorstasten ein Kabel und nehmen Sie es mit **ENTER** an.



**BEMERKUNG**

Wenn Sie bei den Murray- und Küpfmüller-Messungen relativ hochohmige Messleitungen haben, d.h. der serielle Widerstand der Messleitungen die Messung beträchtlich beeinflusst, dann ist es empfohlen vor der Messung einen Abgleich der Messleitungen zu machen. Wenn Sie die Messleitungen benutzen mit denen ELQ 2+ an Sie geliefert wurde, dann brauchen Sie in den meisten Fällen keinen Abgleich zu machen. Bei Messungen von kleinen Widerständen (kurzen Strecken) ist es empfohlen die Messleitungen immer abzugleichen! Zum Abgleich drücken Sie im **HAUPTMENÜ** die **Taste KAL (F6)** und wählen Sie aus dem Menü **KALIBRIERUNG / ABGLEICH DER MESSLEITUNGEN DER BRÜCKE**. Mehr über den Abgleich können Sie in Kapitel 12 Kalibrierung 12-1 lesen.

### 9.3.1 MURRAY Methode

Zweck der Untersuchung ist die Ortung eines Erdschlusses einer fehlerhaften Ader. Diese Methode ist anwendbar, falls die zwei Adern des Aderpaares die gleichen Widerstände haben und nur eine Ader Erdschluss hat. Das Isolationsverhältnis der guten Ader zur fehlerhaften Ader soll mindestens 1000 betragen. (s. auch Kapitel 9.3 Fehlerortung 9-13)

#### Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **BRÜCKE MESSUNGEN / FEHLERORTUNG / MURRAY** und drücken Sie **ENTER**.

- Schliessen Sie die zu messenden Adern und den Schirm des Kabels an ELQ 2+ an wie es auf dem Display des Gerätes gezeigt wird.
- Während dieser Messung muss das ferne Ende des zu messenden Aderpaares kurzgeschlossen sein!
- Starten Sie die Messung durch Betätigung der Taste **START/STOP**.

Wenn die Messung fertig ist, dann erscheinen die Ergebnisse. (s. auch Kapitel 9.3 Fehlerortung 9-13)

#### Messergebnisse

- Schleifenwiderstand  $R_s$
- Aderwiderstand  $R_x$  der fehlerhaften Ader zwischen dem Fehlerort und dem Messgerät.
- Isolationswiderstand  $W$  zwischen der fehlerhaften Ader und dem Schirm.
- Relative Fehlerdistanz  $L_x/L$

#### Parameter die zur Fehlerortberechnung anzugeben sind

- Temperatur
- Kabeltyp oder Kabellänge

Wie diese Parameter anzugeben sind erfahren Sie aus Kapitel 9.3 Fehlerortung 9-13

### 9.3.2 KÜPFMÜLLER Methode

Zweck dieser Messung ist die Ortung eines Erdschlusses. Diese Methode ist anwendbar, wenn die Adern des Aderpaares die gleichen Widerstände und beide Adern Erdschlüsse haben. Der Erdschlusswiderstand der zwei fehlerhaften Adern muss nicht höher als der Schleifenwiderstand sein, aber der Nebenschlusswiderstand zwischen den beiden Adern soll mindestens das hundertfache des gemessenen  $R_x$  Widerstandes sein. (s. auch Kapitel 9.3 Fehlerortung 9-13)

#### Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **BRÜCKE MESSUNGEN / FEHLERORTUNG / KÜPFMÜLLER** und drücken Sie **ENTER**. Die Messung besteht aus zwei Teilen.

- Schliessen Sie die zu messenden Adern und den Schirm des Kabels an ELQ 2+ an wie es auf dem Display des Gerätes gezeigt wird.
- Während des ersten Teiles der Messung muss das ferne Ende des angeschlossenen Aderpaares geöffnet sein!
- Starten Sie den ersten Teil der Messung durch Betätigung der Taste **START/STOP**.
- Wenn der erste Teil der Messung fertig ist muss das ferne Ende des zu messenden Aderpaares kurzgeschlossen sein! Machen Sie diesen Kurzschluss!
- Starten Sie den zweiten Teil der Messung durch Betätigung der Taste **START/STOP**.

Wenn der zweite Teil der Messung fertig ist, dann erscheinen die Ergebnisse. (s. auch Kapitel 9.3 Fehlerortung 9-13)

#### Messergebnisse

- Schleifenwiderstand  $R_s$
- Aderwiderstand  $R_x$  zwischen dem Fehlerort und dem Messgerät.
- Isolationswiderstände  $W_{aE}$ ,  $W_{bE}$  zwischen den einzelnen Adern und dem Schirm.
- Relative Fehlerdistanz  $L_x/L$

#### Parameter die zur Fehlerortberechnung anzugeben sind

- Temperatur
- Kabeltyp oder Kabellänge

Wie diese Parameter anzugeben sind erfahren Sie aus Kapitel 9.3 Fehlerortung 9-13.

### 9.3.3 Aderbruch

Das Verfahren den Ort des Aderbruches in einem Kabel zu finden, ist von der Anzahl der gebrochenen Adern abhängig.

Falls beide Adern des Paares gebrochen sind, findet man den Aderbruchort, in dem man die Kapazität des fehlerhaften Paares und eines der fehlerfreien (guten) Paare misst. Nach der Messung ergibt sich der Fehlerort:

$$Lx / L = \frac{C_{fehlerhaft}}{C_{fehlerfrei}}$$

Falls nur eine Ader des Paares gebrochen ist, ist die Prozedur für das Auffinden des Aderbruchortes davon abhängig, ob es sich um einen einfachen Aderbruch, d.h. einen Aderbruch ohne Erdschluss, oder einen Aderbruch mit Erdschluss handelt.

### 9.3.4 Aderbruch ohne Erdschluss

Zweck der Untersuchung ist den Aderbruchort in einer einzigen Ader eines Paares zu finden.

#### Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **BRÜCKE MESSUNGEN / FEHLERORTUNG / ADERBRUCH OHNE ERDSCHLUSS** und drücken Sie **ENTER**.

- Schliessen Sie die zu messenden Adern und den Schirm des Kabels an ELQ 2+ an wie es auf dem Display des Gerätes gezeigt wird.
- Während dieser Messung muss das ferne Ende des zu messenden Aderpaares kurzgeschlossen sein!
- Starten Sie die Messung durch Betätigung der Taste **START/STOP**.
- Wenn die Messung fertig ist, dann erscheinen die Ergebnisse.

#### Messergebnisse

- Relative Distanz des Aderbruches **Lx/L**
- **C<sub>aE</sub>**, **C<sub>bE</sub>** Erdkapazitäten der beiden Aderteile

Berechnung des Aderbruchortes (DTF d.h. distance to fault) in Meter wenn die Kabellänge bekannt ist

- Drücken Sie die **LÄNGE (F5)** Taste.
- Schreiben Sie die Kabellänge ein und drücken Sie **ENTER**.

### 9.3.5 Aderbruch mit Erdschluss

Zweck der Untersuchung ist den Fehlerort zu finden wenn es in einer einzigen Ader eines Paares gleichzeitig Aderbruch und auch Erdschluss vorhanden sind.

#### Messverfahren

Wählen Sie die Betriebsart **BRÜCKE MESSUNGEN / FEHLERORTUNG / ADERBRUCH MIT ERDSCHLUSS** und drücken Sie **ENTER**.

- Schliessen Sie die zu messenden Adern und den Schirm des Kabels an ELQ 2+ an wie es auf dem Display des Gerätes gezeigt wird.
- Während dieser Messung muss das ferne Ende des zu messenden Aderpaares kurzgeschlossen sein!
- Starten Sie die Messung durch Betätigung der Taste **START/STOP**.
- Wenn die Messung fertig ist, dann erscheinen die Ergebnisse.

#### Messergebnisse

- Relative Distanz des Fehlerortes **Lx/L**
- **C<sub>aE</sub>**, **C<sub>bE</sub>** Erdkapazitäten der beiden Adern
- **W<sub>aE</sub>**, **W<sub>bE</sub>** Erdschlusswiderstände der beiden Adern

Berechnung des Fehlerortes (DTF d.h. distance to fault) in Meter wenn die Kabellänge bekannt ist

- Drücken Sie die **LÄNGE (F5)** Taste.
- Schreiben Sie die Kabellänge ein und drücken Sie **ENTER**.



## 10 BATTERIEMANAGER

Im ELQ 2+ ist ein prozessorgesteuertes **Batterie-Manager-System (BMS)** eingebaut. Dieses System hat folgende Funktionen:

- Lade-Kapazität-Überwachung und Anzeige des Ladezustands der Batterie.
- Lade-prozedur-Überwachung. Es gibt zwei Ladevorgänge:
  - Normal-Ladung
  - Schnell-Ladung
- Batterie Regenerierung
- Batterie Initialisierung
- Schutz gegen Tiefentladung

### 10.1 Kapazität Überwachung

Das Batterie-Manager-System überwacht ständig den Ladezustand der Batterie des ELQ 2+ und nach jedem Einschalten wird der aktuelle Ladezustand in prozentueller Form angezeigt.

### 10.2 Normal-Ladung

Dies ist der Standard-Ladevorgang des ELQ 2+ . Sobald der **LADEZUSTAND** unter 60% fällt und das Ladegerät angeschlossen ist, wird die Batterie automatisch mit etwa 0,1C geladen (hier steht C für die A(h) Kapazität der verwendeten Batterie). In dieser Messart berechnet der BMS die Quantität der Ladung, die für eine voll aufgeladene Batterie notwendig ist. Sobald dieser Zustand erreicht ist, wird die automatische Ladung abgeschaltet und das Batterie-Manager-System wird auf 100% gestellt (an dem Bildschirm erscheint **LADEZUSTAND > 95 %**). Die LED **LADEN** leuchtet während dieser Prozedur ständig.

### 10.3 Schnell-Ladung

Der ELQ 2+ wird mit 0,5 C schnell geladen, entweder während der Initialisierung oder Regenerierung oder wenn die Betriebsart **SCHNELL-LADUNG** aus dem Menü **BATTERIEMANAGER** gewählt wurde. In dieser Messart wird das Gerät automatisch abgeschaltet.

Der Ladevorgang wird beendet, sobald die volle Ladung erreicht ist, d.h. wenn die in die Batterie fließende Ladung etwa 1.5 C erreicht hat (C steht für die A(h) Kapazität der verwendeten Batterie). Der Ladevorgang wird ebenfalls beendet, wenn die Batterie-Temperatur 10°C höher ist als die Umgebungstemperatur.

Die LED **LADEN** blinkt während dieser Prozedur so lange bis zur automatischen Abschaltung des Ladevorgangs. Jetzt erscheint auf dem Bildschirm **LADEZUSTAND > 95 %**.

Sollte der Anwender das Gerät während der Schnell-Ladungs-Phase einschalten, wird er durch die Anzeige **LADEZUSTAND** über den gegenwärtigen Ladezustand (in Prozent) informiert. Wenn unbedingt notwendig, kann die Schnell-Ladung Prozedur mit Drücken der Taste **ABBR. (F3)** unterbrochen werden, worauf automatisch die Normal-Ladung Prozedur initialisiert wird.

## 10.4 Regenerierung

Der Regenerierungsvorgang kann durch Wählen der Betriebsart **BATTERIE-REGENERIERUNG** aus dem Menü **BATTERIEMANAGER** gestartet werden. Während dieses Vorgangs wird die Batterie erst völlig entladen (etwa 1 bis 3 Stunden) und dann mit Schnell-Ladung aufgeladen (etwa 3 Stunden). Während der ersten Phase erscheint der folgende Bildschirmtext: **DIE BATTERIE-REGENERIERUNG LÄUFT, BATTERIE WIRD ENTLADEN, BITTE WARTEN**. Wenn unbedingt notwendig, kann die Batterie-Regenerierung Prozedur mit Drücken der Taste **ABBR. (F3)** unterbrochen werden.

Bei Beginn der zweiten Phase erscheint die Meldung **BATTERIE SCHNELL-LADUNG LÄUFT** und nach einigen Sekunden wird das Gerät automatisch abgeschaltet. Während dieser Phase zeigt nur das Blinken der LED **LADEN**, dass die Schnell-Ladung läuft. Am Ende dieses Vorganges erlischt die LED und das Gerät bleibt abgeschaltet.

Sollte der Anwender das Gerät während der Schnell-Lade-Phase einschalten, wird er durch den **LADEZUSTAND** Bildschirm über den gegenwärtigen Ladezustand in Prozentwert informiert. Wenn unbedingt notwendig, kann die Schnell-Ladung Prozedur mit Drücken der Taste **ABBR. (F3)** unterbrochen werden, worauf automatisch die Normal-Ladung Prozedur initialisiert wird. Gleichzeitig wird der Anwender über die Unterbrechung durch den Bildschirmtext **DIE BATTERIE-REGENERIERUNG UNTERBROCHEN** erinnert. Es ist dann empfehlenswert, die Regenerierung so bald wie möglich fortzusetzen.

Es ist zweckmäßig, die Batterie-Regenerierung etwa monatlich durchzuführen. Nach einer längeren Periode ohne Regenerierung wird der Anwender durch den Displaytext aufgefordert:

### **BATTERIE-REGENERIERUNG EMPFOHLEN**

Darauf hin sollte die Regenerierung gestartet werden .



## 10.5 Initialisierung

Die Initialisierung ist der erste Ladevorgang. Dieser sollte gewählt werden, sobald die Meldung **BATTERIE INITIALISIERUNG EMPFOHLEN** erscheint. Die Prozedur wird mit Betätigung der **START/STOP** Taste gestartet.

Dieser Vorgang dauert einige Stunden und bietet den zusätzlichen Vorteil, dass auch das Ladezustands-Messsystem kalibriert wird.

Die Initialisierungsladung kann übersprungen oder unterbrochen werden, aber in diesem Fall erscheint nach wiederholtem Einschalten des Gerätes die Meldung **LADEZUSTAND UNBEKANNT**. Deshalb ist von dem Überspringen oder von der Unterbrechung der Initialisierungsladung abzuraten.

**LADEN SIE DIE BATTERIE NICHT, WENN DIE UMGEBUNGSTEMPERATUR KLEINER ALS +5°C ODER HÖHER ALS +45°C IST.**



## 11 EINSTELLUNGEN, STATUS

### 11.1 Einstellungen

In der Betriebsart **EINSTELLUNGEN** kann man einige wichtige Betriebsparameter wie Uhrzeit- und Datums-Einstellung, Anwendername, Menüsprache, Abschaltzeit (automatische Abschaltung nach letzten Tastendruck), Tastenton Ein/Ausschaltung einstellen bzw. eingeben und wichtige Informationen über dem Status des Gerätes ablesen.



Die Uhrzeit und das Datum werden mit den Nummerntasten eingegeben. Der Anwendername wird eingegeben wie eine SMS an einem Handy.

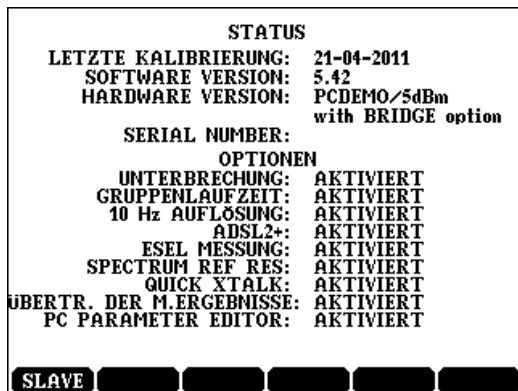
Die anderen Parameter werden nach Betätigung der Taste **ENTER** mit dem vertikalen Cursor ausgewählt und mit wiederholter Betätigung der Taste **ENTER** bestätigt.

Die Abschaltzeit kann man in den Intervallen wählen: 10 min; 30 min, 1 h, 2 h oder AUS (mit dem beiden vertikalen Cursor auswählen). Zum Ein/Ausschaltung des Tastentons wird nach Betätigung der Taste **ENTER** der vertikale Cursor verwendet.

- Im SLAVE - Betrieb ist die Abschaltautomatik nicht aktiv.
- Ist eine Messzeit eingestellt, beginnt die Abschaltzeit nach Abschluss der Messung.

## 11.2 Status & Optionen

In der Betriebsart **SATUS & OPTIONEN** finden Sie wichtige Informationen



In dieser Betriebsart ist der aktuelle Zustand des Gerätes zu sehen: die Seriennummer des Gerätes, das Datum der letzten Kalibrierung, die Version der Hardware und der Software.

**Für die Master-Slave Messungen müssen beide Geräte die gleiche Version der Software beinhalten!**

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

Aus diesem Display-Bild sind auch die Zustände der zum Gerät bestellbaren Softwareoptionen zu entnehmen.

Bei einer nachträglichen Bestellung von Softwareoptionen (d.h. nach der Auslieferung) bitte geben Sie uns alle auf diesem Display-Bild erscheinenden Daten an, die sich auf das Gerät beziehen, das Sie mit der neuen Option ausrüsten wollen.

## 12 KALIBRIERUNG

**Die in den Spezifikationen angegebenen Messgenauigkeiten gelten für den ELQ 2+ nur dann, wenn das Gerät in aller Rücksicht gut kalibriert ist!**

Der ELQ 2+ hat zwei verschiedene Kalibrierungssysteme:

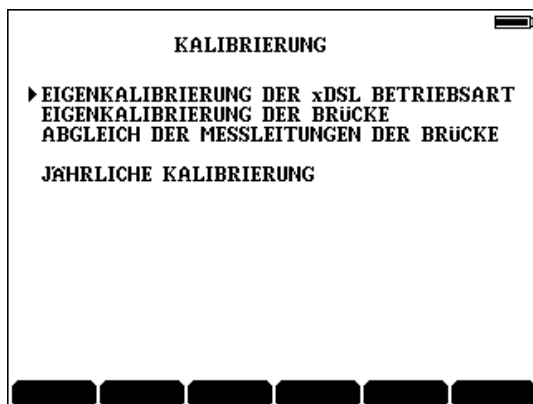
- Eigenkalibrierung
- Jährliche Kalibrierung

Wenn das Gerät mit Brücke Option bestellt worden ist, dann kommt es noch eine dritte dazu:

- Abgleich der Messleitungen

Sie können die einzelnen Kalibrierungen auf folgende Weise durchführen:

- Drücken Sie die **Taste KAL (F6)** im **HAUPTMENÜ**
- Jetzt erscheint das Menü **KALIBRIERUNG**:



- Wählen Sie die Kalibrierung die Sie durchführen möchten mit den vertikalen Cursortasten und drücken Sie **ENTER**.
- Folgen Sie den eventuellen Anweisungen bezüglich Verkabelung die am Display erscheinen
- Starten Sie die Kalibrierung durch Betätigung der Taste **START/STOP**.
- Wenn Sie während oder nach der Kalibrierungsmessung entdecken, dass etwas falsch gemacht war (z.B falsche Verkabelung), dann wiederholen Sie die Kalibrierung unter richtigen Bedingungen!

Die Eigenkalibrierungen müssen nicht vor jeder Messung durchgeführt werden um genau messen zu können. Man muss sie nur dann ablaufen lassen, wenn sich die Umgebungsbedingungen seit der letzten Eigenkalibrierung verändert haben. Der ELQ 2+ ist ein sehr stabiles Messgerät und die Ergebnisse der Eigenkalibrierung bleiben auch nach Ausschalten des Gerätes gespeichert. Es gibt die folgenden Eigenkalibrierungen:

- **EIGENKALIBRIERUNG DER xDSL BETRIEBSART** dient zur Kalibrierung der xDSL-Messplatte, d.h. man braucht Sie zu allen xDSL-Messungen
- **EIGENKALIBRIERUNG DER BRÜCKE** (nur bei Option Brücke) dient zur Kalibrierung der Brücke, d.h. man braucht Sie zu allen Brückenmessungen. Während dieser Kalibrierung müssen alle Messleitungen abgetrennt werden und sie darf nicht unterbrochen werden.

Der ABGLEICH DER MESSLEITUNGEN DER BRÜCKE hat nur bei den folgenden Brückenmessungen eine Bedeutung:

- Widerstandsdifferenzmessung!
- Schleifenwiderstandsmessung
- Widerstand 2 Ader & Erde
- Fehlerortsmessungen Murray- und Küpfmüller-Methoden

Wenn Sie bei diesen Messungen relativ hochohmige (z.B. lange) Messleitungen haben, d.h. der serielle Widerstand der Messleitungen die Messung beträchtlich beeinflusst, dann ist es empfohlen vor der Messung diesen Abgleich zu machen. Wenn Sie die Messleitungen benutzen mit denen ELQ 2+ an Sie geliefert wurde, dann brauchen Sie in den meisten Fällen keinen Abgleich zu machen. Bei Messungen von kleinen Widerständen (kurzen Strecken) ist es empfohlen die Messleitungen immer abzugleichen!

Sie brauchen auch den Abgleich zu machen, wenn die zu messende Widerstandsdifferenz sehr klein ist, d.h. der Widerstandsunterschied der Messleitungen die Messung beträchtlich beeinflusst. Dies kann auch vorkommen, wenn Sie die Messleitungen benutzen mit denen ELQ 2+ an Sie geliefert wurde!

Ohne den Abgleich wird vom ELQ 2+ für die Messleitungswiderstände je 0 Ohm vorgenommen.

Zum Abgleich müssen nur die drei Messleitungen in den ELQ 2+ gesteckt werden. Die freien („fernen“) Enden der drei Messleitungen müssen miteinander kurzgeschlossen werden.

Wenn die Summe der drei Messleitungswiderständen grösser als 4500 Ohm ist, dann wird der Abgleich vom ELQ 2+ für ungültig gehalten und für die Messleitungswiderstände je 0 Ohm vorgenommen.

Die Ergebnisse des Abgleiches bleiben nur bis zum nächsten Ausschalten gültig. Nach jeder Einschaltung werden die Messleitungswiderstände auf je 0 Ohm zurückgestellt.

Die jährliche Kalibrierung, muss gemäß den Vorschriften der Betriebsorganisation in jedem Jahr oder in jedem zweiten Jahr einmal durchgeführt werden. Die jährliche Kalibrierung darf nur von einem autorisierten Fachmann durchgeführt werden. Die Aufgabe der jährlichen Kalibrierung enthält zwei Stufen:

- In der ersten Stufe kann der autorisierte Kontrolleur die Genauigkeit des ausgewählten Parameters kontrollieren, aber er hat keine Möglichkeit, einen Abgleich durchzuführen.
- In der zweiten Stufe hat der autorisierte Kontrolleur auch das Recht zum Abgleich und kann die interne Konstante, die die Genauigkeit bestimmen, ändern.

Kalibrierungsverfahren:

Zu den zwei Stufen gehören zwei verschiedene Kodenummern: Die erste Kodenummer berechtigt den Kontrolleur, die Kontrollmessungen durchzuführen. Die zweite Kodenummer berechtigt den Kontrolleur, die nötigen Abgleicharbeiten durchzuführen.

- Die erste Kodenummer ist: 123456
- Die zweite Kodenummer bekommt der autorisierte Kontrolleur einer Servicestelle nur gegen eine verbindliche Aussage, dass er die gesamte Verantwortung im Zusammenhang mit dem Abgleich übernimmt.
- Zum Einsteigen in das Kalibrierungsprogramm wählen sie die Betriebsart **JÄHRLICHE KALIBRIERUNG** und drücken sie die Taste **ENTER**. Danach verlangt das Gerät die erste Kodenummer. Das weitere Programm ist detailliert im Service Manual (SM 379-000-000) des ELQ 2+ beschrieben.





## **13 PC PROGRAMME**

### **13.1 Software Upgrade (Elq2Plus\_u.exe)**

Der ELQ 2+ kann mit einer geänderten oder neuen Software geladen werden. Die neue Software wird vom PC aus von einer Upgrade-Datei zum ELQ 2+ übertragen. Die Datei enthält die Beschreibung des Upgrade Prozesses.

### **13.2 Steuerprogramm für Datenübertragung (Elq2Plus\_c.exe)**

Dieses Datenübertragungsprogramm bietet die folgenden Möglichkeiten an:

- Übertragung der Messergebnisse vom ELQ 2+ zu dem PC.
- Erstellung und Speicherung von Tabellen der Messergebnisse in Excel-Format.
- Erstellung gedruckter Messprotokolle in numerischer und/oder graphischer Form.
- Speicherung der Messergebnisse im PC für spätere Verwendung.
- Übertragung früherer Messergebnisse vom PC zum ELQ 2+ , um z.B. Messergebnisse miteinander zu vergleichen

### **13.3 Parameter Editor Option (Elq2Plus\_e.exe)**

Mit Hilfe dieses Programms können die anwenderspezifischen Systeme am PC editiert und zum ELQ 2+ übertragen werden.

### **13.4 Demo Programm (Elq2Plus\_d.exe)**

Wenn die Demo Programm unter WINDOWS gestartet wurde, wird die Frontplatte des Messgerätes zusammen mit dem Display und der Tastatur dargestellt. Wenn man die Tastatur mit der Maus anklickt, wird sich der "virtuelle" ELQ 2+ als ein reales Messgerät verhalten. Der Anwender kann dann virtuell ein komplettes Messprogramm durchführen Applikation

### **13.5 Betriebsart PC-DATENÜBERTRAGUNG**

Wählen Sie die Betriebsart **HAUPTMENÜ: PC-DATENÜBERTRAGUNG** und drücken Sie **ENTER**. Danach wird die Tastatur inaktiv und das ELQ 2+ kann durch die auf dem PC laufenden Programme gesteuert werden.



## 14 SPEZIFIKATIONEN

### 14.1 Allgemeine Spezifikationen

#### Speisespannung

Interne aufladbare NiMH Batterie

Betriebszeit ..... etwa 8 Stunden  
(ohne Hintergrundbeleuchtung)

#### Batterieladung

Netz ..... 230 V AC mit Netzadapter

Autosteckdose ..... mit 12 V Batterieanschlussleitung

Ladezeit ..... max. 3 Stunden  
(mit Schnell-Ladung)

Display ..... 320 x 240 Pixel grafischer LCD-  
Bildschirm mit Hintergrundbeleuchtung

Serielle Schnittstelle ..... RS232C

Leistungsanschlüsse ..... 2 Stück 3-poliger CF – Steckbuchse

#### Fremdspannungsfestigkeit

Für hochohmigen Eingang ..... 250 V DC

Für abgeschlossenen Eingang/Ausgang ..... 60 V DC

#### Umgebungsbedingungen

Referenzbereich ..... +23 ±5°C,  
Rel. Luftfeuchte 45% bis 75% \*

Betriebsbereich ..... 0°C bis +40°C,  
Rel. Luftfeuchte 30% bis 75% \*(< 25g/m<sup>3</sup>)

Grenzbetriebsbereich ..... -5°C bis +45°C,  
Rel. Luftfeuchte 5% bis 95% \*(< 29 g/m<sup>3</sup>)

Transport/Lagerung ..... -40°C bis +70°C,  
Rel. Luftfeuchte 95% bei +45°C \*(< 35g/m<sup>3</sup>)

Abmessungen ..... 224 x 160 x 44 mm

Gewicht (mit Batteriepaket) ..... ca. 1.5 kg

### Speicherplätze

38 Speicherplätze für Templates mit Standard Systemen.

36 Speicherplätze für Templates mit anwenderspezifischen Systemen

50 Speicherplätze für Messergebnisse mit Einzelmessungen

28 Speicherplätze für Messergebnisse mit automatischen Mess-  
frequenzen

30 Speicherplätze für TDR Messungen

50 Speicherplätze für Messergebnisse mit DMM oder Brücke-  
Messungen

100 Speicherplätze für Kabelparameter

## 14.2 Einzelmessungen

### Pegelsender

Frequenzbereich ..... 200 Hz to 2.2 MHz

Impedanzen:

Von 10 kHz bis 2.2 MHz ..... 100, 120, 135, 150 Ohm

Von 200 Hz bis 10 kHz ..... 600 Ohm

Der Pegelsender hat zwei Betriebsarten:

Generierung einer einzigen Frequenz

Generierung eines Mehrtonsignals mit 10 Frequenzen

### Einzelbetrieb

Auflösung:

von 200Hz bis 4 kHz (mit 10 Hz Auflösung Option) ..... 10 Hz

von 4 kHz bis 10 kHz ..... 100 Hz

von 10 kHz bis 100 kHz ..... 1 kHz

von 100 kHz bis 2.2 MHz ..... 10 kHz

Ausgangspegel:

Pegelbereich..... von +5 dBm bis -19 dBm

Auflösung ..... 0,1 dB

Messgenauigkeit an 0 dBm .....  $\pm 0,3$  dB

### 10 Frequenz Betrieb

Frequenz Raster..... 1, 5, 10, 20, 50, 100, 200 kHz

Frequenz Sets mit 10 Hz Auflösung Option

Frequenz Set 1 ..... 300, 500, 1000, 1600, 2000 Hz

2200, 2500, 2800, 3000, 3400 Hz

Frequenz Set 2 ..... 300, 500, 1000, 1600, 2000 Hz

2200, 2500, 2800, 3000, 3400 Hz

Ausgangspegel:

Z = 100, 120, 135, 150 Ohm ..... -6 dBm / Fr.

Z = 600 Ohm ..... -12 dBm / Fr.

**Empfänger**

Frequenzbereich..... von 200 Hz bis 2.2 MHz

Eingangsimpedanzen:

Von 10 kHz bis 2.2 MHz ..... 100,120,135,150 Ohm

Von 200 Hz bis 10 kHz ..... 600 Ohm

Von 200 Hz bis 2.2 MHz ..... > 20 kOhm // 50 pF

Eingangsbereich:

Z Leitung =100,120,135,150 Ohm ..... von -90 bis +5 dBm

Z Leitung =600 Ohm ..... von -90 bis +0 dBm

Auflösung ..... 0,1 dB

Messgenauigkeit an 0 dBm .....  $\pm 0,2$  dB

Der Empfänger hat zwei Betriebsarten:

Messung an einer einzigen Frequenz

Messung an den 10 Frequenzen des Mehrtonsignals

**Einzelbetrieb**

Auflösung:

von 200Hz bis 4 kHz (mit 10 Hz Auflösung Option) ..... 10 Hz

von 4 kHz bis 10 kHz ..... 100 Hz

von 10 kHz bis 100 kHz ..... 1 kHz

von 100 kHz bis 2.2 MHz ..... 10 kHz

**10 Frequenz Betrieb**

Frequenz Raster ..... 1, 5, 10, 20, 50, 100, 200 kHz

Frequenz Sets mit 10 Hz Auflösung Option

Frequenz Set 1 ..... 300, 500, 1000, 1600, 2000 Hz

2200, 2500, 2800, 3000, 3400 Hz

Frequenz Set 2 ..... 300, 500, 1000, 1600, 2000 Hz

2200, 2500, 2800, 3000, 3400 Hz

**Dämpfung, NEXT und FEXT Messungen**

Frequenzbereich..... von 200 Hz bis 2.2MHz

Impedanzen:

Von 10 kHz bis 2.2 MHz ..... 100,120,135,150 Ohm

Von 200 Hz bis 10 kHz ..... 600 Ohm

Messbereich ..... von 0 bis 80 dB

Genauigkeit:

Im Frequenzbereich 200 Hz bis 1 MHz

Dämpfung, NEXT, FEXT <50 dB .....  $\pm 0.5$  dB

Dämpfung, NEXT, FEXT <70 dB .....  $\pm 1$  dB

Dämpfung, NEXT, FEXT >70 dB .....  $\pm 1.5$  dB

Im Frequenzbereich 1 MHz bis 2.2 MHz .....  $\pm 2$  dB

**Unsymmetriedämpfung (LCL)**

Frequenzbereich..... von 200 Hz bis 2.2 MHz

Messbereich ..... von 0 bis 40 dB

Impedanzen:

Von 10 kHz bis 2.2 MHz ..... 100,120,135,150 Ohm

Von 200 Hz bis 10 kHz ..... 600 Ohm

Genauigkeit:

Von 10 kHz bis 2.2 MHz .....  $\pm 2$  dB**Reflexionsdämpfung**

Frequenzbereich..... von 200 Hz bis 2.2 MHz

Messbereich:

Reflexionsdämpfung ..... bis zu 40 dB

Impedanz ..... von  $Z/2$  bis  $2Z$ 

Impedanzen:

Von 10 kHz bis 2.2 MHz ..... 100,120,135,150 Ohm

Von 200 Hz bis 10 kHz ..... 600 Ohm

Genauigkeit bei 20 dB

von 10 kHz bis 1 MHz .....  $\pm 1$  dBvon 200 Hz bis 2.2 MHz .....  $\pm 2,5$  dB**Impedanzmessung**

Frequenzbereich ..... von 200 Hz bis 2.2 MHz

Messbereich:

von 200 Hz bis 10 kHz ..... von 300 bis 1600 Ohm

von 10 kHz bis 2.2 MHz ..... bis zu 400 Ohm

Genauigkeit:

von 10 kHz bis 1 MHz .....  $\pm 5\%$   $\pm 5$  Ohmvon 0,2 kHz bis 2.2 MHz .....  $\pm 10\%$   $\pm 5$  Ohm

## Geräuschpegel

Eingangsimpedanzen:

Von 10 kHz bis 2.2 MHz ..... 100,120,135,150 Ohm

Von 200 Hz bis 10 kHz ..... 600 Ohm

Von 200 Hz bis 2.2 MHz ..... > 20 kOhm // 50 pF

### Geräuschpegelmessung

Bewertungsfilter:

P Filter ..... für POTS

1010 Hz Notch Filter (mit 10 Hz Auflösung Option)..... für TONFR.

E Filter ..... für ISDN BRA

G2-E Filter ..... für ISDN PRA HDB3

F-E Filter ..... für HDSL, 2 PAAR, 2B1Q

F1-E Filter ..... für HDSL, 1 PAAR, 2B1Q

G Filter ..... Für ADSL, DMT

3 dB an fmin und fmax Filter..... für Automessart

Messbereich:

Mit P und E Filter ..... von 0 bis -80 dBm

Mit F und G Filter ..... von 0 bis -70 dBm

Ohne Filter ..... von 0 bis -65 dBm

Messzeit..... 1, 5, 10, 15, 30 s

1, 5, 10, 15, 30 min

### Geräuschspektrummessung

Messbereich: ..... von 10 kHz bis 2.2 MHz

Frequenzschritt: ..... 10 kHz

Bandbreite: ..... 15 kHz

## Spektrumanalysator

Frequenzbereich ..... von 200 Hz bis 2.2 MHz

Eingangsimpedanzen:

Von 10 kHz bis 2.2 MHz ..... 100,120,135,150 Ohm

Von 200 Hz bis 10 kHz ..... 600 Ohm

Von 200 Hz bis 2.2 MHz ..... > 20 kOhm // 50 pF

Bandbreite

Bereich von 10 bis 2100 kHz ..... 5 und 10 kHz

Bereich von 2,5 bis 500 kHz ..... 1,25 und 2,5 kHz

Bereich von 1 bis 200 kHz ..... 0,5 und 1 kHz

Bereich von 0,2 bis 20 kHz ..... 50 und 100 Hz

Bereich von 0,2 bis 4 kHz (mit 10 Hz Auflösung Option) ..... 10 / 20 Hz

Messart ..... Normal, Peak, Average

## Impulsgeräusch

Eingangsimpedanzen:

Von 10 kHz bis 2.2 MHz ..... 100, 120, 135, 150 Ohm

Von 200 Hz bis 10 kHz ..... 600 Ohm

Von 200 Hz bis 2.2 MHz ..... > 20 kOhm // 50 pF

Impulsbreite: ..... > 500 ns

Intervall zwischen Impulsen: ..... > 10 ms

Schwellenwertbereich: ..... von 0 bis -60 dBm

Maximale Impulszahl: ..... 65000

Einstellbare Messzeiten: ..... 1, 5, 10, 15, 30 s;  
1, 5, 10, 15, 30 min



### 14.3 Automatische Testprogramme

#### Vom Hersteller einprogrammierte Parametersätze

##### **ADSL2+ (ITU-T G.992.5 Annex A, B, I, J, M)**

EC : 8 MBPS, 16 MBPS, 24 MBPS

FDD: 8 MBPS, 16 MBPS, 24 MBPS

##### **ADSL2 (ITU-T G.992.3 Annex A, B, I, J, M)**

EC : 4 MBPS, 6 MBPS, 8 MBPS

FDD: 4 MBPS, 6 MBPS, 8 MBPS

##### **ADSL (ITU-T G.992.1 Annex A, B)**

EC : 2 MBPS, 4 MBPS, 6 MBPS

FDD: 2 MBPS, 4 MBPS, 6 MBPS

##### **ADSL (ETSI TS 101 388 v 1.3.1)**

EC : 2 MBPS, 4 MBPS, 6 MBPS

FDD: 2 MBPS, 4 MBPS, 6 MBPS

##### **READSL2 (ITU-T G.992.3 Annex L)**

EC : 768 KBPS, 1 MBPS, 1.5 MBPS

FDD: 768 KBPS, 1 MBPS, 1.5 MBPS

##### **ADSL G.LITE (ITU-T G.992.4 Annex A)**

EC : 768 KBPS, 1 MBPS, 1.5 MBPS

FDD: 768 KBPS, 1 MBPS, 1.5 MBPS

##### **ADSL G.LITE2 (ITU-T G.992.4 Annex I)**

EC : 768 KBPS, 1 MBPS, 1.5 MBPS

FDD: 768 KBPS, 1 MBPS, 1.5 MBPS

##### **HDSL (ITU-T G.991.1)**

2 Drat 2B1Q/CAP, 4 Drat 2B1Q/CAP

##### **SHDSL (ITU-T G.991.2 Annex B)**

2 Dr.16 TC PAM 256, 512, 768, 1024, 1280, 1536, 2048, 2304 KBPS

4 Dr.16 TC PAM 512, 1024, 1536, 2048, 2560, 3072, 4096, 4608 KBPS

##### **SHDSL (ETSI TS 101 524 v 1.3.1 Annex E)**

2 Dr. 16 UC PAM 512, 1024, 2048, 3848 KBPS

4 Dr. 16 UC PAM 1024, 2048, 4096, 7696 KBPS

2 Dr. 32 UC PAM 768, 1536, 3840, 5696 KBPS

4 Dr. 32 UC PAM 1536, 3072, 7680, 11392 KBPS

#### **ITU-T VOICE FREQUENCY MODEMS**

2.4 KBPS (V26), 56 KBPS (V92), Fax14.4 KBPS(V17)

#### **ISDN**

ITU-T G.962 Basic Rate, ETSI ETR 080 Primary Rate

## 14.4 TDR Messungen

### Messbetriebsarten

Kurzzeitmessung ..... L1, L2  
 Langzeitmessung ..... L1LT, L2LT  
 Vergleich zweier Paare ..... L1 & L2  
 Vergleich mit gespeichertem Wert ..... L1 & M, L1-M  
 XTALK ..... Senden an L1, Empfang an L2

Messbereich: ..... bis 20 km (hängt vom Kabeltyp ab)

Bereiche: ..... 100m, 250m, 500m, 1km, 2.5 km, 5km, 10km, 20km

Zoom: ..... 1 bis 4

Verstärkung: ..... von 0 bis 72 dB

Schritt: ..... 6 dB/Schritt

### Messimpuls

Breite ..... von 10 bis 5000ns

Amplitude an 120 Ohm

Für 25 bis 5000 ns Puls .....  $\approx 5$  V

Für 10 ns Puls .....  $\approx 4$  V

### Dielektrische Konstanten

V ..... von 90 bis 299m/ $\mu$ s

V/2 ..... von 45 bis 150 m/ $\mu$ s

PVF ..... von 0.3 bis 0.999

Auflösung: .....  $\pm 0.1\%$  des Messbereiches

Genauigkeit: .....  $\pm 0.4\%$  des Messbereiches

**14.5 Unterbrechungsmessung (SW Option)****Messsignal**Frequenz.....2kHz, 82 kHz  $\pm$  100 HzEingangspegelbereich .....von 0 bis  $-30$  dBm**Eingangsimpedanz**

Für 2 kHz Messsignal ..... 600 Ohm

Für 82 kHz Messsignal ..... 100 Ohm

**Schwellenwert unter dem Referenzpegel**

bei 2 kHz Messsignal..... 3, 6, 10, 20 dB

bei 82 kHz Messsignal..... 3, 6, 10 dB

**Genauigkeit des Schwellenwertes**Für 3, 6, 10 dB .....  $\pm$  1 dBFür 20 dB .....  $\pm$  2 dB

Messzeit..... von 4 Minuten bis 72 Stunden

4, 8, 12 und 24 Minuten

1, 2, 4, 8, 12, 24, 48 und 72 Stunden

Unterbrechkungskategorien ..... von 0,3 ms bis 3 ms,

von 3 ms bis 30 ms,

von 30 ms bis 300 ms,

von 300 ms bis 1 Min.,

von  $> 1$  Min.

Auswertung..... Relative Ausfallzeit, Gestörte Sekunden,

Zeitverteilung der relativen Ausfallzeit,

Anzahl und Zeitverteilung der Unterbrechungen

**14.6 Gruppenlaufzeitverzerrungsmessung (SW Option)**Sender**Test Signal**

37MTT Signal..... von 200 bis 3700 Hz

Ausgangspegel ..... -30 dB/Ton (-7dB Spitz)

**Impedanz**

Z Ausgang..... 600 Ohm

Empfänger**Impedanz**

Z Eingang..... 600 Ohm

**Gruppenlaufzeitverzerrungsmessung**

Frequenzbereich ..... von 200 bis 3700 Hz

Auflösung ..... 100 Hz

Messbereich..... von 0 bis 10 ms

Auflösung ..... 1  $\mu$ s

Eingangspegelbereich..... von -60 bis -20 dB/Ton

Genauigkeit ..... ITU.O.81 (4.1.1)

**Dämpfungsmessung**

Frequenzbereich ..... von 200 bis 3700 Hz

Auflösung ..... 100 Hz

Messbereich..... von 10 bis 40 dB

Auflösung ..... 0.1 dB

Genauigkeit .....  $\pm 1$  dB

## 14.7 Messungen mit der Brücke (Eingebaute Option)

### Schleifenwiderstandsmessung ( $R_s$ )

Messbereich ..... 0 Ohm bis 10 kOhm  
 Genauigkeit ( $R_s$  100 Ohm)..... $\pm 0.4\% \pm 0.1$  Ohm

### Widerstandsdifferenz ( $\Delta R$ )

Messbereich für  $R_s$ ..... 1 Ohm bis 5 kOhm  
 Messbereich für  $\Delta R$  ..... 0 Ohm bis 100 Ohm  
 Genauigkeit  $\Delta R$   
     von 1 Ohm bis 10 Ohm.....  $\pm 1\% \pm 0.1$  Ohm  
     von 10 Ohm bis 100 Ohm.....  $\pm 1\%$  to  $0.2\% \pm 0.1$  Ohm  
     von 100 Ohm bis 1000 Ohm.....  $\pm 0.2\% \pm 0.1$  Ohm

### Isolationswiderstand

Messbereich ..... 10 kOhm bis 10 GOhm  
 Genauigkeit  
     von 0.1 bis 100 MOhm:.....  $\pm 2\%$   
     von 100 MOhm bis 1 GOhm:.....  $\pm 10\%$

### Kapazität

Messbereich: ..... von 1 nF bis 10  $\mu$ F  
 $\tan \delta$ : ..... von 0.0001 bis 10  
 Genauigkeit (10nF bis 10  $\mu$ F): .....  $\pm 5\% \pm 1$  digit  
 Messfrequenz: ..... 11 Hz

### Spannungsmessung

Gleichspannung:..... bis 100 V  
 Wechselspannung:..... bis 100 V<sub>RMS</sub>  
 Frequenzbereich:..... von 15 bis 300 Hz  
 Genauigkeit: .....  $\pm 1\% \pm 1V$

### DC Fehlerortung

Messmethoden ..... Murray, Küpfmüller  
 Schleifenwiderstand ( $R_s$ )..... 1 Ohm bis 10 kOhm  
 Fehler (F)..... 0,1 bis 100 MOhm  
 Genauigkeit  $L_x/L$  ( $R_L=2$  kOhm,  $L_x/L=0.1$  bis 1)  
      $F < 1$  MOhm.....  $\pm 0.1\% \pm 1$  digit  
      $F = 1$  bis 5 MOhm .....  $\pm 0.2\% \pm 1$  digit  
      $F = 5$  bis 25 MOhm .....  $\pm 1\% \pm 1$  digit  
      $F = 25$  bis 100 MOhm .....  $\pm 5\% \pm 1$  digit

**AC Fehlerortung ( Aderbruch)**

Messbereich .....bis 10 km (abhängig vom Kabeltyp)

Genauigkeit (C=20nF bis 10  $\mu$ F): .....  $\pm 0.2\%$  to  $\pm 1\%$   $\pm 1$  digit

Messfrequenz: ..... 11 Hz

**15 BESTELLDATEN****15.1 Grundausrüstung**

	<b>Bestellnummer</b>	
	<b>Elektronika</b>	<b>JDSU</b>
<b>xDSL LINE QUALIFIER ELQ 2+</b>	403-000-000	EL403/000
Bedienungshandbuch	OM 403-011-004D	EL403/OMD
Kurzbedienungsanweisung	ML 403-000-000D	EL403/MLD
Messleitungs-Set	403-800-000	EL403/MLS
Steckernetzteil	Y 146-017	EL146/017
Batterie (eingebaut)	355-140-000A	EL355/140A
Tragetasche	Y 147-014D	EL147/014D
Kalibrierschein	CC 403-000-000D	EL403/CCD
CD Disk mit den folgenden Programmen:	SW403-900-xxxD	EL403/SWD
• PC Software für Datenübertragung zwischen ELQ 2+ und der PC	ELQ2Plus_c.exe	EL403/001
• Demo Software für „virtuelle„ Messungen am PC-Bildschirm	ELQ2Plus_d.exe	EL401/003
Schnittstellenkabel für den Anschluss des ELQ 2+ an einen PC (RS232C)	Y 107-390	EL107/390

## 15.2 Optionen

	Bestellnummer	
	Elektronika	JDSU
Servicehandbuch	SM 370-000-000D	EL370/SMD
Software für Upload von Testergebnissen auf PC	SW 403-510-000D	EL 403/510
Software für Erstellung von Parametersätzen	SW 403-520-000D	EL 403/520
Software für die Unterbrechungsmessung	SW 370-530-000D	EL 370/530
Software für die Gruppenlaufzeitverzerrungsmessung	SW370-570-000	EL 370/570
Software für 10 Hz Auflösung (Sprachkanalmessung)	SW403-550-000	EL 403/550
ADSL Extension für ADSL 2+	SW403-560-000	EL 403/560
SW für DT-Systeme	SW403-580-000	EL 403/580
AC/DC Brücke (eingebaut) oder	355-300-000	EL 533/300
Batterieanschlussleitung für Autosteckdose EAA 10	367-000-000	EL 367/000
Kalibrierprotokoll für ELQ 2+	CR 355-000-000D	EL355/CRD
Hoch Impedanz Adapter	Y – 107-395	EL 107/395
Filter EFF 51	408-000-000	EL 408/000

**Bemerkung:** die Softwareoptionen beinhalten die Seriennummer der Geräte die mit denen ausgerüstet werden sollen.

- Wenn Sie eine Software für die Aufrüstung des ELQ 2+ nachbestellen, bitte teilen Sie uns auch die Seriennummer mit.
- Wenn Sie Ihren ELQ 2+ zusammen mit Softwareoption(en) bestellen, dann haben Sie nichts zu tun.

Die Upgradesoftware wird auf einer CD an Sie geliefert. Diese CD beinhaltet alle Informationen die Sie zum Upgradeprozess brauchen.