

Line Tester 1

Handbuch

Deutsch

Sienic GmbH

www.sienic.de

Stand: 04.04.2005 Ser.-Nr. ≥ 15

LT1Handb_2005-04-04

Es sei ausdrücklich darauf verwiesen, dass Sienic GmbH weder eine Garantie noch juristische Verantwortung oder irgend eine Haftung für Folgeschäden übernimmt, die auf falschen Gebrauch oder falschen Einsatz des Gerätes zurückzuführen sind.

Dieses Handbuch ist Urheberrechtlich geschützt.

Kein Teil dieses Werkes darf in irgendeiner Form ohne Angabe des Urhebers Sienic GmbH unter Einsatz entsprechender Systeme reproduziert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Änderungen sind ohne vorherige Ankündigung Vorbehalten.

© 2003 Sienic GmbH Pfälzerstr. 2 D-86916 Kaufering Germany

Tel.: +49-8191-966581

Email.: firma@sienic.de

Internet: www.sienic.de

Vorwort

An dieser Stelle möchten wir uns beim Käufer für seine Kaufentscheidung bedanken.

In Industriebetrieben und vor allem in der Logistik ist der Einsatz von induktivgeführten Transportsystemen weit verbreitet. Ein Ausfall von induktivgeführten Transportsystemen, z.B. ein Ausfall aller induktivgeführten Fahrzeuge durch Leitdrahtbruch, kann zu kostspieligen Verzögerungen von Prozessabläufen führen.

Das hier beschriebene Testgerät LT1 dient dem raschen Nachweis und ggf. der Behebung von Störeinflüssen, deren Ursache in der Boden-Anlage liegt. Auch Nichtspezialisten können damit Störungen leicht nachweisen.

Wir möchten auch den Kunden danken, die uns auf diverse Störeinflüsse hingewiesen haben, ohne die LT1 in dieser Form nie hätte entstehen können. Zugleich möchten wir alle Anwender ermuntern, uns auch in Zukunft auf mögliche Verbesserungen hinzuweisen.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einführung	4
1.1 Lieferumfang.....	4
1.2 Anwendungsmöglichkeiten des LT1.....	4
1.3 Allgemeiner Hinweis für Einsatz des LT1	4
2 Geräteansicht	5
2.1 LT1.....	5
2.2 Adapterkabel.....	5
3 Anwendungen.....	5
3.1 Allgemeiner Funktionstest des Leitdrahtes.....	5
3.2 Erfassung eines normierten Leitdrahtstromes über dem Leitdraht.....	6
3.3 Nachweis von Tiefenänderungen des Leitdrahtes im Boden.	6
3.4 Erfassung von seitlichen Deformationen der Magnetfeldlinien.....	7
3.4.1 Allgemein	7
3.4.2 Messmethode 1	7
3.4.3 Messmethode 2	8
3.4.4 Weiterführende Informationen	9
3.5 Lokalisierung von Bruchstellen im Leitdraht	9
3.5.1 Allgemein	9
3.5.2 Messprinzip.....	9
3.5.3 Messanleitung für Drahtbruch-Lokalisierung	9
3.5.4 Sonderfälle.....	10
4 Technische Daten.....	11
5 Grafische Darstellungen Fig. 1 – 8.	13

1 Einführung

1.1 Lieferumfang.

- Testgerät LT1;
- Anschlusskabel für Zusatzgerät (3,5mm Klinckenstecker – 3x Bananenstecker);
- Antenne für e-Feld-Messung (ca. 70mm lang);
- Batterie 9V Type PP3 (9V Blockbatterie);
- Höhen-Abstandsblöcke (Styropor);
- Handbuch.

1.2 Anwendungsmöglichkeiten des LT1.

- Allgemeiner Funktionstest des Leitdrahtes;
- Messung eines normierten Leitdrahtstromes direkt über dem Leitdraht;
- Nachweis von Tiefenänderungen des Leitdrahtes im Boden;
- Messung von seitlichen Deformationen der Magnetfeldlinien;
- Lokalisierung von Bruchstellen im Leitdraht.

1.3 Allgemeiner Hinweis für Einsatz des LT1

Inbetriebnahme:

- Batteriefach auf Rückseite öffnen (Deckel-Lasche nach unten drücken);
- 9-Volt Blockbatterie anschließen, dabei Plus- und Minuspol nicht vertauschen;
- Batteriefach wieder schließen.

Für alle Messungen mit dem LT1 muss der Leitdraht mit einer Wechsellspannungsquelle, im allgemeinen ein Leitdrahtgenerator, verbunden sein. Für einige Untersuchungen können folgende Messgeräte hilfreich sein.

- Metallsuchgerät. Einfache Ausführung vom Baumarkt ist ausreichend.
- Multimeter (Ohm-Bereich, DC Spannung, AC Strom);
- Frequenzzähler und Oszillograph. Anschluss am AC-Ausgang. Frequenzgang AC-Signal siehe Filterkurve Punkt 4 Technische Daten.

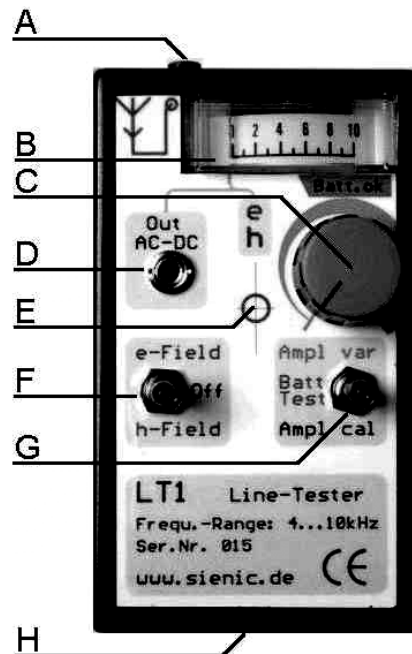
Die Ursache für Abweichungen bei h-Feld Messwerten können Metalle im Boden sein (z.B. Eisenträger). Diese können mit einem preiswerten Metallsuchgerät nachgewiesen werden.

Bei Anwendungen des LT1 in vertikaler Position (siehe 3.1...3) wird zur besseren Ablesbarkeit ein Digitalmultimeter (DMM) empfohlen. Zudem liefert ein DMM genauere Messergebnisse als die integrierte LT1-Analoganzeige. DMM-Einstellung: V – DC, Bereich 1...2 V.

2 Geräteansicht

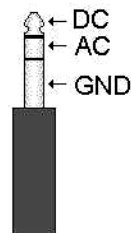
2.1 LT1

- A** 2mm-Buchse mit e-Feld-Antenne.
B Integrierte Analog-Anzeige für e-, h-Feld und Batterietest.
C Potentiometer für variable Verstärkung.
D 3,5mm Stereo-Klinken-Buchse Spannungsausgang. Belegung siehe 2.2 Adapterkabel.
E Horizontale Position h-Feld-Sensor. Vertikal 8 mm über LT1-Unterkante.
F Hauptschalter.
Off: Gerät ist ausgeschaltet
h-Field: Messung des magnetischen Wechselfeldes (h-Feld).
e-Field: Messung des elektrischen Wechselfeldes (e-Feld) über Antenne an 2mm-Buchse.
G Verstärkungswahlschalter.
Ampl cal: Verstärkung kalibriert.
Ampl var: Verstärkung variabel (über Potentiometer einstellbar).
Batt Test: Analog-Anzeige = Batteriespannung [V].
H Millimeterskala für Messung der seitlichen Magnetfeld-Abweichung.



2.2 Adapterkabel

- GND** Bezug -> Bananenstecker blau;
AC Kurvenform Leitdrahtstrom -> Bananenstecker grün;
DC Gleichspannung ~ Leitdrahtstrom -> Bananenstecker gelb;
 4 mm Buchse für nicht benutzten Bananenstecker.



3 Anwendungen

3.1 Allgemeiner Funktionstest des Leitdrahtes.

Dieser einfache Test überprüft die prinzipielle Funktionsfähigkeit des Leitdrahtes. Anwendung bei Störung der Induktivführung in großen Teilbereichen oder im gesamten Leitdrahtbereich. Siehe auch 3.2.

Einstellung LT1: Hauptschalter h-Field; Verstärkungswahlschalter Ampl cal. LT1 längsseitig, vertikal und mittig über den Leitdraht stellen. Siehe Fig. 7.

Der Leitdrahtstrom in mA_{eff} ergibt sich aus:

- Integrierte Analoganzeige [Wert] * 10; oder
- DC-Spannung an Klinken-Buchse [V] * 100.

Beispiel:

Analoganzeige 7,5 * 10 oder DC-Ausgang 0,75 V * 100

Ergebnis: Leitdrahtstrom = 75mA;

Es wird empfohlen, je einen Messwert aus dem Anfangs- Mitten- und Endbereich des Leitdrahtes zu ermitteln. Diese Messwerte sollten untereinander nicht mehr als 20% differieren.

Mögliche Ursachen für Abweichungen.

- Tiefe des Leitdrahtes. Siehe 3.2 und 3.3.
- Leitdrahtdefekte. Siehe 3.5 und 3.5.3.

3.2 Erfassung eines normierten Leitdrahtstromes über dem Leitdraht.

Die in 3.1 beschriebene Messung ist für 18mm Leitdrahttiefe normiert. Die Messwertabweichung bei 15mm (20mm) Leitdrahttiefe beträgt +7% (-4%). Bei Induktivführungen (IF) sind abweichende Leitdrahttiefen im allgemeinen tolerierbar und Messungen nach 3.1 ausreichend.

Eine Messwertkorrektur bei bekannter abweichender Leitdrahttiefe wird folgend beschrieben.

Messanleitung mit Beispiel siehe 3.1 Allgemeiner Funktionstest des Leitdrahtes.

Eine Korrektur des Stromwertes bei bekannter abweichender Leitdrahttiefe erfolgt mit folgender Formel (Divisor siehe Fig. 1.).

Korrigierter Leitdrahtstrom = gemessener Stromwert / Divisor

Beispiel: Bekannte Leitdrahttiefe 10mm, gemessener Stromwert 90 mA_{eff} .

Divisor aus Fig. 1 bei 10mm = 1,2.

Korrigierter Leitdrahtstrom = $90\text{mA}_{\text{eff}} / 1,2 = 75\text{mA}_{\text{eff}}$.

3.3 Nachweis von Tiefenänderungen des Leitdrahtes im Boden.

Abrupte Änderungen der Tiefe des Leitdrahtes können sich nachteilig auf das Lenkverhalten von Induktivführungen (IF) auswirken. Insbesondere bei hohen Fahrgeschwindigkeiten. Ursache hierfür ist die Abhängigkeit der Seiten-Sensitivität von IF-Antennen vom Abstand Antenne zum Leitdraht und somit von der Leitdrahttiefe im Boden. Eisen im Boden hat ähnliche Auswirkungen.

Vor dieser Messanwendung muss LT1 wie folgt kalibriert werden.

Kalibrierung für Tiefenmessungen:

- Einstellung LT1: Hauptschalter h-Field; Verstärkungswahlschalter Ampl var. LT1 längsseitig vertikal mittig über den Leitdraht stellen. Siehe Fig. 7.
- Aus Diagramm in Fig. 2 wird zur bekannten Leitdrahttiefe (bei unbekannter Tiefe Standardwert von 18mm empfohlen) der Analog-Anzeigewert ermittelt.
- Dieser Wert wird mittels LT1-Potentiometer an der integrierten Anzeige oder an einem externen Messgerät (DC-Spannung [V] = Tiefen-Messwert / 10) eingestellt.

Beispiel für Kalibrierung:

Bekannte Leitdrahttiefe = 20mm. Aus Fig. 2 wird für 20 mm Leitdrahttiefe der Analog-Anzeigewert = 4,77 (≈ 4,8) entnommen. Mit dem Potentiometer wird die LT1-Anzeige auf den Wert 4,8 oder DC-Ausgang = 0,48 V eingestellt.

Mit dieser Einstellung werden die suspekten Stellen vermessen (Anordnung siehe Fig. 7). Aus Fig. 2 werden, umgekehrt wie bei der Kalibrierung, anhand der Analog-Anzeigewerte die Leitdrahttiefen entnommen.

Beispiel für Tiefenmessung: (Fig. 2)

Analog-Anzeigewert = 6 oder DC-Ausg. = 0,6 V .-> Leitdrahttiefe = 10 mm.

3.4 Erfassung von seitlichen Deformationen der Magnetfeldlinien

3.4.1 Allgemein

Es wird darauf hingewiesen, dass das Chassis des Fahrzeuges zusätzlich die seitliche Deformationen des Magnetfeldes beeinflussen kann. Seitliche Deformationen des Magnetfeldes sind ein Hauptproblem beim Einsatz induktiver Führungssysteme. Der Grad der seitlichen Magnetfelddeformation ist vom Höhenabstand zum Leitdraht abhängig und nimmt allgemein mit zunehmendem Abstand zu (siehe Fig. 4 und Fig. 5). Deshalb sollten die Messungen in typischer IF-Antennenhöhe von ca. 50 mm +/- 10 mm Abstand Boden zu Antennenmitte erfolgen. Als Abstandshalter werden Platten (im Lieferumfang) mit der gewünschten Stärke zwischen LT1 und Boden gelegt und über dem Leitdraht ausgerichtet. Eine Plattenhöhe von ca. 40 mm wird empfohlen (plus 8 mm Abstand LT1-Unterkante zu LT1 h-Feldsensor). Anordnung siehe Fig. 6.

Beim Messen der seitlichen Magnetfelddeformation ist die Position von LT1 immer horizontal und die LT1-Längsachse parallel zum Leitdraht ausgerichtet.

Siehe auch 3.4.4. Weiterführende Informationen.

3.4.2 Messmethode 1

Dies ist die Standard-Messmethode. Betrag und Richtung der Abweichung werden ermittelt. Durch seitliches Verschieben von LT1 (bis Analog-Anzeige Minimum) wird der Scheitelpunkt des Magnetfeldes (Position der Nulllinie) erfasst.

Einstellung LT1: Hauptschalter h-Field, Verstärkungswahlschalter Ampl var, Potentiometer ca. 3 Uhr-Stellung empfohlen.

LT1 seitlich zum Leitdraht verschieben bis Anzeige ein Minimum aufweist. Der horizontale seitliche Abstand von LT1 zum Leitdraht entspricht der seitlichen Deformation des Magnetfeldes. Die Skalen an den Stirnseiten von LT1 zeigen den Betrag in mm und Richtung (+/-) an. Siehe Fig. 6.

3.4.3 Messmethode 2

Diese Methode ermöglicht eine kontinuierliche Messung langer Strecken. Dabei wird LT1 mit Hilfe einer Vorrichtung (nicht im Lieferumfang) mittig entlang des Leitdrahtes geführt. Über den DC-Ausgang können Messwerte mit einem Logger gespeichert und ausgewertet werden. Es wird nur der Betrag der seitlichen Deformation ermittelt, nicht die Richtung (+ oder -).

Aufgrund der Nichtlinearität der LT1-Kennlinie für die seitliche Deformation ergeben sich bei ca. 50 mm Messhöhe über Boden folgende Fehler.

Seitenbereich 0 mm bis 15 mm maximal + 4%;

Seitenbereich 15 mm bis 20 mm maximal - 4 %;

Seitenbereich 20 mm bis 25mm maximal - 8 %;

Mit Messmethode 1 kann in wichtigen Abschnitten die Richtung und ggf. der genauere Wert ermittelt werden.

Vor der Anwendung von Messmethode 2 muss LT1 kalibriert werden. Der Höhenabstand während der Kalibrierung und den folgenden Messungen müssen identisch sein.

Kalibrierung für Messmethode 2:

- Hauptschalter h-Field, Verstärkungswahlschalter Ampl var, Potentiometer ca. 3Uhr-Stellung.
- LT1 seitlich über Leitdraht verschieben bis Anzeigewert Minimum aufweist.
- Von dieser Position LT1 seitlich zum Leitdraht um 15 mm verschieben (Richtung beliebig) und Analog-Anzeige mit Potentiometer auf Wert 7,5 (DC-Ausgangssignal 0,75 V) einstellen.

Zur Messung der seitlichen Magnetfeldabweichung wird LT1 mittig über dem Leitdraht geführt. Für die seitliche Deformation der Magnetfeldlinien ergibt sich nun folgender Bezug zum Anzeigewert und Ausgangssignal.

Seitendeformation [mm] = Anzeigewert * 2 mm oder

Seitendeformation [mm] = DC-Ausgangswert [V] * 20 mm/V.

Beispiel:

Anzeigewert = 7;

-> 7 * 2 mm = 14 mm Seitendeformation.

DC-Ausgangswert = 0,7 V; $\rightarrow 0,7 \text{ V} \cdot 20 \text{ mm/V} = 14 \text{ mm}$ Seitendeformation.

3.4.4 Weiterführende Informationen

Ein nicht gestörtes Magnetfeld bildet sich kreisförmig um den Leitdraht aus, wobei sich die Scheitelpunkte der Magnetfeldlinien senkrecht über dem Leitdraht befinden. Im seitlich gestörten Feld weichen diese Punkte von der Senkrechten über dem Leitdraht ab. Mit zunehmendem Abstand über Boden wird diese Abweichung i.A. größer. Siehe Fig. 4. und Fig. 5. Messungen der Seitenabweichung sollten deshalb vorzugsweise in Höhe der Fahrzeugantenne (ca. 50mm) erfolgen. Die Verbindungslinie der Scheitelpunkte wird als Nulllinie bezeichnet.

Die Ursache für seitliche Magnetfelddeformationen ist unsymmetrisch zum Leitdraht im Boden befindliches Eisen. Einen wesentlichen Einfluss haben auch magnetische Kopplungen zwischen den Leitdrähten. Die Stahlkonstruktion der Halle verursacht häufig die magnetische Kopplung. Dabei breiten sich Störungen häufig im Bereich der senkrechten Hallen-Stützpfeiler auf. Das Chassis des Fahrzeuges kann zusätzlich zur Kopplung beitragen.

Hinweis: Beim Verlegen von Leitdrähten sollte auf möglichst großen Abstand zu Stützpfeilern oder Wänden geachtet werden.

3.5 Lokalisierung von Bruchstellen im Leitdraht

3.5.1 Allgemein

Folgende Untersuchungen werden empfohlen, wenn unter „3.1 Allgemeiner Funktionstest des Leitdrahtes“ Auffälligkeiten festgestellt werden.

Hinweis: Die Fuge des Leitdrahtes sollte nicht mit elektrisch leitendem Material vergossen oder bedeckt sein. Hierdurch wird das e-Feld abgeschirmt. Messungen an diesen Stellen werden erschwert.

3.5.2 Messprinzip

Das Messprinzip beruht darauf, dass ein Leitdrahtanschluss mit Wechsellspannung gespeist wird und der 2. Leitdrahtanschluss mit Erdleiter (Schutzleiter) verbunden wird. LT1 empfängt entlang des mit Wechsellspannung gespeisten Leitdrahtes das Wechsellspannungssignal des e-Feldes bis zur Bruchstelle (siehe Fig. 3). Die Position der Bruchstelle kann im cm-Bereich lokalisiert werden.

3.5.3 Messanleitung für Drahtbruch-Lokalisierung

ACHTUNG! Das Öffnen des Leitdrahtgenerators darf nur vom Fachpersonal wegen Hochspannung (Versorgungsspannung) durchgeführt werden.

- a) Netzstecker des Generators vom Stromnetz trennen.
- b) Leitdraht vom Generator trennen.
- c) Leitdraht mit Ohmmeter auf Unterbrechung und Verbindung zum Erdleiter prüfen. Auswirkungen bei Verbindung des Leitdrahtes mit Erdleiter siehe auch 3.5.4. Sonderfälle.
- d) Leitdraht-Anschlussklemmen am Generator auf galvanische Isolation gegen Erdleiter prüfen (galvanisch isoliert wenn beide Leitdraht-Klemmen gegen Schutzkontakt am Stromnetzstecker des Generators hochohmig).
- e) Leitdraht an Generator anschließen.
- f) Generator an Stromnetz anschließen.
- g) Wenn Generator-Ausgang galvanisch isoliert ist (siehe d)), muss ein Generator-Ausgang mit Erdleiter verbunden werden (siehe Fig. 3).

Achtung: Diese Verbindung nach den Tests wieder Entfernen!

- h) Eingrenzen der Bruchstelle.
Einstellung LT1: Hauptschalter e-Field; Verstärkungswahlschalter Ampl var. Um maximale Kopplung zum Leitdraht zu erhalten, sollte die e-Feld-Antenne mittig und möglichst nah über dem Leitdrahtschlitz platziert werden (siehe Fig. 8). Die Verstärkung so einstellen, dass eindeutig ein Signal erkannt wird (LT1-Anzeige ca. 5). Aufgrund von Signalabschirmungen des Leitdrahtes kann eine Verstärkungsanpassung mit dem Potentiometer stellenweise notwendig sein. An der Bruchstelle ändert sich die Signalstärke abrupt gegen null (siehe 3.5.2 Messprinzip). Eine elektrische Abschirmung des Leitdrahtes an dieser Stelle sollte zumindest in Betracht gezogen werden.
Die Bruchstelle wird am einfachsten eingegrenzt, wenn die e-feld Messung immer ca. mittig des verbleibenden Teilstückes erfolgt. 1. Messung bei halber Leitdrahtlänge, 2. Messung bei Mitte des halben Teilstückes usw.

Hinweis: Beim Anschluss des Adapterkabels (Klinke-Banane) am LT1 können bei e-Feld-Messungen mit hoher LT1-Verstärkung Rückkopplungen vom AC-Ausgang zur e-Feld-Antenne auftreten (Vollausschlag).

Der Bezug des LT1-Gehäuses zum Erdleiter erfolgt über die Kapazität des LT1-Gehäuses zum Boden und/oder Bediener. Mit Berühren der LT1 3,5mm -Klinken-Buchse und Boden durch den Bediener erfolgt bessere Ankopplung von LT1 an den Erdleiter.

Einflüsse von Umgebungssignalen, z.B. von Leuchtstofflampen, können durch Vergleichsmessungen ca. 10 cm neben dem Leitdraht berücksichtigt werden.

3.5.4 Sonderfälle.

Aufgrund der Vielseitigkeit von möglichen Fehlerquellen und deren Auswirkungen, z.B. Widerstandswert an Störungsstelle bei Verbindung des Leitdrahtes zu Masse oder Position des Defektes am Anfang oder Mitte des Leitdrahtes, ist eine genaue Anleitung nicht möglich.

Folgend sind mögliche Fehlerquellen und deren Auswirkungen für galvanisch entkoppelte und nicht entkoppelte Generatorausgänge beschrieben.

a) Generatorausgang vom Erdleiter galvanisch entkoppelt.

a1) Leitdraht hat eine Verbindung zum Erdleiter, z.B. über Stahlarmierung.

- Keine Auswirkung auf IF-System.

a2) Leitdraht hat an mehreren Stellen Verbindung zum Erdleiter.

- Leitdrahtbereiche sind kurzgeschlossen. Der Strom fließt teilweise oder vollständig über die Störstellen, zum z.B. über Stahlarmierungen.

a3) Leitdraht ist Unterbrochen, ein Leitdrahtteil hat Verbindung zum Erdleiter.

- Es fließt Strom vom Leitdraht zur Erde über einen kapazitiven Widerstand (Kapazität Leitdraht-Erde ca. 100pF/m). Die Stromstärke nimmt von der Bruchstelle zum Generator hin zu. Der Werte kann bis ca. 20 mA betragen.

b) Generator-Ausgang mit Erdleiter (Schutzleiter) verbunden.

b1) Leitdraht hat keine Verbindung zum Erdleiter. Siehe a1)

b2) Leitdraht hat eine Verbindung zum Erdleiter, z.B. Stahlarmierung. Siehe a2)

b3) Leitdraht ist Unterbrochen. Siehe a3)

4 Technische Daten.

Die Messergebnisse werden nicht wie für ein h- oder e-Feld-Messgerät üblich in [A/m] bzw. [V/m] angegeben. h-Feldmessungen sind auf den Leitdrahtstrom normiert, e-Feldmessungen werden für ja/nein-Entscheidungen verwendet (siehe 3.5.3 h). LT1 ist speziell für den Einsatz im Bereich induktiver Führungssysteme ausgelegt.

Mess-Prinzip: Der h-feld Sensor erfasst die senkrecht auf die Frontplatte wirkende magnetische Feldkomponente. Sensor-Position 8mm über Gehäuseunterkante und Längssymmetrisch zum Gehäuse (kreisförmige Markierung auf Frontplatte). Elektrisches Feld (e-Feld) über 70mm Antenne an 2mm-Buchse.

Analog-Anzeige: Analog-Anzeige für h-Feld, e-Feld und Batterietest. Genauigkeit +/- 10% v.E. Anzeigewert = DC-Ausgang [V] * 10.

Signalausgang: 3,5mm Stereo-Klinken-Buchse. AC/DC-Signal-Ausgang für h- und e-Feld. Offset an AC ist Batteriespannung/2. Ausgangsserieswiderstand 1 K-Ohm. DC-Ausg. [V] = Analog-Anzeige / 10. DC-Ausg. [V] ≈ AC-Ausg [V_{eff}]

Stromverbrauch: typisch 2,5 mA bei 6-10 V=, Ausgänge ohne Last.

Batterie: 9-Volt Blockbatterie Type PP3. Betriebsdauer ca. 150 Stunden pro Batterie.

Fertigungsverfahren: SMT, dadurch kompakter Aufbau.

Maße LxBxH in mm: 108 x 61 x 45 einschl. Bedienelemente ohne e-Antenne.

Gewicht: 150 Gramm.

Temperaturbereich +10 °C bis +45 °C (nicht kondensierend).

Frequenzbereich* 4 kHz – 10 kHz.

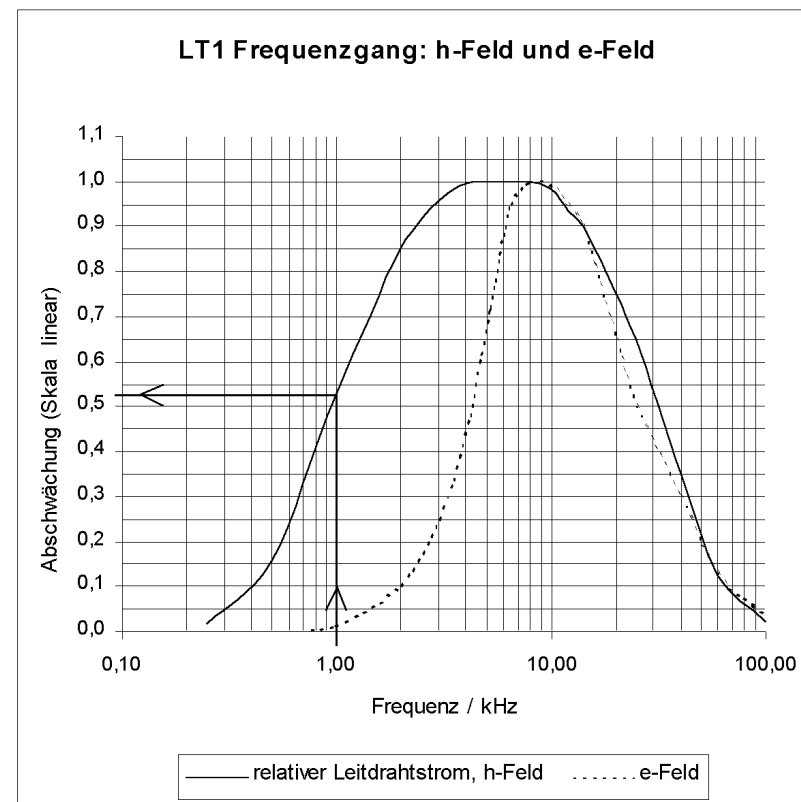
* Die Messung des Leitdrahtstromes (siehe 3.1 und 3.2) ist im Frequenzbereich von 4 kHz – 10 kHz frequenzunabhängig. Außerhalb 4-10kHz muss eine Korrektur des Messwertes durchgeführt werden. Messungen von unter 1kHz bis über 30kHz im h-Mode sind möglich.

Beispiel für Korrektur bei 1 kHz für Anwendungen 3.1 und 3.2:

Aus Diagramm siehe unten erfolgt Abschwächung = 0,53 bei 1 kHz

Korrigierter Messwert = gemessener Messwert / Abschwächung.

Bei Anwendungen 3.3, 3.4 und 3.5 ist der Verstärkungswahlschalter in „Ampl var“-Stellung. Die Korrektur wird ohnehin über das Potentiometer eingestellt.



5 Grafische Darstellungen Fig. 1 – 8.

Fig. 1 Bezug Divisor und Leitdrahttiefe.

Siehe 3.2

Beispiel: Ermittlung des Divisors (1,2) aus Leitdrahttiefe (10mm). Bei x-Achse = 10mm senkrecht nach oben bis zum Schnittpunkt, dann waagrecht nach links bis y-Achse = 1,2).

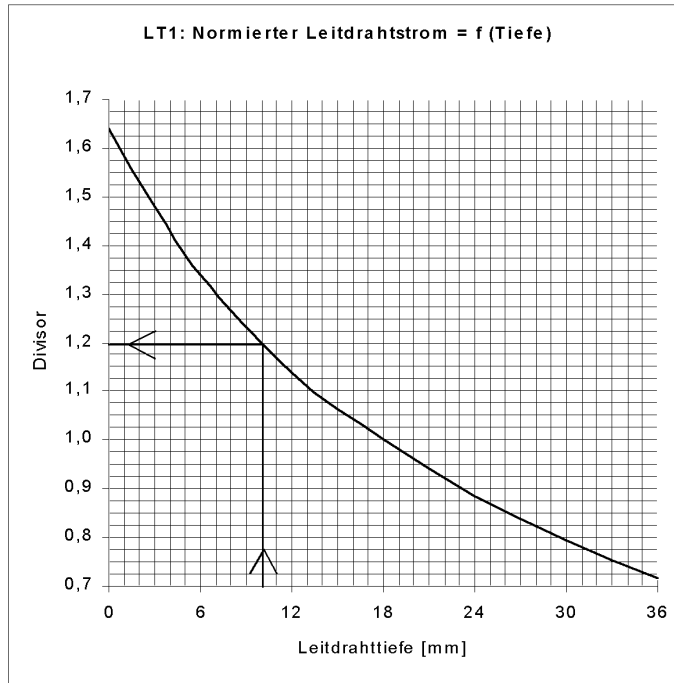
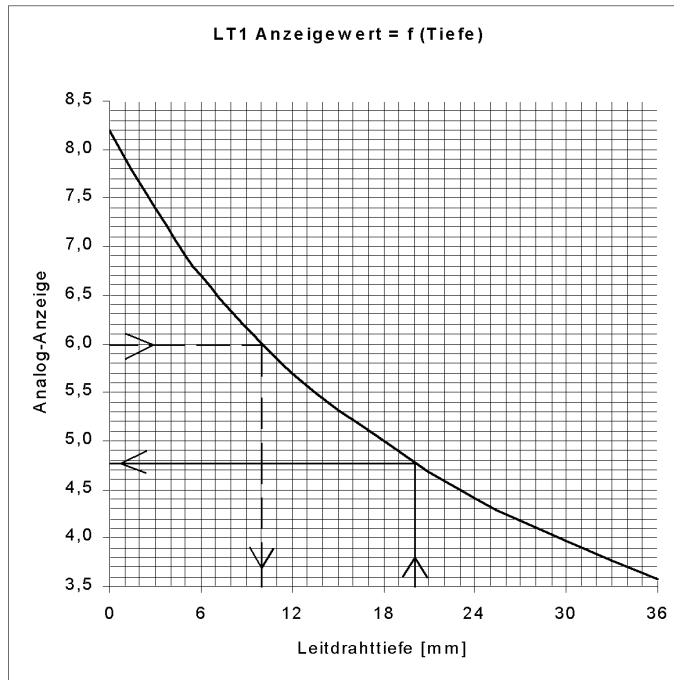


Fig. 2 Leitdrahttiefe und Analog-Anzeigewert.

Siehe 3.3

Beispiel Kalibrierung: Ermittlung des Analog-Anzeigewertes (4,8) aus Leitdrahttiefe (20mm). Bei x-Achse = 20mm senkrecht nach oben bis zum Schnittpunkt, dann waagrecht nach links bis y-Achse = 4,8).

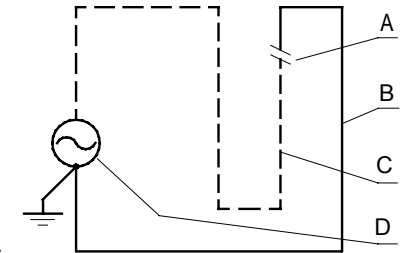
Beispiel: Ermittlung der Leitdrahttiefe (10mm) aus Analog-Anzeigewert (6). Bei y-Achse = 6 waagrecht nach rechts bis zum Schnittpunkt,



dann senkrecht nach unten bis x-Achse = 10mm).

Fig. 3 Leitdrahtunterbrechung

- A** Bruchstelle des Leitdrahtes;
- B** Leitdrahtbereich verbunden mit Erdleiter;
- C** Leitdrahtbereich verbunden mit Wechselsignal;
- D** Wechselsignalquelle (Leitdrahtgenerator);



Die Verbindung des Leitdrahtes mit Erdleiter muss bei galvanisch entkoppelten Leitdrahtgenerator separat vorgenommen werden.

Fig. 4 Ideales Magnetfeld

- A** Nulllinie des ungestörten Magnetfeldes;
- B** Magnetfeldlinien;
- C** Fahrbahnoberfläche;
- D** Leitdraht;
- E** Beton;

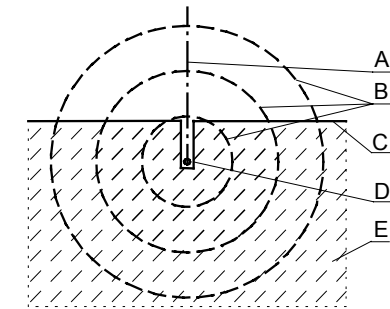


Fig. 5 Seitlich deformiertes Magnetfeld

- A** Nulllinie des deformierten Magnetfeldes;
 - A'** Ideale Nulllinie ;
 - B** Magnetfeldlinien;
 - C** Fahrbahnoberfläche;
 - D** Leitdraht;
 - E** Beton;
 - F** Eisen;
- 's' = Seitenabweichung in Höhe 'h';

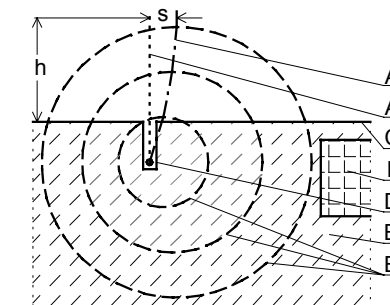




Fig. 6
LT1-Position bei
Messung der seitlichen
Deformation und
Messmethode 1.
Seitenabweichung
+10 mm.
Bei Messmethode 2 ist
LT1 mittig über
Leitdraht.
Siehe 3.4.1-3



Fig. 7
LT1-Position bei
Messung des
Leitdrahtstromes und
Leitdrahttiefe
LT1 längsseitig,
vertikal und mittig über
dem Leitdraht.
Siehe 3.1-3

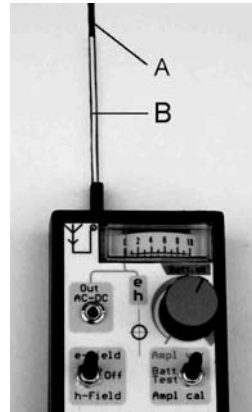


Fig. 8
Ansicht LT1 bei
Erfassung der Position
der Bruchstelle des
Leitdrahtes (e-Feld-
Messung)
A Leitdrahtnute
B e-Feld Antenne.
Siehe 3.5.2