



MESSEN UND PRÜFEN IN DER NOTFALLVORSORGE



Hans G. Hornfeck
2. JUNI 2011 VERS. 1.1

Dieses Dokument von Hans Günter Hornfeck steht unter einer Creative Commons Namensnennung-NichtKommerziell-KeineBearbeitung 3.0 Unported Lizenz.

Sie dürfen:

das Dokument bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen

Zu den folgenden Bedingungen:

Namensnennung — Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.

Keine kommerzielle Nutzung — Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden.

Keine Bearbeitung — Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Hans Günter Hornfeck
Paffendorfer Weg 14
50126 Bergheim
hg.hornfeck@gmx.de



Bedeutung des Zeichens:

Ich verwende dieses Zeichen, weil es meine Malteser-Auffassung darstellt: Ich bin der Überzeugung, dass Gottes Frage am Ende der Zeit nicht sein wird: „Wie hast Du Gottesdienst oder Messe gefeiert?“, sondern „Wo warst Du, als ich in Not war?“

Wahrung des Glaubens und Hilfe dem Bedürftigen ist eine ökumenische Aufgabe.

Auf unserem Weg durch die Zeit müssen wir uns immer wieder die Frage stellen, was dies konkret bedeutet.

Wir sollen eine geschwisterliche Gemeinschaft sein, so wie es in der Regel des Augustinus steht: „Lebt also alle wie ein Herz und eine Seele zusammen.“ Deshalb sehe ich den achtsamen Umgang miteinander als Aufgabe an.

Das Malteserkreuz symbolisiert für mich die Kardinal- wie auch die ritterlichen Tugenden sowie die Seligpreisungen der Bergpredigt.

Rechtlicher Hinweis:

Bei dem Dokument handelt es sich um eine Empfehlung, die der Autor nach seinem Sachstand macht. Dies entbindet den Nutzer nicht von der Verpflichtung, sich in anderen Quellen zu informieren und seine Handlungen und Entscheidungen in eigener Verantwortung zu treffen!

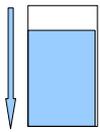
Es sei noch einmal daran erinnert, dass der unsachgemäße Umgang mit elektrischem Strom LEBENSGEFÄHRLICH ist!

INHALT

GRUNDGRÖSSEN DER ELEKTROTECHNIK	4
WER DARF WAS?	5
BEDIENUNG EINES MULTIMETERS	8
SPANNUNGSMESSUNG	9
STROMMESSUNG	9
WIDERSTANDSMESSUNG	10
EINIGE GRUNDREGELN BEIM MESSEN	10
BEDIENUNG DES SPANNUNGSPRÜFERS (DUSPOL)	11
EIN BEISPIEL ZUR SPANNUNGSPRÜFUNG	12
FEHLERSUCHE	13
STÖRUNGSVORPRÜFUNG AM FUNKGERÄT	14
DAS PRÜFEN EINER FELDKABELTROMMEL	15
DAS MESSEN VON LEITUNGSSTÖRUNGEN IM FELDKABELNETZ	15

GRUNDGRÖSSEN DER ELEKTROTECHNIK

Spannung

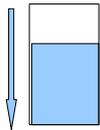


Formelzeichen: U

Einheit: V (Volt)

Eine Spannung ist die Voraussetzung, damit ein Stromfluss zustande kommt. Die Spannung beschreibt den Ladungsunterschied zwischen zwei Punkten, hier durch zwei mit Wasser gefüllten Behältern dargestellt. Dabei entspricht die Füllhöhe des linken Behälters verglichen mit dem rechten Behälter der Spannung zwischen den beiden Behältern (Punkten).

Strom

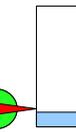
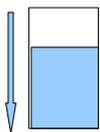


Formelzeichen: I

Einheit: A (Ampere)

Ladungen haben immer das Bestreben, sich auszugleichen. So wie im Bild das Wasser in den anderen Behälter gelangen muss, fließt in der E-Technik ein Strom von Elektronen von einem Punkt zum anderen. Dieser Fluss wird als Strom bezeichnet.

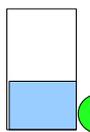
Widerstand



Formelzeichen: R

Einheit: Ω (Ohm)

Damit ein Stromfluss entstehen kann, ist ein Medium notwendig, durch das der Strom fließen kann. In der E-Technik spricht man von einem Leiter. Wie groß der Stromfluss ist, wird durch den Widerstand des Leiters bestimmt. Der Widerstand ist abhängig vom Material, der Leiterlänge, dem Durchmesser des Leiters sowie der Temperatur des Leiters.



Der Stromfluss kommt zum Erliegen, wenn die Ladung ausgeglichen ist.

Wie Strom, Spannung und Widerstand zusammenhängen, beschreibt das

Ohmsche Gesetz:

Die Stärke des Stromes (I) ist abhängig von der Höhe der Spannung(U) durch die Größe des Widerstandes(R):

$$I = U/R \text{ oder leichter zu merken (wie der Schweizer Kanton): } U=R * I$$

Leistung

Die elektrische Leistung beschreibt, welche Leistung an einem Gerät erbracht wird, um die elektrische Energie in eine andere Energie umzuwandeln, zum Beispiel in Bewegungsenergie (Motor), Wärmeenergie (Heizung), Strahlungsenergie (Licht und Wärme).

Formelzeichen: P

Einheit: W (Watt)

Je größer die Leistung ist, desto mehr Energie steht zur Verfügung, um etwas damit zu tun. Praktisch bedeutet das z.B.: Je stärker eine Bohrmaschine ist, desto größer ist ihre Leistung. Je größer die Leistung wird, desto mehr Strom und / oder Spannung werden benötigt.

Formel: $P= U * I$

WER DARF WAS?

Wer welche Arbeiten durchführen darf, ist in der BGV A3 (Unfallverhütungsvorschrift Elektrische Anlagen und Betriebsmittel) beschrieben. Die BGV A3 unterscheidet hier zwischen Elektrofachkraft (EP), Elektrisch unterwiesene Person (EUP) und Laien (L).

Nennspannung	Arbeiten	EF	EUP	L
bis AC 50 V bis DC 120 V	Alle Arbeiten, soweit eine Gefährdung, z.B. durch Lichtbogenbildung, ausgeschlossen ist			
über AC 50 V über DC 120 V	1. Heranführen von Prüf-, Mess- und Justiereinrichtungen, z.B. Spannungsprüfern, von Werkzeugen zum Bewegen leichtgängiger Teile, von Betätigungsstangen			
	2. Heranführen von Werkzeugen und Hilfsmitteln zum Reinigen sowie das Anbringen von geeigneten Abdeckungen und Abschränkungen			
	3. Herausnehmen und Einsetzen von nicht gegen direktes Berühren geschützten Sicherheitseinsätzen mit geeigneten Hilfsmitteln, wenn dies gefahrlos möglich ist			
	4. Anspritzen von unter Spannung stehenden Teilen bei der Brandbekämpfung oder zum Reinigen			
	5. Arbeiten an Akkumulatoren und Photovoltaikanlagen unter Beachtung geeigneter Vorsichtsmaßnahmen			
	6. Arbeiten in Prüfanlagen und Laboratorien unter Beachtung geeigneter Vorsichtsmaßnahmen, wenn es die Arbeitsbedingungen erfordern			
	7. Abklopfen von Raureif mit isolierenden Stangen			
	8. Fehlereingrenzung in Hilfsstromkreisen (z.B. Signalverfolgung in Stromkreisen, Überbrückung von Teilstromkreisen) sowie Funktionsprüfung von Geräten und Schaltungen			
	9. Sonstige Arbeiten, wenn a) zwingende Gründe durch den Betreiber festgestellt wurden und b) Weisungsbefugnis, Verantwortlichkeiten, Arbeitsmethoden und Arbeitsablauf (Arbeitsanweisung) schriftlich für speziell ausgebildetes Personal festgelegt worden sind			
Bei allen Nennspannungen	Alle Arbeiten, wenn die Stromkreise mit ausreichender Strom- oder Energiebegrenzung versehen sind und keine besonderen Gefährdungen (z.B. wegen Explosionsgefahr) bestehen			
	Arbeiten zum Abwenden erheblicher Gefahren, z.B. für Leben und Gesundheit von Personen oder Brand- und Explosionsgefahren			
	Arbeiten an Fernmeldeanlagen mit Fernspeisung, wenn Strom kleiner als AC 10 mA oder DC 30 mA			

Unter § 2 ist beschrieben was unter einer Fachkraft zu verstehen ist

(3) Als Elektrofachkraft im Sinne dieser Unfallverhütungsvorschrift gilt, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen die ihm übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen kann.

In § 3 ist in den Grundsätzen folgendes beschrieben:

(1) Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, dass elektrische Anlagen und Betriebsmittel nur von einer Elektrofachkraft oder unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft den elektrotechnischen Regeln entsprechend errichtet, geändert und instand gehalten werden. Der Unternehmer hat ferner dafür zu sorgen, dass die elektrischen Anlagen und Betriebsmittel den elektrotechnischen Regeln entsprechend betrieben werden.

Die DIN VDE 1000-10 sagt zu hierzu folgendes aus:

Elektrofachkraft (EFK)

ist, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen, Kenntnis der einschlägigen Normen die ihm übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen kann.

Elektrotechnisch unterwiesene Person (EuP)

ist, wer durch eine Elektrofachkraft über die ihr übertragenen Aufgaben und die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet und erforderlichenfalls angeleitet sowie über die notwendigen Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen belehrt wurde.

Eine EuP arbeitet immer unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft. Hierunter ist nicht zu verstehen, dass diese ständig zugegen sein muss; sie muss sich vielmehr in angemessenen Zeitabschnitten davon überzeugen, ob die erteilten Anweisungen beachtet werden und sicherheitsgerecht gearbeitet wird. Die EFK ist insoweit für die übertragenen Tätigkeiten verantwortlich.

Was lässt sich nun für den Einsatz von Mess- und Prüfgeräten in der Notfallvorsorge ableiten?

Zunächst ist in jeder Gliederung, in der elektrotechnische Arbeiten durchgeführt werden sollen, eine verantwortliche Elektrofachkraft zu benennen. Für Gliederungen, die einen TeSi-Trupp oder eine luK-Einheit haben, ist dies grundsätzlich notwendig.

Das Ziel einer Unfallverhütungsvorschrift ist, Schaden von Personen abzuwenden, deshalb lässt sie Arbeiten an Spannungen bis 50 V Wechselstrom und 120 V Gleichstrom durch Laien zu. Fehlerhaftes Arbeiten kann aber auch bei diesen Spannungen Geräte und Einsatzmittel zerstören. Deshalb gelten zunächst einmal die folgenden Grundregeln:



EF, ESH (EuP) und Laie

- **Nur wer die nötige Sachkenntnis und Erfahrung für eine Arbeit hat, darf sie auch durchführen!**
- **Die Arbeiten müssen ordnungsgemäß durchgeführt werden!**
- **„Mal schnell“ gibt es nicht, denn es kann schnell zum Tod führen!**

In der Notfallvorsorge sollten aus Sicherheitsgründen nur zwei Arten von Kräften zum Einsatz kommen: Die Elektrofachkraft und ein Elektrisch Sachkundiger Helfer. Dieser muss zwei Bedingungen erfüllen: Er muss für seine Arbeit die nötige Sachkunde besitzen und für die entsprechende Arbeit als Elektrisch Unterwiesene Person gelten. Er arbeitet immer unter der Aufsicht der Elektrofachkraft, was nicht bedeutet, dass diese immer anwesend sein muss. Jedoch verantwortet die Elektrofachkraft, wer welche Arbeiten ausführt und ob die Person für diese Arbeit elektrisch sachkundig ist.

Unter diesen Voraussetzungen lässt sich in Anlehnung an die BGV A3 folgende Tabelle als Richtschnur verwenden:

Nennspannung	Arbeiten	EF	ESH
bis AC 50 V bis DC 120 V	Alle Arbeiten, soweit eine Gefährdung, z.B. durch Lichtbogenbildung, ausgeschlossen ist		
	Einsatz von Mess- und Prüfgeräten		
	Arbeiten an Fernmeldeanlagen		
über AC 50 V über DC 120 V	Heranführen von Justiereinrichtungen, von Werkzeugen zum Bewegen leichtgängiger Teile, von Betätigungsstangen		
	Einsatz eines zweipoligen Spannungsprüfers		
	Einsatz von Messgeräten		
	Heranführen von Werkzeugen und Hilfsmitteln zum Reinigen		
	Anbringen von geeigneten Abdeckungen und Abschränkungen		
	Herausnehmen und Einsetzen von nicht gegen direktes Berühren geschützten Sicherheitseinsätzen mit geeigneten Hilfsmitteln, wenn dies gefahrlos möglich ist		
	Anspritzen von unter Spannung stehenden Teilen bei der Brandbekämpfung		
	Arbeiten an Akkumulatoren und unter Beachtung geeigneter Vorsichtsmaßnahmen		
	Arbeiten in Prüfanlagen und Laboratorien unter Beachtung geeigneter Vorsichtsmaßnahmen, wenn es die Arbeitsbedingungen erfordern		
	Fehlereingrenzung in Hilfsstromkreisen (z.B. Signalverfolgung in Stromkreisen, Überbrückung von Teilstromkreisen) sowie Funktionsprüfung von Geräten und Schaltungen		
	Sonstige Arbeiten, wenn a) zwingende Gründe durch den Betreiber festgestellt wurden und b) Weisungsbefugnis, Verantwortlichkeiten, Arbeitsmethoden und Arbeitsablauf (Arbeitsanweisung) schriftlich für speziell ausgebildetes Personal festgelegt worden sind		
Bei allen Nennspannungen	Alle Arbeiten, wenn die Stromkreise mit ausreichender Strom- oder Energiebegrenzung versehen sind und keine besonderen Gefährdungen (z.B. wegen Explosionsgefahr) bestehen		
	Arbeiten zum Abwenden erheblicher Gefahren, z.B. für Leben und Gesundheit von Personen oder Brand- und Explosionsgefahren		
	Arbeiten an Fernmeldeanlagen mit Fernspeisung, wenn Strom kleiner als AC 10 mA oder DC 30 mA.		
Spannungsfreier Zustand	Mess-, Prüf- und sonstige Arbeiten		

BEDIENUNG EINES MULTIMETERS

Multimeter lassen sich zunächst durch die Darstellung des gemessenen Wertes in Analoge und Digitale Messgeräte unterteilen. Ferner unterscheiden sie sich hinsichtlich ihrer Messgenauigkeit und wie stark sie durch ihren technischen Aufbau ein Messergebnis verfälschen. Für den Einsatz in der Gefahrenabwehr können diese Aspekte jedoch vernachlässigt werden, sofern man auf den Einsatz von Billigst-Messgeräten verzichtet.

Auch wenn analoge Messgeräte die älteren Messgeräte sind, haben sie doch einige Vorteile: Die Anzeige ist ruhiger und springt nicht zwischen Ziffern hin und her, wenn sich Werte minimal ändern. Tendenzen lassen sich durch die Bewegung des Zeigers besser darstellen. So ist zum Beispiel das Steigen eines Zeigers bei höherer Belastung besser zu erkennen als die Veränderung eines Zahlenwertes. Zu Überwachungszwecken sind sie deshalb besser geeignet, und heute wird deshalb oft der Zeiger an digitalen Messgeräten und EDV-Systemen grafisch nachgebildet. Geräte, die nur Strom und Spannung messen, benötigen nicht immer eine Batterie und sind so immer einsatzbereit. Wobei viele Geräte eine Batterie benötigen, weil ohne sie eine Widerstandsmessung nicht möglich ist. Ein wichtiger Nachteil ist jedoch, dass das Ablesen des Messwertes etwas Übung erfordert: Dabei muss darauf geachtet werden, dass man das Messergebnis senkrecht zum Messwerk abliest (der Zeiger überdeckt sein Spiegelbild, siehe Bild) und dass man die richtige Skala verwendet.

Digitale Messgeräte sind durch ihr Display leichter abzulesen. In der Regel verzeihen sie auch eher den ein oder anderen Bedienungsfehler. Viele digitalen Geräte bieten zusätzlich zu den klassischen Funktionen (Strom-, Spannungs-, und Widerstandsmessung) noch weitere Funktionen. Sie benötigen immer eine Batterie zum Betrieb.



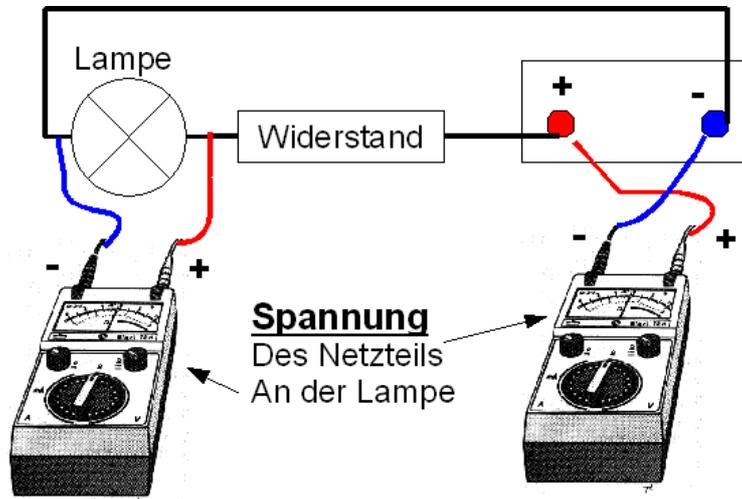
COM: Rückleitung bzw. gemeinsamer Anschluss für alle Messbereiche (schwarzes Kabel)

Buchsen für verschiedene Messbereiche (rotes Kabel).

ACHTUNG: Auf jeden Fall mit der Bedienung des jeweiligen Gerätes vertraut machen!!

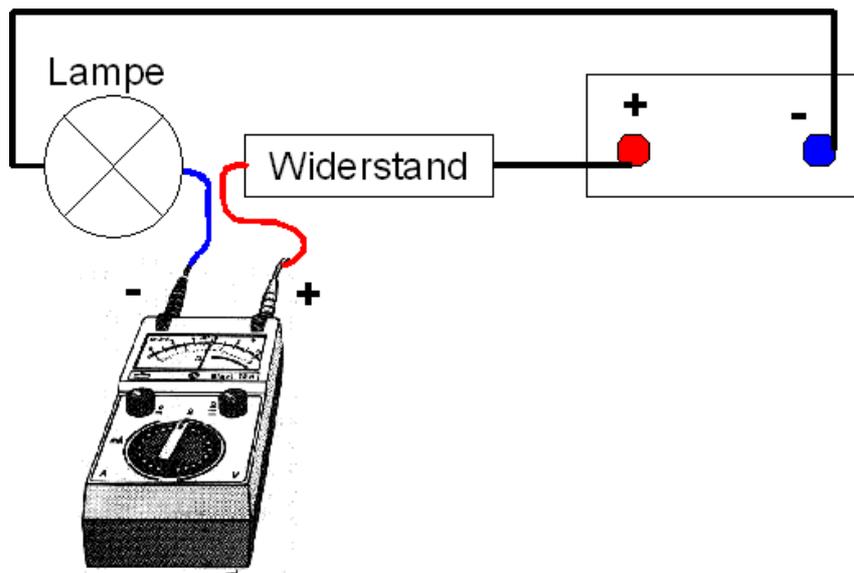
SPANNUNGSMESSUNG

Bei der Spannungsmessung wird der Unterschied der Spannung zwischen zwei Punkten gemessen, zum Beispiel zwischen dem Plus- und Minuspol einer Batterie oder zwischen den Anschlüssen eines Bauteils oder Gerätes. Damit das Messgerät die Messung nicht beeinflusst, ist dabei der Eigenwiderstand des Messgerätes besonders groß. Es wird parallel angeschaltet.



STROMMESSUNG

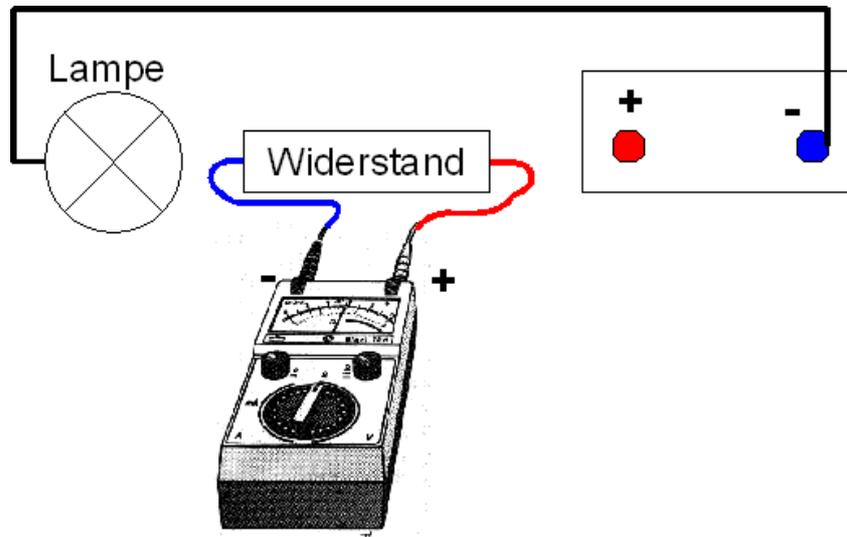
Bei der Strommessung wird der Strom gemessen, der durch ein Bauteil oder Gerät fließt. Das Messgerät muss deshalb in den Stromkreis eingebaut werden (in Reihe geschaltet). Damit das Messgerät die Messung nicht beeinflusst, ist der Widerstand des Messgerätes nun möglichst klein.



WIDERSTANDSMESSUNG

Bei der Widerstandsmessung wird aus der Batterie des Messgerätes eine Spannung an ein Bauteil, Kabel etc. gelegt und durch den Stromfluss durch das Bauteil der Widerstand ermittelt. Um den Widerstand zu messen, müssen zwei wichtige Bedingungen erfüllt sein:

1. Es darf keine andere Spannung anliegen.
2. Das zu messende Bauteil darf keine Verbindung haben, die einen Stromfluss über andere Bauteile bei der Messung ermöglicht, da es sonst zu Fehlmessungen kommt.



EINIGE GRUNDREGELN BEIM MESSEN

- ➔ Auf die richtige Polung des Messgerätes achten. Bei einem digitalen Messgerät ändert sich bei einem Fehler meist nur das Vorzeichen, analoge Messgeräte beantworten einen Fehler durch einen Zeigerschlag gegen das Gehäuse, der das Messwerk zerstören kann.
- ➔ Das Messgerät entsprechend auf Wechsel- oder Gleichstrom/ -Spannung einstellen. Im Zweifel auf Wechselstrom/ -Spannung einstellen.
- ➔ Immer mit dem größten Messbereich anfangen und sich dann entsprechend dem angezeigten Wert „runter schalten“.
- ➔ Niemals Strom parallel messen (Messgerät wie bei der Spannungsmessung angeschlossen) oder vergessen, bei der Spannungsmessung das Gerät von Strom- auf Spannungsmessung umzuschalten. Das Messgerät bildet sonst einen Kurzschluss! Im günstigsten Fall kostet dieser Fehler eine Sicherung, im schlimmsten Fall haucht das Messgerät sein Leben mit einer Rauchwolke und elektrischem Gestank aus oder der Anwender kann verletzt werden.
- ➔ Erst die Einrichtung spannungsfrei machen, das Messgerät einstellen und anschließen, dann die Spannungsquelle wieder einschalten.

BEDIENUNG DES SPANNUNGSPRÜFERS (DUSPOL)

Zunächst eine grundsätzliche Warnung:

Niemals Spannungsprüfer in Form von Schraubendrehern benutzen! Bei einem Fehler können sie das Leben des Nutzers in Gefahr bringen!!! Deshalb immer nur Spannungsprüfer mit zwei Prüfspitzen verwenden.



(Die weißen Linien markieren im Bild den Griffbereich, die Pfeile den Wulst)

Diese Spannungsprüfer bieten mehr Sicherheit. Zur Prüfung ist mit jeder Hand eine Prüfspitze hinter dem Schutzwulst fest zu umfassen.

Das Anliegen einer Spannung wird durch eine Leuchtdiode signalisiert.

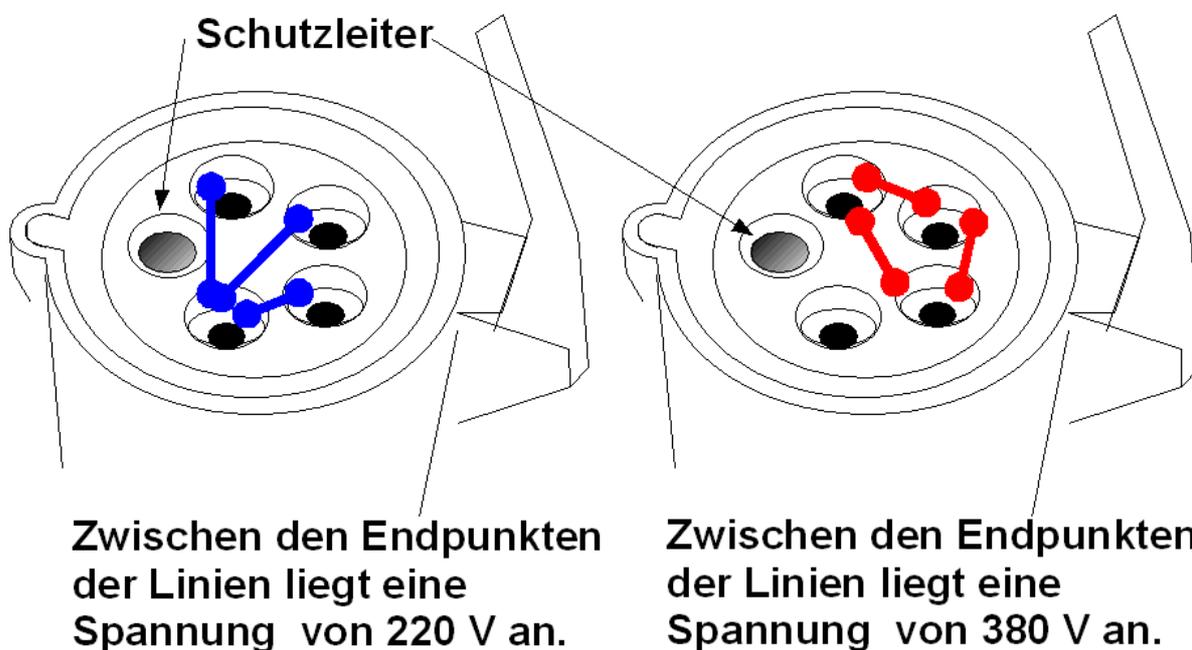
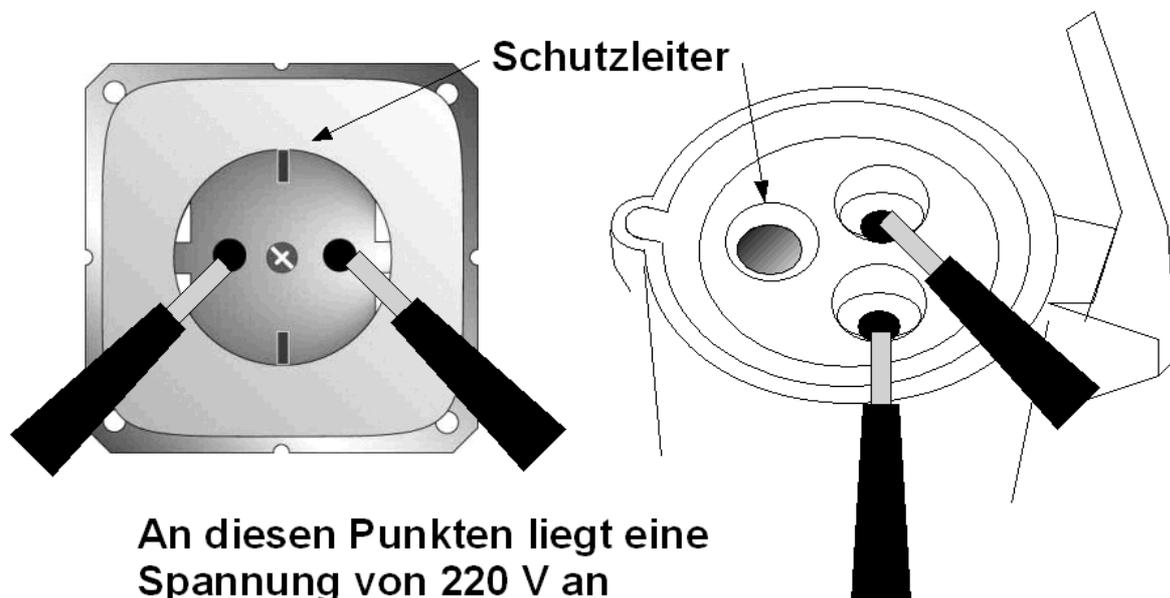
Je nach Gerätetyp verfügt der zweipolige Spannungsprüfer noch über Zusatzfunktionen:

- Mit Leuchtdioden wird die Größenordnung der Spannung angezeigt
- Das Gerät verfügt über einen Durchgangsprüfer
- Das Gerät verfügt über eine Digitalanzeige, die Widerstand und Spannung anzeigt

Auch hier gilt, dass man sich mit dem Gerät vor dem Einsatz vertraut machen muss.

EIN BEISPIEL ZUR SPANNUNGSPRÜFUNG

In der Grafik sind an einer Schutzkontaktsteckdose und an CEE-Kupplungen die Punkte dargestellt, an denen Spannung anliegt. Bei der Prüfung auf Spannungsfreiheit darf an keinem der Punkte eine Spannung anliegen.



FEHLERSUCHE

Eine erfolgreiche Suche und Eingrenzung gelingt nur durch überlegtes und planvolles Handeln. Auch wenn man den Fehler nicht findet oder direkt beheben kann, ist es meist besser, den Fehler genau beschreiben zu können. In vielen Fällen findet sich durch Überlegen dann auch eine Lösung, wie man trotz des Fehlers (sofern er keine Gefahr darstellt!) weiter arbeiten kann. Der wichtigste Grundsatz bei der Fehlersuche ist:

„Mal schnell“ gibt es nicht und kann schnell zum Tod führen!

Die Fehlersuche läuft in einer festgelegten Reihenfolge ab:

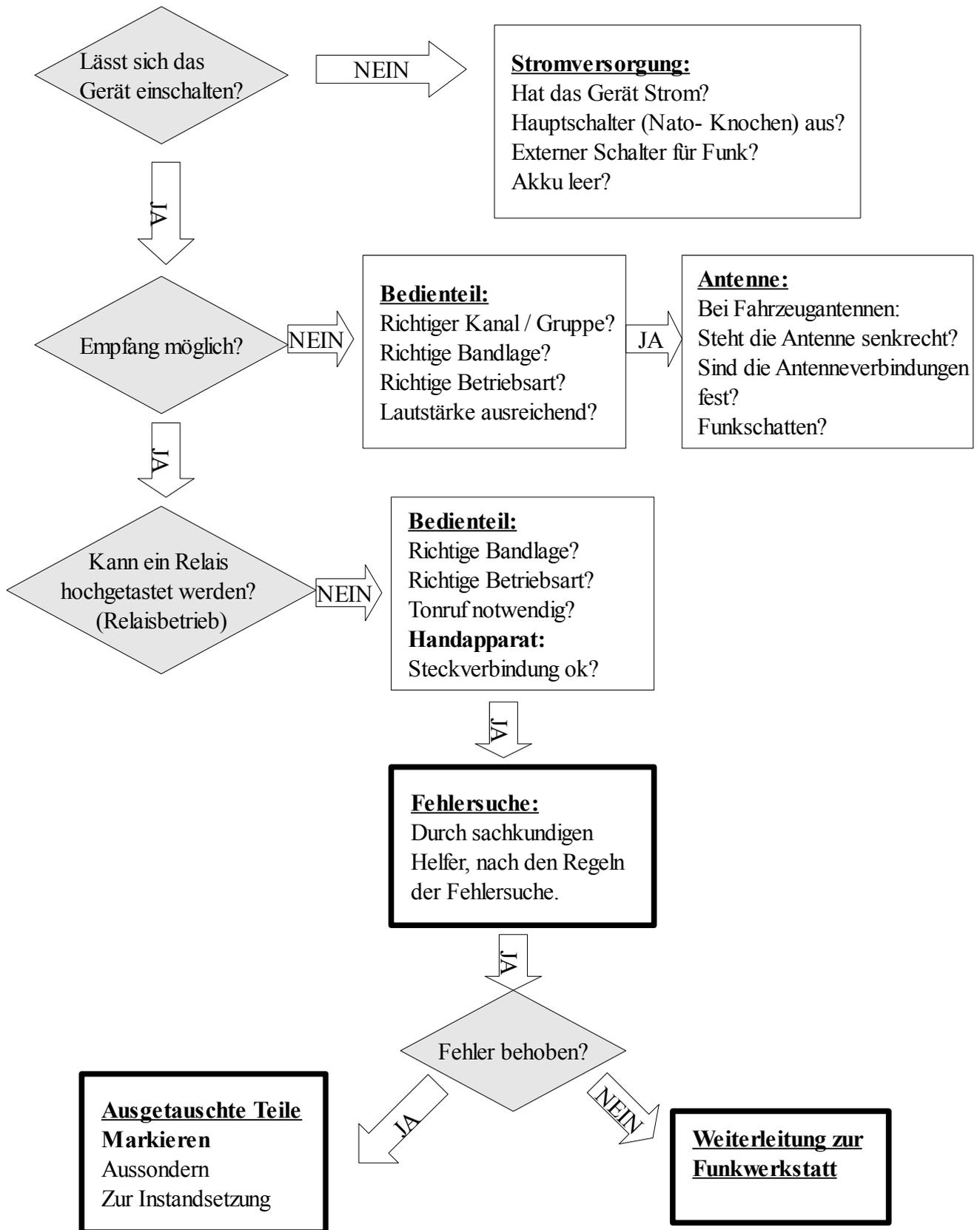
1. Eingrenzen durch Bedienen
Alle Funktionen durchgehen und genau feststellen, welche Funktion gestört ist. So fallen meist schon Bedienungsfehler auf.
2. Eingrenzen durch überlegen
Was genau funktioniert nicht und woran könnte dies liegen?
3. Austausch einer Komponente, die man in Verdacht hat, fehlerhaft zu sein
Zeigt sich zum Beispiel bei einem Handfunkgerät, dass ein gesendeter Tonruf bei der Gegenstelle ankommt, die Sprache aber nicht, jedoch die Sprache übertragen wird, wenn das Handmikrofon nicht montiert ist, liegt der Verdacht nahe, dass der Fehler am Handmikrofon liegt. Durch einen Tausch des Handmikrophons lässt sich dies leicht überprüfen.
4. Sichtprüfung
Sind alle Verbindungen fest und sehen die Kabel „gesund“ aus (sie sind z.B. nicht geknickt, locker, ausgefranst, gequetscht oder haben eine defekte Isolierung)?

Die meisten Fehler lassen sich mit diesen Schritten schon beheben.

5. Einsatz von Mess- und Prüfgeräten
Erst wenn die obigen Punkte keinen Erfolg brachten, kommen diese Geräte zum Einsatz. Hierbei gilt jedoch der Grundsatz: „Erst denken, dann handeln und nur das tun, wozu man auch befähigt ist.“ Alles andere richtet mehr Schaden als Nutzen an.

Nun noch eine Grafik zur ersten Fehlerbehebung an einem Funkgerät. Dieser Ablauf lässt sich auch per „Ferndiagnose“ durchführen, wenn man die Meldung über ein defektes Gerät erhält. Mit dieser Vorprüfung lassen sich schon viele Probleme beheben.

STÖRUNGSVORPRÜFUNG AM FUNKGERÄT



DAS PRÜFEN EINER FELDKABELTROMMEL

Vor dem Verlegen einer Feldkabeltrommel sollte die Trommel auf ihren ordnungsgemäßen Zustand überprüft werden. Man stelle sich nur den Verdross vor: Bei Regen, im Gelände zu Fuß 800 Meter Kabel verlegt, und dann funktioniert die Verbindung nicht und die ganze Arbeit war umsonst! Um dies zu vermeiden, empfiehlt es sich, die Kabeltrommel zu prüfen und den Anfang der Trommel mit einem Aufkleber „Geprüft“ zu versehen. Dies kann man in Ruhe in der Bereitschaft tun, bei jeder Trommel nach dem Einsatz. So erspart man sich viel Verdross.

Prüfung einer Feldkabeltrommel:

- Den Widerstand jeder Ader separat messen – er sollte bei 50 Ohm liegen.
- Den Widerstand zwischen den beiden Adern messen – er muss unendlich groß sein, sonst hat die Trommel einen Kurzschluss.
- An einem Ende die Adern verbinden und am anderen Ende zwischen den beiden Adern den Widerstand messen: Liegt der Widerstand über 150 Ohm, ist die Trommel auszusondern.
- Aufkleber mit Widerstandswert beschriften und über den Anfang kleben.

Daten Feldkabeltrommel	
Länge:	800 m
Gewicht mit Trommel:	14,2 kg
Schleifenwiderstand:	100 Ohm
Aussonderung bei:	<150 Ohm

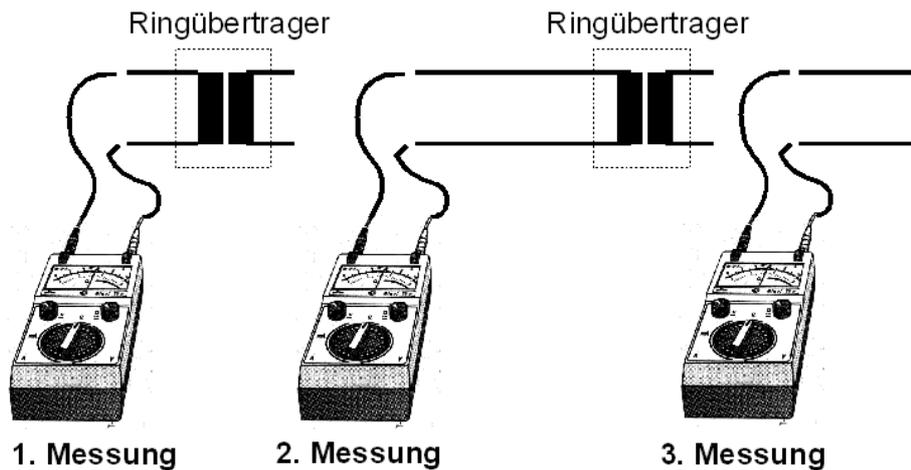
DAS MESSEN VON LEITUNGSSTÖRUNGEN IM FELDKABELNETZ

Das Einmessen von Leitungsstörungen kann die Fehlersuche im Einsatz erheblich beschleunigen, da sonst ein zeitaufwendiges Ablaufen der Leitungen nötig ist. Wichtig ist hierbei jedoch, beim Ausbau des Leitungsnetzes eine "Technische Fernmeldeskizze für den Feldkabelbau" anzufertigen. In dieser Fernmeldeskizze wird unter Zuhilfenahme von Taktischen Zeichen und Sonderzeichen der Verlauf der Leitungen in eine Karte eingetragen. Zusätzlich werden in der Karte weitere Informationen wie z.B. die Lage von Längenverbindungen und Ringübertragern eingezeichnet. Der Zeitaufwand für die Erstellung der Fernmeldeskizze macht sich bei der Fehlersuche um ein Vielfaches bezahlt.

Voraussetzungen zur Fehlersuche:

Da bei einigen Arbeiten an beiden Seiten der Leitung gearbeitet werden muss, erscheint es sinnvoll, zwei mit Funk ausgestattete Trupps zu bilden.

Die Leitung muss freigeschaltet werden, da es sonst zu Fehlmessungen kommt. Hierbei ist ebenfalls zu beachten, dass alle Messungen nur bis zum ersten Ringübertrager möglich sind. Der Ringübertrager verbindet die beiden Adern mit seiner Spule, daher müssen die Stücke zwischen den Ringübertragern einzeln gemessen werden. Er hat einen Widerstand von 42 Ohm. Auf die Veränderungen, die der Ringübertrager bei den einzelnen Messungen hervorruft, wird bei den einzelnen Messungen eingegangen.

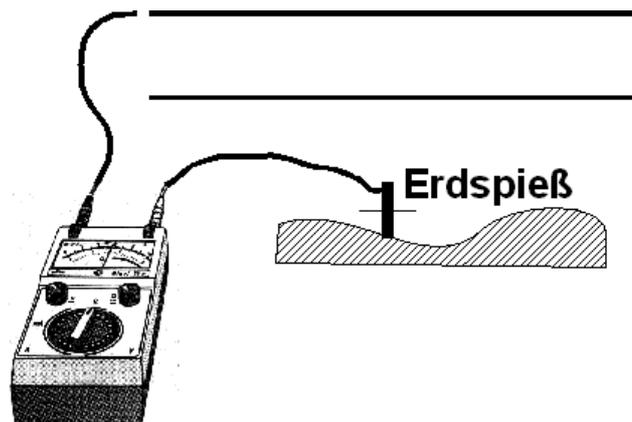


Messverfahren:

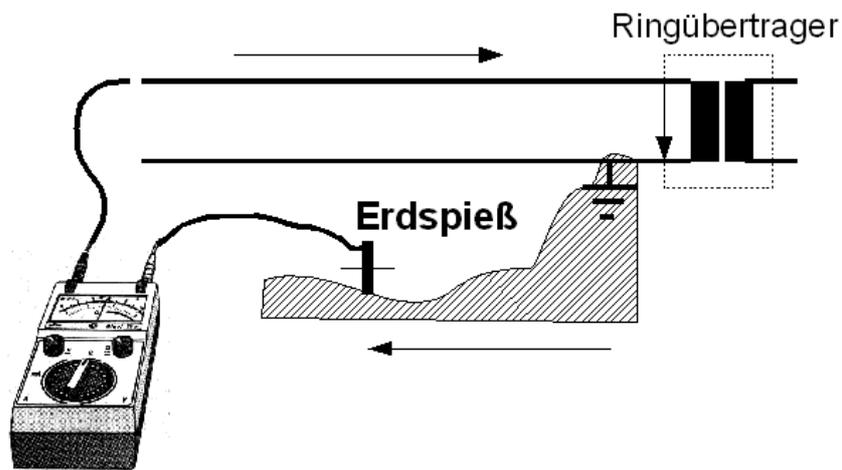
Alle Messungen werden als Widerstandsmessungen durchgeführt.

1. Isolationsfehler:

Hierzu wird jede Ader einzeln gegen Erde gemessen. Als Erde kann ein Erdspieß oder eine vorhandene Erdung verwendet werden.



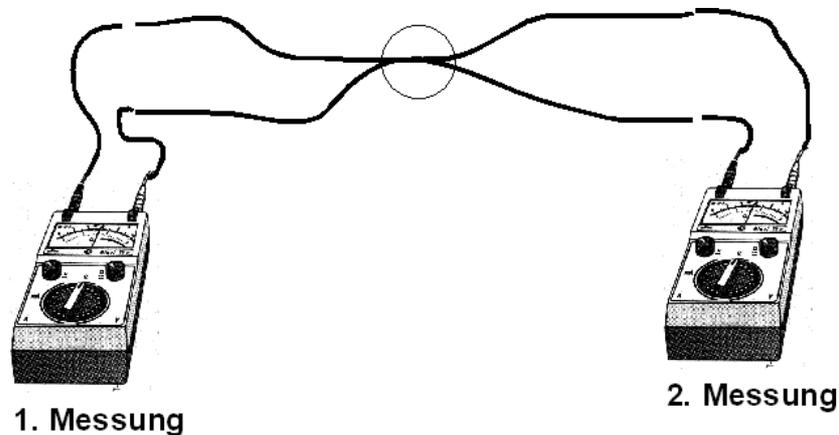
Ist die Isolation in Ordnung, so muss der Widerstand unendlich groß sein. Zeigt das Messgerät einen Widerstandswert an, so ist die Isolation fehlerhaft und der Strom kann ins Erdreich abfließen. Ist noch eine Ader in Ordnung, kann mit ihr der Fernsprechtbetrieb weitergeführt werden, wenn als zweite Ader die Erde verwendet wird. Haben beide Adern einen Isolationsfehler, so lesen Sie bitte im Kapitel Kurzschluss weiter. Befindet sich ein Ringübertrager in der Leitung und es zeigt sich ein Isolationsfehler, so muss der Ringübertrager abgelegt werden, da die defekte Ader sonst nicht gemessen werden kann. Der Ringübertrager verbindet beide Adern miteinander, so dass der Isolationsfehler in beiden Adern zu messen ist.



2. Kurzschluss:

Um einen Kurzschluss einzumessen, muss die Leitung freigeschaltet sein. Mit dem Messgerät wird der Widerstand zwischen den beiden Adern gemessen. Ist die Leitung in Ordnung, so ist der Widerstand unendlich groß. Wird ein Widerstand angezeigt, so liegt ein Kurzschluss oder Übergangswiderstand vor. Die Fehlerstelle kann ungefähr eingemessen werden. In den Fachbüchern wird meist folgende Rechnung dargestellt:

Eine Länge (Trommel Feldkabel) hat einen Widerstand von 100 Ohm. Wird ein Widerstand von z.B. 400 Ohm gemessen, so muss der Widerstand am Ende der 4. Länge liegen. Dies trifft jedoch nur zu, wenn der Kurzschluss komplett ist. Liegt ein Übergangswiderstand vor, so geht diese Rechnung nicht mehr auf. Deshalb verwenden wir folgenden Vorgang: Die Leitung wird von beiden Seiten gemessen und die Messwerte notiert.



Dann wird folgende Formel verwendet:

$$RL1 = (RL + R1 - R2) : 2$$

RL ist der Gesamtwiderstand der Leitung (Anzahl der Längen mal 100 Ohm).

R1 ist der von 1. gemessene Wert.

R2 ist der von 2. gemessene Wert.

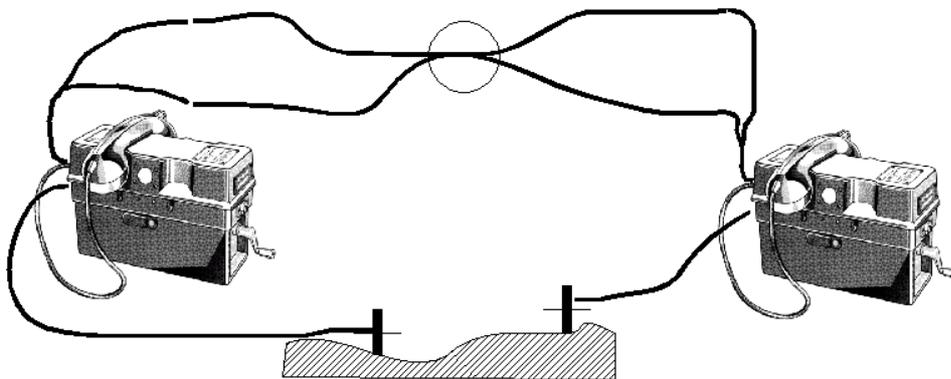
RL1 ist der Widerstand der Leitung zwischen 1 und der Fehlerstelle.

Aus RL1 lässt sich dann die Entfernung der Fehlerstelle berechnen:

RL1 : 100 = Anzahl der Längen oder

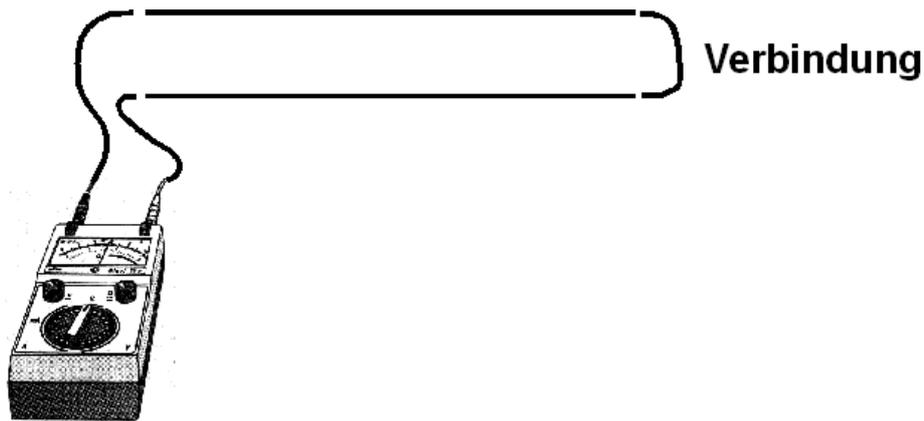
RL1 : 0,125 = Angabe in Metern

Besteht kein Isolationsfehler, so können bis zur Beseitigung des Kurzschlusses beide Adern zusammengefasst werden. Als Rückleitung dient dann die Erde.



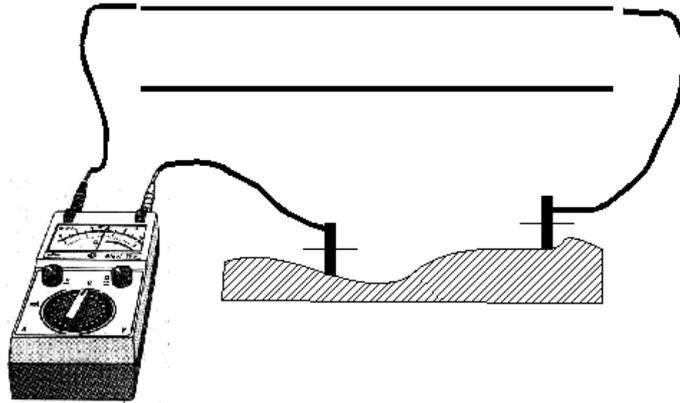
3. Unterbrechung:

Um eine Unterbrechung einzumessen, muss die Leitung an einem Ende kurzgeschlossen werden. Von der anderen Seite wird dann der Widerstand gemessen.



Ist der Widerstand unendlich hoch, liegt eine Unterbrechung vor. Die Fehlerstelle kann mit unseren Mitteln nicht berechnet werden. Es kann lediglich geprüft werden, ob noch eine Ader intakt ist:

Man erdet eine Ader auf einer Seite (Erdspieß) und misst den Widerstand zwischen Erde und der Ader. Diesen Vorgang wiederholt man mit der anderen Ader ebenfalls.



Die Ader, die einen Widerstand anzeigt, ist noch intakt. Mit ihr kann noch telefoniert werden, wenn man die Erde als Rückleitung verwendet.

