

# KABELFEHLER- SUCHE MIT REFLEKTO- METER

DIAGNOSE UND PRÄZISE  
ORTUNG VON DEFEKTEN UND  
FEHLERN BEI VERLEGTEN  
KABELN UND LEITUNGEN



## NUTZUNG VON ERDKABELN

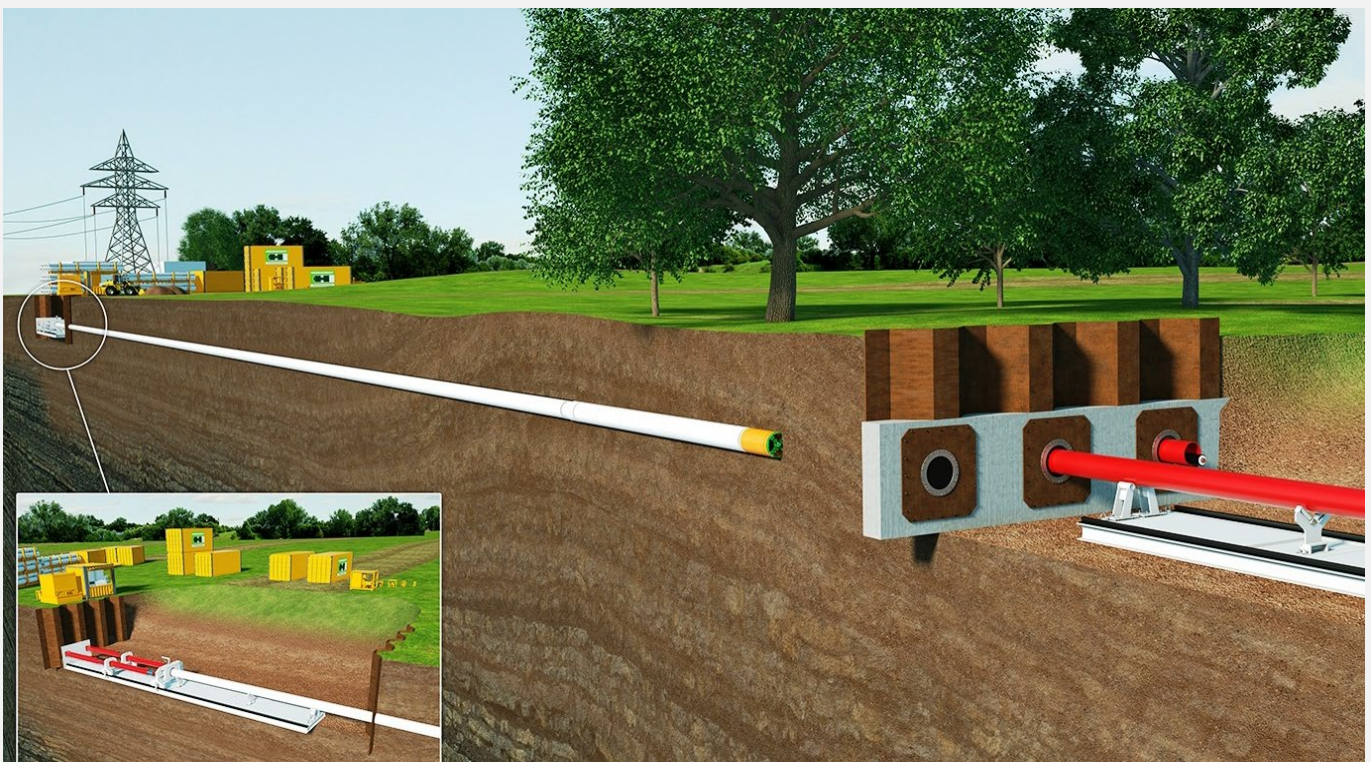
Ein Erdkabel ist ein im Erdboden verlegtes elektrisch genutztes Kabel mit einer besonders robusten Isolierung nach außen, dem Kabelmantel, der eine Zerstörung derselben durch chemische Einflüsse im Erdreich bzw. im Boden lebender Kleintiere (Nagetiere) verhindert.

Erdkabel weisen gegenüber Freileitungen einige Vorteile auf. Sie sind gegen Beschädigungen – unter anderem durch Witterung – geschützt und stören das Landschaftsbild optisch nicht. Nachteilig sind der höhere Wartungsaufwand und die schwierigere Lokalisierung von Störungen, wie sie beispielsweise durch Bauarbeiten und unbeabsichtigte Beschädigungen von verlegten Erdkabeln verursacht werden können. Bei energietechnischen Anwendungen im Hochspannungsbereich sind die damit verbundenen höheren Kosten ein Nachteil.

Im Fernmeldebereich werden Ortsverbindungskabel mit einem Überdruck (10 Millibar) aufgepumpt. Aufgrund des Überdrucks wird bei kleineren Leckagen im Kabelmantel der eindringenden Feuchtigkeit Luft entgegendebesen, so dass keine Feuchtigkeit eindringen kann. Bei Druckverlust meldet ein Sensor, dass Luft aus dem System entweicht. Danach wird das Kabel mit einem speziellen Gas aufgepumpt, wodurch mittels Suchgeräten das Leck gefunden werden kann.

## STÖRQUELLENORTUNG

Ziel der Störquellenortung ist es, Kabelbrüche oder Kabelquetschungen festzustellen und deren Lage zu orten. Dabei macht man sich die Eigenschaft der Zeitbereichsreflektometrie zunutze, jede Änderung im Medium zu erkennen. Damit kann das Kabelende, ein Kabelbruch oder ein Kurzschluss zwischen Innen- und Außenleiter lokalisiert werden.



Erdkabelverlegung E-Power Pipe® Grafik : Herrenknecht AG

# TDR / ZEITBEREICHSREFLEKTOMETRIE

Eine Möglichkeit zur Überprüfung von Leitungen bietet die sogenannte TDR-Messung. TDR steht für Time Domain Reflectometry und dient der Feststellung von Kabellängen, Kabelfehlern, Kabelbrüchen, Kurzschlüssen und Kabelquetschungen.

Ein TDR-Messgerät, wie zum Beispiel das METRACABLE TDR, sendet einen elektrischen Impuls und errechnet dann auf Basis der Dauer der Rückkehr zum Sender die Kabellängen oder den Fehlerort. Auch unterschiedlichste Fehler können durch die Analyse der diversen Signalformen erkannt werden.

Beim TDR-Verfahren sendet das Gerät einen Impuls auf das Kabel, welcher dann von Kabelfehlern reflektiert und zum Gerät zurückkommt. Durch charakteristische Reflexionskurven kann die Art des Fehlers identifiziert werden.

Ein TDR-Messgerät ist ein mächtiges Werkzeug zur Überprüfung von symmetrischen Leitungen. Neben der Bestimmung der Kabellänge, können über die angezeigten Reflexionskurven auch Kabelfehler bestimmt und aufgespürt werden. Das erspart Zeit bei der Fehlersuche und vermeidet unnötige Arbeit.

Unter Zuhilfenahme eines Sprungfunktionsgenerators wird an einem Ende der Leitung ein steiles Signal erzeugt. Die Signalfanke breitet sich über das Medium aus und wird am anderen Ende oder an Störungsstellen reflektiert. Mit Hilfe einer geeigneten Auswerteschaltung oder eines Oszilloskops werden daraufhin das gesendete Signal mit dessen Reflexion verglichen und Informationen über Laufzeit, Amplitude und die kapazitiven, resistiven und induktiven Charakteristika der Reflexion ermittelt. Die einfache Ansicht der Reflexionen im Oszilloskop macht es hierbei dem Betrachter auch ohne tieferes Fachwissen möglich, eine Einschätzung des Reflexionsverhaltens vorzunehmen.

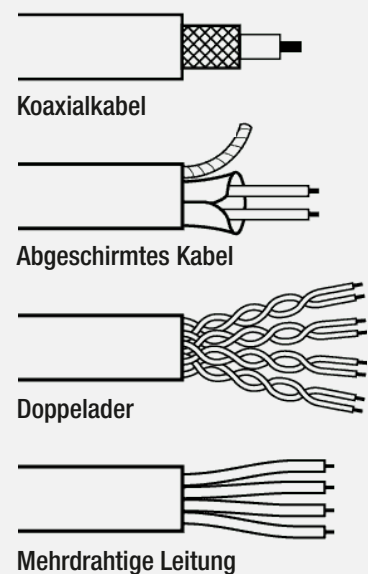


Signale vom Time Domain Reflektometer

## KABELARTEN

Kabel haben verschiedene elektrische Eigenschaften, welche sich auf die Längenmessung auswirken. Damit die Längenmessung so genau wie möglich ist, ist auf den richtigen Wert der Ausbreitungsgeschwindigkeit (VP-Wert) zu achten. Je präziser dieser Wert ist, umso genauer wird die Kabellänge angezeigt. In der Kabeldatenbank eines Prüfgerätes, wie zum Beispiel des METRACABLE TDR sind verschiedene Kabeltypen mit ihren für die Messung relevanten Kenngrößen enthalten. Es werden symmetrische Kabel unterstützt, Beispiele siehe Abbildung. Welche Möglichkeiten ein TDR genau bietet, wird in den nachstehenden Abschnitten dargestellt.

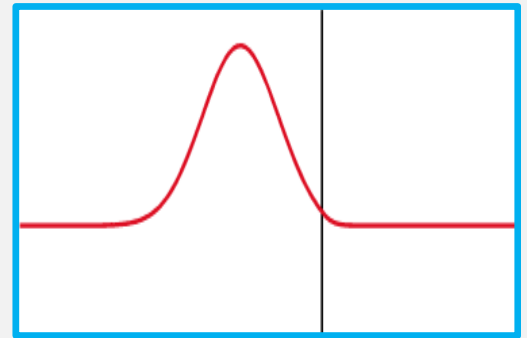
Ein geeignetes Kabelfehlermessgerät kann über das TDR-Verfahren eine Vielzahl unterschiedlicher Kabel überprüfen und den möglichen Fehlerort ermitteln. Das METRACABLE TDR kann selbst Kabel mit bis zu 15 Kilometern Länge untersuchen.



## LÄNGENMESSUNG

Eine der ersten Anwendungen der Zeitbereichsreflektometrie war die Längenmessung von Kabeln in der Elektroindustrie. Hierbei wird die Zeit gemessen, die ein ausgesandter Impuls bis zu seinem Wiedereintreffen nach der Reflexion benötigt. Kennt man die Ausbreitungsgeschwindigkeit im Kabel, die vom Dielektrikum abhängt, so kann man von der gemessenen Zeit direkt auf die Länge des Kabels zurückschließen. Aus diesem Einsatzfeld hat sich der Begriff des Kabelradars entwickelt.

Während man früher für diese Messungen noch das Oszilloskop benötigte, gibt es heute bereits fertige Messgeräte, die einem den Längenwert direkt anzeigen. Diese Technik findet eine große Anwendung im Bereich der Telekommunikation und der Netzwerktechnik. Bei Neuverkabelungen in Gebäuden erfolgt hierbei die Abrechnung des verlegten Netzkabels nach den gemessenen Werten der Zeitbereichsreflektometrie.



Teilweise Reflexion und Transmission eines Impulses an der sprunghaften Änderung der Wellenimpedanz. Der Anteil der reflektierten und transmittierten Intensität hängt vom Unterschied der Wellenimpedanz ab.

## STÖRQUELLENORTUNG

Das Ziel der Störquellenortung ist es, beispielsweise bei Erdkabeln Kabelbrüche oder Kabelquetschungen festzustellen und deren Lage zu orten. Hierbei macht man sich die Eigenschaft der Zeitbereichsreflektometrie zunutze, nicht nur Totalreflexionen, sondern jede Änderung im Medium zu erkennen. Nur beim Kabelende, einem Kabelbruch oder einem Kurzschluss zwischen Innen- und Außenleiter kommt es zu einer Totalreflexion. Breitet sich der Impuls entlang des unveränderten Mediums aus, so ändert sich die Wellenimpedanz im Kabel nicht. Kommt die Impulswelle jedoch auf eine Quetschung, so ändert sich die Impedanz und es erfolgt eine Teilreflexion. Aus dem Zeitpunkt des Eintreffens der Reflexion und deren Natur kann dann auf Ort und Ausmaß der Quetschung geschlossen werden.

## PULSBREITE UND PULSDAUER

Die Pulsbreite oder auch Pulsdauer hat einen Einfluss auf die Messung. Kleinere Pulszeiten haben eine sehr viel bessere Auflösung, d. h. Fehler die dicht aufeinander folgen, können damit aufgelöst werden. Der Nachteil ist, dass größere Längen nicht mehr messbar sind, da die Reflexion des kurzen Pulses durch die Dämpfung des langen Kabels für die Messung zu klein wird. Bei größeren Pulsbreiten ist der Ablauf umgekehrt. Dadurch können längere Kabel gemessen, aber evtl. nicht alle Fehler angezeigt werden. Somit ist es eventuell notwendig, mehrere Messungen vorzunehmen.

**Um für jeden Kabeltyp und jede Kabellänge mit der optimalen Auflösung zu arbeiten ist beim METRACABLE TDR die Pulsbreite einstellbar.**



METRACABLE TDR /  
Time Domain Reflectometer

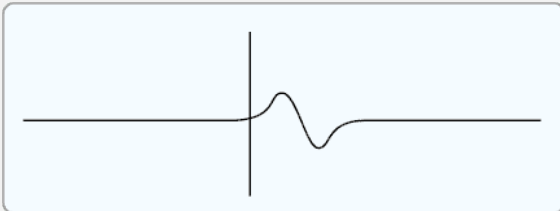
# TYPISCHE KABELFEHLER UND DEREN SIGNALFORMEN



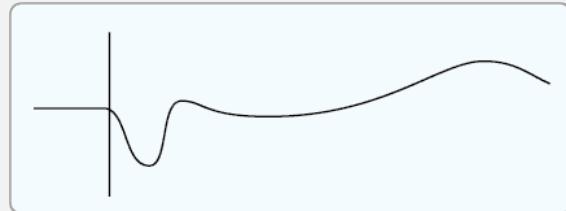
Ende offen



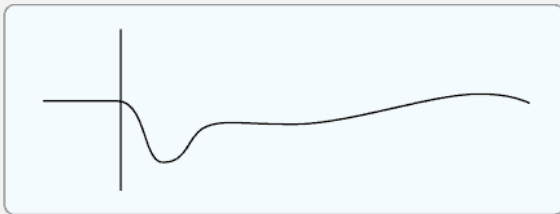
Kurzschluss



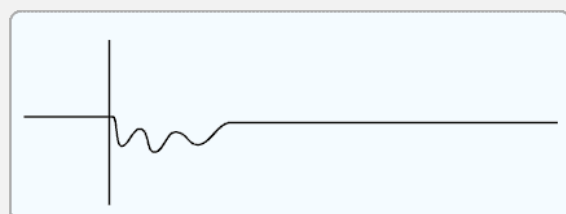
Spleiss



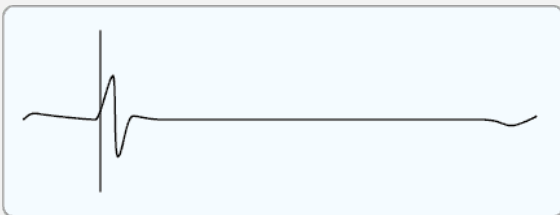
Abzweig



Wasser im Kabel



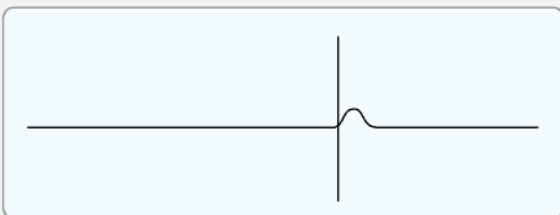
Eindringendes Wasser



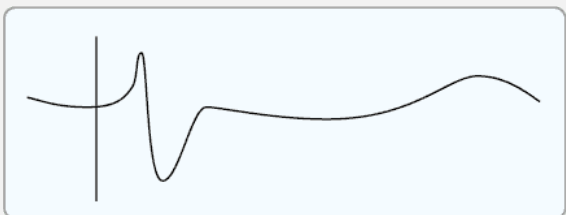
Schlechter Kontakt



Split / Resplit



Abzweig, kurz



Splitter





## Autor

**DIRK CORDT**  
Marketing Manager  
Gossen Metrawatt GmbH

Tel: + 49 911 8602-719  
Fax: + 49 911 8602-80719  
E-mail: [dirk.cordt@gossenmetrawatt.com](mailto:dirk.cordt@gossenmetrawatt.com)

**GMC INSTRUMENTS**

 **GOSSEN METRAWATT**  
 **CAMILLE BAUER**

**Gossen Metrawatt GmbH**

Südwestpark 15 ■ 90449 Nürnberg ■ Deutschland  
Tel.: +49 911 8602-111 ■ Fax: +49 911 8602-777

[www.gossenmetrawatt.com](http://www.gossenmetrawatt.com) ■ [info@gossenmetrawatt.com](mailto:info@gossenmetrawatt.com)