

Grundsätze zu Blitzschutz, Überspannung und Erdungsanlagen im THW-Alltag

1. Erdung von Kabelschirmen und Gehäusen

Hier werden störende Felder innerhalb eines Bereiches durch Erdung gebunden oder aber von einem Bereich fern gehalten.

2. Blitzschutzerdung

Die Schutzerdung dient einzig und allein der Ableitung von Überspannungen

3. Betriebserdung

Hier wird das Erdpotenzial als zusätzlicher Leiter meist für Steuerungszwecke genutzt.

Behelfs-Erdungsmessung

Hier wird gezeigt, wie eine Erdungsmessung mit einfachen Mitteln durchgeführt werden kann.

Elektromagnetischer Puls (EMP)

Hier wird der durch Blitzschlag erzeugte EMP kurz angesprochen

Definition Blitzschlag und Überspannung

Die Unterschiede der Begriffe „Blitzschlag“ und „Überspannung“ werden hier kurz erklärt.

Die Erdungen für NEA und SAG werden hier nicht behandelt !

1. Erdung von Kabelschirmen 1 (8)

Im Bereich der BOS ist es zwar nicht üblich, aber doch möglich, daß man unter Umständen Kabel verlegt, deren Beeinflussung durch Störsignale mit Vorsicht zu betrachten ist.

Seien es Lautsprecher-, Mikrofon-, Netz-, Netzwerk- oder HF-Kabel. Alle nehmen Störsignale auf oder geben Störsignale ab.

Wenn nun ein 230V-Kabel die Störsignale einer Netzwerkleitung aufnimmt, wird deshalb nicht gleich das Licht flackern, da das Störsignal sich prozentual mit seinen einigen Milli- oder Mikrovolt kaum bei einem Nutzsignal von 230V bemerkbar macht.

Wird jedoch eine Mikrofonleitung durch ein 230V-Netzkabel gestört, so liegt das Störsignal in seiner Höhe oft sehr nahe am Signalpegel der Mikrofonleitung (100mV bis 1V).

1. Erdung von Kabelschirmen 2 (8)

Ganz anders verhalten sich HF-Felder von Antennen, falsch abgestimmten Antennenleitungen oder defekten Funkanlagen.

Diese Felder mit oft sehr hoher Feldstärke induzieren Ströme, welche dann sehr oft den kurzen Weg über Sieb- oder Entkopplungskondensatoren irgendeines Gerätes im Hause nehmen.

Hierbei können sehr hohe Ströme wirksam werden, die dann nicht selten zur Zerstörung der betroffenen Geräte führen.

Durch geeignete Abschirmungen und Erdung ist es jedoch möglich, die Anlagen gegen unbeabsichtigte Abstrahlung, wie auch gegen ungewollte Belastung durch Störfelder zu schützen.

Erklärungen:

galvanische Einkopplung

Beeinflussung durch direkte Berührung der Leiter mit einer Störgröße.

kapazitive Einkopplung

Beeinflussung durch eine in unmittelbarer Nähe liegende und mit einem Störsignal behaftete Leitung.

induktive Einkopplung

Beeinflussung durch das elektromagnetische Feld einer störenden Leitung.

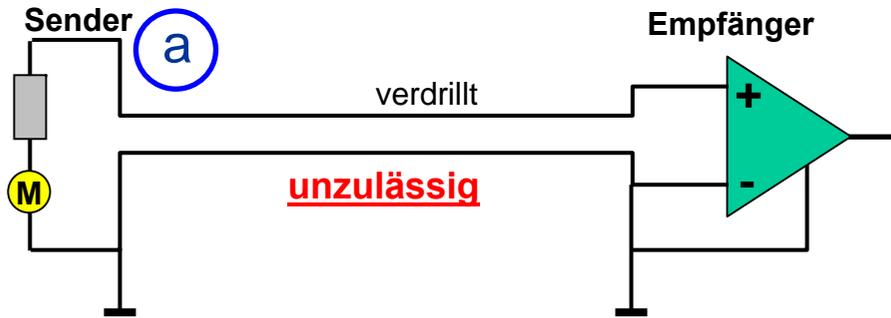
Erdungssymbol:



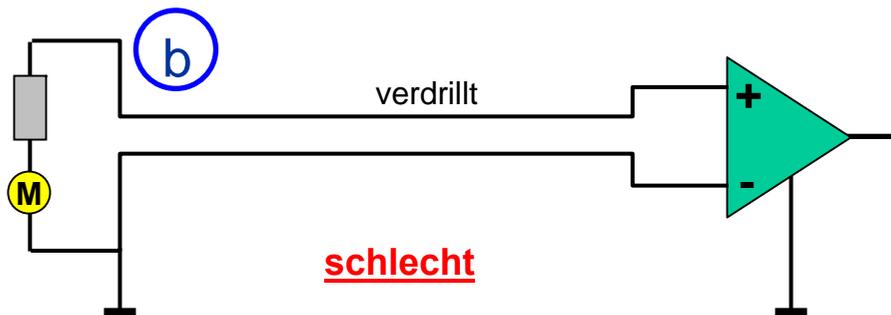
Nachfolgend einige Beispiele, wie richtig abgeschirmt werden sollte.

1. Erdung von Kabelschirmen 4 (8)

bei Übertragung analoger Signale mit Frequenzanteilen unterhalb 10 kHz (100 kHz)

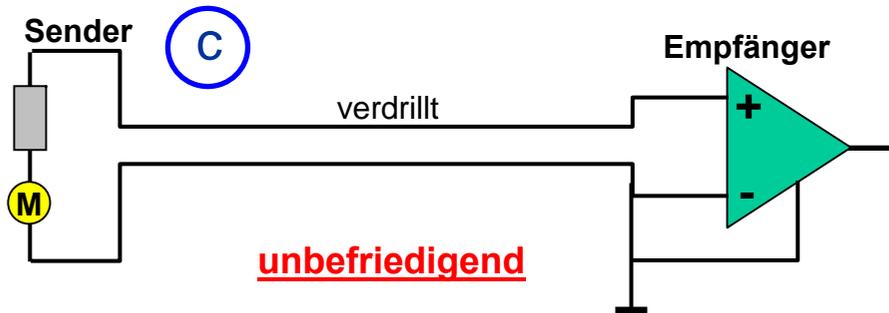


galvanische, kapazitive und induktive Einkopplung von Störgrößen infolge Unsymmetrie an Sender und Empfänger.

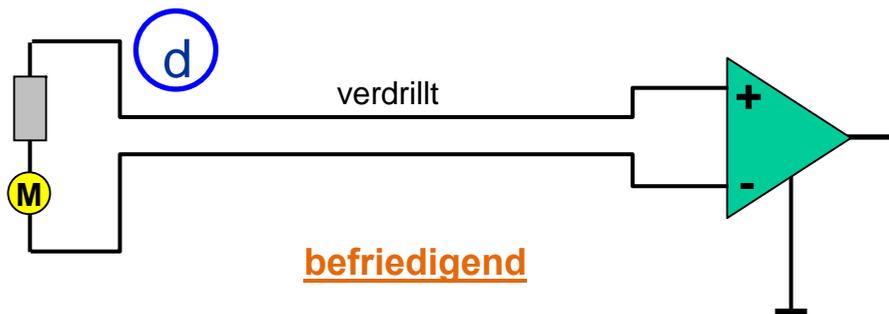


Kapazitive Einkopplung von Störgrößen infolge Unsymmetrie am Sender. Geringe galvanische und induktive Einkopplung durch Restsymmetrie am Empfänger

1. Erdung von Kabelschirmen 5 (8)

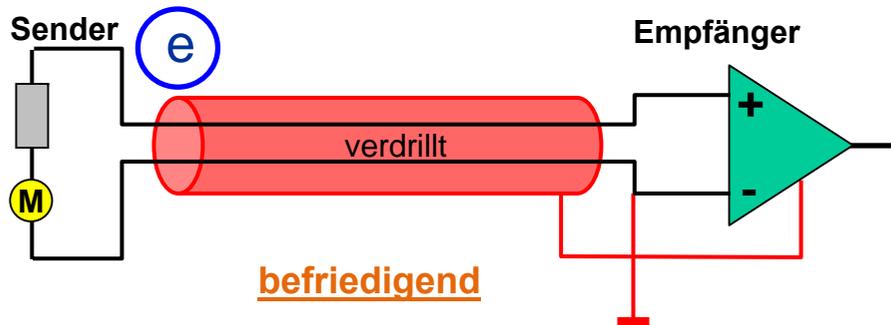


Kapazitive Einkopplung von Störgrößen infolge Unsymmetrie am Empfänger.

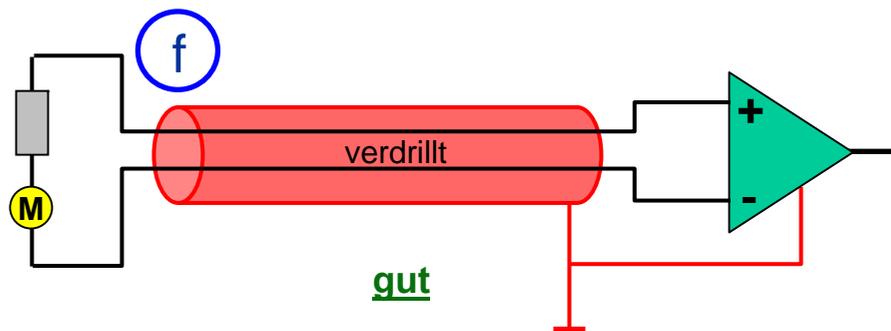


Verbesserung gegenüber b) und c) durch Symmetrie an Sender und Empfänger.

1. Erdung von Kabelschirmen 6 (8)



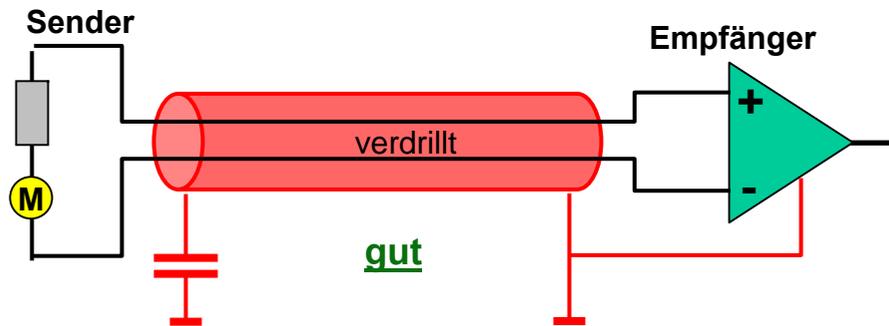
Verbesserung gegenüber c) der kapazitiven Einkopplung von Störgrößen.



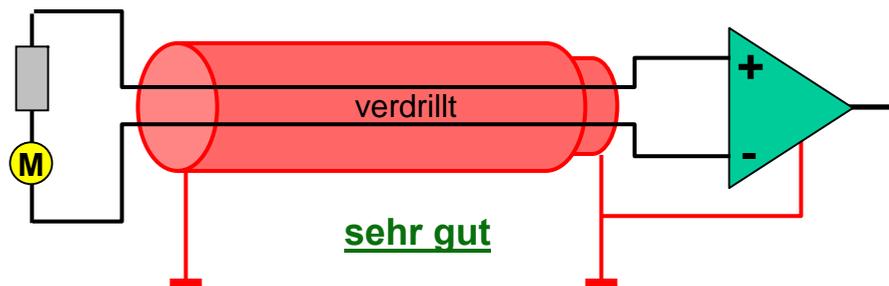
Verbesserung gegenüber d) , Verringerung der infolge Restunsymmetrie hervorgerufenen kapazitiven Einkopplung.

1. Erdung von Kabelschirmen 7 (8)

bei Übertragung analoger Signale mit Frequenzanteilen über 10 kHz (100 kHz)



wie f), jedoch zusätzlich Verringerung induktiver Einkopplung von Störgrößen bei hohen Frequenzen.

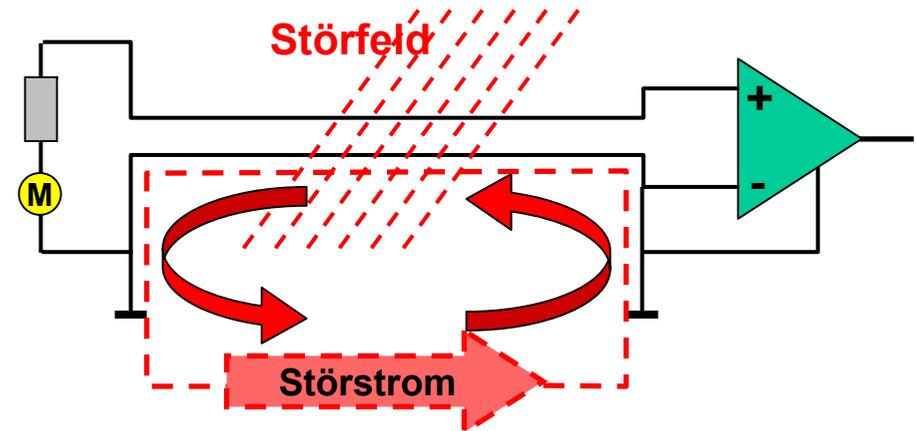


wie f), jedoch zusätzlich Verringerung kapazitiver und induktiver Einkopplung von Störgrößen

1. Erdung von Kabelschirmen 8 (8)

Ein oft begangener Fehler ist hier nochmals besonders hervorgehoben.

Durch Unkenntnis und aus dem Wunsch heraus, besonders gründlich erden zu wollen, wird dieser Fehler der Doppel- oder Mehrfacherdung, wie hier dargestellt, häufig begangen.



Was passiert hier ?

Durch das elektromagnetische Störfeld wird in beiden schwarzen Leitern ein Induktionsstrom (**rot**) erzeugt, welcher in der oberen Leitung durch interne Schaltungswiderstände begrenzt wird.

In der unteren Leitung findet diese Begrenzung des Induktionsstromes nicht statt, sondern wird durch den Weg über die Doppelerdung sogar noch kurz geschlossen.

Somit wurde hier versehentlich ein Transformator geschaffen, welcher den hohen Störstrom aus dem **roten** Kreis automatisch auf alle anderen Leitungen überträgt (induziert).

MERKE: Erdungen an Leitungsschirmen immer nur einseitig vornehmen !

2. Die Blitzschutzterdung 1 (7)



Schutzterdungen werden überall dort eingesetzt und zum Teil auch vorgeschrieben, wo es gilt, Überspannungen durch atmosphärische Entladungen oder Starkstrombeeinflussungen gegen das Erdpotenzial abzuleiten.

Als Schutzvorrichtungen werden meistens Baugruppen eingesetzt, in denen sich eine Grobfunkenstrecke für Spannungen $>1000V$ und ein Gasentladungsableiter (Überspannungssicherung) für Spannungen $>230V$ befinden.

Eine der bekanntesten bei dem THW verwendeten Schutzvorrichtung, die dieser Baunorm entspricht, ist die Blitzschutzanschlußleiste (BSAL).

In der heutigen Kommunikationselektronik wird jedoch der ehemals durch Sicherungen realisierte Blitzschutz mehr und mehr durch Varistoren (Halbleiterbauelemente) an den Zubringerleitungen ersetzt.

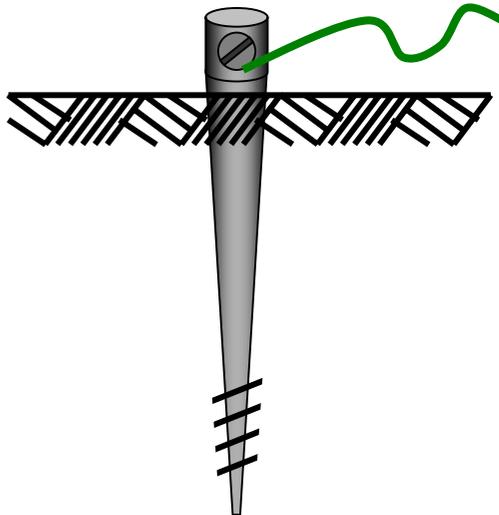


2. Die Blitzschutzterdung 2 (7)

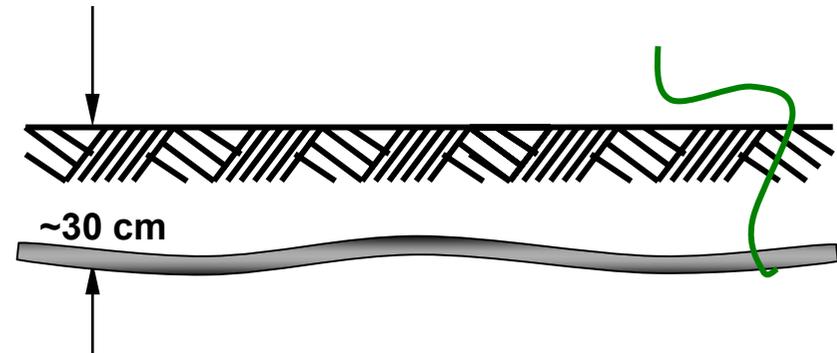
Aufbau einer Blitzschutzterdung

In der Regel verwenden wir hier einen Tiefenerder .
Denkbar sind aber auch mehrere verbundene Tiefenerder, ein Oberflächenerder oder die Kombination aus beiden Systemen.

Der Tiefenerder:



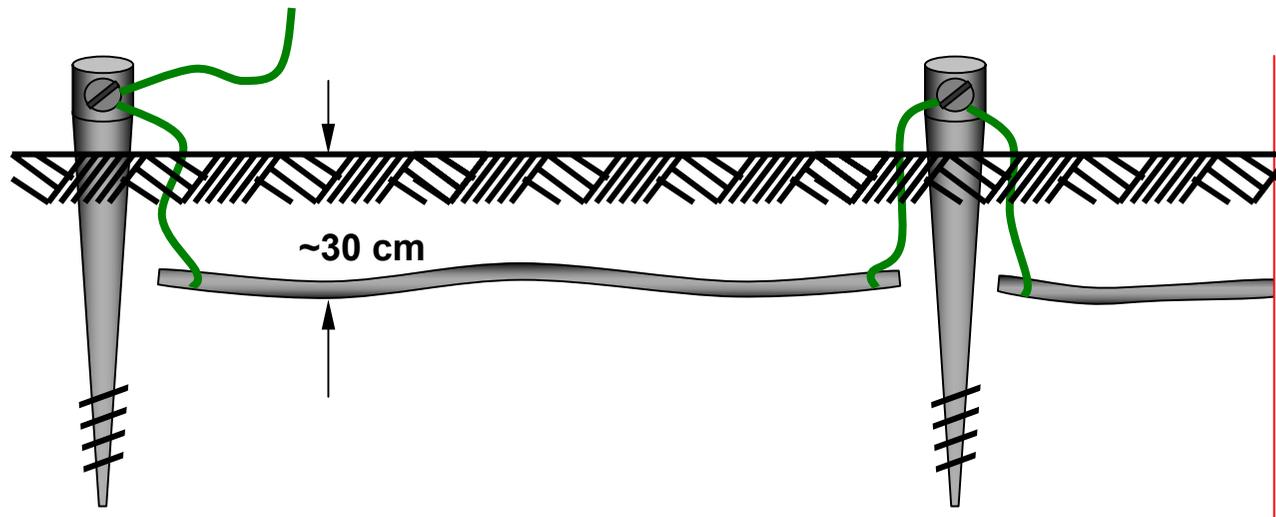
Der Oberflächenerder:



Hier wird ein Rund- oder Bandstahl etwa 30 cm tief über eine längere Strecke im Erdreich vergraben und als Erder verwendet.

2. Die Blitzschutzerdung 3 (7)

Kombination aus Oberflächenerder und Tiefenerder:



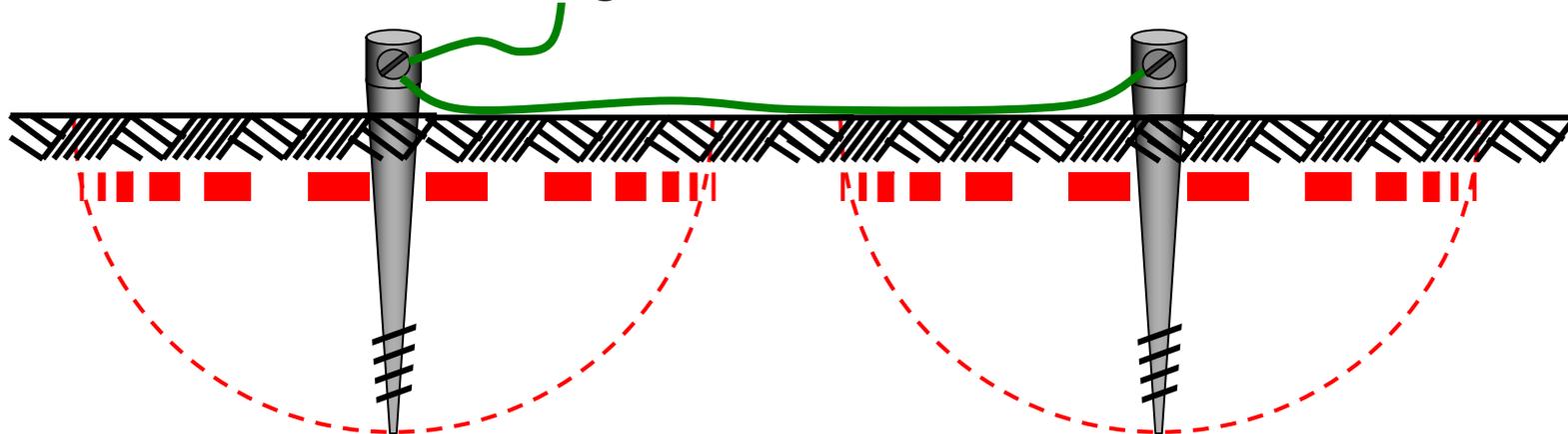
Merke: Ob Blitzschutzerdungen, wie in der VDE-Vorschrift angesprochen, mit dem Potenzialausgleich verbunden werden dürfen, ist bei den örtlichen zuständigen Energieversorgungsunternehmen zu erfragen, da dieses von diesen unterschiedlich gehandhabt wird.

Merke: Bei der Kombination aus mehreren kleinen Erdern erlangt man eher ein gutes Ergebnis, als bei einem einzigen sehr tief eingetriebenen Erder.

2. Die Blitzschutzterdung 4 (7)

Abstände / Spannungstrichter

Der Radius der jeweils wirksamen Erdung eines Erders ergibt sich aus seiner Tiefe. Der Bereich innerhalb dieser Radien wird auch als Spannungstrichter bezeichnet. Siehe gestrichelte Linie.



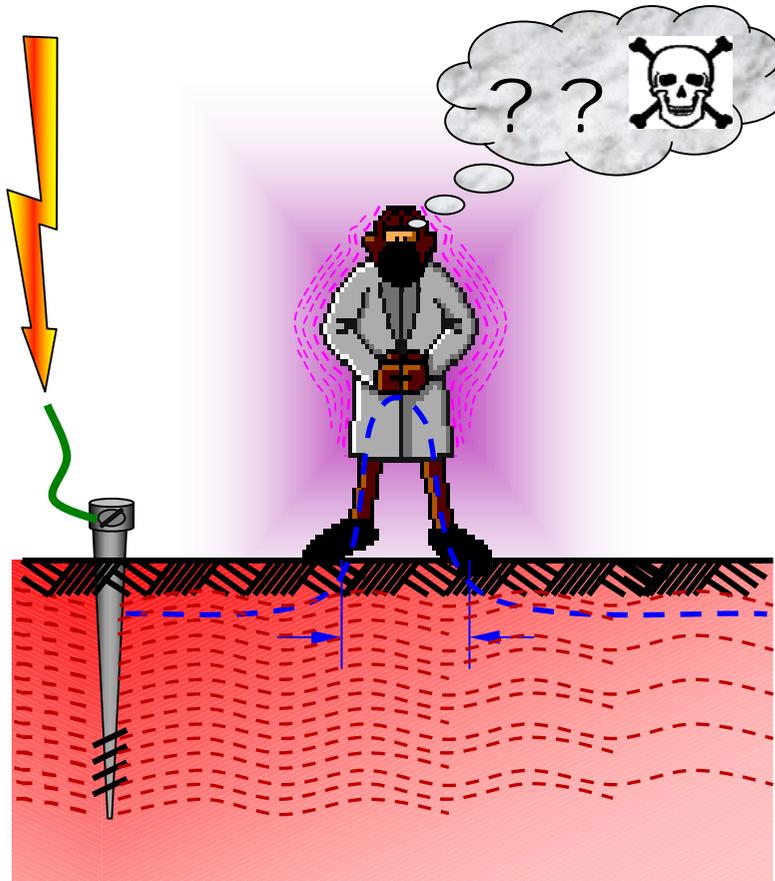
Der Mindestabstand zweier Erdungen sollte so gewählt werden, daß sich die beiden Radien (Spannungstrichter) nicht überschneiden.



ACHTUNG: Bei einem Blitzeinschlag treten im Bereich der Spannungstrichter und darüber hinaus bis zu 200m, lebensgefährliche Schrittspannungen auf

2. Die Blitzschutzerdung 5 (7)

Definition der Schrittspannung:



Unterstellt man einmal, daß die Spannung des Blitzes etwa 50- bis 100.000.000 V beträgt, und sich diese Spannung im Umkreis von etwa 200m um den Erder abbaut, ergibt sich bei einer Schrittweite von 0,5m eine Spannungsdifferenz von 250 kV, die an den beiden Beinen einer Person wirksam werden kann.

Natürlich sind dieses nur theoretische Werte, denn es sind weder die Spannung des Blitzes noch die Ausbreitungsbedingungen im Erdreich bekannt.

Die blaue Linie zeigt auf, wie hier der Strom durch den besser leitenden Körper fließt.

Die gleichen Erscheinungen treffen natürlich auch für einen Blitzeinschlag in einen benachbarten Turm, Mast oder Baum zu.

Unter Umständen sollte man an dieser Stelle mal über eine Gefahrenanalyse der Blitzschutzerdungen im Bereich und Umfeld unseren Führungsstellen nachdenken.

2. Die Blitzschutzerdung 6 (7)



Merke:

Eine schlechte Blitzschutzerdung ist gefährlicher, als keine Erdung !

Denn

solange kein Strom (Blitzableitung) durch einen Blitzschutzerdung fließt, macht sich der Erdübergangswiderstand nicht bemerkbar und die Blitzschutzerdung stellt ein **scheinbar ideales Gegenpotenzial** für den Blitz dar.

Durch dieses scheinbar ideale Gegenpotenzial wird der Blitz jedoch unglücklicherweise auch angezogen.

Sobald hier jedoch ein Blitzeinschlag erfolgt, werden die Gesetze der Elektrotechnik (Ohmsches Gesetz) wirksam und der zu hohe Erdübergangswiderstand begrenzt die Überstromableitung.

Ein Überspringen des Blitzes in benachbarte Telekommunikationsanlagen oder Versorgungsleitungen mit besseren Erdungswerten ist somit unausweichlich.

2. Die Blitzschutzerdung 7 (7)

Zusammenfassung:

Unter einsatznahen Bedingungen lassen sich mit unseren Mitteln in der Regel nur Erdungen mit Übergangswiderständen von >100 bis 1000 Ohm realisieren. Ideal wäre aber ein Wert <10 Ohm.

Da bei der einsatzmäßigen Errichtung einer Blitzschutzeinrichtung kein Potenzialausgleich vorgesehen/möglich ist, wird eine durch Blitzeinschlag auftretende Überspannung bei dem oben angenommenem Fall zwangsläufig auf ein anderes besser geerdetes System überschlagen, da dieses über den Null-Leiter einen Erdwiderstand von wenig mehr als 2 Ohm aufweist..

Es muß auch die Frage gestellt werden, welchen Punkt wir als Erder verwenden dürfen. So beinhalten heute viele Haus-Wasser- oder Heizungsnetze Kunststoffanteile in ihrem Leitungsnetz. Desweiteren untersagen es viele Versorgungsunternehmen, ihre Netzanteile als Blitzableiter zu verwenden.

Während ein **einsatzmäßiger Überspannungsschutz** bei Berührung mit Hochspannungsleitungen durchaus seinen Zweck erfüllt, bleibt die Frage nach der Zweckmäßigkeit als Blitzschutz in Anbetracht der produzierten Gefahren offen, zumal dieser Blitzschutz von den Versicherungen nicht anerkannt wird.

3. Die Betriebserdung

Eine weitere Nutzung des Erdpotenzials liegt in der Verwendung als zusätzliche Funktionssteuerung für Kommunikations- und Steueranlagen .

Die Betriebserdung sieht die Erdung eines Punktes des Betriebsstromkreises, z.B. einer elektrischen Nachrichtenleitung, vor. Diese Art der Erdung hat den Sinn, einen störungsfreien Betrieb eines elektrischen Gerätes oder einer Anlage sicherzustellen.

Damit soll erreicht werden, daß

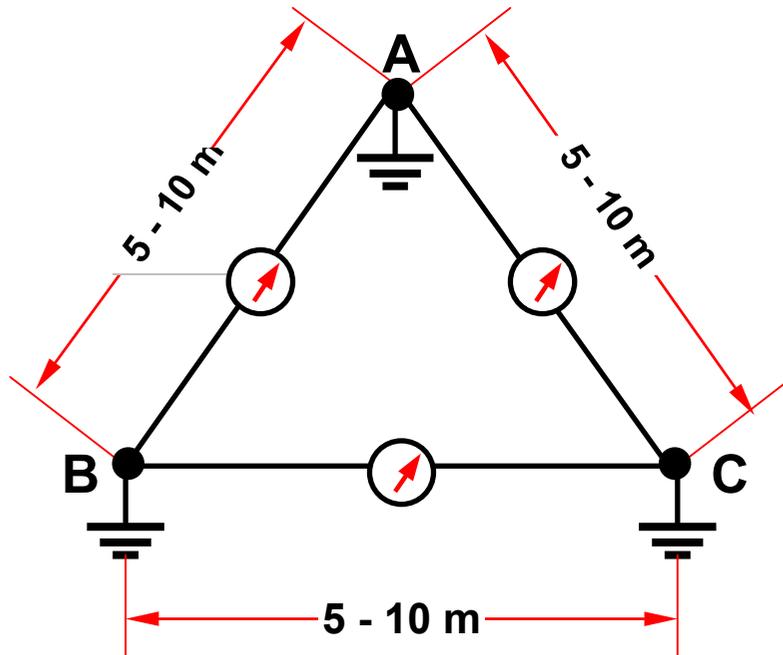
eine "Potenzialruhe" in der Schaltung hergestellt, das Eindringen von Störungen aus fremden Geräten oder Anlagen verhindert und der Grenzwert von Funkstörungen durch das erdende Gerät eingehalten wird.

Die Verwendung der Erde als Ersatz-OB-Zweig im Störfall, wie auch die Erdung in Ringübertrager-Simultanschaltungen sollten hier nicht unerwähnt bleiben

Die Betriebserdung ist bei Festinstallationen, wenn vorhanden, mit dem Potenzialausgleich des Gebäudes zu verbinden.

Die Betriebserdung darf nicht an Ableitungen der äusseren Gebäude-Blitzschutzanlage angeschlossen werden. Sie kann jedoch an Leiter (z. B. Wasser- und Heizungsleitungen) angeschlossen werden, wenn diese mit dem Potenzialausgleich des Gebäudes verbunden sind.

Die Behelfs-Erdungsmessung 1 (2)

Messen des Erdungswiderstandes mit Ohm-Meter über die Dreipunktmessung

In obere Beispiel werden die Meßpunkte mit A; B und C bezeichnet. Es ist immer zwischen zwei Punkten zu messen.

Beispielmessung:

A - B = 100 Ohm	A - C = 70 Ohm	B - C = 150 Ohm
-----------------	----------------	-----------------

Gesamtergebnis = $320 \text{ Ohm} / 2 = 160 \text{ Ohm}$

Zur Ermittlung der einzelnen Erdübergangswiderstände bei den Meßpunkten müssen von dem gemeinsamen Wert die zwischen den anderen Meßpunkten festgestellten Werte abgezogen werden.

A = 160 Ohm minus 150 Ohm (B/C) = 10 Ohm
--

B = 160 Ohm minus 70 Ohm (A/C) = 90 Ohm

C = 160 Ohm minus 100 Ohm (A/B) = 60 Ohm
--

Die Erdung ist nun bei Meßpunkt A vorzunehmen, da hier der niedrigste Erdübergangswiderstand ermittelt wurde.

Spezifischer Erdwiderstand

Bodenart	Widerstand in Ωm
Moore, Sümpfe	von 1 bis 30
Lößböden	20 bis 100
Humus	10 bis 150
Jura-Mergel	30 bis 40
Toniger Sand	50 bis 500
Quarz-Sand	200 bis 3000
Weiches Kalkgestein	1500 bis 3000
Rissiges Kalkgestein	300 bis 500
Steinige, grasbewachsene Erde	100 bis 300
Steinige Erde, nackt	500 bis 1000
Glimmerschiefer	800
Granit, Sandstein im Zerfallszustand	1500 bis 10.000
Granit, Sandstein, sehr zerfallen	100 bis 600

Als Meßnormal für diese Tabelle gilt ein Erd-Zylinder mit 1qm Querschnitt bei einer Höhe von 1 m. Dieser Wert steigt bei Frost oder Trockenheit jedoch noch an.

Wir erkennen hier sofort, daß wir diese Werte mit unseren Mitteln nur schwerlich erreichen können, da unsere Erdungsmittel nur einen Bruchteil des oben genannten Querschnittes aufweisen.

Wir sehen weiterhin, daß die vorher schon erwähnten maximal erreichbaren Mindestwerte von 100 bis 1000 Ohm schon sehr optimistisch gewählt wurden.

Der Begriff „EMP“ wurde erstmals in der Nukleartechnologie geprägt. Der EMP wurde hier durch die, bei der in großer Höhe stattfindenden Nuklearexplosion, freiwerdende Gammastrahlung erzeugt.

Ein ähnlicher, wenn auch sehr viel kleinerer Effekt, tritt bei einem Blitzeinschlag mit seinen etwa 50- bis 100.000.000 V bei 50- bis 100.000 A auf.



Die Auswirkungen dieses EMP sind eine hohe, auf alle im näheren Umkreis liegenden Leitungen impulsartig induzierte Überspannung.

Es gilt nun, diese, wie auch die durch direkten Überschlag erzeugten Überspannungen durch geeignete Maßnahmen abzufangen.

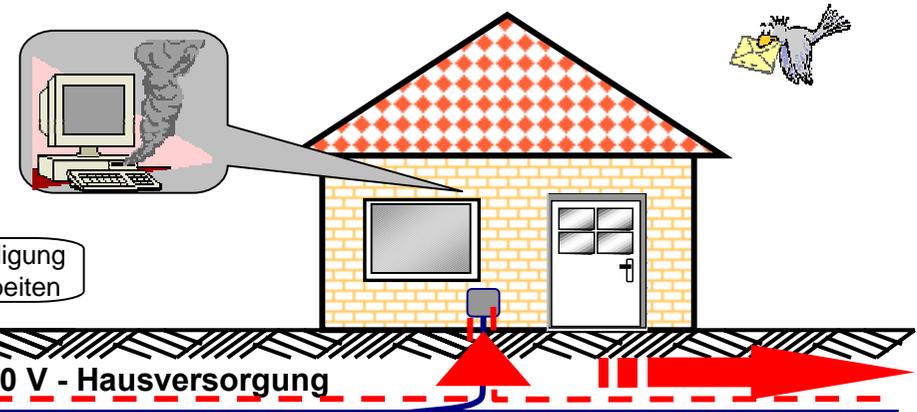
Als Gegenmaßnahmen können hier neben der bei uns bekannten BSAL für Sprechverbindungen, auch Geräte eingesetzt werden, die über geeignete induktive und kapazitive Elemente verfügen, um hohe Impuls-Ströme und Spannungen abzufangen (z.B. Steckdosenleisten mit entspr. Ausstattung).

Blitzeinschlag

Den direkten Blitzschlag kennzeichnet ein offener Brand oder entspr. Zerstörungen an Bausubstanz und Leitungsnetz.

Überspannung

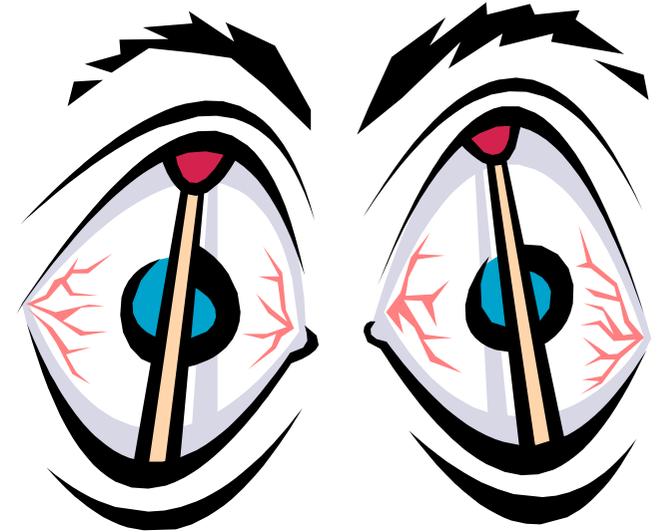
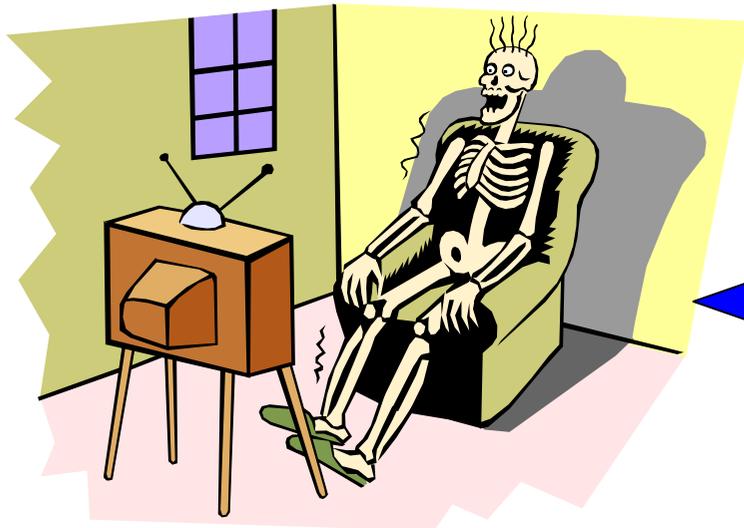
Ein Überspannungsschaden wird durch def. Geräte u. Sicherungen, so wie Isolationsfehlern im Leitungsnetz definiert.



Durch die Richtungspfeile und die **rote** gestrichelte Linie ist die Ausbreitung der Überspannung zu den anderen Häusern im Erdkabelnetz (**blau**) erkennbar. Eine solche Überspannung kann auch durch den vorher beschriebenen EMP induziert, oder durch Arbeitsfehler (Beschädigung von Hochspannungskabeln) bei Tiefbauarbeiten hervorgerufen werden. **Es sind dann in jedem Fall fast immer alle Versorger, wie Wasser, Gas, Telefon und Strom betroffen.**

Merke: Versicherungen unterscheiden durch Zuteilung zweier Versicherungstarife sehr wohl zwischen Blitz- und Überspannungsschäden, wobei der Zweite auch teurer ist, da Überspannungsschäden in sehr viel höherem Maße auftreten.

Sollten Sie jetzt diesen



oder gar diesen Zustand erreicht haben,

dann habe ich etwas falsch gemacht und werde es nach Ihren Anregungen ändern.