



Technische
Universität
Braunschweig

Grundlagen der elektrischen Energietechnik

Teil 1: Grundlagen der Energieversorgung

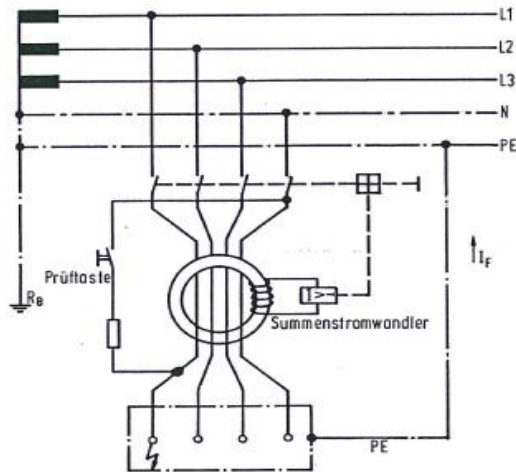
- Elektrische Sicherheit -



Prof. Dr.-Ing. Bernd Engel | elenia Institut für Hochspannungstechnik und Energiesysteme | 26.04.2024

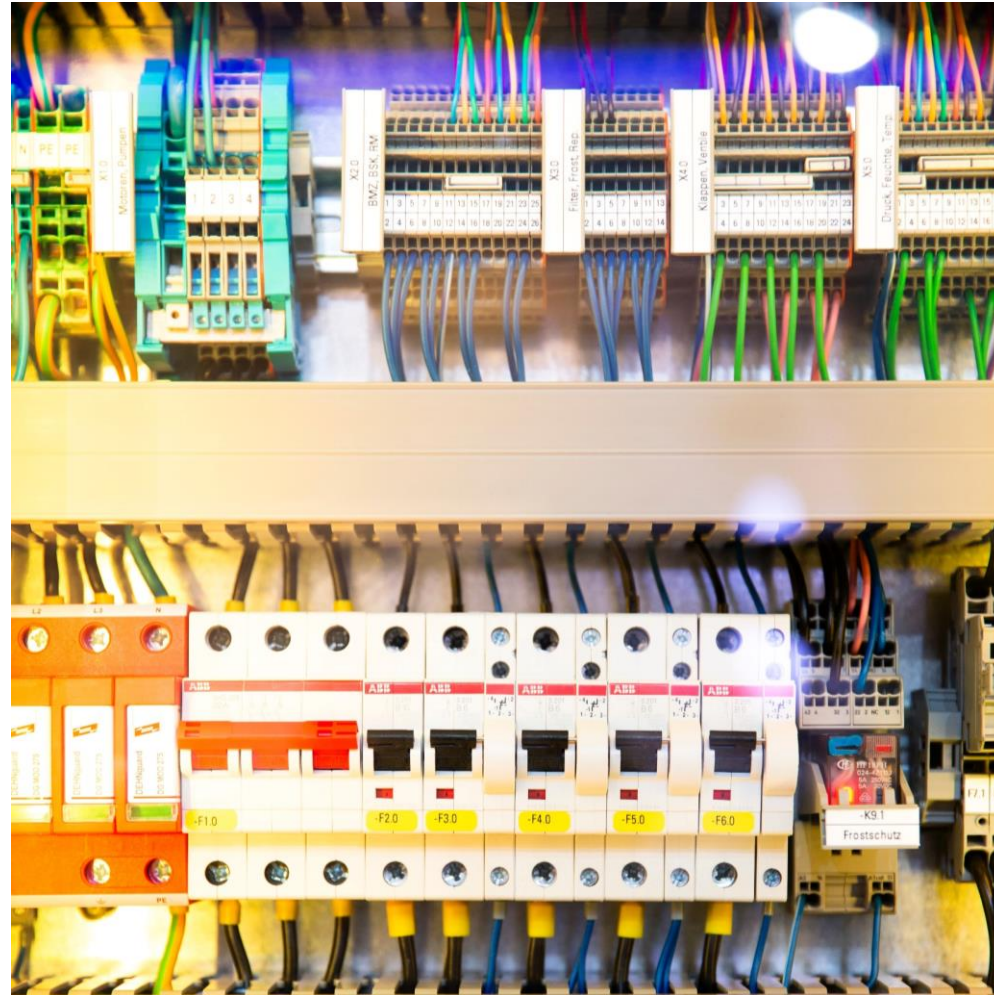
Elektrische Sicherheit – Inhalte

- Elektrische Arbeiten und 5 Sicherheitsregeln
- Berührungsspannung und Fehlerstrom
- Schutzmaßnahmen
- Überstrom-Schutzeinrichtungen



Agenda

- 1 Elektrofachkraft
- 2 5 Sicherheitsregeln
- 3 Netzformen
- 4 Schutzmaßnahmen im Haushalt



1 | Elektrofachkraft

Was sind Elektrofachkräfte?



Elektrofachkraft

DIN VDE 0100

Alle Personen mit einer einschlägigen elektrotechnischen Ausbildung

- in einem anerkannten Ausbildungsberuf zum Gesellen/Facharbeiter,
- zum Handwerksmeister,
- zum Industriemeister,
- zum staatlich geprüften Techniker,
- zum Diplomingenieur, Bachelor oder Master Elektrotechnik.



Quelle: Bilderkiste.de

Was dürfen Nicht-Elektrofachkräfte?

- Auswechseln defekter Leuchtmittel handelsüblicher Leuchten
 - *Vor allen Arbeiten Stecker ziehen oder Sicherung ausschrauben/ Sicherungsautomat ausschalten!*
 - *Maximal zulässige Leistung des Leuchtmittels beachten*
- Auswechseln defekter Schraubsicherungen bis 63A, Wiedereinschalten von Sicherungsautomaten
 - *Vor Sicherungswechsel/Wiedereinschalten ist die Ursache des Sicherungsfalls zu ermitteln*
 - *Maximal zulässigen Nennstrom beachten*

Im Zweifelsfall immer Fachpersonal hinzuziehen!

2 | 5 Sicherheitsregeln

Gefährlichkeit Wechsel- und Gleichspannung



Aus welchen Grund ist Wechselspannung (ab 50 V) im Vergleich zu Gleichspannung (ab 120 V) bereits bei niedrigeren Werten lebensgefährlich?

- A) Mit Wechselspannung wird mehr Leistung übertragen
- B) Frequenz von 50 Hz ist gefährlicher für das Herz
- C) Bei Wechselspannung ist der ohmsche Widerstand eines menschlichen Körpers geringer
- D) Gleichstrom fließt erst bei höheren Spannungen über das Herz



Umfrage starten

ID = j.grobler@tu-braunschweig.de
Umfrage noch nicht gestartet

5 Sicherheitsregeln

1. Freischalten
2. Gegen Wiedereinschalten sichern
3. Spannungsfreiheit allpolig feststellen
4. Erden und kurzschließen
5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken und abschränken



1. Freischalten

1. Freischalten

- Allpoliges Trennen von spannungsführenden Teilen
- Freischalten bei Spannungen größer $U_{AC} = 50\text{ V}$ und $U_{DC} = 120\text{ V}$
(über Schalter, Trennen von Verbindungen, Trennschalter, Sicherungen o. ä.)



Quelle: brewes.de

2. Gegen Wiedereinschalten sichern

3. Spannungsfreiheit allpolig feststellen

4. Erden und kurzschließen

5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken und abschränken

2. Gegen Wiedereinschalten sichern

1. Freischalten

2. Gegen Wiedereinschalten sichern

- Anbringen von Verbotsbeschilderung/Sperrungen, um ein Wiedereinschalten zu verhindern (Sperrelemente anstelle der Sicherungen, Verriegeln der Schaltschränke o. Ä.)
- In Anlagen, zu denen nur Fachpersonal Zugang hat, ist es ausreichend, ein Hinweisschild anzubringen (z. B. Mittelspannungsschaltanlage)

3. Spannungsfreiheit allpolig feststellen

4. Erden und kurzschließen

5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken und abschränken



3. Spannungsfreiheit allpolig feststellen

1. Freischalten

2. Gegen Wiedereinschalten sichern

3. Spannungsfreiheit allpolig feststellen

- Spannungsprüfung mit Geräten gemäß DIN EN 61243 (2-polig bis 1kV, kapazitiv/1-polig für >1kV und resistiv/2-polig für 1kV-36kV)
- Spannungsprüfer sind nach und vor jeder Prüfung an definitiv unter Spannung stehenden Teilen zu testen
- Der Einsatz von Schnellerdungseinheiten gilt als Spannungsfreiheit feststellen

4. Erden und kurzschließen

5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken und abschränken



4. Erden und kurzschließen

1. Freischalten

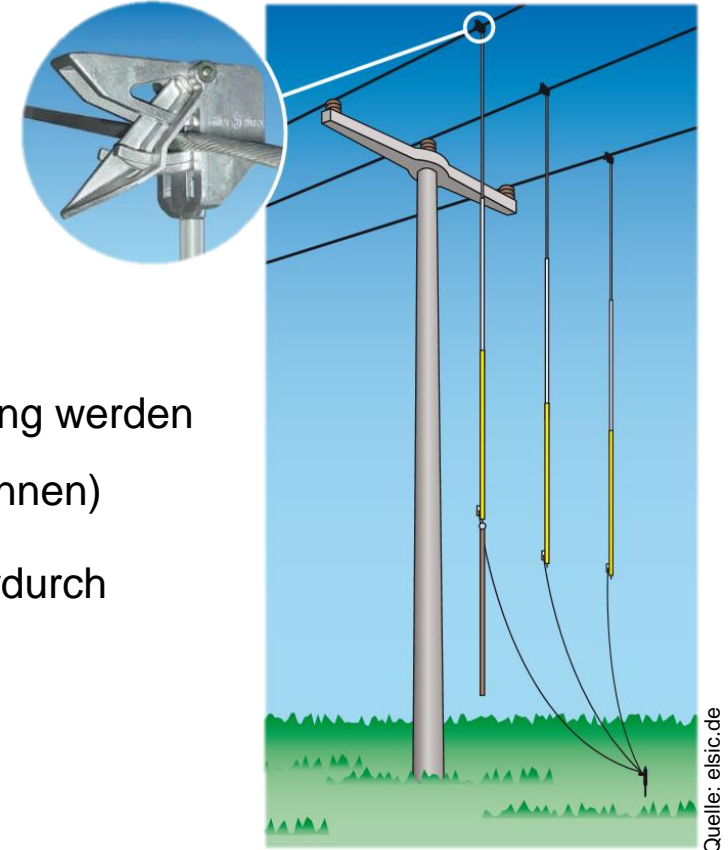
2. Gegen Wiedereinschalten sichern

3. Spannungsfreiheit allpolig feststellen

4. Erden und kurzschließen

- Leiter und Erdungsstange fest verbinden (bei versehentlicher Wiedereinschaltung werden so Spannungen verhindert, sodass Überstromschutzanlagen auslösen können)
- Kriechströme oder durch benachbarte Leitungen induzierte Ströme werden hierdurch abgeleitet

5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken und abschränken



5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken und abschränken

1. Freischalten

2. Gegen Wiedereinschalten sichern

3. Spannungsfreiheit allpolig feststellen

4. Erden und kurzschließen

5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken und abschränken

- Isolierende Tücher, Schläuche oder Kunststoffabdeckungen sind an benachbarte, unter Spannung stehende Teile anzubringen
- Bei Anlagen unter $U_{AC} = 1 \text{ kV}$ bzw. $U_{DC} = 1,5 \text{ kV}$ genügen die ordnungsgemäße Durchführung von Punkt 1.-3.
- Bei Anlagen mit Spannungen über 1 kV ist ein Berührungsschutz anzubringen (z. B. Isolationsmatten)
- Bei Hochspannungsschaltanlagen ist zusätzlich der sichere Arbeitsbereich durch Seile/Absperrungen zu kennzeichnen



Quelle: dehn.de

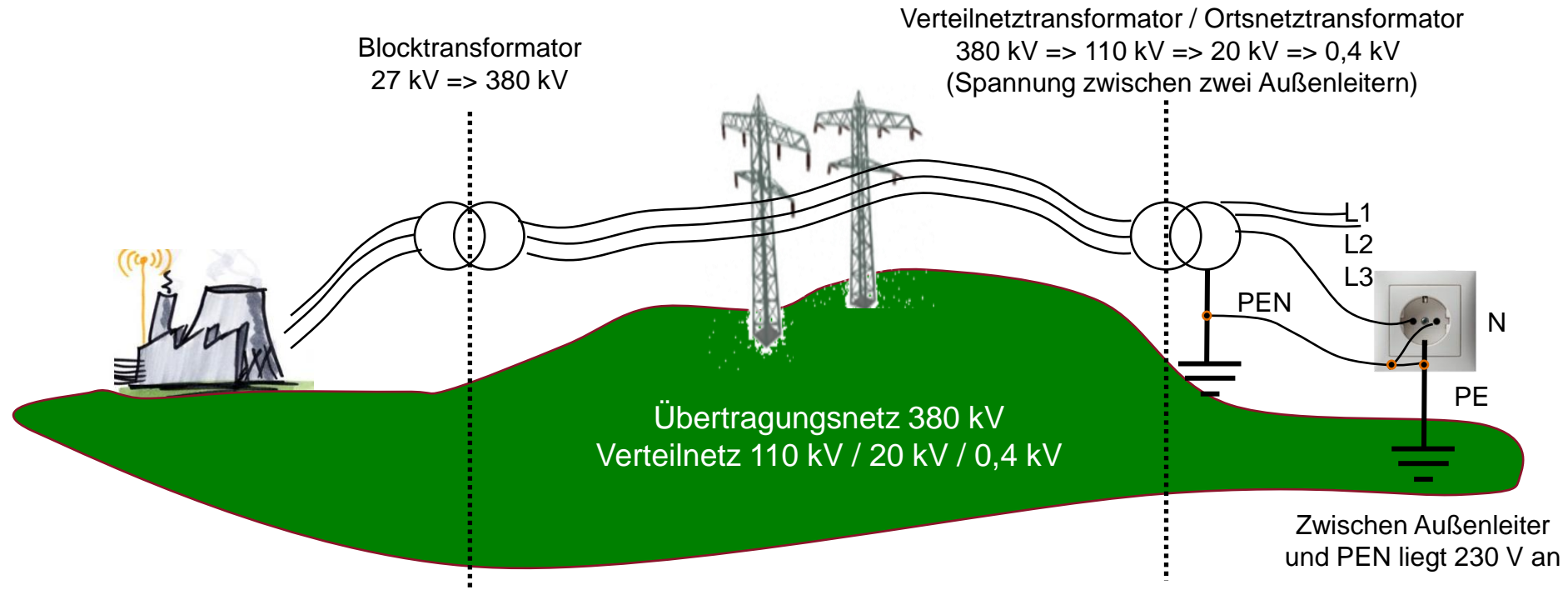


Quelle: brewes.de

3 | Netzformen

Strom aus der Steckdose

- Stark vereinfacht kann davon ausgegangen werden, dass der Strom über Freileitungen und Kabel zum Verbraucher gelangt.
- Das Erdreich dient dabei als Bezugspotential.
- Hieraus resultiert, dass zwischen den spannungsführenden Leitern und der Erde die Betriebsspannung anliegt.

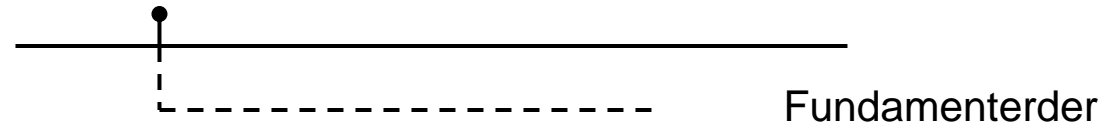


Erdung

Der Erder ist ein Leiter in leitfähiger Verbindung mit dem Erdboden.

- Oberflächenerder

Der Oberflächenerder wird in ca. 1 m Tiefe verlegt, besteht aus feuerverzinktem Bandmaterial und ist als Strahlen-, Ring- oder Maschenerder ausgeführt.

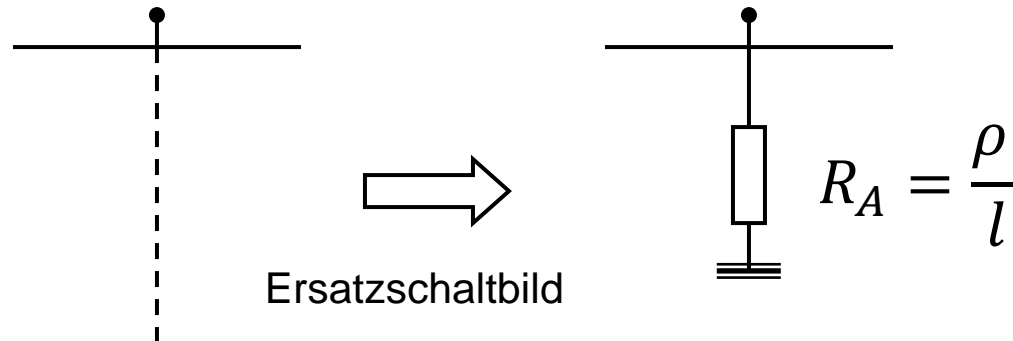


- Tiefenerder

Der Tiefenerder aus feuerverzinktem Rohrmaterial führt lotrecht in größere Tiefen. Der Ausbreitungswiderstand R_A ergibt sich aus dem spezifischen Widerstand ρ des Erdbodens und der Länge l des Tiefenerders.

Lehm: $\rho = 20 \Omega\text{m}$

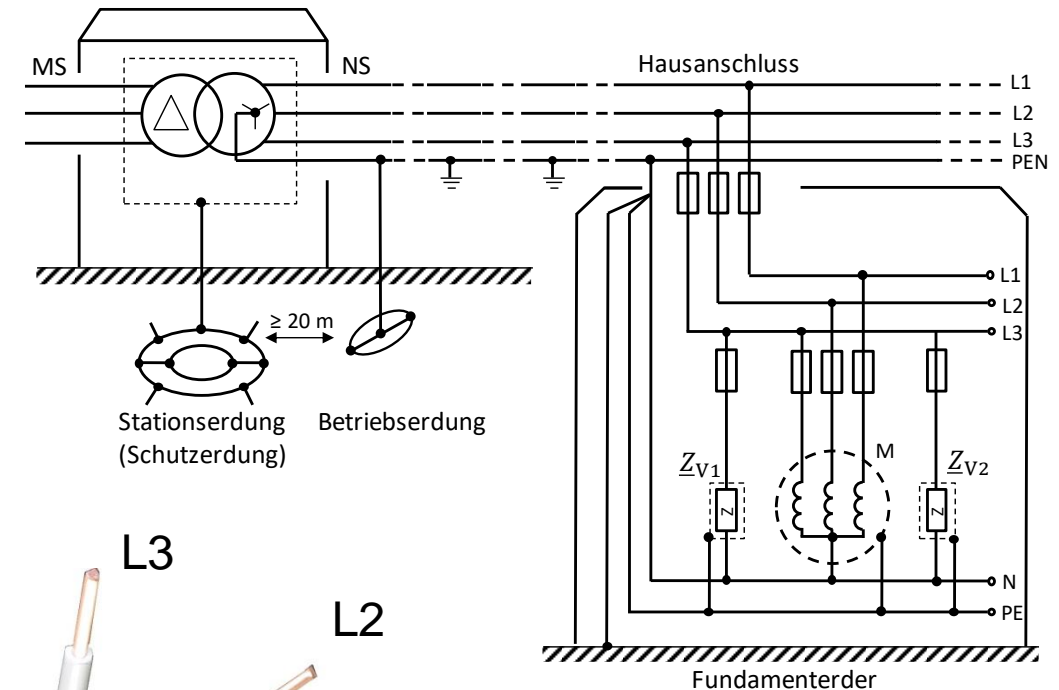
Sand: $\rho = 200 \Omega\text{m}$



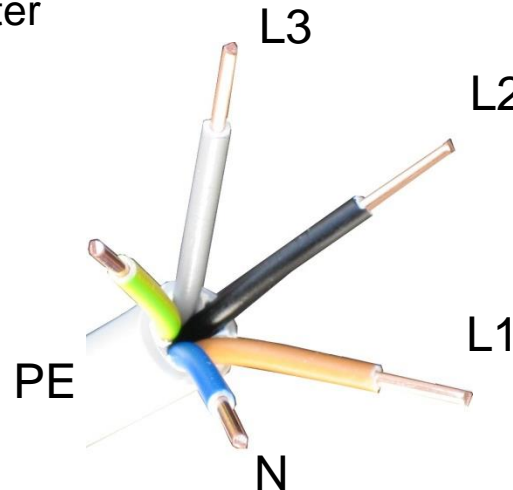
Beispiel:
Lehmboden, $l = 10 \text{ m}$

Indirekter Berührungsschutz in Anlagen mit $U_{Nenn} < 1 \text{ kV}$

- Der vierte Leiter im Niederspannungsnetz wird mit dem Sternpunkt und der Betriebserdung verbunden
→ Kann bei Schiefblast Strom führen
 - Neutralleiter sollte an möglichst vielen Stellen im NS-Netz geerdet werden (Fundamenterder in Gebäuden o. ä.)
→ Wird so auf das Erdpotential gezwungen
 - Neutralleiter (PEN) hat also Schutz- und Betriebsfunktion (PE: Protective Earth)
 - I. d. R. verzweigt sich der PEN in Gebäuden in den Neutralleiter (N, blaue Isolierung) und in den Schutzleiter (PE, grün-gelbe Isolierung)
- Generelle Struktur der **TN-Netze** (Terre Neutre)

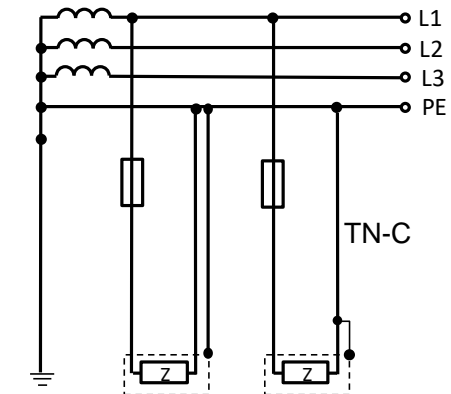
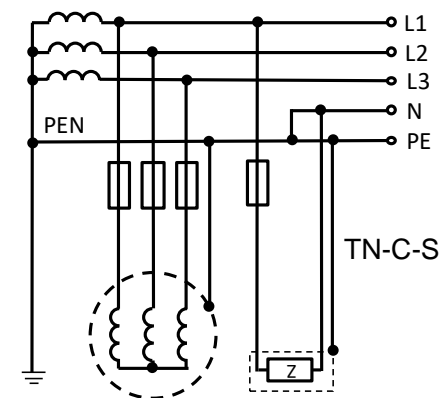
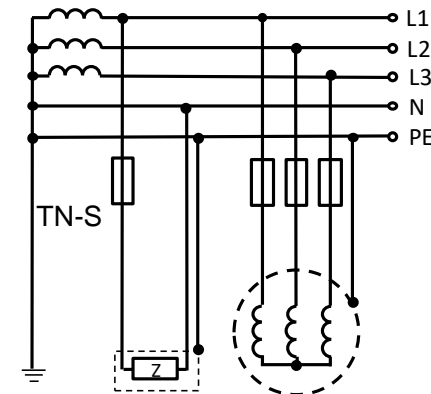


Quelle: zaehlerschrank24.de



TN-Netze

- Erster Buchstabe bezeichnet die Sternpunktbehandlung → T für niederohmige Erdung
- Zweiter Buchstabe bezeichnet die Art der Erdung der passiven Anlagenteile → N (über den Neutralleiter)
- Unterscheidung in drei Varianten:
 - **TN-S** (S: separated)
 - Trennung von Schutz- und Neutralleiter
 - In Neubauten heute so durchgeführt
 - **TN-C** (C: combined)
 - Kombinierte Verwendung von Schutz- und Neutralleiter
 - Wird in Gebäuden nicht mehr installiert, da bei einem PEN-Kabelbruch und Erdschluss unzulässig hohe Berührungsspannungen entstehen können
 - Netzform der öffentlichen Verteilungsnetze
 - **TN-C-S**
 - Versorgungssysteme mit beiden Netzformen, wie heute entlang der gesamten Niederspannungsebene (Ortsnetzstation bis zur Steckdose)



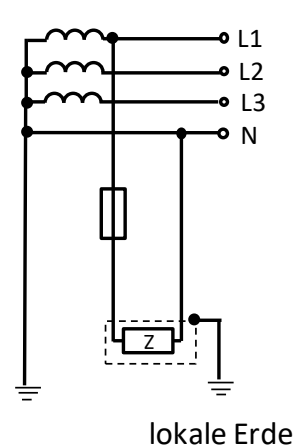
TT-Netze / IT-Netze

TT-Netze (*Sternpunktterdung und lokale Erdung der passiven Anlagenteile*)

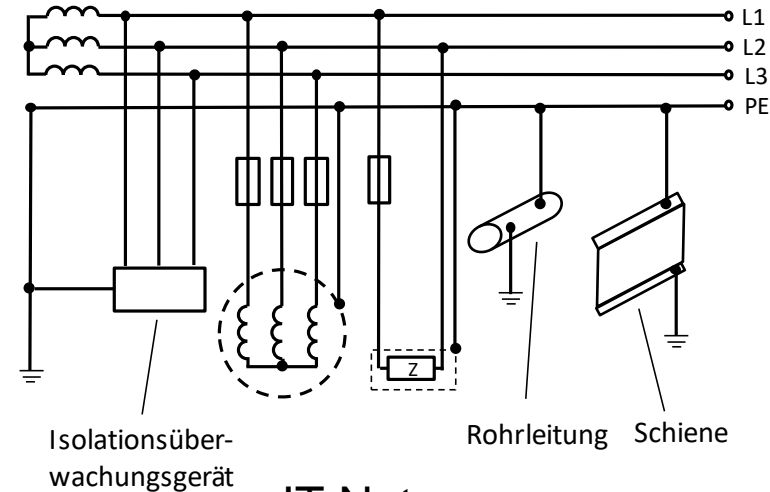
- Häufig in landwirtschaftlichen Betrieben zu finden
- Schutzerder hat keine Verbindung zum Neutralleiter

IT-Netze (*Isolierter Sternpunkt und lokale/globale Erdung der passiven Anlagenteile*)

- Anwendung in Industriebetrieben/Krankenhäusern (OP-Säle) in denen ein einpoliger Kurzschluss nicht zur sofortigen Auslösung der Schutzinstrumente führen soll/darf
- Isolationsüberwachungsgerät meldet den ersten einpoligen Fehler, erst ein zweiter Fehler löst eine Abschaltung aus



TT-Netz

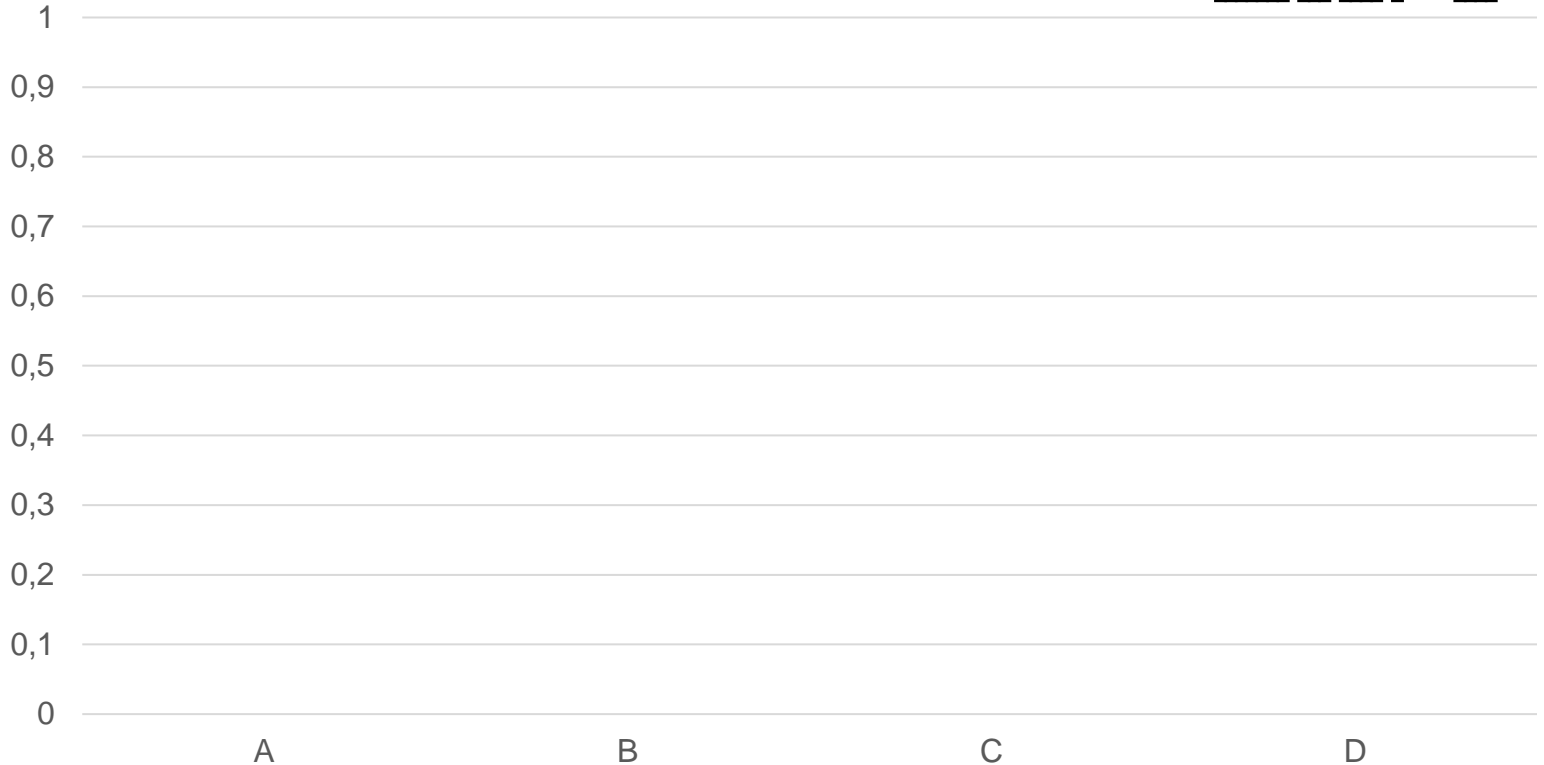
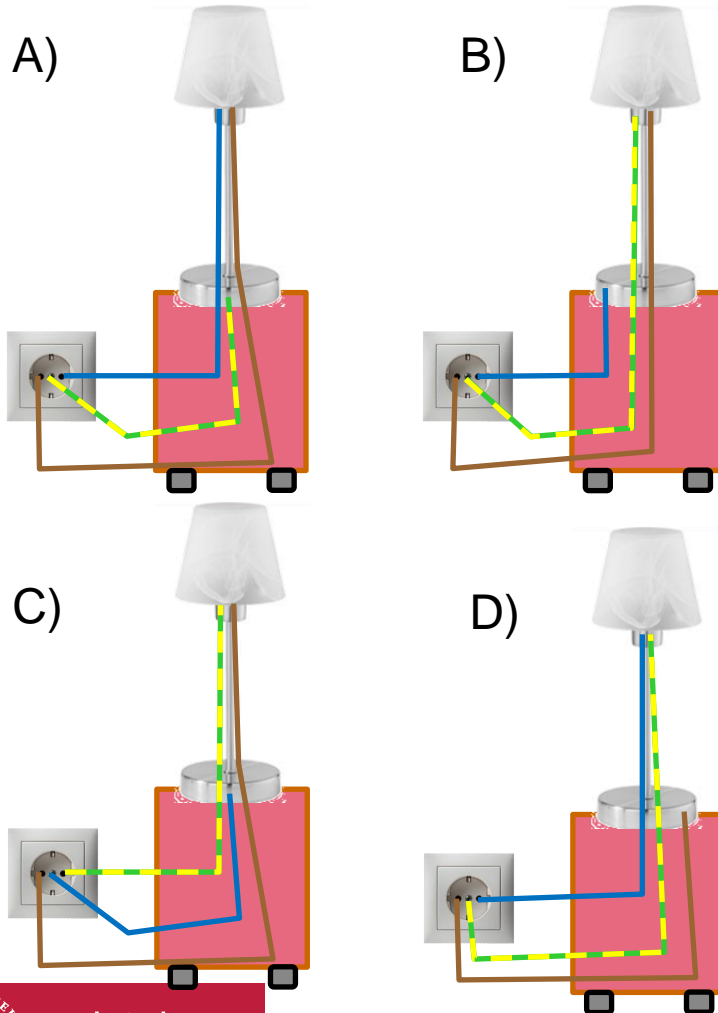


IT-Netz

4 | Schutzmaßnahmen im Haushalt

Anschluss einer Lampe

Welche der folgenden Abbildungen zeigt den korrekten Anschluss einer Lampe?

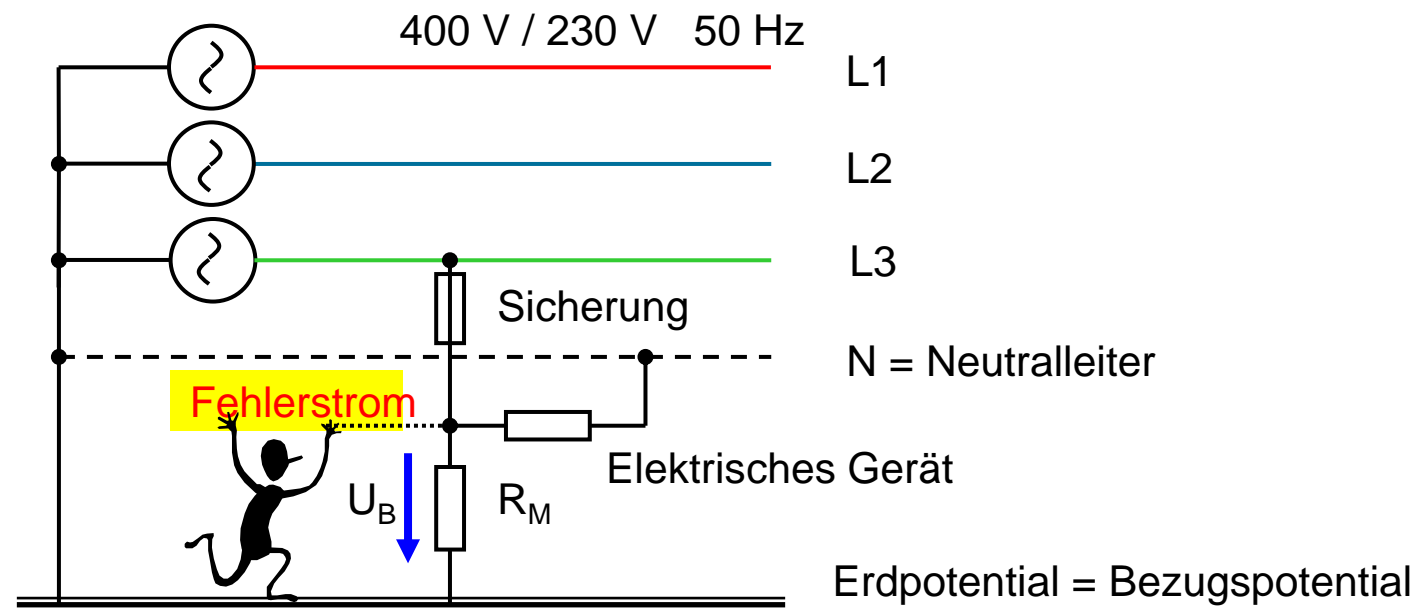


Umfrage starten

ID = j.grobler@tu-braunschweig.de
Umfrage noch nicht gestartet

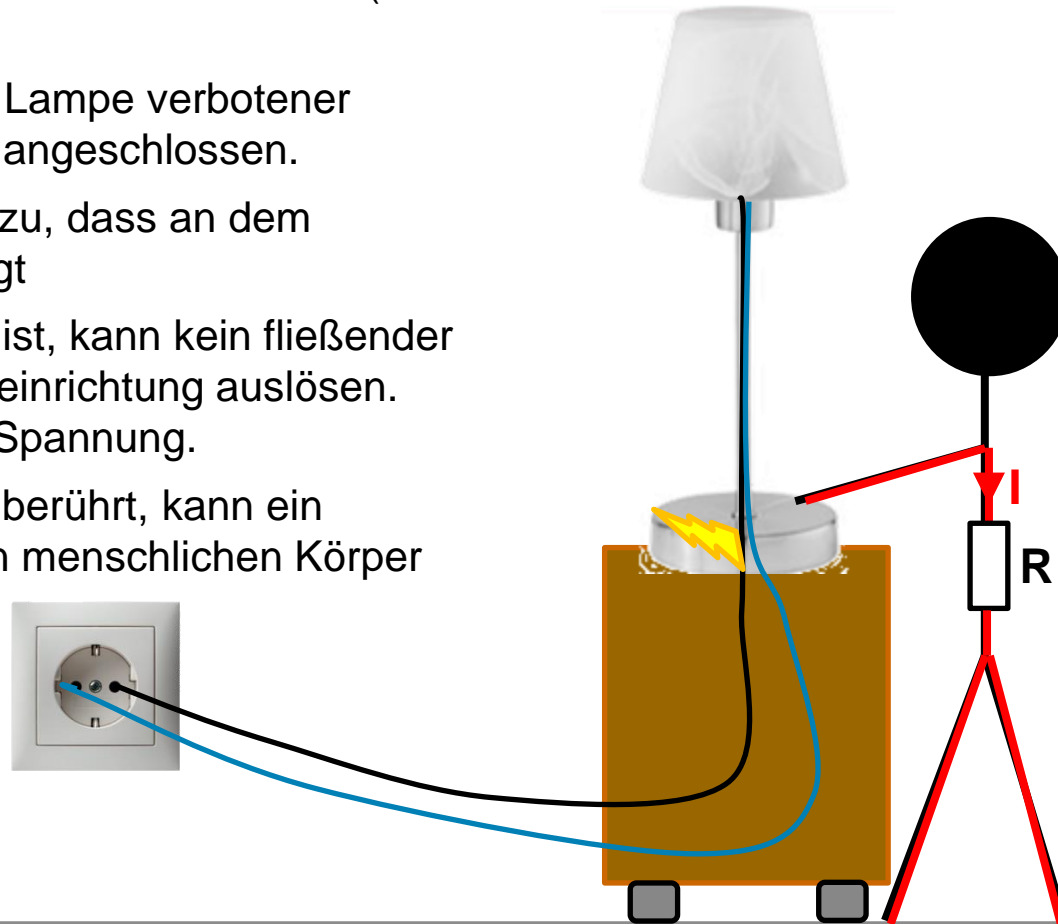
Berührungsspannung und Fehlerstrom

- Eine Personengefährdung entsteht, wenn der Körper gleichzeitig mit auf zwei unterschiedlichen Potenzialen liegenden Stellen eines Stromkreises in Berührung kommt. Die Schutzmaßnahmen werden in der VDE 0100 und der BGV A2 beschrieben. Der Widerstand des menschlichen Körpers R_M wird mit $2500\ \Omega$ angenommen. Damit ergibt sich aus der **Berührungsspannung** U_B der **Fehlerstrom** I_F durch den menschlichen Körper. Die physiologische Wirkung hängt von der Höhe des Fehlerstromes ab. Die Wahrnehmungsschwelle liegt bei ca. 1 mA, eine Muskelverkrampfung setzt ab 15 mA ein und die **Gefahrenschwelle** mit tödlicher Wirkung durch Herzkammerflimmern liegt bei 40 mA.



Ein typischer Fehler

- Eine Lampe mit Metallgehäuse steht auf einem Tisch mit (nicht leitenden) Gummifüßen.
- In dem hier vorliegenden Fall wird die Lampe verbotener Weise nur an den Hin- und Rückleiter angeschlossen.
- Ein durchgescheuertes Kabel führt dazu, dass an dem Lampengehäuse Netzspannung anliegt
- Da der Tisch vom Erdpotential isoliert ist, kann kein fließender Fehlerstrom eine vorgelagerte Schutzeinrichtung auslösen. Das Lampengehäuse führt dauerhaft Spannung.
- Wenn jetzt eine Person das Gehäuse berührt, kann ein gefährlich hoher Fehlerstrom über den menschlichen Körper fließen.



$$I = \frac{230 \text{ V}}{2500 \Omega} = 92 \text{ mA}$$

Schutzeinrichtungen

Schmelzsicherungen und Schutzschalter haben die Aufgabe bei Fehlern abzuschalten, bevor Anlagenteile oder Personen gefährdet werden.

Schmelzsicherungen

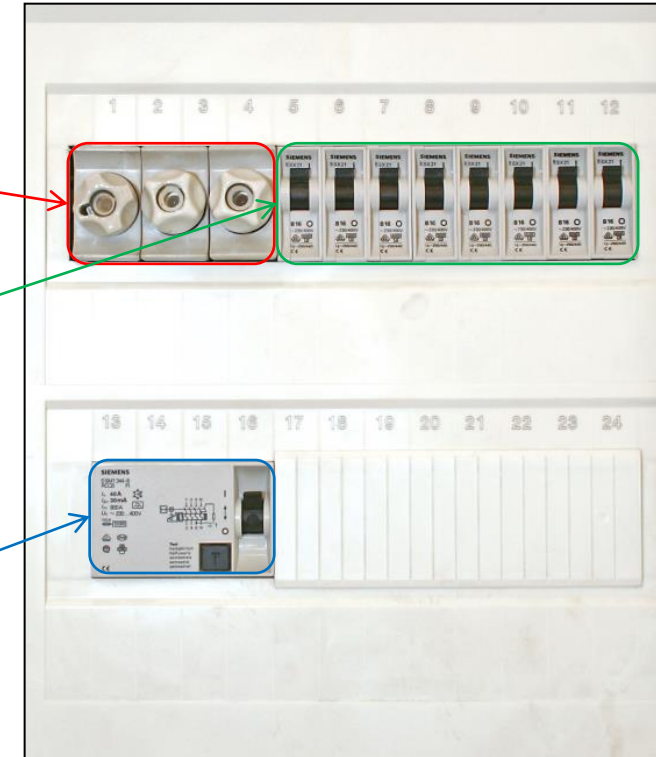
Dienen als „Vorsicherung“, alle weiteren Sicherungselemente werden hier angeschlossen. Geräte mit verschiedenen Nennströmen möglich (z. B. 50 A, 63 A)

Leitungsschutzschalter

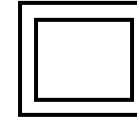
Registrieren, wenn ein Kurzschlussstrom oder ein zu hoher Laststrom fließt. Tritt ein solcher Fehler auf, schaltet der Automat ab.
Schützt im wesentlichen Geräte und Leitungen vor Beschädigungen.

Fehlerstrom-Schutzschalter

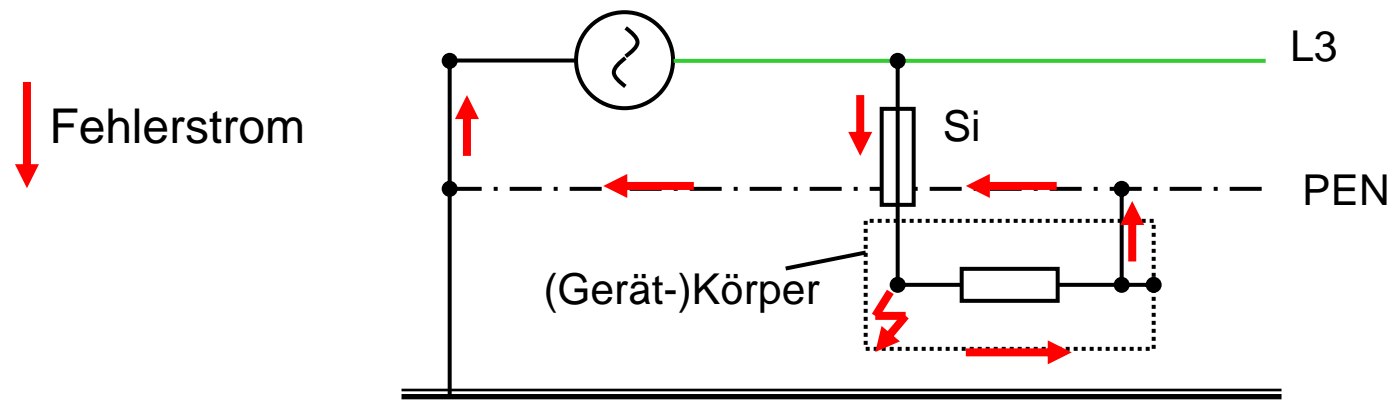
Dienen dem Personenschutz, indem sie bei Auftreten eines Fehlerstromes über Erde allpolig abschalten.



Schutzeinrichtungen

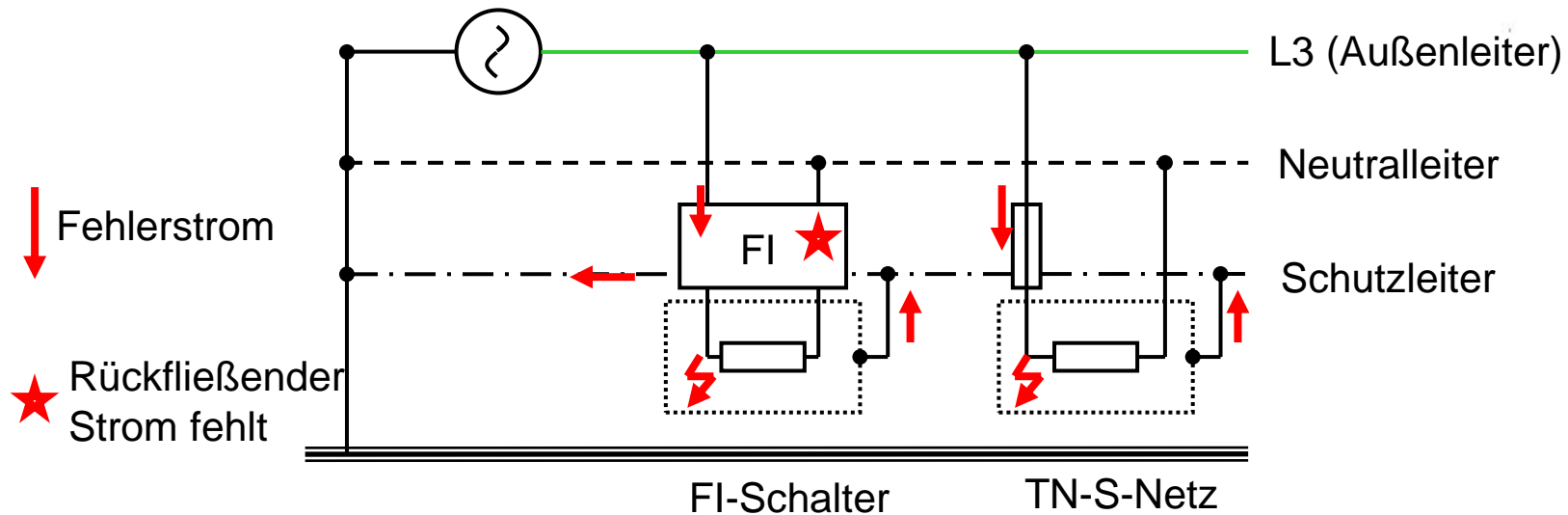
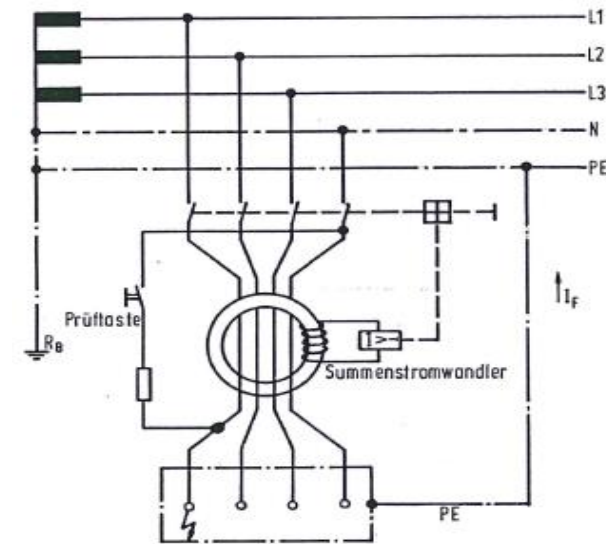


- Schutzisolierung
Zusatzisolation verhindert Auftreten von Berührungsspannung am Gehäuse
- Schutzkleinspannung
Max. 50 V Wechselspannung
- Schutztrennung
Trenntransformator stellt galvanische Trennung von Primär- und Sekundärkreis sicher
- Schutzleiter und Überstrom-Schutzschalter
TN-C-Netz (Schutzleiter und Neutraleiter zusammengefasst): Ein Körperschluss verursacht einen Fehlerstrom und die Überstrom-Schutzeinrichtung schaltet aus. Der Widerstand R_s der Fehlerschleife muss ausreichend klein sein, damit der Auslöse- oder Schmelzstrom der Sicherung sicher erreicht wird. Die Schutzfunktion geht verloren, wenn der PEN-Leiter unterbrochen ist (Körper ist dann spannungsführend).



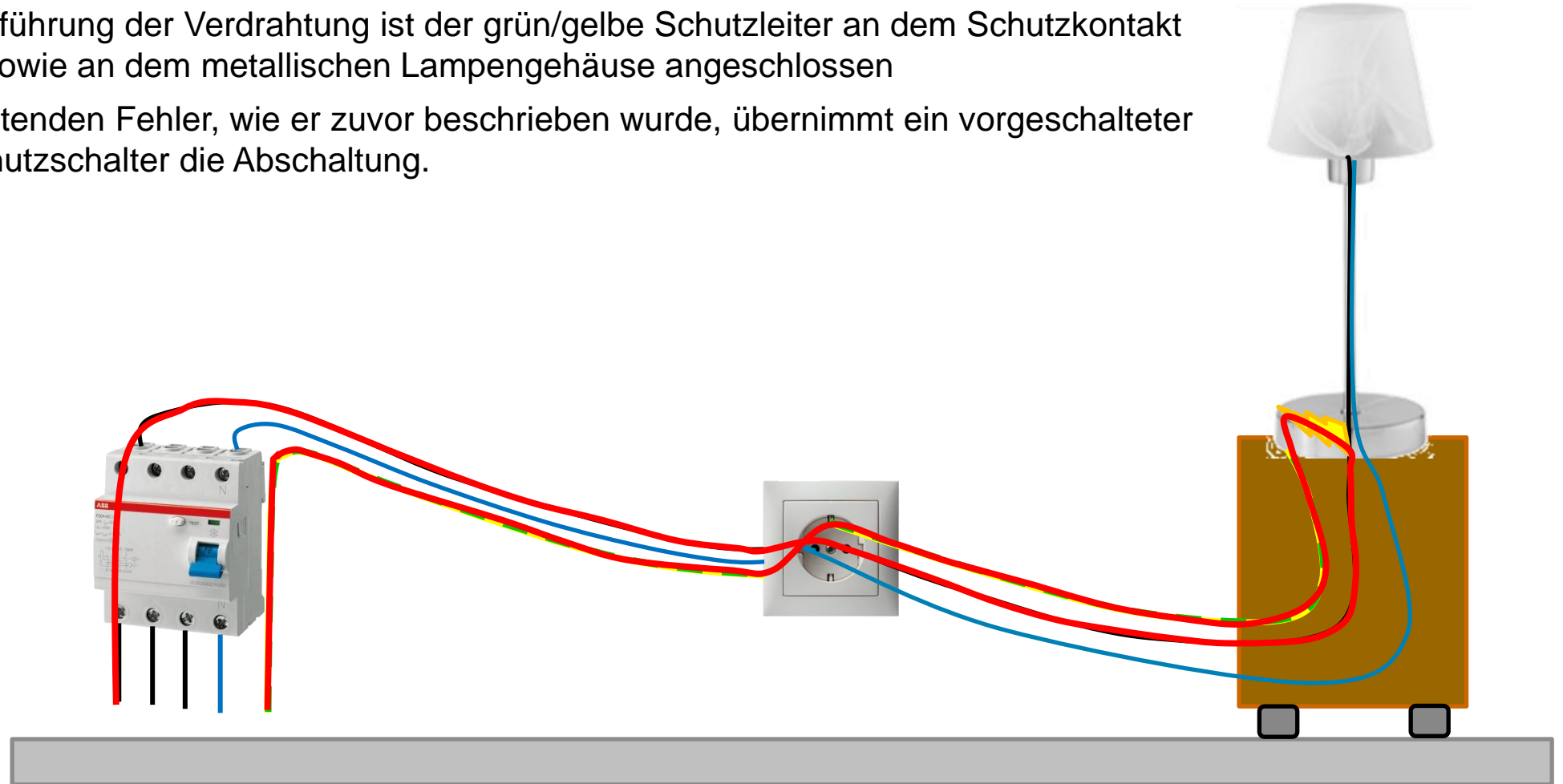
Schutzeinrichtungen

- Schutzleiter und Überstrom-Schutzschalter
TN-S-Netz (Schutzleiter und Neutraleiter getrennt):
Die Überstrom-Schutzeinrichtung schaltet bei Körperschluss aus.
- Fehlerstrom-Schutzschalter (FI-Schalter)
Der FI-Schalter bildet die Differenz der Ströme von Phasenleitern und Neutraleiter. Bei einer Differenz existiert ein Erd-Fehlerstrom und der FI-Schalter schaltet aus. Der Bemessungs-Fehlerstrom liegt bei 30 mA.



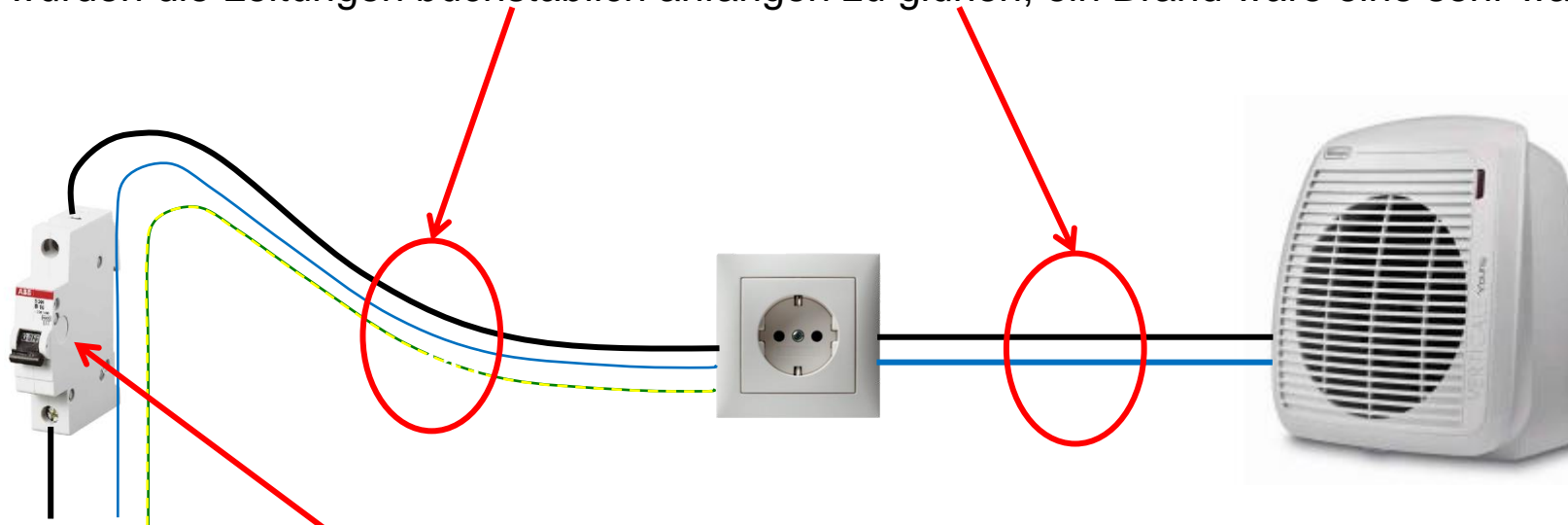
Fehlerfall mit wirksamem Fehlerstrom-Schutzschalter

- Bei richtiger Ausführung der Verdrahtung ist der grün/gelbe Schutzleiter an dem Schutzkontakt der Steckdose sowie an dem metallischen Lampengehäuse angeschlossen
- Bei einem auftretenden Fehler, wie er zuvor beschrieben wurde, übernimmt ein vorgeschalteter Fehlerstrom-Schutzschalter die Abschaltung.



Fehlerfall mit wirksamem Leitungsschutzschalter

- Bei ungestörtem Betrieb nimmt ein Heizlüfter folgenden Strom auf: $I = \frac{230 \text{ V}}{100 \Omega} = 2,3 \text{ A}$
- Durch einen auftretenden Defekt verringert sich der Widerstand des Heizlüfters auf 10Ω : $I = \frac{230 \text{ V}}{10 \Omega} = 23 \text{ A}$
- Der Leitungsquerschnitt der Zuleitung ist nur für einen Strom von max. 16 A ausgelegt. Würde nichts geschehen, würden die Leitungen buchstäblich anfangen zu glühen, ein Brand wäre eine sehr wahrscheinliche Folge.

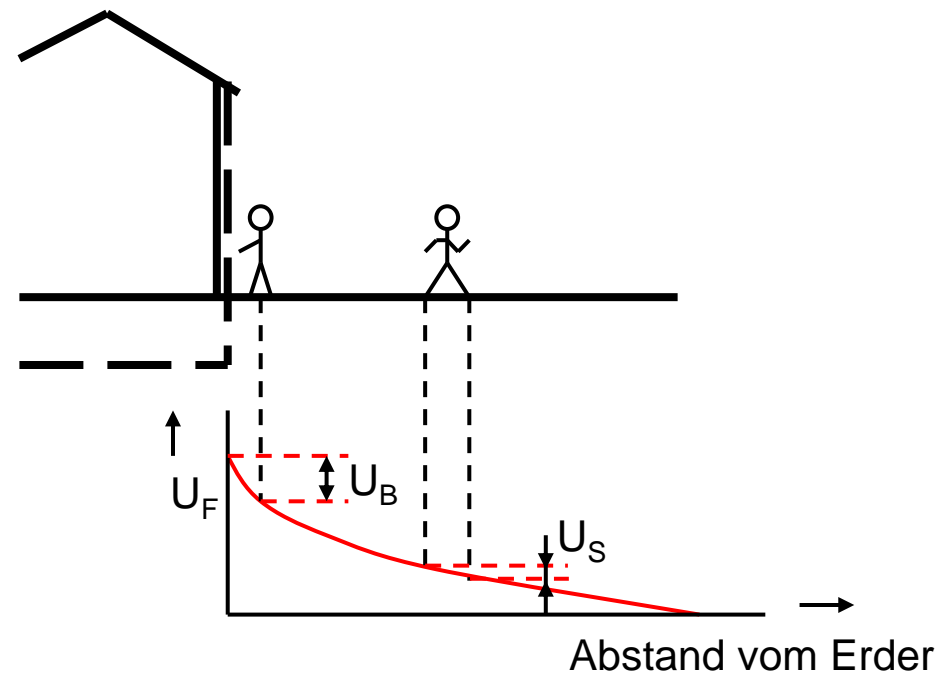


Der Leitungsschutzschalter registriert jedoch den unzulässig hohen Strom und Schaltet die Leitung und somit den defekten Verbraucher ab.

Spannungstrichter

- Der Fehlerstrom ruft einen Spannungsfall im Erdboden hervor. Dieser Spannungsfall hat die Form eines umgekehrten Trichters und wird durch die Stromdichte im Erdboden und den Ausbreitungswiderstand hervorgerufen.
- Die Berührungsspannung U_B und die Schrittspannung U_S wird durch den Spannungstrichter bestimmt. Der Spannungstrichter entsteht auch bei Blitzeinschlägen in eine Blitzschutzanlage, wenn der Blitzstrom über die Erdung abfließt.

Fehlerspannung = U_F
Berührungsspannung = U_B
Schrittspannung = U_S



Muldenkipper berührt Stromleitung

MULDENKIPPER BERÜHRT STROMLEITUNG

01.04.2017, 11:51 Uhr
zuletzt aktualisiert am 2.4.2017

Traktorfahrer aus Hoogstede weiter in Lebensgefahr

Niedersachsen meinen Nachrichten hinzufügen



Hoogstede. Bei einem Unfall in Hoogstede in der Grafschaft Bentheim ist am Samstagmorgen ein 32-jähriger Traktorfahrer lebensgefährlich verletzt worden.

Laut Polizei ereignete sich der Unfall auf der Ölstraße. Gegen 10.20 Uhr war dort ein 32-jähriger Mann mit landwirtschaftlichen Lohnarbeiten beschäftigt.

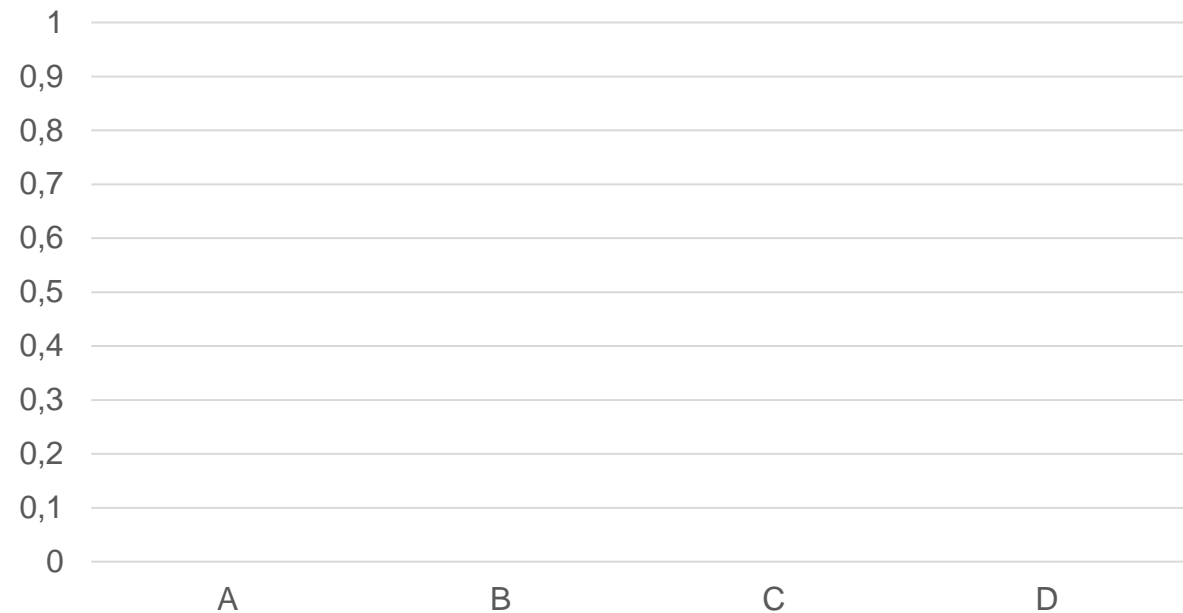
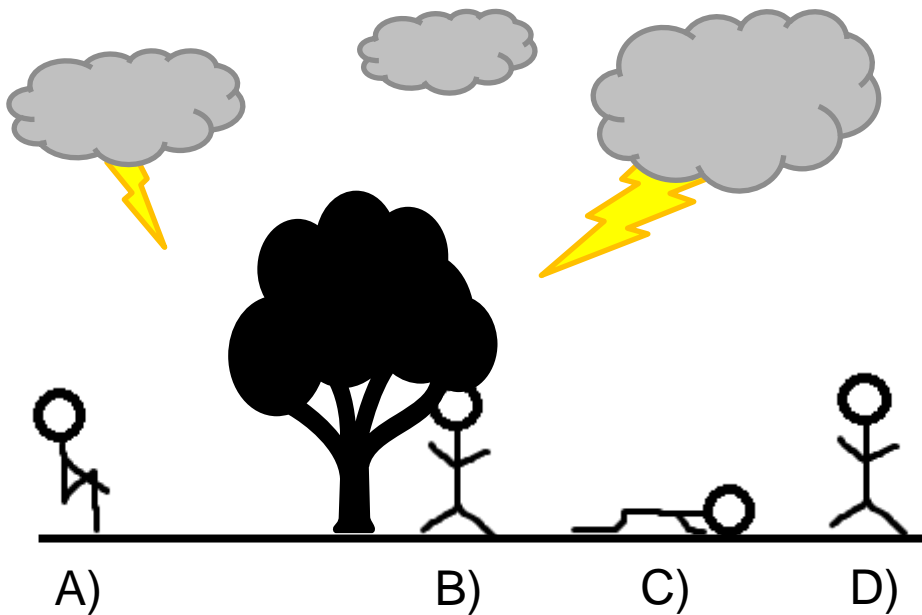
Er fuhr mit einem Ackerschlepper samt Muldenkipper über einen Acker. Aus bislang unbekannter Ursache berührte die hochgeklappte Mulde des Anhängers eine Überlandstromleitung. Der Mann aus Hoogstede bekam einen Stromschlag und wurde dadurch lebensgefährlich verletzt. Die Arbeitsmaschine fing Feuer. Ein zufällig in der Nähe befindlicher Feuerwehrmann wurde auf die Rauchsäule aufmerksam und eilte zur Hilfe. Er leistete dem Verletzten Erste Hilfe und reanimierte ihn bis zum Eintreffen der Rettungskräfte. Der 32-jährige wurde ins Krankenhaus eingeliefert. Die Feuerwehr musste mit den Löscharbeiten warten, bis der Strom der Überlandleitung abgeschaltet war.

Ackerschlepper und Muldenkipper brannten komplett aus. Die Sachschadenshöhe ist bislang unbekannt.

Quelle: <https://www.noz.de/deutschland-welt/niedersachsen/artikel/873906/traktorfahrer-aus-hoogstede-weiter-in-lebensgefahr-1#gallery&0&0&873906>

Gewitter

Welche Person verhält sich beim Gewitter richtig?



Umfrage starten

ID = j.grobler@tu-braunschweig.de
Umfrage noch nicht gestartet

Gewitter – Lebensgefahr!

Tödlicher Blitzschlag

Vierte Golfspielerin erliegt ihren Verletzungen



Holzunterstand auf dem Golfplatz Waldeck: Vier Tote nach Blitzeinschlag

Es war ein dramatisches Unglück auf einem Golfplatz in Nordhessen: Nach einem Blitzeinschlag waren drei Frauen sofort tot, eine vierte Spielerin konnte zunächst wiederbelebt werden. Nun ist sie in einer Klinik gestorben.



Waldeck - Sie hatten sich einen denkbar schlechten Unterstand ausgesucht: Während eines heftigen Sommergewitters am vergangenen Freitag hatten sich vier Frauen auf einem Golfplatz in Nordhessen in einer Holzhütte in exponierter Lage untergestellt. Wenig später wurden sie dort vom Blitz getroffen. Drei von ihnen kamen dabei ums Leben. Eine vierte Spielerin war mehrere Minuten klinisch tot, konnte aber zunächst wiederbelebt werden.

Quelle: <http://www.spiegel.de/panorama/blitz-auf-golfplatz-in-waldeck-vierte-frau-stirbt-a-842435.html>

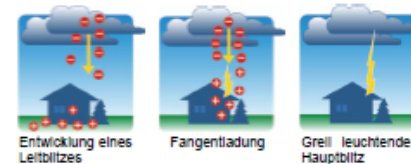
Golf bei Gewitter?

Richtiges Verhalten im Freien

Über 2 Mio. Blitzereignisse werden in Deutschland pro Jahr registriert. Personen im Freien, darunter auch Golfspieler, sind dann besonders gefährdet. Jedes Jahr sind schwere Blitzunfälle mit Verletzten und Toten zu verzeichnen. Dieses Merkblatt erläutert die Gefahren bei Gewitter und zeigt richtige Verhaltensweisen speziell auf Golfplätzen auf.

Was ist ein Blitz?

Ein Blitz ist eine elektrische Entladung zwischen Wolken oder zwischen Wolken und der Erde. Sekundenbruchteile vor dem eigentlichen Blitz findet eine von der Erde ausgehende Fangentladung statt, diese ist für das Auge kaum wahrnehmbar.



Wie entsteht ein Blitz?

Blitze haben ihren Ursprung in Gewitterzellen, die mehrere Kilometer Durchmesser erreichen können. Durch die ungleiche Verteilung von Eis und Wasser und durch Auf- und Abwinde in einer Wolke entstehen Bereiche mit positiven und negativen Ladungen. Ab einer bestimmten Ladungsmenge kommt es zu einem Ladungsausgleich - dem Blitz.

Welche Blitzarten gibt es?

Der Blitz bildet sich entweder als Wolke-Erde-Blitz zwischen einer elektrisch geladenen Wolke und der Erde oder als Wolke-Wolke-Blitz innerhalb einer oder zwischen zwei oder mehreren Wolken. Die meisten Blitzereignisse sind Wolke-Wolke-Blitze.

Wie oft tritt eine Blitzentladung auf?

In Deutschland wurden in den letzten Jahren durchschnittlich mehr als 2 Mio. Blitzereignisse pro Jahr registriert. Die Zahl der Gewittertage pro Jahr und die Zahl der jährlichen Blitzereignisse pro Quadratkilometer sind regional verschieden, im Süden Deutschlands etwa dreimal so hoch wie im Norden.

Woran ist ein Gewitter zu erkennen?

Anzeichen für aufziehende Gewitter sind Haufenwolken, die anfangs wie Blumenkohl oder Zuckerwatte aussehen und sich dann zu Wolkentürmen entwickeln können. Auch Schwüle mit aufkommendem Wind, Donner, Wetterleuchten und fallender Luftdruck deuten auf ein herannahendes Gewitter hin.



Gefährdung durch Blitze

Maßgeblich für Art und Umfang der Verletzung durch Blitzeinschläge sind die im menschlichen Körper umgesetzte elektrische Energie sowie die Wirkungen auf das zentrale Nervensystem. Zu den bekannten Blitzverletzungen gehören:

- Schock
- Lähmungen an Armen und Beinen
- Bewusstlosigkeit und Atemstillstand
- Herzstillstand
- Verbrennungen

Eine unmittelbare Gefährdung von Personen besteht immer bei:

⚡ Direktem Blitzeinschlag

über Kopf, Rumpf oder einen in der Hand gehaltenen Gegenstand z. B. Regenschirm oder Golfschläger verbunden mit einem Stromfluss durch den Körper.



VDE

Gewitter – VDE Empfehlung

Richtiges Verhalten im Freien

1. Wer in der freien Natur von einem Gewitter überrascht wird, sollte nicht in der Gruppe mit anderen Menschen Schutz suchen.
2. Der Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (VDE) rät, sich einzeln in eine Bodenmulde zu kauern. Am besten in die Hocke gehen, Füße geschlossen halten und die Arme um die Knie legen, Kopf darauf.
3. Zu anderen Menschen - auch den eigenen Kindern - einen Abstand von mindestens einem Meter, besser sogar drei Metern einhalten. Das gilt auch für den Hund.
4. Wichtig: Die Gefahr ist erst vorbei, wenn man eine halbe Stunde lang keinen Donner mehr wahrgenommen hat.

<https://www.vde.com/de/blitzschutz/ueber-uns/interessantes-aus-dem-abb/empfehlungen-bestaetigt#:~:text=Der%20Verband%20der%20Elektrotechnik%20Elektronik,die%20Knie%20legen%2C%20Kopf%20darauf.>

Golf bei Gewitter?

Richtiges Verhalten im Freien

Über 2 Mio. Blitzereignisse werden in Deutschland pro Jahr registriert. Personen im Freien, darunter auch Golfspieler, sind dann besonders gefährdet. Jedes Jahr sind schwere Blitzeunfälle mit Verletzten und Toten zu verzeichnen. Dieses Merkblatt erläutert die Gefahren bei Gewitter und zeigt richtige Verhaltensweisen speziell auf Golfplätzen auf.

Was ist ein Blitz?

Ein Blitz ist eine elektrische Entladung zwischen Wolken oder zwischen Wolken und der Erde. Sekundenbruchteile vor dem eigentlichen Blitz findet eine von der Erde ausgehende Fangentladung statt, diese ist für das Auge kaum wahrnehmbar.



Entwicklung eines Leitblitzes Fangentladung Grell leuchtender Hauptblitz

Wie entsteht ein Blitz?

Blitze haben ihren Ursprung in Gewitterzellen, die mehrere Kilometer Durchmesser erreichen können. Durch die ungleiche Verteilung von Eis und Wasser und durch Auf- und Abwinde in einer Wolke entstehen Bereiche mit positiven und negativen Ladungen. Ab einer bestimmten Ladungsmenge kommt es zu einem Ladungsausgleich - dem Blitz.

Welche Blitzarten gibt es?

Der Blitz bildet sich entweder als Wolke-Erde-Blitz zwischen einer elektrisch geladenen Wolke und der Erde oder als Wolke-Wolke-Blitz innerhalb einer oder zwischen zwei oder mehreren Wolken. Die meisten Blitzereignisse sind Wolke-Wolke-Blitze.

Wie oft tritt eine Blitzentladung auf?

In Deutschland wurden in den letzten Jahren durchschnittlich mehr als 2 Mio. Blitzereignisse pro Jahr registriert. Die Zahl der Gewittertage pro Jahr und die Zahl der jährlichen Blitzereignisse pro Quadratkilometer sind regional verschieden, im Süden Deutschlands etwa dreimal so hoch wie im Norden.

Woran ist ein Gewitter zu erkennen?

Anzeichen für aufziehende Gewitter sind Haufenwolken, die anfangs wie Blumenkohl oder Zuckerwatte aussehen und sich dann zu Wolkentürmen entwickeln können. Auch Schwüle mit aufkommendem Wind, Donner, Wetterleuchten und fallender Luftdruck deuten auf ein herannahendes Gewitter hin.



Gefährdung durch Blitze

Maßgeblich für Art und Umfang der Verletzung durch Blitzeinschläge sind die im menschlichen Körper umgesetzte elektrische Energie sowie die Wirkungen auf das zentrale Nervensystem. Zu den bekannten Blitzverletzungen gehören:

- Schock
- Lähmungen an Armen und Beinen
- Bewusstlosigkeit und Atemstillstand
- Herzstillstand
- Verbrennungen

Eine unmittelbare Gefährdung von Personen besteht immer bei:

- ⚡ **Direktem Blitzeinschlag** über Kopf, Rumpf oder einen in der Hand gehaltenen Gegenstand z. B. Regenschirm oder Golfschläger verbunden mit einem Stromfluss durch den Körper.





 Technische
Universität
Braunschweig

26.04.2024

Prof. Dr.-Ing. Bernd Engel | Grundlagen der Elektrischen Energietechnik - Teil 1

35

 elenia
Institut für Hochspannungstechnik
und Energiesysteme

Fragen?

