



VDB-Forum 2019

Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185



Jürgen Wettingfeld (Dipl.-Ing.)

- Mitglied und stellv. Obmann im K 251 der DKE
- Leiter des AK 251.02 (Blitzschutz für explosionsgefährdete Bereiche)
- Leiter des AK 251.07 (Blitzschutz für bauliche Anlagen nach DIN EN 62305-3)
- Mitarbeiter bei IEC TC 81 MT8
- Mitglied im technischen Ausschuss des ABB

W. Wettingfeld GmbH & Co. KG

Hafelsstraße 236, 47809 Krefeld

Tel.: 0049 - 2151 - 55990

Email: info@wettingfeld.org

VDB-Forum
8. – 9.3.2019
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)
© Autor

Folie Nr. 1





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Inhaltsverzeichnis

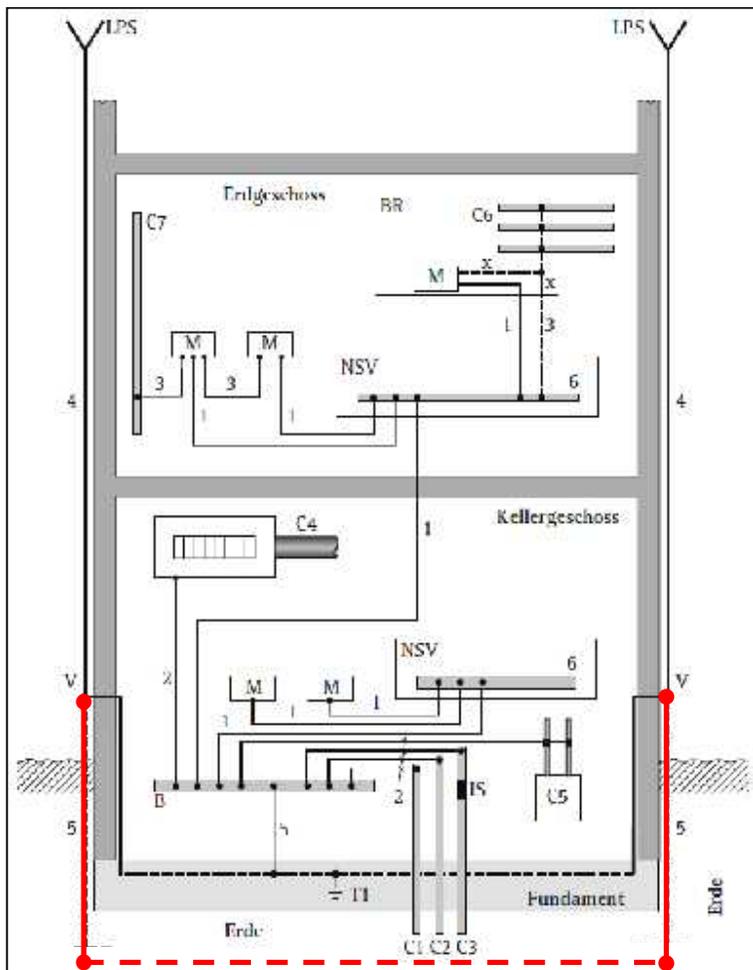


1. Ausgangssituation?
2. Kostenbeispiele
3. Anerkannte Regel der Technik
4. Bedeutung der VDE-Anwendungsregel
5. Was steht in der DIN 18014?
6. Hinweise zur DIN VDE 0100
7. Simulation von Fehlerfällen
8. DIN VDE 0100 - Spannungswaage
9. VDE 0101-2: Globales Erdungssystem
10. Hinweise zur DIN VDE 0185
11. Zusammenfassung



Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 1: Ausgangssituation



M	Körper eines elektrischen Betriebsmittels
U	Fremde leitfähige Teile
C1	Metallene Wasserleitung, von außen kommend
C2	Metallene Abwasserleitung, von außen kommend
C3	Metallene Gasleitung mit Isolierstück, von außen kommend
C7	Klimaanlage
C5	Heizung
C6	Metallene Wasserleitung, z. B. in einem Badezimmer
C7	Fremde leitfähiges Teil im Handbereich am Körper
R	Haupterdungsschiene, Handverleumdämmung, Handverleumdungs-Anschlusspunkt
T	Erde
T1	Fundamenterder
T2	Erde für die Blitzschutz, falls vorhanden
LPS	Blitzschutzanlage
B	Isolierstück in der Gasleitung
RP	Raum mit Badewanne oder Dusche
NSV	Niederspannungsverteilung
e'	Verbindung von LPS und Fundamenterder oder zum separaten Blitzschutzerde
1	Schutzleiter PE
2	Schutzleiter-Isolierung, nicht isoliert
3	Schutzleiter-Isolierung, nicht isoliert für den zusätzlichen Schutzpotentialausgleich
4	Ableitung der Blitzschutzanlage
5	Erdungsleiter
6	Schutzleitungsanschlusschiene in der Niederspannungsverteilung
x	Allein ablaufende Mischfunktion der Verbindung

Erdenungenen

- B: Haupterdungsschiene usw. entspricht der Potentialausgleichsschiene für den Schutzpotentialausgleich
- T2: Die Erde für den Blitzschutz und die Anschlussleitungen sind nur erforderlich, wenn die Blitzschutzterzung nicht am Fundamenterder erfolgt
- x: Nur eine der beiden dargestellten Verbindungen ist erforderlich; das Einbeziehen der drei Wasserleitungen in den zusätzlichen Potentialausgleich erfolgt durch eine direkte Verbindung zur Schutzleiterschleife oder die Verbindung der Wasserleitungen zum Schutzleiter, der am Körper des elektrischen Betriebsmittels angeschlossen ist

Darstellung von Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter – Variante 1: vermaschter Ringerd
Quelle: Kiefer Schmolke – VDE 0100 und die Praxis, Bild 10.2

VDB-Forum
8. – 9.3.2019
Köln
Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)
© Autor

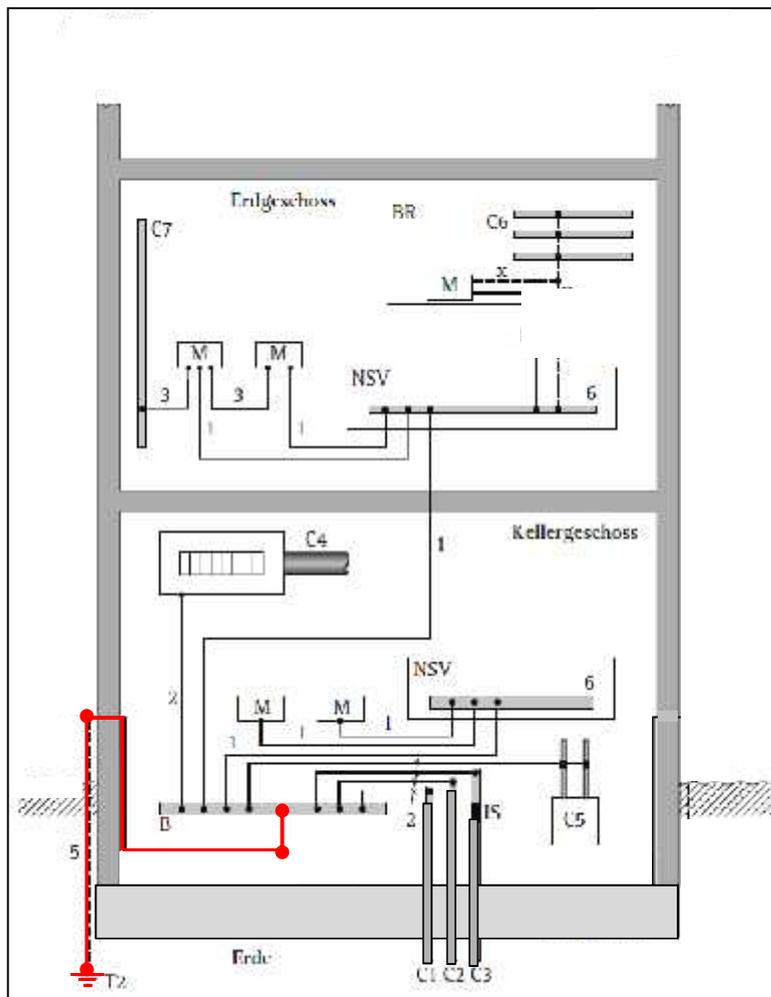
Folie Nr. 3





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 1: Ausgangssituation



- ←
 - M Körper eines elektrischen Betriebsmittels
 - U Fremde leitfähige Teile
 - C1 Metallene Wasserleitung, von außen kommend
 - C2 Metallene Abwasserleitung, von außen kommend
 - C3 Metallene Gasleitung mit Isolierstück, von außen kommend
 - H Klimaanlage
 - H Heizung
 - U6 Metallene Wasserleitung, z. B. in einem Badezimmer
 - U7 Fremdes leitfähiges Teil im Handbereich zum Körper
 - R Haupterdungsschiene, Haupterdungsdämmung, Haupterdungs-Anschlusspunkt
 - T Erde
 - TL Fundamenterder
 - T2 Erde für den Blitzschutz, falls vorhanden
 - LPS Blitzschutzanlage
 - IS Isolierstück in der Gasleitung
 - BR Raum mit Bännewanne oder Fliese
/>
 - NSV Niederspannungs-Verteiler
 - V Verbindung von LPS und Fundamenterder oder zum separaten Blitzschutzleiter
 - 1 Schutzleiter PE
 - 2 Schutzleiter-Isolierungsfestleiter
 - 3 Schutzpotentialausgleichsleiter für den zusätzlichen Schutzpotentialausgleich
 - 4 Ableitung der Blitzschutzanlage
 - 5 Erdungsener
 - 6 Schutzleiteranschlussleiste in der Niederspannungsverteilung
 - Allenfalls Maßnahmen für Verbindung
- Erläuterungen**
- B Haupterdungsschiene usw. entspricht der Potentialausgleichsschiene für den Schutzpotentialausgleich
 - T2 Die Erde für den Blitzschutz und die Anschlussleitungen sind nur erforderlich, wenn die Blitzschutzterzung nicht am Fundamenterder erfolgt
 - Nur eine der beiden dargestellten Verbindungen ist erforderlich; das Einbeziehen der drei Wasserleitungen in den zusätzlichen Potentialausgleich erfolgt durch eine direkte Verbindung zur Schutzleiterschleife oder die Verbindung der Wasserleitungen zum Schutzleiter, der am Körper des elektrischen Betriebsmittels angeschlossen ist

**Darstellung von Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter –
Variante 2:
Kein Blitzschutz,
1 Tiefenerder, $R_E = 50 \text{ V} / 0,03 \text{ A} = 1667 \text{ } \Omega$**

VDB-Forum
8. – 9.3.2019
Köln
Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)
© Autor

Folie Nr. 4



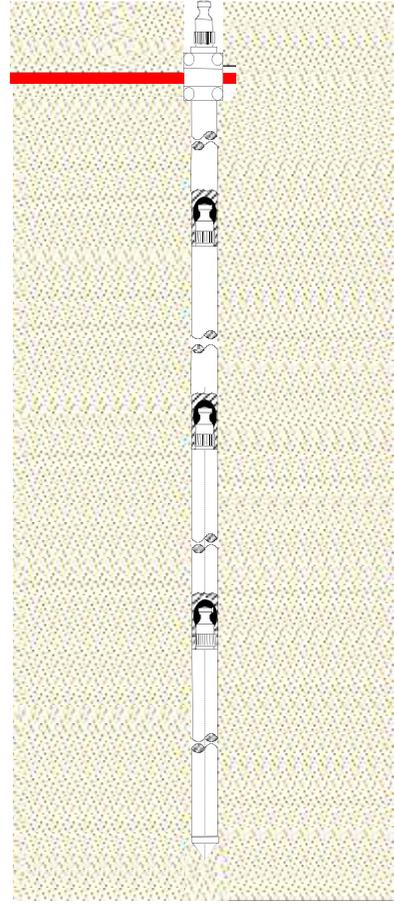


Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 1: Ausgangssituation



Welche Erdungsanlage wird benötigt?



VDB-Forum
8. – 9.3.2019
Köln
Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)
© Autor

Folie Nr. 5





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 1: Ausgangssituation

Was wird zur Zeit in einzelnen Fachkreisen diskutiert?

- **Ist es technisch immer erforderlich, unabhängig vom Erdverbindungssystem, einen Fundamenterder nach der nationalen Norm DIN 18014 in jedem neuen Gebäude zu errichten?**
- **Ist der Fundamenterder grundsätzlich alternativlos?**
- **Ist eine technologieoffene Formulierung an die Anforderungen an Erdungsanlagen vorteilhaft, die auch alternative und wirtschaftlich günstigere Erdungstechniken ermöglicht?**
- **Sind die Kosten für einen Fundamenterder immer gerechtfertigt, reichen nicht auch Ersatzmaßnahmen?**
- **Ist die DIN 18014 überhaupt eine „Allgemein anerkannte Regel der Technik“ ?**





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 1: Ausgangssituation

Die sich hieraus ergebenden Fragen werden nachstehend erörtert:

- **Was ist eine Allgemein anerkannte Regel der Technik?**
- **Was fordert die DIN 18014? Welchen Charakter hat die DIN 18014?**
- **Welche Aspekte des Personenschutzes sind zu beachten?**
- **Welche Anforderungen an eine Erdungsanlage müssen normativ berücksichtigt werden?**
- **Welche Schlussfolgerungen sind zu ziehen?**





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 2: Kostenbeispiele

Die Diskussion um die Nutzung des Fundamenterders befasst sich auch mit Kosten. U.a. mit folgenden Behauptungen:

„Die Kosten für den nach VDE-AR-N 4100 in jedem neuen Gebäude nach DIN 18014 zu errichtenden Fundamenterder variieren insbesondere in Abhängigkeit von der Ausführung des Fundaments und können bis zu 3.000 Euro für ein Einfamilienhaus erreichen.

Im Verhältnis dazu sind die Kosten eines Stab- oder eines Oberflächenerders (ca. 180 Euro) um ein Vielfaches niedriger anzusetzen.“

Anhand der Kalkulationshilfe der elektrotechnischen Handwerke (KFE 2013 /2014) wurde diese Angabe näher untersucht. Die KFE basiert auf fundierten betriebswirtschaftlichen Grundsätzen und bildet seit Jahrzehnten für viele Sachverständige eine anerkannte Basis zur Ermittlung der Angemessenheit von Preisen.



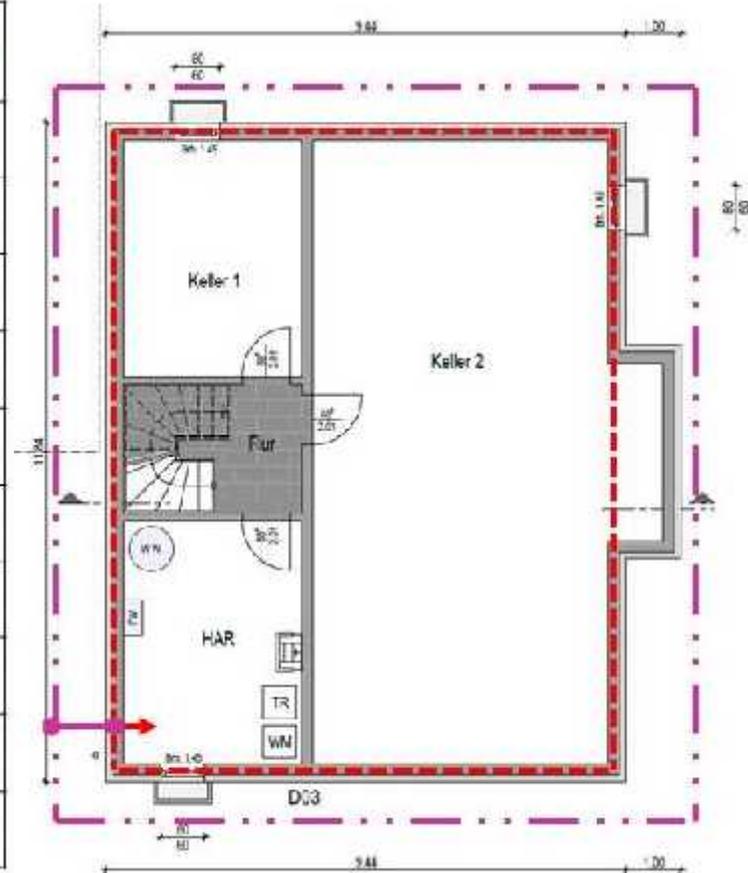


Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 2: Kostenbeispiele

**Beispiel 3: Kalkulation KFF 2013 / 2014:
Fundamenterder gemäß DIN 18014 für ein Wohnhaus mit
weißer Wanne, zzgl. Ringerder im Erdreich**

Material	Menge	EP	GP
Fundamenterder	11 m	8,31 €	365,61 €
Ringerder, V4A, in Daugrube	54 m	17,93	968,22 €
Anschlussfahne	2 Stück	20,94 €	41,88 €
Verhinder	4 Stück	10,58 €	21,16 €
Bewehrungsklemme	20	5,19 €	103,80 €
Zeichnung	1	60,00 €	60,00 €
Messprotokoll	1	40,00 €	40,00 €
Fotodokumentation	1	40,00 €	40,00 €
Summe:			1.640,70 €





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 2: Kostenbeispiele

Erdungsanlage gemäß KFE	Kosten	Kostenangabe ohne Nachweis
Fundamenterder, ohne Ringerder, ohne Anschlussfahnen für Blitzschutz, 1 Anschlussfahne am HAK	651,54 €	
Fundamenterder, ohne Ringerder, mit 4 Anschlussfahnen für Blitzschutz, 1 Anschlussfahne am HAK	777,62 €	
Fundamenterder, mit Ringerder, ohne Anschlussfahnen für Blitzschutz, 1 Anschlussfahne am HAK	1.640,17 €	3.000,00 €
Fundamenterder, mit Ringerder, mit 4 Anschlussfahnen für Blitzschutz, 1 Anschlussfahne am HAK	1.745,84 €	
1 Kreuzerder, 1 Anschlussfahne am HAK	351,70 €	180,00 €

Fazit: Die Entscheidung für oder gegen einen Fundamenterder hat für einen Bauherrn unter Kostengesichtspunkten nur eine untergeordnete Bedeutung. Entscheidend sollte die Frage nach der dauerhaften elektrischen Sicherheit sein.





Die Bedeutung des Fundamentierers aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 3: Anerkannte Regel der Technik

In **DIN EN 45020 (2007-03)**: „Normung und damit zusammenhängende Tätigkeiten - Allgemeine Begriffe“ werden die anerkannten Regeln der Technik wie folgt definiert:

**„1.5 Anerkannte Regel der Technik:
Technische Festlegung, die von einer Mehrheit
repräsentativer Fachleute als Wiedergabe des Standes der
Technik angesehen wird.“**

ANMERKUNG:

Ein normatives Dokument zu einem technischen Gegenstand wird zum Zeitpunkt seiner Annahme als der Ausdruck einer anerkannten Regel der Technik anzusehen sein, wenn es in Zusammenarbeit der betroffenen Interessen durch Umfrage- und Konsensverfahren erzielt wurde. [...]





Die Bedeutung des Fundamentierers aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 3: Anerkannte Regel der Technik

DIN 45020

Abschnitt 3.2.1 Für die Öffentlichkeit zugängliche Normen

ANMERKUNG: Dank ...**ihrer öffentlichen Zugänglichkeit** und **ihrer Änderung** oder **Überarbeitung**, soweit dies nötig ist, **um mit dem Stand der Technik Schritt zu halten**, **besteht die Vermutung**, dass internationale, regionale, **nationale oder Provinznormen** (3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.2.1.3 und 3.2.1.4) **anerkannte Regeln der Technik sind.**“

Fazit:

Die in DIN EN 45020 aufgeführten Anforderungen an eine „Allgemein anerkannte Regel der Technik“ werden von der DIN 18014 erfüllt.





Abschnitt 4: Bedeutung der VDE-Anwendungsregel

**BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.)
war in der Vergangenheit verantwortlich für :**

- **Technische Anschlussbedingungen – TAB Mittelspannung 2008**
- **Technische Anschlussbedingungen – TAB Niederspannung 2007**

**Die TAB legen insbesondere die Handlungspflichten des
Netzbetreibers, des Errichters, Planers sowie des Kunden fest.**

Der BDEW hat im Juni 2008 das Arbeitsgebiet Netztechnik /
Netzbetrieb, das vormals im Verband der Netzbetreiber - VDN e.V.
bearbeitet wurde, auf den VDE übertragen. Damit erfolgt die
technische Regelsetzung für die Stromnetze künftig im
„Forum Netztechnik / Netzbetrieb“ (FNN) beim VDE.

**Die „TAB Mittelspannung und Niederspannung“ werden in eine
Technische Anwendungsregel überführt.**





Abschnitt 4: Bedeutung der VDE-Anwendungsregel

**Erarbeitung von VDE-Anwendungsregeln im FNN
(VDE-AR-N 100)**

Die Erstellung einer Anwendungsregel verläuft nach einem genau definierten Verfahren.

Durch die VDE 0022 und VDE-AR-N 100 sind Anforderungen an dieses Verfahren festgelegt. Die VDE-AR-N 100 beschreibt die Grundsätze und Abläufe für die Erarbeitung von praxisorientierten Anwendungsregeln durch den VDE|FNN.

- **Jeder kann** die Erarbeitung einer Anwendungsregel **beantragen**.
- Bei positiver Prüfung durch den zuständigen Lenkungsreis wird die Erarbeitung einer VDE-Anwendungsregel beschlossen und dieses Vorhaben veröffentlicht.
- **Bei der Erarbeitung einer Anwendungsregel sind alle betroffenen Fachkreise beteiligt.**
- Entwürfe werden **veröffentlicht** und **alle Änderungsvorschläge behandelt**, bevor sie in Kraft treten.
- **Anwendungsregeln werden regelmäßig überprüft und bei Bedarf aktualisiert.**





Abschnitt 4: Bedeutung der VDE-Anwendungsregel

**Die VDE-Anwendungsregel ist im Zusammenhang zu mit dem
Energiewirtschaftsgesetz Teil 3 - Regulierung des Netzbetriebs
(§§ 11 - 35), Abschnitt 2 - Netzanschluss (§§ 17 - 19a) zu
betrachten**

§ 19 Technische Vorschriften

- (1) Betreiber von Elektrizitätsversorgungsnetzen sind
verpflichtet .. für den Netzanschluss von Erzeugungsanlagen,
Anlagen zur Speicherung elektrischer Energie,
Elektrizitätsverteilernetzen, Anlagen direkt angeschlossener
Kunden, Verbindungsleitungen und Direktleitungen **technische
Mindestanforderungen an deren Auslegung und deren
Betrieb festzulegen und im Internet zu veröffentlichen.****
- (4) Die Betreiber von Elektrizitätsversorgungsnetzen erstellen
gemeinsam allgemeine technische Mindestanforderungen.
Der Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik
e. V. wird als beauftragte Stelle bestimmt, um die allgemeinen
technischen Mindestanforderungen zu verabschieden.**





Abschnitt 4: Bedeutung der VDE-Anwendungsregel

(5) Die Mindestanforderungen .. sind der Regulierungsbehörde und dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie vor deren Verabschiedung mitzuteilen.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie unterrichtet die Europäische Kommission.

Die Verabschiedung der Mindestanforderungen darf nicht vor Ablauf der jeweils maßgeblichen Fristen ..erfolgen.

- Technische Anschlussbedingungen – TAB Mittelspannung 2008, Mai 2008
- Technische Anschlussregel Mittelspannung (VDE-AR-N 4110) - November 2018 (ist gültig)
- Technische Anschlussbedingungen – TAB Niederspannung 2007, Juli 2007, Ausgabe 2011
- Technische Anschlussregeln Niederspannung (VDE-AR-N 4100) 15.10.2018 (ist noch in der Prüfung)





Abschnitt 4: Bedeutung der VDE-Anwendungsregel

VDE-AR-N 4110 – Mittelspannung

Die **VDE-Anwendungsregel 4110** fasst die wesentlichen Gesichtspunkte zusammen, die beim Anschluss und beim Betrieb von Kundenanlagen am **Mittelspannungsnetz** des Netzbetreibers zu beachten sind.

Die für die elektrische Bemessung der Erdungsanlage zugrunde zu legenden Erdfehlerströme sind beim Netzbetreiber zu erfragen.

Angaben zur Erdungsanlage findet man im Abschnitt 6.2.4, hier wird u.a. auf die DIN EN 50522 (VDE 0101-2) verwiesen.

Hinweise für eine vereinfachte Dimensionierung von Erdungsanlagen unter Berücksichtigung der DIN VDE 101-2 stehen in

- Niemand / Schröder: Erdungsanlagen, 2. Auflage, VDE-Verlag 2016
- Dehn Blitzplaner, 4. Auflage 2018, Abschnitt 5.9





Abschnitt 4: Bedeutung der VDE-Anwendungsregel

VDE-AR-N 4100 – Niederspannung

Die **VDE-AR 4100 ist die Basis** für die Technischen Anschlussbedingungen (TAB) Niederspannung der Netzbetreiber. Der Netzbetreiber ergänzt die Technischen Anschlussbedingungen um seine netzspezifischen Anforderungen und veröffentlicht diese dann als TAB Niederspannung auf seiner Internetseite.

Die TAB des Netzbetreibers gelten **zusammen mit § 19 EnWG** als „**Technische Vorschriften**“ und sind somit **Bestandteil von Netzanschlussverträgen und Anschlussnutzungsverträgen.**





**VDE –AR-N 4100, Abschnitt 11. Auswahl von
Schutzmaßnahmen**

**In neu zu errichtenden Gebäuden ist unabhängig vom
Netzsystem ein Fundamenterder nach DIN 18014 zu errichten.**

Dieser dient den Zwecken

- des **Blitzschutzes**;
- der **Schutzerdung von Antennenanlagen**;
- der **Schutz- und Funktionserdung** von Erzeugungsanlagen und Speichern;
- der **Funktionserdung** von Breitbandkabelnetzen und Telekommunikationsnetzen.

Achtung:

Der PEN-Leiter bzw. Neutralleiter (N) des Niederspannungsnetzes darf nicht als Erdungsleiter für diese Schutz- und Funktionszwecke verwendet werden.





**VDE –AR-N 4100, Abschnitt 11. Auswahl von
Schutzmaßnahmen**

Darüber hinaus **dient ein Fundamenterder nach DIN 18014** der

- **Erhöhung der Wirksamkeit** des Hauptpotentialausgleiches nach DIN VDE 0100-410;
- Schutzerdung in TT-Systemen;
- Potentialausgleichssteuerung in Gebäuden;
- Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV);
- Einhaltung der **Spannungswaage** zur Sicherstellung der **niederohmigen Erdung des Neutralleiters (oder des PEN)** als Voraussetzung für den Verzicht des Schaltens eines Neutralleiters in Deutschland



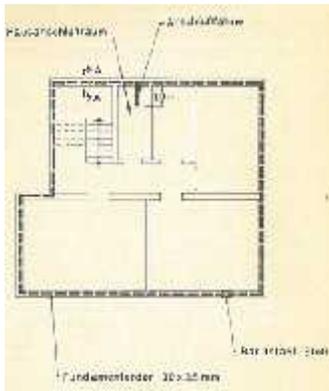
Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 5: Was steht in der DIN 18014?

Richtlinien
Für das
**Einbetten von Fundamenterdern
in Gebäudefundamente**

Herausgegeben von der
Vereinigung Deutscher Elektrotechniker e.V. – VDEW

1966
Verlag und Buchvertriebsstelle: Elektrotechnik-Verlag
VDEW - Frankfurter Allee 111, D-10245 Berlin 13



1. Allgemeines

Durch die technische Entwicklung sind in Neubauten nicht nur die Wasser-, Gas- und Starkstrominstallationen umfangreicher geworden, sondern zu ihnen sind in wechsamem Maße Zentralheizungs-, Antennen-, Fernsprech- und Rufanlagen getreten. Diese Vielzahl von Leitungs- und Rohranlagen bildet in den Gebäuden ein verzweigtes Netz metallisch leitender Systeme, die ineinandergreifen, teils voneinander getrennt, teils unmittelbar oder mittelbar miteinander verbunden sind. Hinzu kommt die ständig steigende Zahl elektrischer Verbrauchegeräte in Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft. Deshalb können Fehler oder Mängel in einem Leitungssystem ungünstige Rückwirkungen auf ein anderes System haben. Dies gilt insbesondere hinsichtlich der Möglichkeit des Verschleppens elektrischer Spannungen.

Um bei Auftreten solcher Mängel einen erhöhten Schutz insbesondere gegen Berührungsspannungen zu erzielen, wird in das Gebäudefundament ein Erder (Fundamenterder) eingelegt, an den alle vorerwähnten metallisch leitenden Systeme angeschlossen werden, so daß ein Potentialausgleich erzielt wird.

Die dauernde Wirksamkeit des Fundamenterders ist dadurch gegeben, daß er eine gestärkere Umhüllung durch dichten Beton erhält.

Alle einschlägigen Bestimmungen über Erdungsanlagen jeglicher Art bleiben von diesen Richtlinien unberührt.

Die Argumente für den Fundamenterder aus 1966 sind auch heute noch gültig:

- **Bedeutung für den Schutzpotentialausgleich wegen der 1966 (!!)** zunehmenden Zahl elektrischer Verbrauchsgerte in Haushalt
- **Dauernde Wirksamkeit**

VDB-Forum
8. – 9.3.2019
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)
© Autor

Folie Nr. 21





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 5: Was steht in der DIN 18014?

Vorwort

Eine Erdungsanlage für ein Gebäude dient der Umsetzung von Maßnahmen

- zum Schutz gegen den elektrischen Schlag,
- zur Unterstützung der Wirkung des Schutzpotentialausgleichs,
- zur Unterstützung der Wirkung eines Funktionspotentialausgleichs,
- zur Potentialsteuerung für das Gebäude,
- zur Erdung des Blitzschutzsystems.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Planung und Ausführung von Fundamenterdern.

Die Forderung nach einem Fundamenterder nach DIN 18014 ist in

- **DIN VDE 0100-410 (seit 10.2018),**
- **DIN VDE 0100-540, DIN 18015-1** und in den
- **Technischen Anschlussbedingungen (TAB) der Netzbetreiber** enthalten.

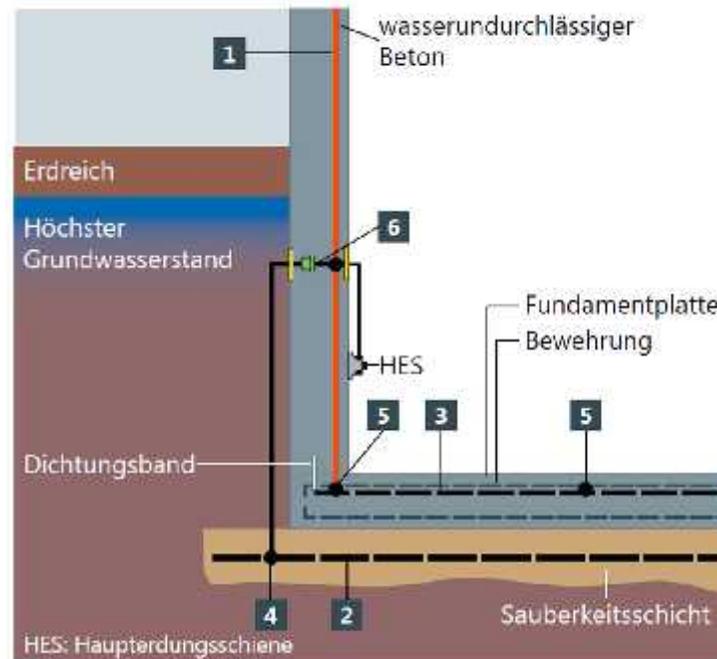




Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 5: Was steht in der DIN 18014?

Eine wesentliche Änderung in der aktuellen der DIN 18014 ist die Aussage: **Wird ein Ringerder außerhalb der Gebäudefundamente errichtet, ist ein zusätzlicher Funktionspotentialausgleichsleiter zur Potentialsteuerung innerhalb der Gebäudefundamente notwendig.**



1 Anschlussfahne Blitzschutz
z. B. NIRO (V4A)

2 Ringerder korrosionsfest
z. B. NIRO (V4A),
Maschenweite $\leq 10 \times 10 \text{ m}$

**3 Funktions-
Potentialausgleichsleiter**
Maschenweite $\leq 20 \times 20 \text{ m}$

4 Kreuzstück

5 Verbindungsklemme
Verbindung
alle 2 m

6 Wanddurchführung
druckwasserdicht





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 5: Was steht in der DIN 18014?

Fundamenterder/Ringerder nach dieser Norm dienen u. a. für folgende Maßnahmen:

- als **Anlagenerder** zur Verbindung mit dem **Schutzpotentialausgleich** über die Haupterdungsschiene nach DIN VDE 0100-540 (VDE-0100-540);
- zum **Funktionspotentialausgleich** und zur **Funktionserdung**;
- zur **Potentialsteuerung** in Gebäuden nach DIN VDE 0100-444 (VDE 0100-444) und DIN EN 50310 (VDE 0800-2-310);
- **Erdung von Blitzschutzsystemen und Überspannungsschutzeinrichtungen.**

Die Anforderungen an die Ausführung der Ringerder können auch für die nachträgliche Installation bei bestehenden Gebäuden angewendet werden.

4 Anforderungen an den Fundamenterder, 4.1 Allgemeines
Der Fundamenterder ist Bestandteil der elektrischen Anlage gemäß der Niederspannungsanschlussverordnung (NAV).





4.3 Funktionspotentialausgleich

4.3.1 EMV-Anforderungen

Der Fundamenterder in Verbindung mit dem zusätzlichen Funktionspotentialausgleichsleiter **bildet die Grundlage des Funktionspotentialausgleichs entsprechend EMV-Anforderungen.**

4.3.2 Blitzschutzsysteme

Bei Gebäuden, für die ein Blitzschutzsystem vorgesehen ist, sind zusätzliche Maßnahmen entsprechend der Normenreihe DIN EN 62305 (VDE 0185-305) anzuwenden.

Fazit:

Wenn ein Fundamenterder erstellt werden soll, dann beschreibt diese Norm wie dies zu realisieren ist und welche Schutzziele zu beachten sind





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 6: Hinweise zur DIN VDE 0100

DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411.4.1

In TN-Systemen hängt die Erdung der elektrischen Anlage von der zuverlässigen und wirksamen Verbindung des PEN-Leiters oder Schutzleiters mit der Erde ab.

Wo die Erdung durch ein öffentliches oder anderes Versorgungssystem vorgesehen wird, sind die

notwendigen Bedingungen außerhalb der elektrischen Anlage in der Verantwortlichkeit des Verteilungsbetreibers.





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 6: Hinweise zur DIN VDE 0100

DIN VDE 0100-540 (2012-06) – Teil 1

542.1 Allgemeine Anforderungen

542.1.1 Erdungsanlagen dürfen für **Schutz- und für Funktionszwecke**, entsprechend den Anforderungen der elektrischen Anlage, gemeinsam oder getrennt verwendet werden.

Die Anforderungen für Schutzzwecke müssen immer Vorrang haben.

In Deutschland muss in allen neuen Gebäuden ein Fundamenterder nach der nationalen Norm DIN 18014 errichtet werden.





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 6: Hinweise zur DIN VDE 0100

DIN VDE 0100-540 (2012-06) – Teil 2

542.1.3 Wenn eine elektrische Anlage mit Hochspannung versorgt wird, **müssen die Anforderungen betreffend der Erdungsanlage für die Hochspannungs- und die Niederspannungsseite entsprechend DIN VDE 0100-442 (Juni 2013) erfüllt werden.**

Hinweis:

Der Inhalt der DIN VDE 0100-442 befasst sich mit: „Schutz von Niederspannungsanlagen bei vorübergehenden Überspannungen infolge von Erdschlüssen im Hochspannungsnetz und bei Fehlern im Niederspannungsnetz“.





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 6: Hinweise zur DIN VDE 0100

DIN VDE 0100-540 (2012-06) – Teil 3

542.1.4 Die **Anforderungen an Erdungsanlagen** dienen dazu, eine Verbindung zur Erde herzustellen, die:

- für die **Schutzanforderungen** der elektrischen Anlage **geeignet und zuverlässig** ist;
- **Erdfehlerströme und Schutzleiterströme zur Erde führen** kann, ohne dass eine Gefahr durch thermische, thermomechanische oder elektromechanische Beanspruchungen und durch elektrischen Schlag, hervorgerufen durch diese Ströme, entsteht;
- wenn erforderlich, auch für **Funktionsanforderungen** geeignet ist;
- für die vorhersehbaren **äußeren Einflüsse geeignet** ist (siehe DIN VDE 0100-510 (VDE 0100-510)), z. B. mechanische Beanspruchung und Korrosion.

542.1.5 Besonders betrachtet werden müssen **Erdungsanlagen, in denen Ströme mit hohen Frequenzen erwartet werden** (siehe **DIN VDE 0100-444 :2010-10**, Bild R12 und R14).

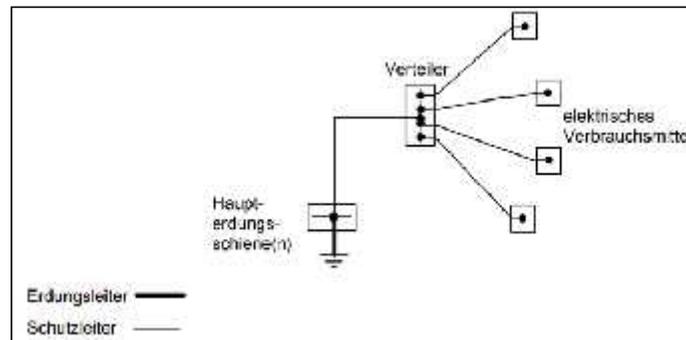




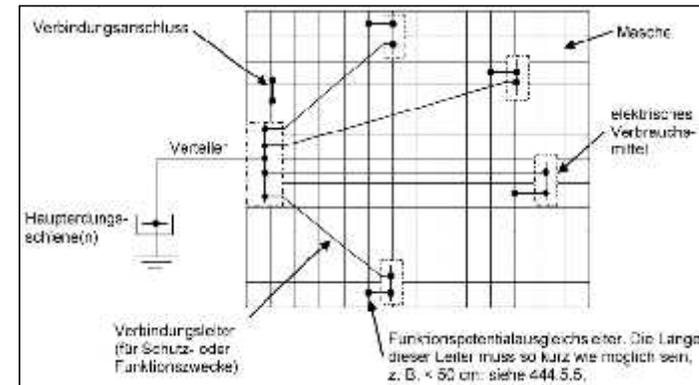
Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 6: Hinweise zur DIN VDE 0100

DIN VDE 0100-444 (2010-10)



In Wohnungen, in denen normalerweise eine begrenzte Zahl von elektronischen Betriebsmitteln verwendet wird, kann die Verwendung einer sternförmig errichteten Potentialausgleichsanlage ausreichend sein (siehe Bild 44.R12).



Für gewerbliche, industrielle und ähnliche Gebäude, in denen sich eine Vielzahl elektronischer Anwendungen im Einsatz befindet, ist ein gemeinsam vermaschtes Potentialausgleichssystem von Vorteil, um die EMV-Anforderungen der verschiedenen Bauarten von Betriebsmitteln zu erfüllen (siehe Bild 44.R14).



DIN VDE 0100-410 – Teil 1

410.1 Anwendungsbereich DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) enthält wesentliche Anforderungen für den **Schutz gegen elektrischen Schlag**, einschließlich **Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)** und **Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)** von Personen und Nutztieren.

410.3.2 Eine Schutzmaßnahme muss bestehen aus:

- einer geeigneten Kombination von **zwei unabhängigen Schutzvorkehrungen**, nämlich einer **Basisschutzvorkehrung** und einer **Fehlerschutzvorkehrung**





DIN VDE 0100-410 – Teil 2

410.3.3

...

Die folgenden Schutzmaßnahmen sind allgemein erlaubt:

- **Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung (Abschnitt 411);**
- Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung (Abschnitt 412);
- Schutz durch Schutztrennung für die Versorgung eines Verbrauchsmittels (Abschnitt 413);
- Schutz durch Kleinspannung mittels SELV oder PELV (Abschnitt 414).

ANMERKUNG Die **am häufigsten** angewendete Schutzmaßnahme in elektrischen Anlagen ist der **Schutz durch automatische Abschaltung** der Stromversorgung.





DIN VDE 0100-410 – Teil 3

411.5 TT-Systeme

411.5.3 Wenn eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) für den Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren) verwendet wird, müssen die folgenden Bedingungen erfüllt sein:

- die Abschaltzeit, wie in 411.3.2.2 oder 411.3.2.3 verlangt, und

$$R_E = 50 \text{ V} / I_N$$

Dabei ist R_E die Summe der Widerstände in Ω des Erders und des Schutzleiters der Körper;

I_N ist der Bemessungsdifferenzstrom in A der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD).

$$R_E = 1667 \text{ } \Omega \text{ bei } 30 \text{ mA}$$

$$R_E = \rho_E / l$$

$$l = 500 \text{ } \Omega\text{m} / 1667 \text{ } \Omega = 0,30 \text{ m}$$

$$l = 100 \text{ } \Omega\text{m} / 1667 \text{ } \Omega = 0,06 \text{ m}$$





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 6: Hinweise zur DIN VDE 0100

Beispiel für ein Wohnhaus

Kreuzerder, 2,0 m, verz.
Spezifischer Bodenwiderstand: 500 Ωm

Berechnung Kreuzerder:

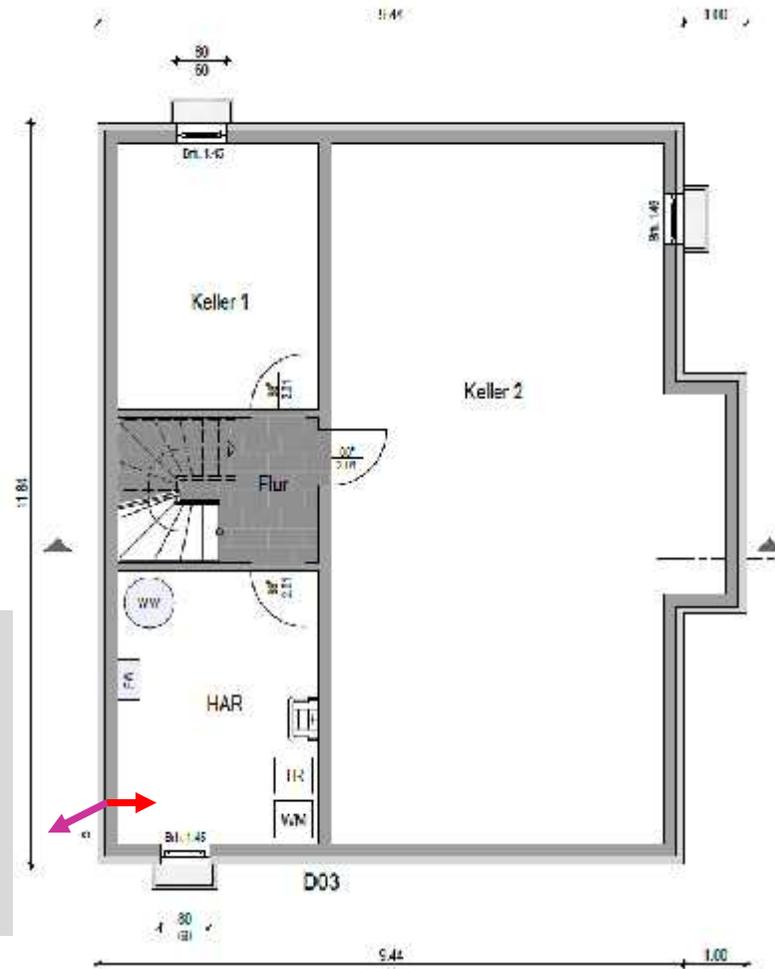
$$= \frac{L}{\pi \times d} \times \rho_s = 146,8 \text{ Ohm}$$

$$L = 2,0 \text{ m}$$

$$d = 0,2 \text{ m}$$

Ergebnis:

In beiden Fällen wird der erforderliche Erdungswiderstand für eine 30 mA Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) im TT-System deutlich unterschritten.

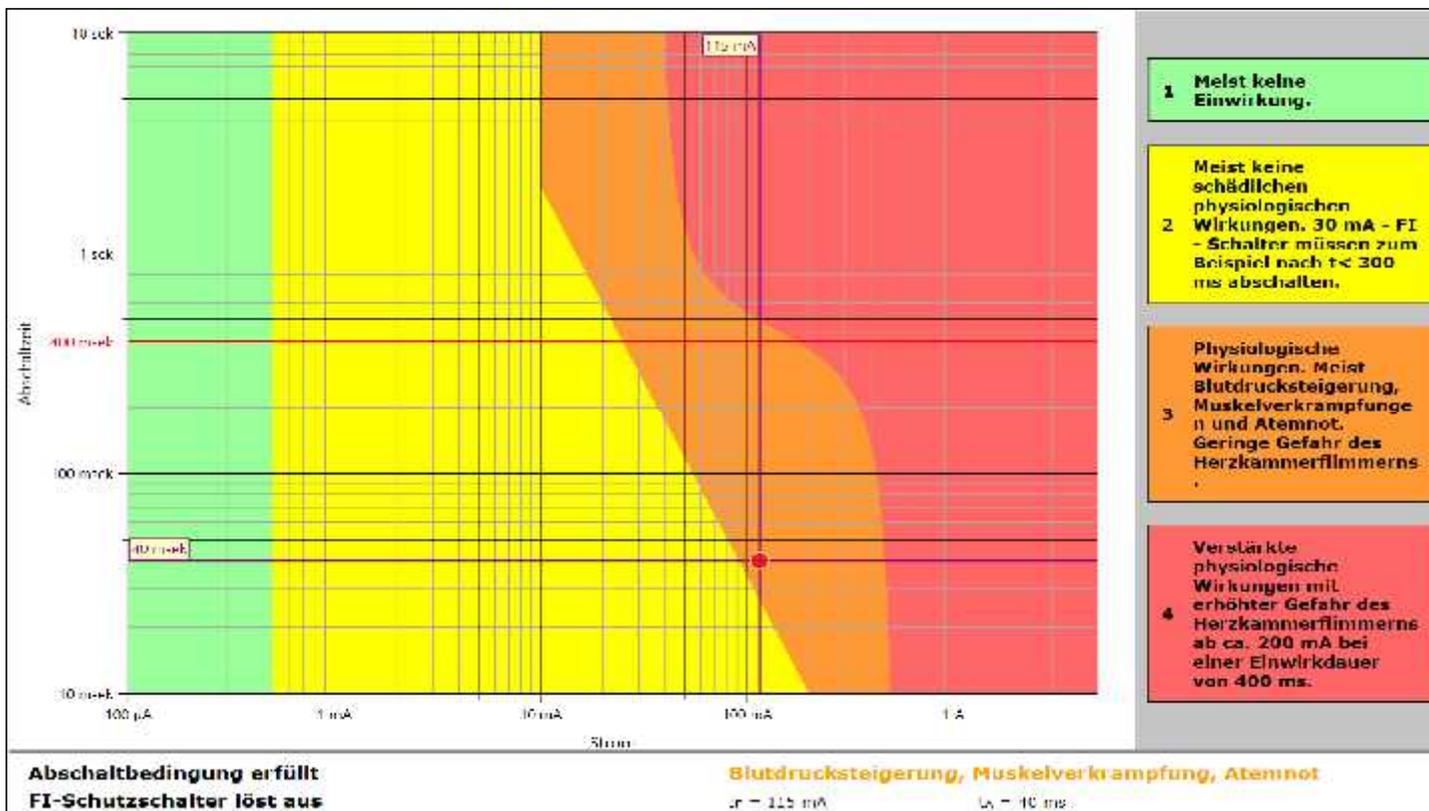




Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 7: Simulation von Fehlerfällen

An Hand der nachfolgenden Simulationen werden verschiedene
Fehlersituationen und ihre Auswirkungen näher betrachtet.



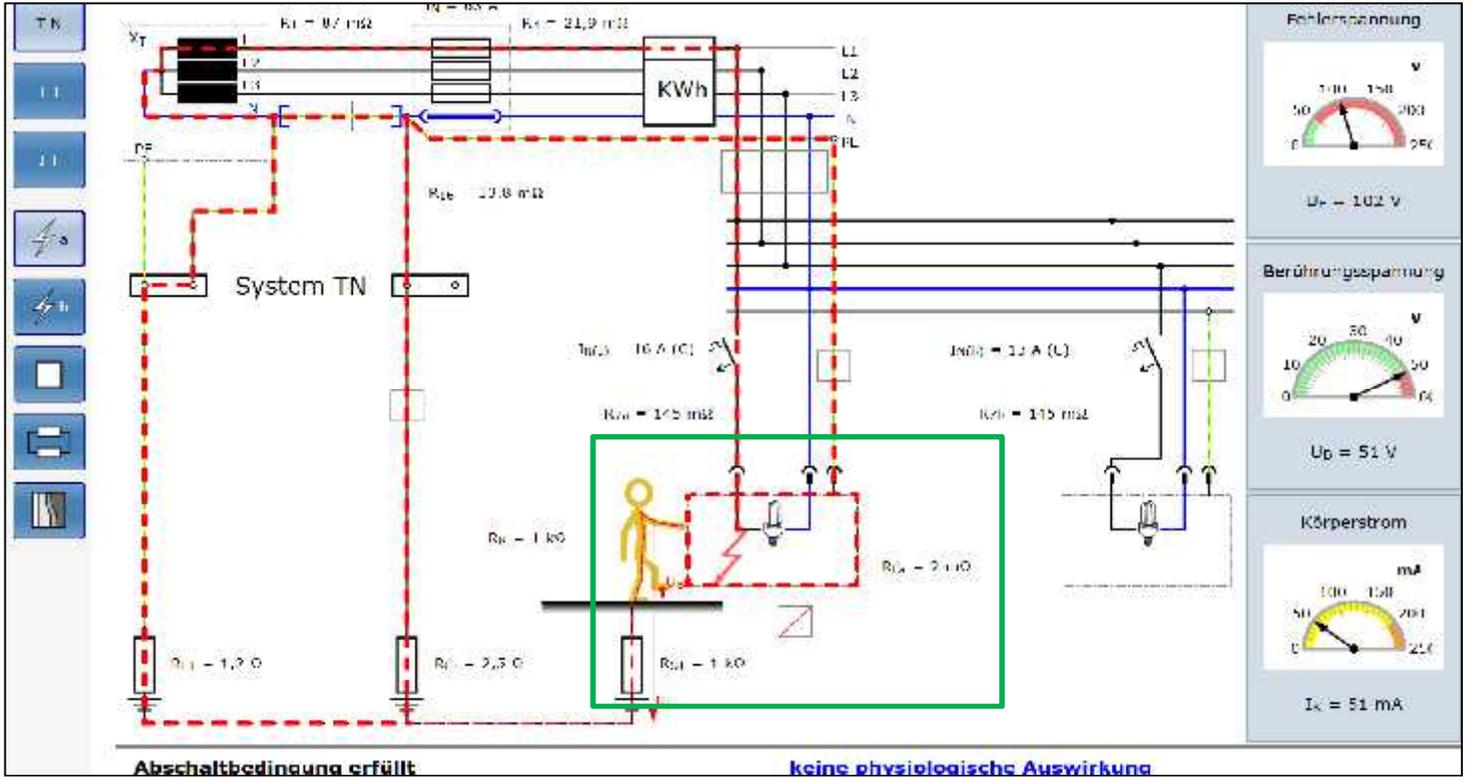
Quelle: epINSTROM365





Abschnitt 7: Simulation von Fehlerfällen

Situation 1a: Fehler ohne FI



Quelle: epINSTROM365

VDB-Forum
8. – 9.3.2019
Köln
Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)
© Autor

Folie Nr. 37

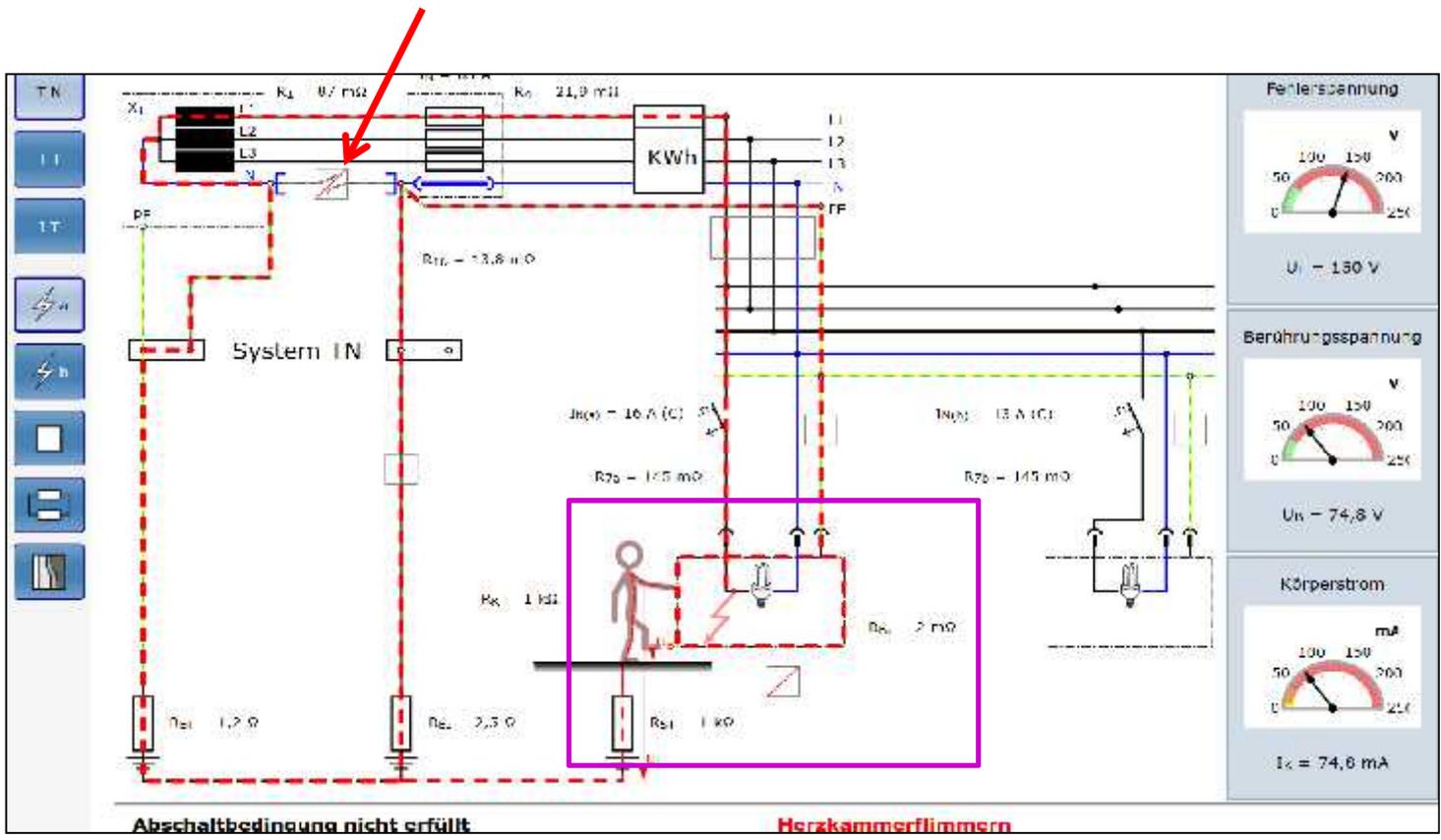




Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 7: Simulation von Fehlerfällen

Situation 2a: Fehler ohne FI, PEN-Leiter unterbrochen



Quelle: epINSTROM365

VDB-Forum
8. – 9.3.2019
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)
© Autor

Folie Nr. 39

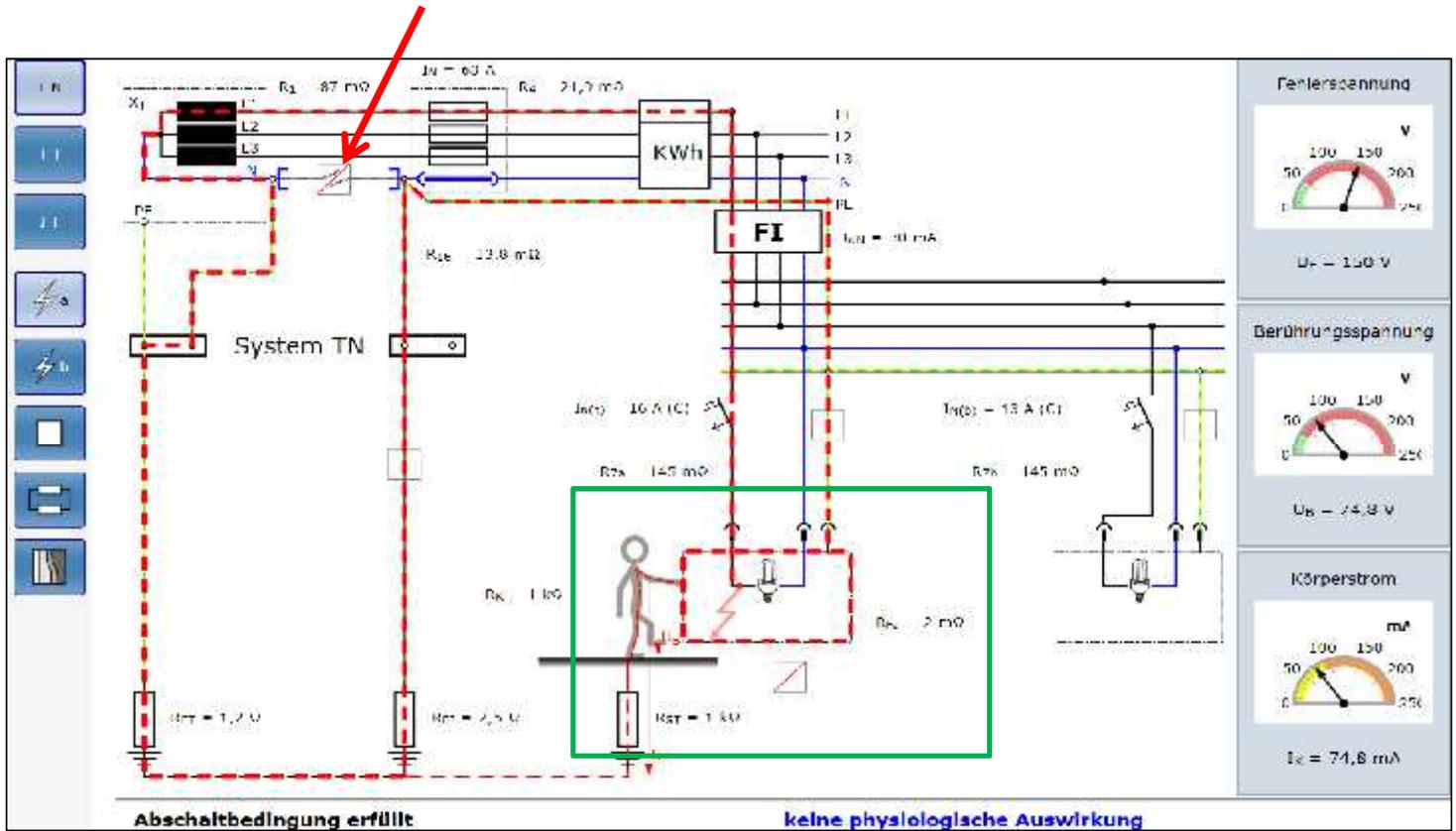




Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 7: Simulation von Fehlerfällen

Situation 2b: Fehler mit FI, PEN-Leiter unterbrochen



Quelle: epINSTROM365

VDB-Forum
8. – 9.3.2019
Köln
Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)
© Autor

Folie Nr. 40





FI-Schalter regelmäßig testen!

Der Fehlerstromschutzschalter (FI-Schalter) schützt vor gefährlichen Stromschlägen. Damit der Mechanismus im Notfall funktioniert, muss er regelmäßig "gewartet" werden.

Wenn ein FI-Schalter nur selten oder gar nie auslöst, verkleben eventuell dessen Schaltkontakte. Dies hätte zur Folge, dass er den Stromkreis im Störfall oder Gefahrenfall nicht unterbrechen könnte. Aus diesem Grund ist es wichtig, mindestens alle drei bis sechs Monate einen Funktionstest durchzuführen.

Manche Hersteller oder Fachverbände empfehlen zum Teil sogar eine monatliche Prüfung. Aber selbst, wenn man nur zwei feste Termine im Jahr einplant, hat man schon viel an Sicherheit hinzugewonnen.

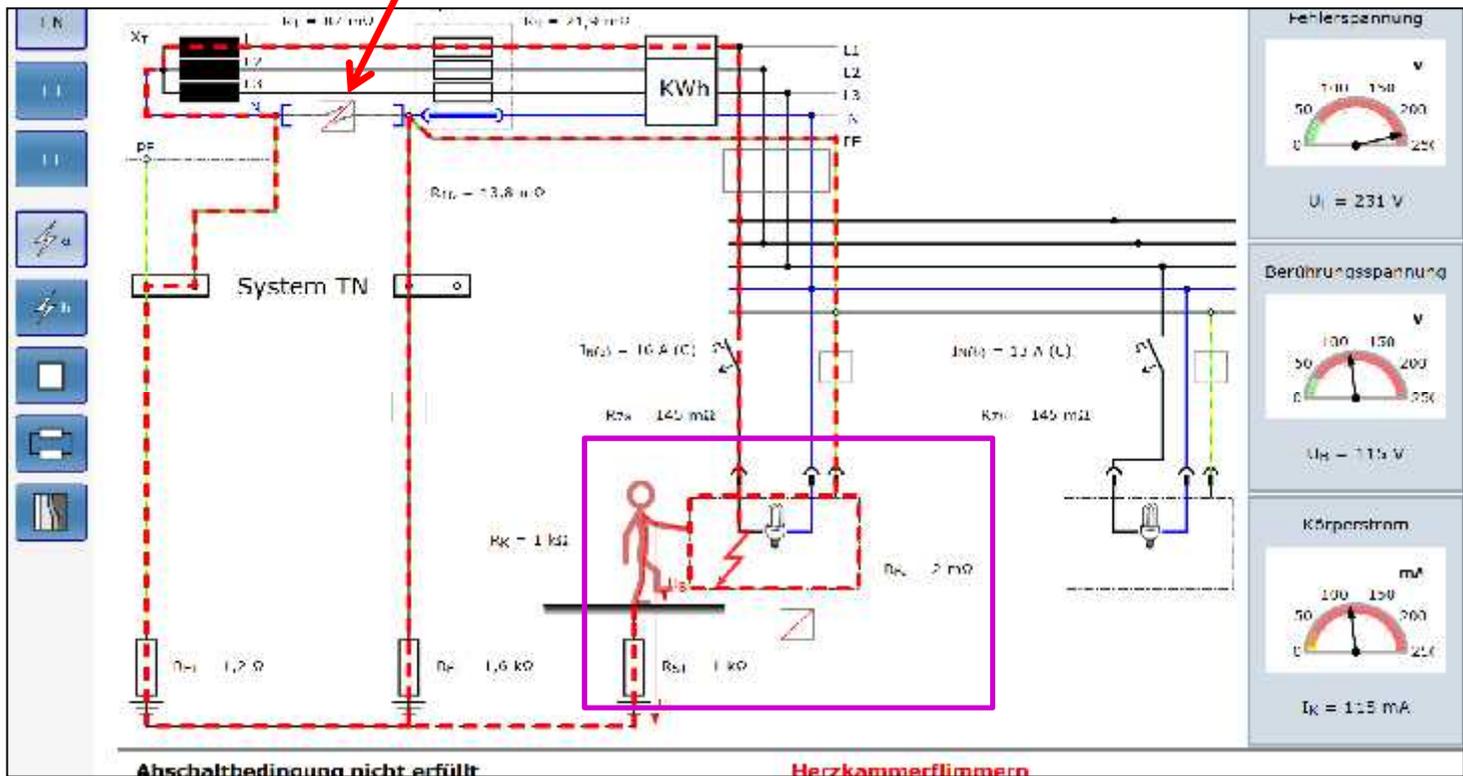




Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 7: Simulation von Fehlerfällen

Situation 3a: Fehler **ohne FI**, **PEN-Leiter unterbrochen**,
 $R_{E1} = 1,6 \text{ k}\Omega$



Abschalthebedingung nicht erfüllt

Herzkammerflimmern

Quelle: epINSTROM365

VDB-Forum
8. – 9.3.2019
Köln
Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)
© Autor

Folie Nr. 42

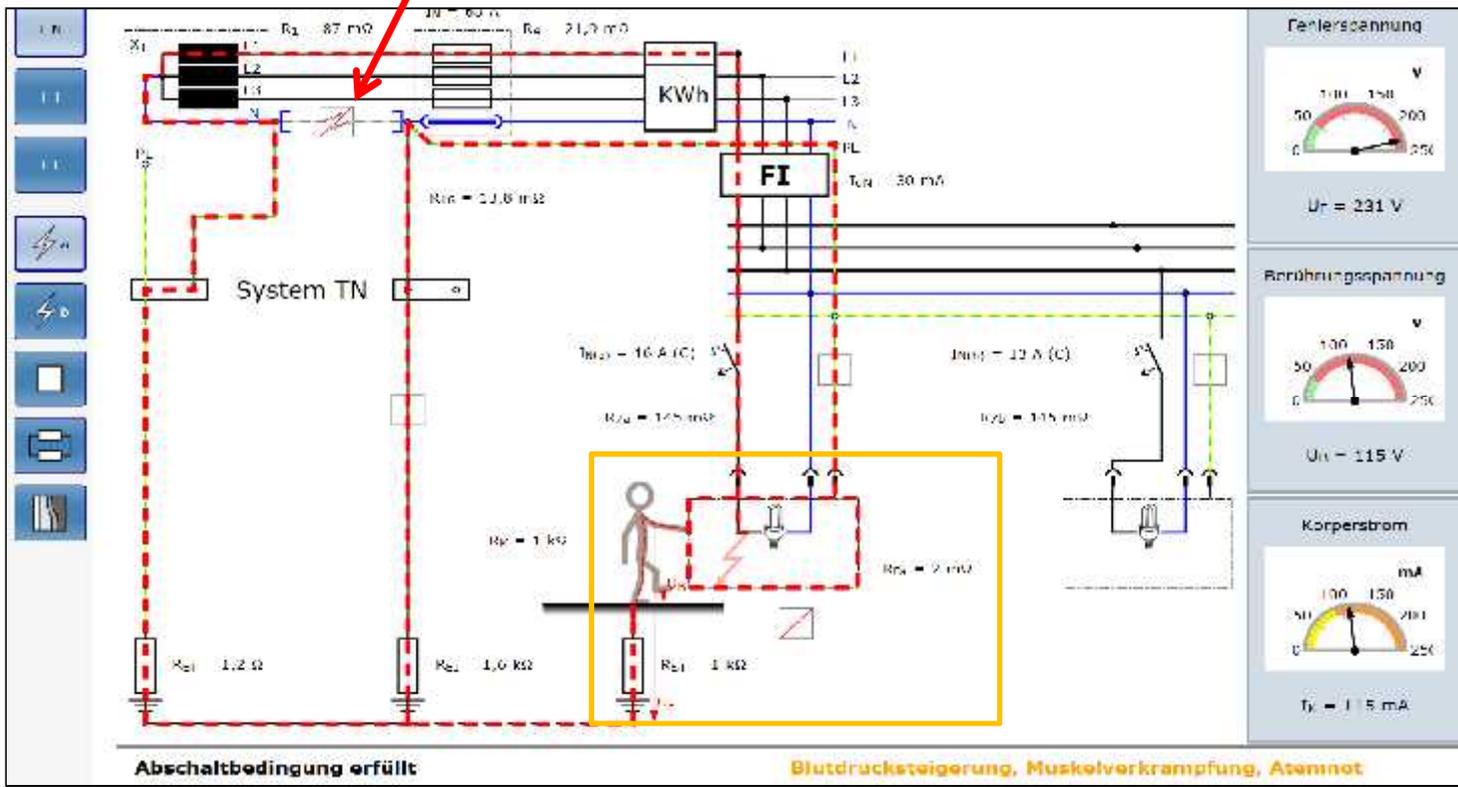




Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 7: Simulation von Fehlerfällen

Situation 3b: Fehler mit FI, **PEN-Leiter unterbrochen**,
 $R_{E1} = 1,6 \text{ k}\Omega$



Fehlertenspannung

0 50 100 150 200 250 V

$U_F = 231 \text{ V}$

Berührungsspannung

0 50 100 150 200 250 V

$U_{ix} = 115 \text{ V}$

Körperstrom

0 50 100 150 200 250 mA

$I_{FD} = 115 \text{ mA}$

VDB-Forum
8. – 9.3.2019
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)
© Autor

Folie Nr. 43



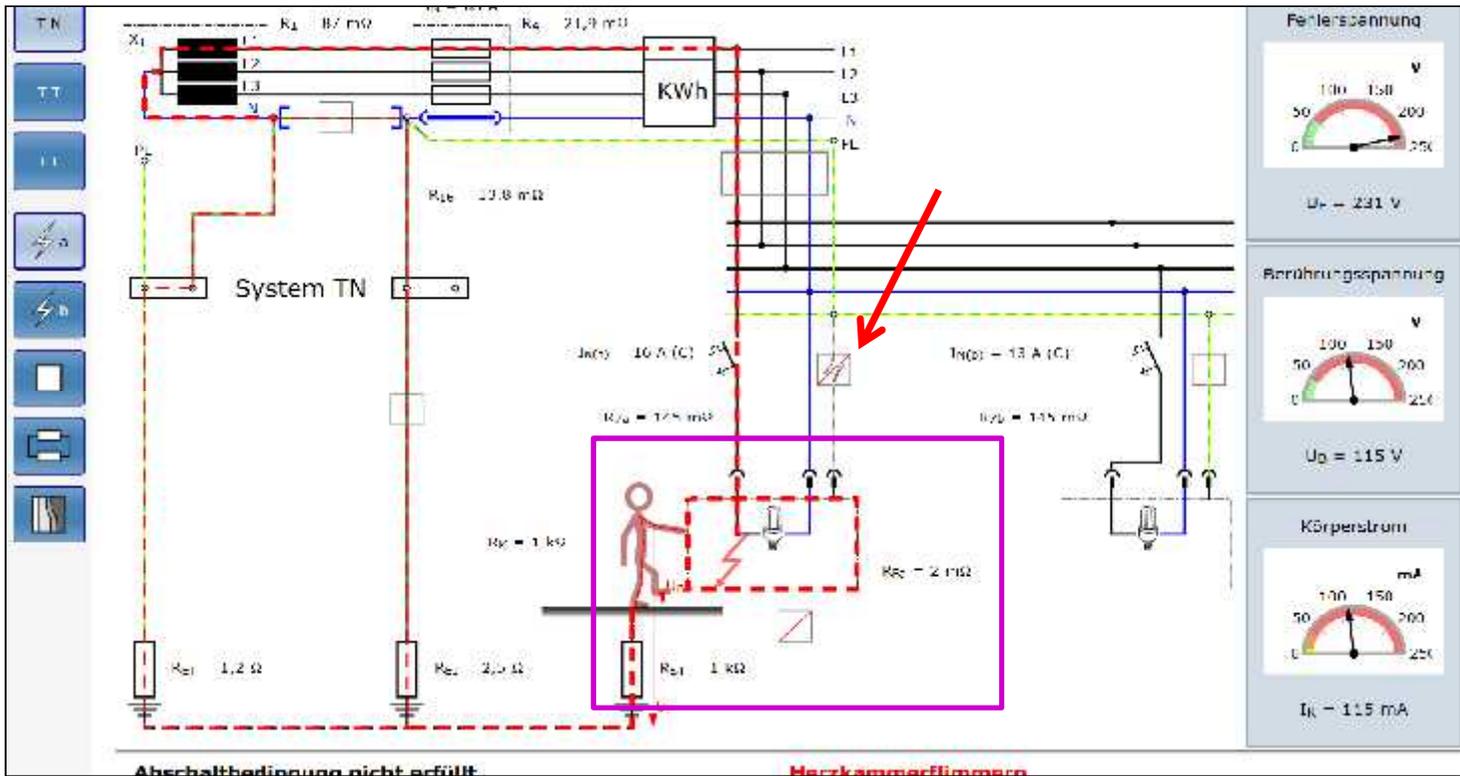
Quelle: epINSTROM365



Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 7: Simulation von Fehlerfällen

Situation 4a: Fehler **ohne FI**, **PE-Leiter unterbrochen**,
 $R_{E1} = 2,5 \Omega$



Abschaltbedingung nicht erfüllt

Merksammerflimmern

Quelle: epINSTROM365

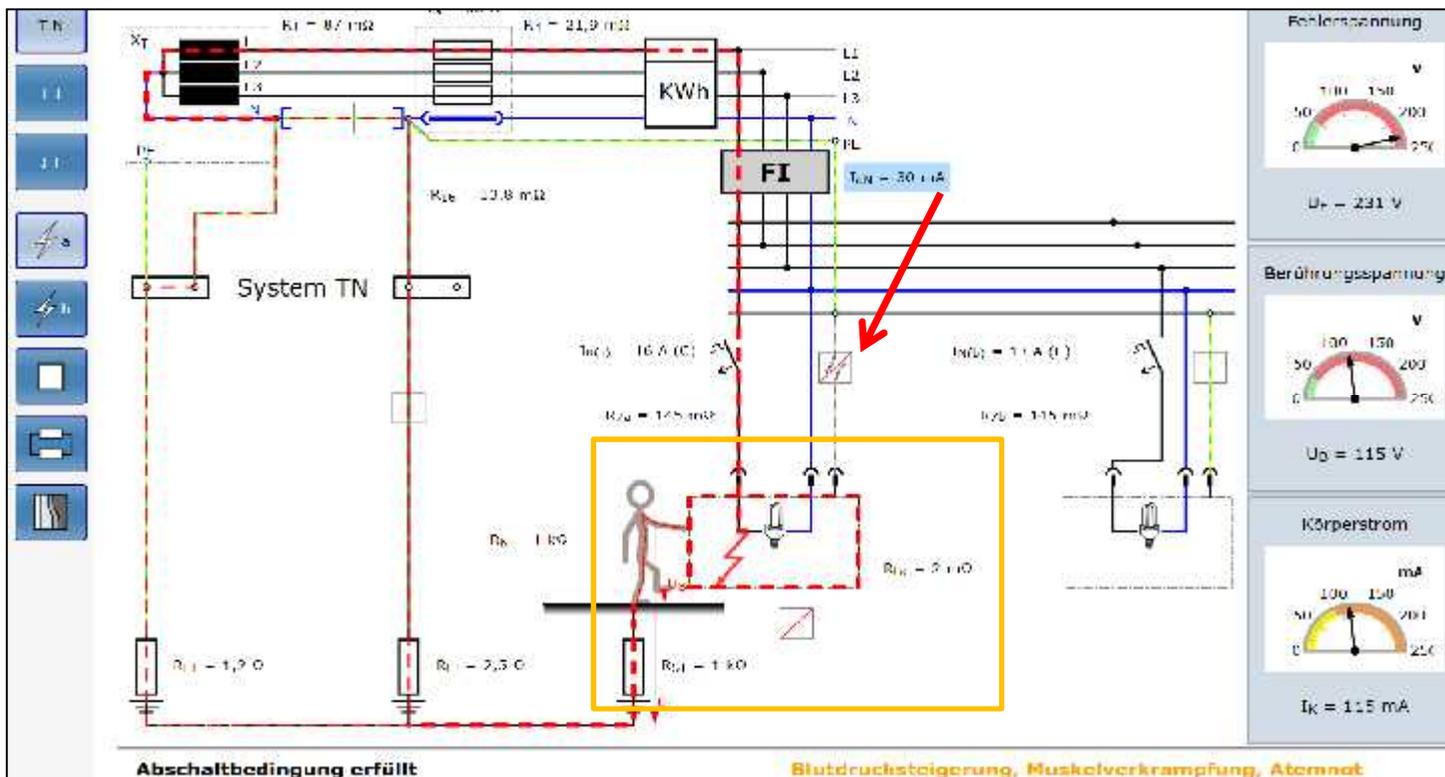




Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 7: Simulation von Fehlerfällen

Situation 4b: Fehler mit FI, PE-Leiter unterbrochen, $R_{E1} = 2,5 \Omega$



Quelle: epINSTROM365





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 8: DIN VDE 0100 - Spannungswaage

DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411.4.1

In Deutschland ist es für den Verteilungsnetzbetreiber verpflichtend, die nachstehende Bedingung einzuhalten:

$$U_0 \leq \frac{U_n}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{R_B + R_E}$$

R_B ist der Erderwiderstand aller parallelen Erder;

R_E ist der kleinste Widerstand von **fremden leitfähigen Teilen**, die sich in Kontakt mit Erde befinden und **nicht mit einem Schutzleiter verbunden sind** und über die ein Fehler zwischen Außenleiter und Erde auftreten kann;

U_0 ist die Nennwechselspannung Außenleiter gegen Erde.

Die Einhaltung der Gleichung soll gewährleisten, dass die Spannung nicht größer als 50 V wird. Man spricht von der „Spannungswaage“ (siehe auch VDE-AR-N 4100, Abschnitt 11.1). Um dies zu erreichen, **muss R_B einen möglichst kleinen Wert annehmen**. Dies kann nur der Netzbetreiber gewährleisten. Durch Parallelschaltung der Erdungsanlagen bei den Verbraucheranlagen wird in Summe R_B so gering, dass man die Anforderungen der Spannungswaage als erfüllt betrachten kann.

(Quelle: Kiefer, Schmolke: VDE 0100 und die Praxis)





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 8: DIN VDE 0100 - Spannungswaage

Im Inneren eines Gebäudes verhindert der Schutzpotentialausgleich eine Gefährdung durch die Einbindung fremder leitfähiger Teile.

Das gilt jedoch nicht für den Außenbereich. Hier darf ein Schluss zwischen Außenleiter und einem leitfähigen Gegenstand, der mit Erde in Verbindung steht, keine gefährliche Spannungsanhebung des Schutzleiters entstehen.

Zur Einhaltung der zulässigen Berührungsspannung nach DIN VDE 0100-410 ist eine Erdungsimpedanz $\leq 2 \Omega$ ausreichend klein *.

× ,

Konsequenz: R_E eines fremden leitfähigen Teils, dass nicht mit dem Schutzleiter verbunden ist, darf einen Widerstandswert von 7,2 Ohm nicht unterschreiten.

(*Quelle: Kiefer, Schmolke: VDE 0100 und die Praxis)





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 9: VDE 0101-2: Globales Erdungssystem

DIN EN 50522 (VDE 0101-2): Globales Erdungssystem – Teil 1

Abschnitt 3.7.19

Globales Erdungssystem ist ein durch die Verbindung von örtlichen Erdungsanlagen hergestelltes Erdungssystem, das sicherstellt, dass durch den geringen gegenseitigen Abstand dieser Erdungsanlagen **keine gefährliche Berührungsspannungen auftreten**.

Anmerkung 1: Solche Systeme bewirken eine Verteilung der Erdfehlerströme in der Weise, **dass die Erdungsspannung der örtlichen Erdungsanlage reduziert wird**. Solch ein System bildet eine Quasiäquipotentialfläche.

Anmerkungen 2:

Typisch für globale Erdungssysteme sind Stadtzentren, städtische oder industrielle Bereiche mit verteilten Nieder- und Hochspannungserdungen.





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 9: VDE 0101-2: Globales Erdungssystem

DIN EN 50522 (VDE 0101-2): Globales Erdungssystem – Teil 2

Anhang O (informativ) Globales Erdungssystem

Im Allgemeinen gilt:

- ein niedriger Gesamtwiderstand ist **nützlich**, **aber keine Sicherheit**. Daher legt die Norm keine Mindestanforderung für den Widerstand fest. Außerdem, sogar in Anlagen mit hohem Erdboden- und Gesamtwiderstand, können durch Zusatzwiderstände und angemessene Potentialsteuerung die Sicherheitsanforderungen erfüllt werden;
- ein niedriger Fehlerstrom ist **nützlich**, **da die gesamte Erdungsspannung begrenzt wird**;
- ein geeigneter Reduktionsfaktor des Kabelschirms oder ein Erdleiter-Reduktionsfaktor verteilt den Fehlerstrom so, dass die gesamte Erdungsspannung begrenzt wird;
- eine kurze Fehlerdauer **erhöht die zulässige Berührungsspannung...**





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 9: VDE 0101-2: Globales Erdungssystem

DIN EN 50522 (VDE 0101-2): Globales Erdungssystem – Teil 3

Anhang O (informativ) Globales Erdungssystem

Es sind unterschiedliche Maßnahmen verfügbar, um die Sicherheitsanforderungen zu erfüllen.

Um für ein konkretes Gebiet die Maßnahmen festzulegen, müssen die örtlichen Bedingungen berücksichtigt werden.

Der Nachweis kann mittels Messungen oder Berechnungen erfolgen.





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 9: VDE 0101-2: Globales Erdungssystem

DIN EN 50522 (VDE 0101-2): Globales Erdungssystem – Teil 4

Anhang O (informativ) Globales Erdungssystem (4)

Typische Fälle, in denen ein globales Erdungssystem vorhanden ist,
können u.a. sein:

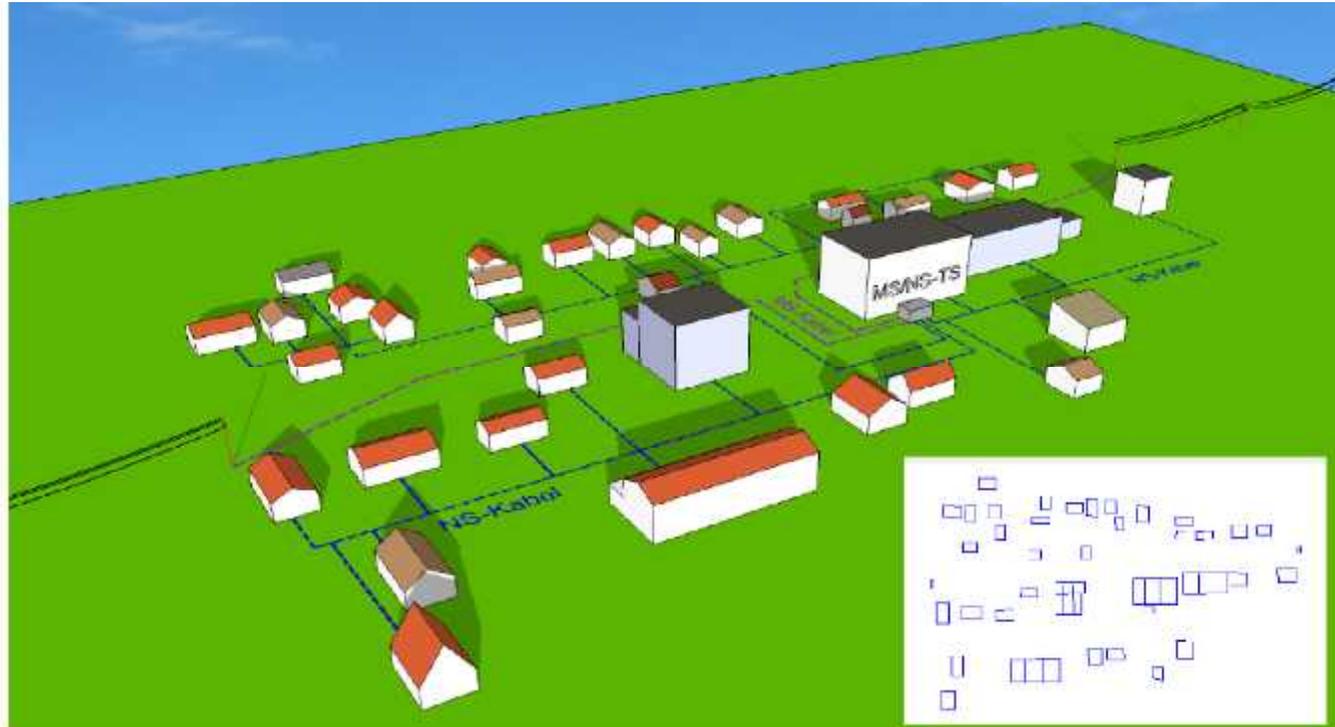
- Anlage, umgeben von Gebäuden mit Fundamenterdern und verbundenen Erdungsanlagen, z. B. durch Kabelschirme oder Niederspannungsschutzleiter;
- Anlage versorgt Stadtzentren oder dicht bebaute Gebiete;
- Anlage versorgt Vorstadtgebiete mit vielen verteilten Erdern, die durch die Niederspannungs-Schutzleiter verbunden sind;
- Anlage mit einer bestimmten Anzahl von nahegelegenen Anlagen;
- Anlage angeschlossen über mehrere Kabel mit Erderwirkung;
- Versorgung ausgedehnter Industriegebiete;





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 9: VDE 0101-2: Globales Erdungssystem



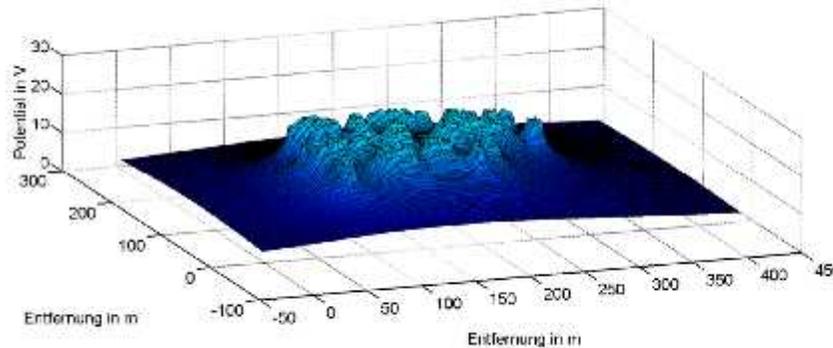
Beispiel einer Modellsiedlung – jedes Gebäude verfügt über einen Fundamenterder

Quelle : Mallits, Schmutzer, Fickert, Höhn, Muratovic, Gether: Die Rolle von Globalen Erdungssystemen zur Sicherstellung der Zuverlässigkeit elektrischer Netze, Institut für Elektrische Anlagen, TU Graz, 13. Symposium Energieinnovation, 12. – 14.2.2014, Graz / Austria

Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

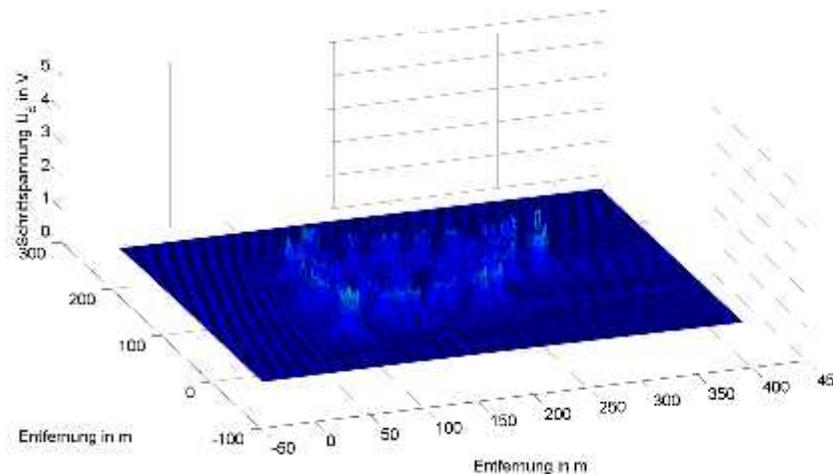
Abschnitt 9: VDE 0101-2: Globales Erdungssystem

Stationsfehler – Wirkung des Globalen Erdungssystems



Die Abbildung zeigt die berechneten Erdoberflächenpotentiale im Falle eines **einpoligen Erdschlusses in der MS/NS-Trafostation**. Angenommen wird ein Gesamtfehlerstrom von 60 A sowie ein spezifischer Erdwiderstand von 100 Ω m.

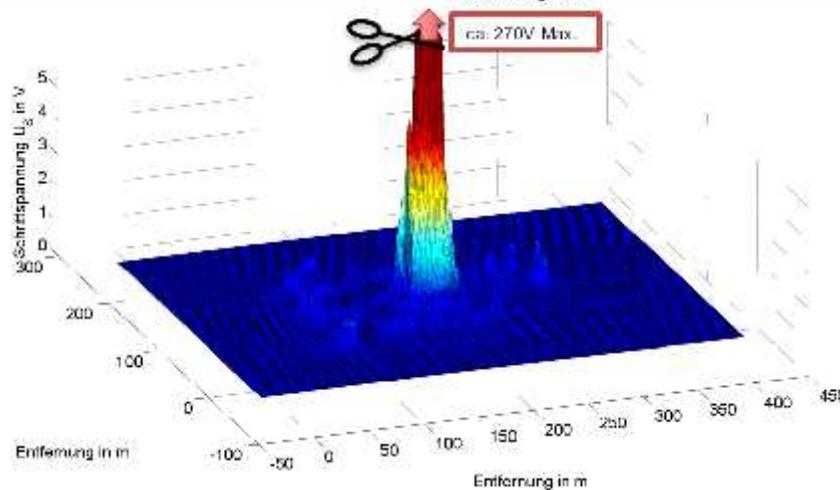
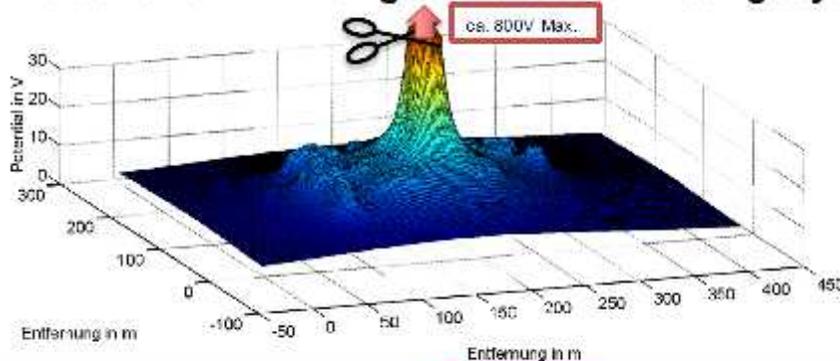
Aus dem berechneten Erdoberflächenpotential ist die Wirkung eines globalen Erdungssystems deutlich zu erkennen.



Bedingt durch die Netztopologie (TN-C-S) der Modellsiedlung verteilt sich der Fehlerstrom über die Erdungsanlagen der Niederspannung (Längsspannungsabfälle sind in der Modellierung nicht berücksichtigt). Durch den geringen resultierenden Erdausbreitungswiderstand von ca. $R_A = 37 \Omega$ ergibt sich ein Erdoberflächenpotential, dessen Maximum unter 23 V liegt.

Quelle : Mallits, Schmutzer, Fickert, Höhn, Muratovic, Gether: Die Rolle von Globalen Erdungssystemen zur Sicherstellung der Zuverlässigkeit elektrischer Netze, Institut für Elektrische Anlagen, TU Graz, 13. Symposium Energieinnovation, 12. – 14.2.2014, Graz / Austria

Kabelfehler – Wirkung des Globalen Erdungssystems (ohne Schirm)



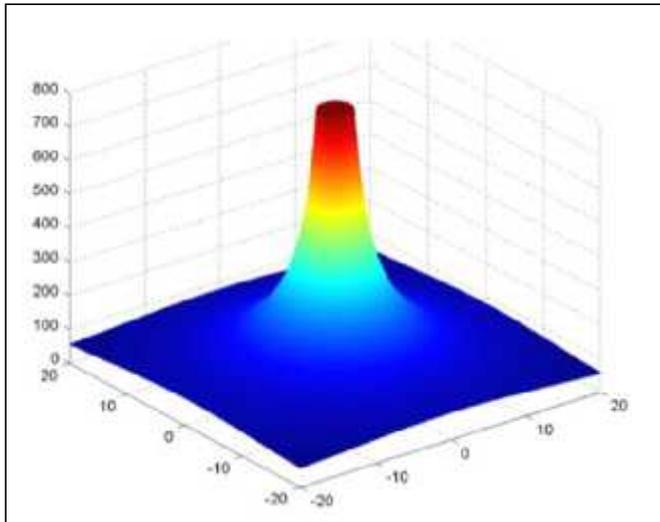
Kabelfehler bei Kabel mit nicht beidseitig aufgelegtem Kabelschirm bzw. Kabel ohne Schirm:

Das Fehlerszenario stellt den Worst-Case-Fall dar. Aus dem Verlauf des Erdoberflächenpotentials ist zu entnehmen, dass es ein lokales Maximum im Erdoberflächenpotential über der Fehlerstelle von **ca. 800 V gibt**.

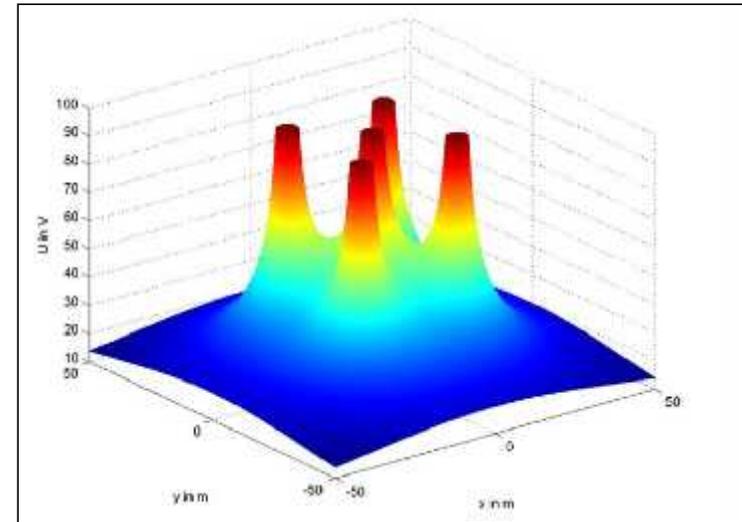
Die fehlernahen Erdungsanlagen des Globalen Erdungssystems nehmen hierbei nur einen geringen Anteil des Fehlerstromes auf und verteilen diesen über die Erdungsanlage, den PEN-Leiter und andere mit dem Erdungssystem verbundenen Leiter, wodurch es zur Potentialanhebung aller verbundenen Anlagenteile kommt.

Im allgemein zeigt sich, dass das Globale Erdungssystem für diese Situation nur einen sehr geringen reduzierenden Effekt auf das Erdoberflächenpotential und somit auf diese lokal auftretenden Schritt- bzw. Berührungsspannungen hat.

Quelle : Mallits, Schmutzner, Fickert, Höhn, Muratovic, Gether: Die Rolle von Globalen Erdungssystemen zur Sicherstellung der Zuverlässigkeit elektrischer Netze, Institut für Elektrische Anlagen, TU Graz, 13. Symposium Energieinnovation, 12. – 14.2.2014, Graz / Austria



Potentialverlauf an einem
einzelnen Erder



Potentialverlauf an einem System aus
5 miteinander verbundenen Erder

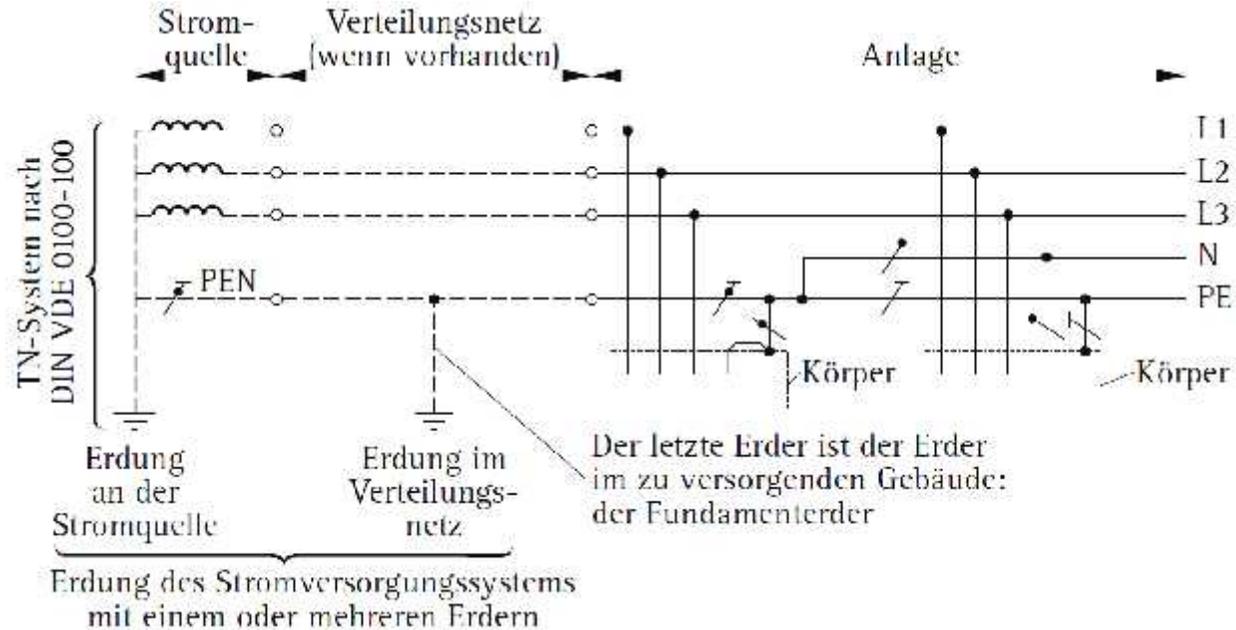
Verschiedene Untersuchungen haben ergeben, dass für die Erzielung einer Erdungsimpedanz von $Z_E \leq 2,5 \Omega$ eine **Trafostation mit mindestens 8 im NS-Netz vorhandenen Fundamenterdern** bei üblichem Bebauungsabstand diese Bedingung mit rel. großer Wahrscheinlichkeit erfüllt. Diese Angabe darf dabei nur als Richtwert verstanden werden!

Quelle: Dipl.-Ing. Ingo Zimmermann, Ertüchtigung von Erdungsanlagen in MS/NS-Netzen eines regionalen Netzbetreibers aufgrund steigender Erdschlussrestströme, ETG-Fachbericht 129, vom 20.-21.09.2011 in Erfurt



Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 9: VDE 0101-2: Globales Erdungssystem



Der Fundamenterder ist Teil des Betriebserders (R_B) und gehört deshalb physikalisch gesehen zum Versorgungsnetz.

Der Betriebserder ist die Summe aller parallelen Erder (R_E), d.h. Erder des Trafosternpunktes und der Erder der durch ihn versorgten elektrischen Anlagen

(Siehe Kiefer, Schmolke: VDE 0100 und die Praxis)

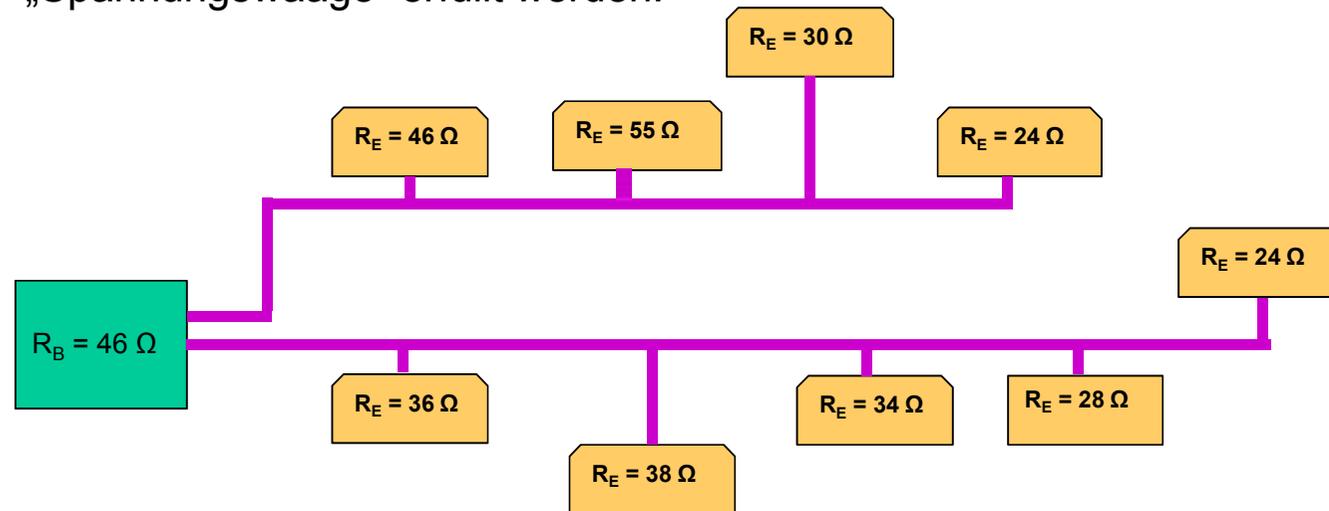




**Modellsiedlung: Fall 1 - alle Gebäude mit Fundamenterder nach
DIN 18014**

Anforderungen an ein „Globales Erdungssystem“ sind erfüllt.

Gemäß Schmolke sind die Fundamenterder (R_E) dem Betriebserder (R_B) zu zuordnen. Durch die Vermaschung über den PEN-Leiter ist somit auch die Einhaltung einer Berührungsspannung $U_B < 50\text{ V}$ gegeben. Es ist von R_B von ca. $2\ \Omega$ auszugehen, so dass auch die Rahmenbedingungen der „Spannungswaage“ erfüllt werden.



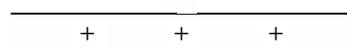


Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 9: VDE 0101-2: Globales Erdungssystem

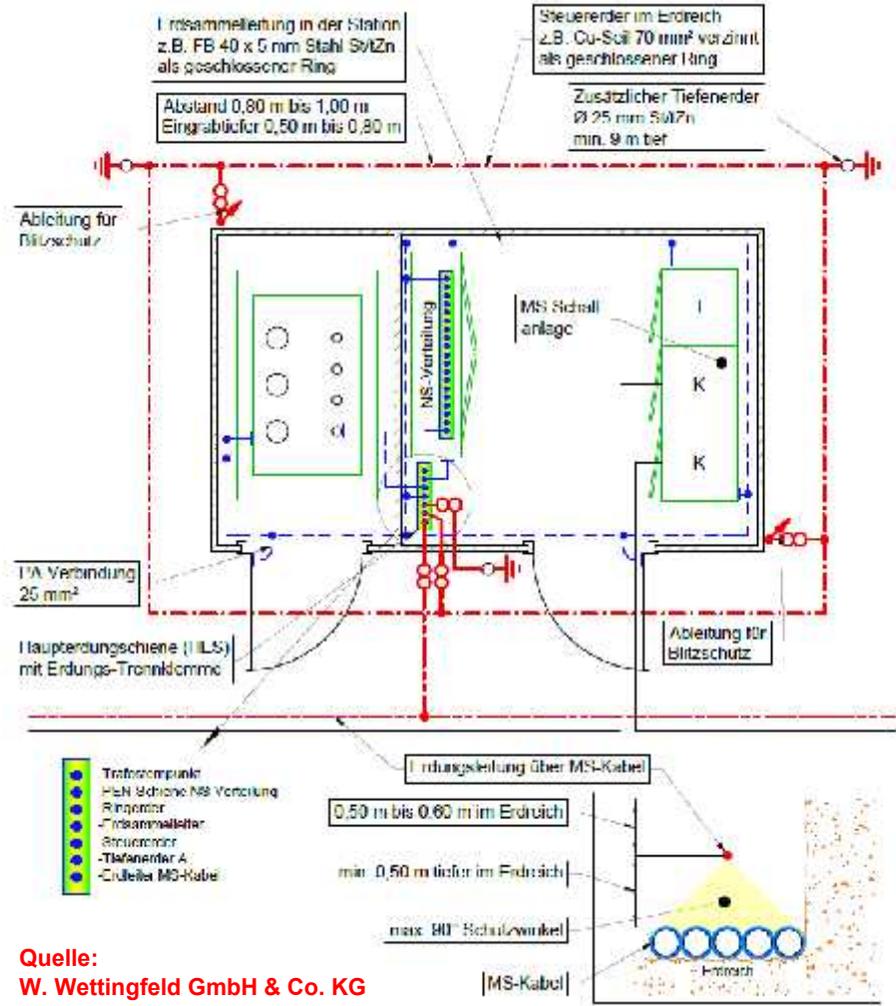
Beispiel Fertigbau-Netzstation

Abmessungen:
 Trafostation: 3 x 2 m
 Ringerder: 5 x 4 m
 Tiefenerder: 9 m



ρ_E [Ωm]	R_B [Ω]
100	2,13
200	4,26
300	6,39
400	8,52
500	10,65
600	12,78

Quelle Formel: Dehn + Söhne,
Blitzplaner 4. Auflage



Quelle:
W. Wettingfeld GmbH & Co. KG

VDB-Forum
 8. – 9.3.2019
 Köln
 Verfasser:
 Jürgen
 Wettingfeld
 (Dipl.-Ing.)
 © Autor

Folie Nr. 58



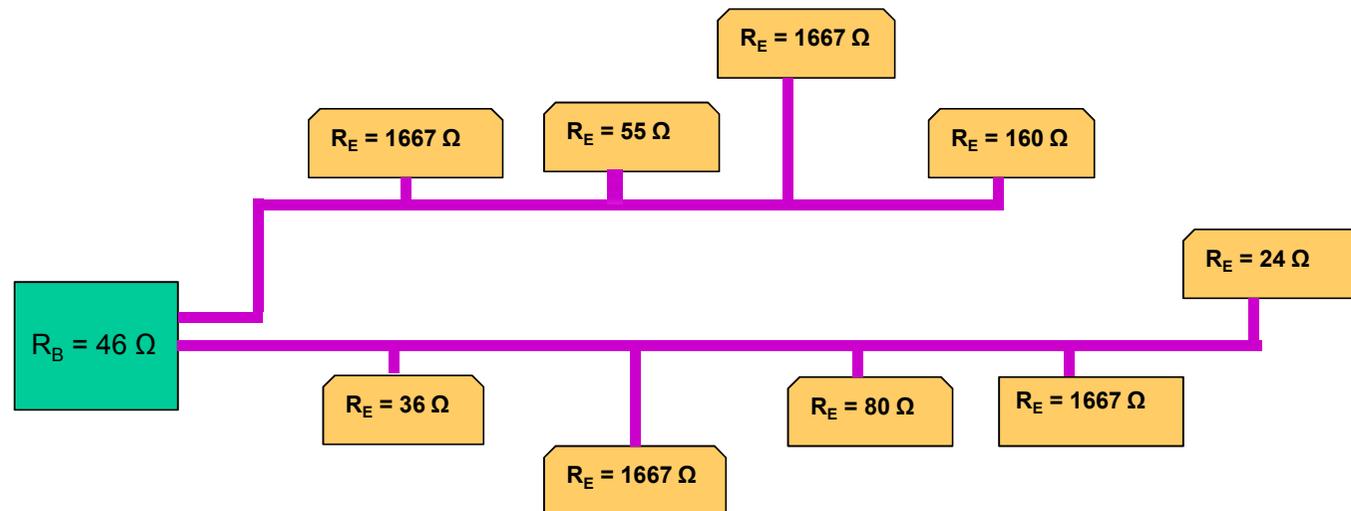


Abschnitt 9: VDE 0101-2: Globales Erdungssystem

Modellsiedlung: Fall 2 - Für die Gebäude gibt es **keine Festlegung** über die Ausführung der Erdungsanlage.

Die **Anforderungen** an ein „Globales Erdungssystem“ **werden nicht erfüllt**.

Konsequenz : Die Randbedingungen für die Einhaltung der „**Spannungswaage**“ **müssen eingehalten werden**.





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 10: Hinweise zur DIN VDE 0185

DIN EN 62305-3 - 5.4.1 Allgemeines

Um den Blitzstrom in der Erde zu verteilen (Hochfrequenzverhalten) und dabei **gefährliche Überspannungen** zu reduzieren, sind Form und Maße der Erdungsanlage die wichtigsten Kriterien. **Im Allgemeinen wird jedoch ein niedriger Erdungswiderstand (kleiner als 10 Ω , gemessen bei Niederfrequenz) empfohlen.**

Unter dem Gesichtspunkt des Blitzschutzes ist eine **einzig**e in der baulichen Anlage **integrierte Erdungsanlage zu bevorzugen, die für alle Zwecke geeignet ist** (z. B. Blitzschutz, Energieversorgung und Telekommunikationsanlagen).





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 10: Hinweise zur DIN VDE 0185

DIN EN 62305-3 - 5.4.3 Installation von Erdern

Der äußere Ringerder (Anordnung Typ B) sollte vorzugsweise in einer Tiefe von mindestens 0,5 m und in einem Abstand von etwa 1 m zu den Außenwänden in der Erde verlegt werden.

Bei Felsboden wird eine Erderanordnung Typ B empfohlen.

Für bauliche Anlagen mit elektronischen Systemen oder mit hoher Brandgefahr ist eine Erderanordnung Typ B zu bevorzugen.





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 10: Hinweise zur DIN VDE 0185

DIN EN 62305-3 - E.5.4.3 Aufbau / E.5.4.3.1 Allgemeines

Die Aufgaben einer Erdungsanlage sind:

- Ableiten des Blitzstroms in den Erdboden;
- Potentialausgleich zwischen den Ableitungen;
- Potentialsteuerung in der Nähe von leitenden Wänden der baulichen Anlage.

Fundamenterder und Ringerder Typ B erfüllen alle diese Vorgaben.

Strahlen- oder Tiefenerder des Typs A erfüllen nicht die Forderung nach Potentialausgleich und Potentialsteuerung.

Fundamente von baulichen Anlagen aus Stahlbeton sollten als Fundamenterder genutzt werden. Sie besitzen einen niedrigen Erdungswiderstand und stellen eine ausgezeichnete Basis für den Potentialausgleich dar.





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 10: Hinweise zur DIN VDE 0185

DIN EN 62305-3 - E.5.4.3.6 Erdungsanlagen in ausgedehnten Flächen

Meist umfassen Industrieanlagen eine Anzahl zusammengehöriger baulicher Anlagen, zwischen denen eine große Anzahl Starkstrom- und Signalkabel verlegt sind.

Die Erdungsanlagen derartiger baulicher Anlagen sind zum Schutz der elektrischen Anlagen sehr wichtig. **Eine Erdungsanlage mit geringer Impedanz verringert die Potentialdifferenz zwischen den baulichen Anlagen und damit die Störeinkopplung in die elektrischen Verbindungen.**

Eine niedrige Erdimpedanz kann durch Ausrüsten der baulichen Anlagen mit Fundamenterdern und mit zusätzlichen Erderanordnungen des Typs B und des Typs A erreicht werden.





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 10: Hinweise zur DIN VDE 0185

DIN EN 62305-3 Beiblatt 1 - E.5.4.3.2 Fundamenterder

Die Ausführung von Fundamenterdern für die elektrische Energieversorgung ist durch die Energieversorger festgelegt. Er ist Bestandteil der elektrischen Anlage hinter der Haus-Anschlusseinrichtung (Hausanschlusskasten bzw. einer gleichwertigen Einrichtung). **Für die Nutzung als Blitzschutzerder wird dieser Fundamenterder so ausgelegt, dass er den Anforderungen der Reihe DIN EN 62305 (VDE 0185-305) entspricht.** Notwendige Ergänzungen können Anschlussfahnen für den Anschluss der Ableitungen und des Potentialausgleichs sein.

Fazit 4: Aus Sicht der DIN EN 62305 (DIN VDE 0185) ist der Fundamenterder für Neubauten unerlässlich!





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 10: Hinweise zur DIN VDE 0185

Achtung:

Der Nutzen eines Fundamenterders unter Beachtung aller normativen Aspekte wird wesentlich von der Zahl der Anschlussfahnen und / oder Erdungsfestpunkte bestimmt.

Es gilt der Grundsatz:

Lieber eine Anschlussmöglichkeit zu viel, als eine zu wenig.

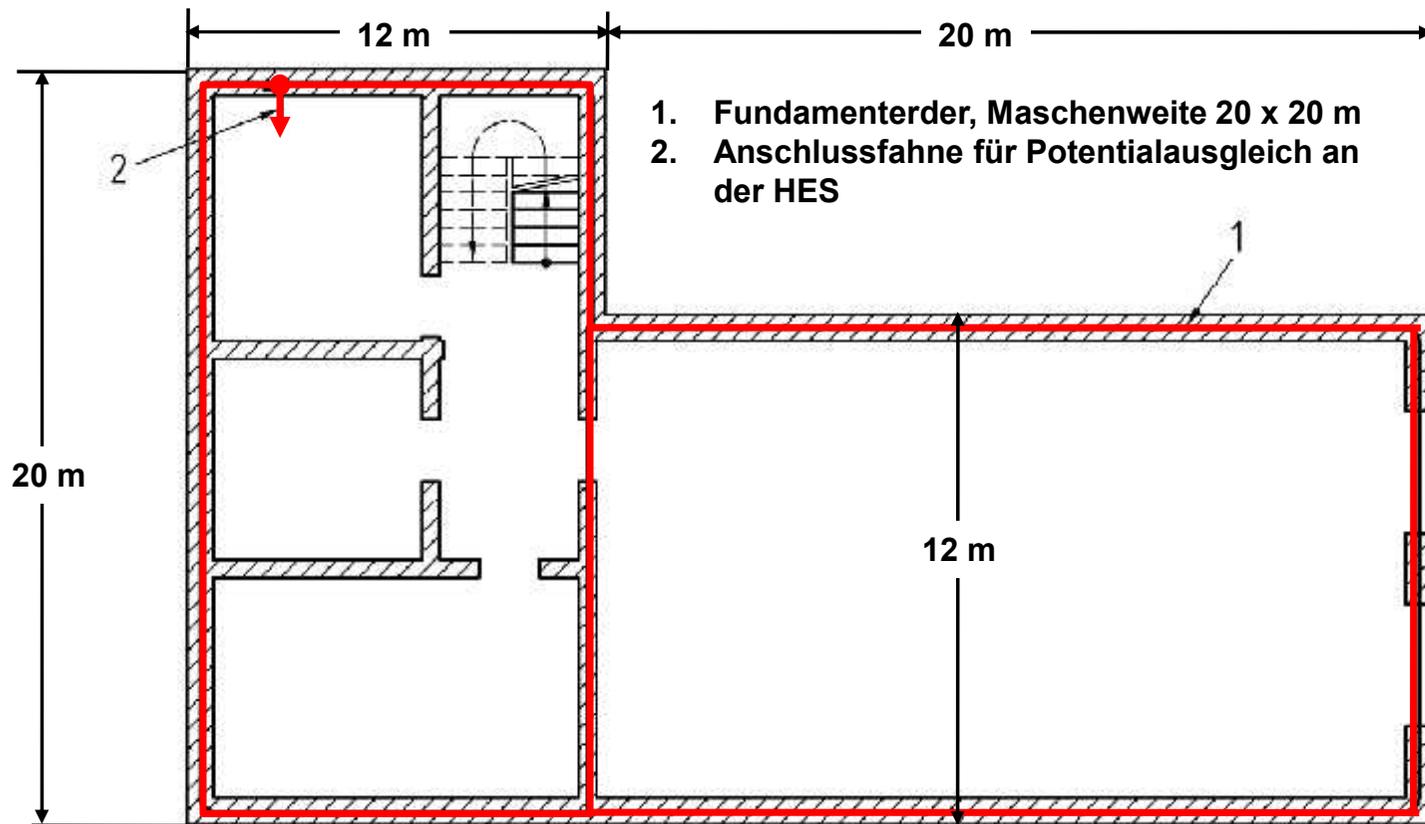
Anschlussfahnen für Maßnahmen des Äußeren Blitzschutzes sollten grundsätzlich **immer vorgesehen werden**, auch wenn aktuell Blitzschutzmaßnahmen **nicht** vorgesehen sind.

Insbesondere bei Einfamilienhäusern kann eine wesentliche Kosteneinsparung erzielt werden, wenn Anschlussfahnen für eine spätere Blitzschutzanlage in der Bauphase berücksichtigt werden.

Das Einsparvolumen kann über 1000 € betragen.



Abschnitt 10: Hinweise zur DIN VDE 0185

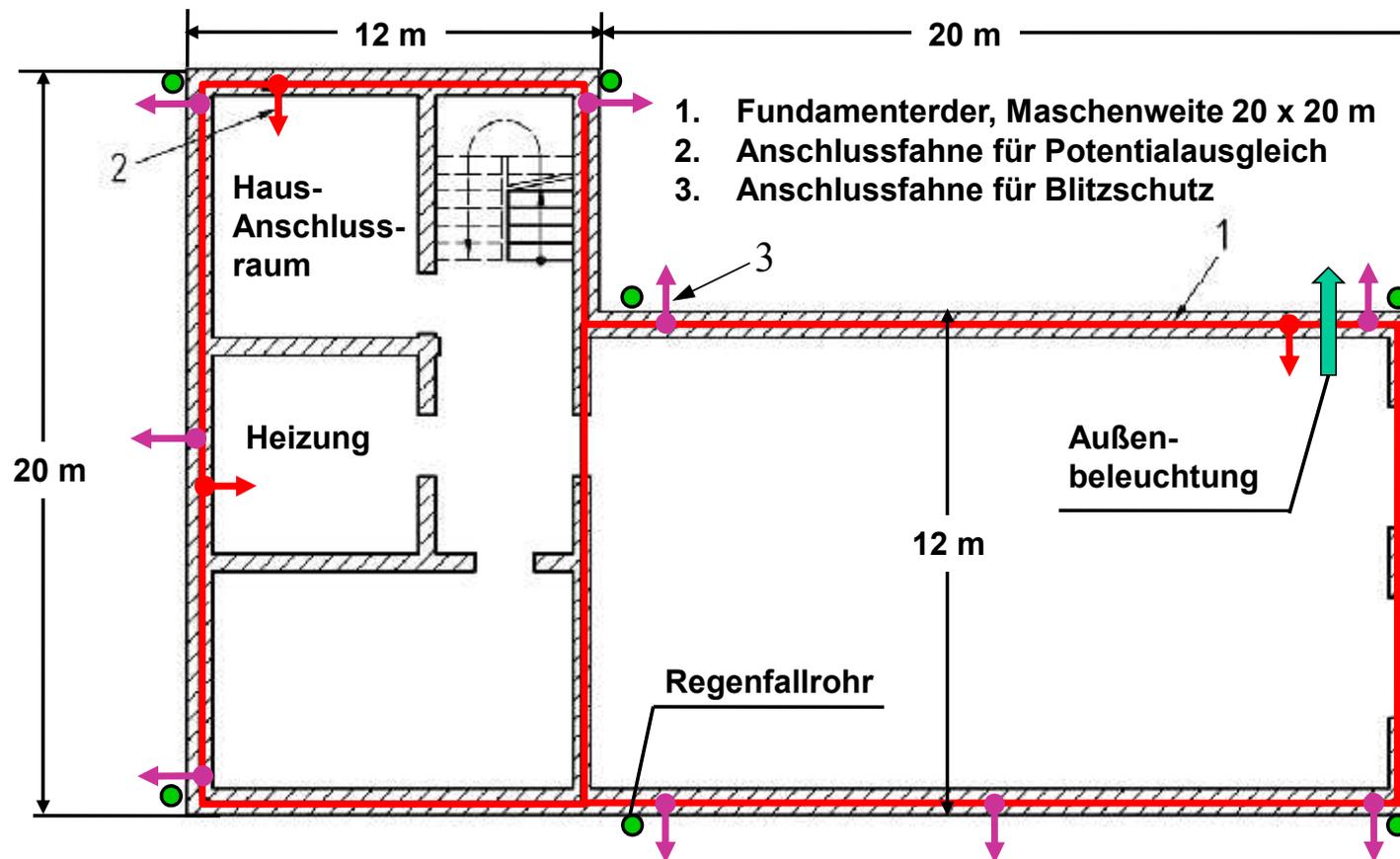


Fundamenterder zur Verbesserung der Wirksamkeit des
Schutzpotentialausgleichs



Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 10: Hinweise zur DIN VDE 0185



Fundamenterder mit zusätzlichen Blitzschutzmaßnahmen

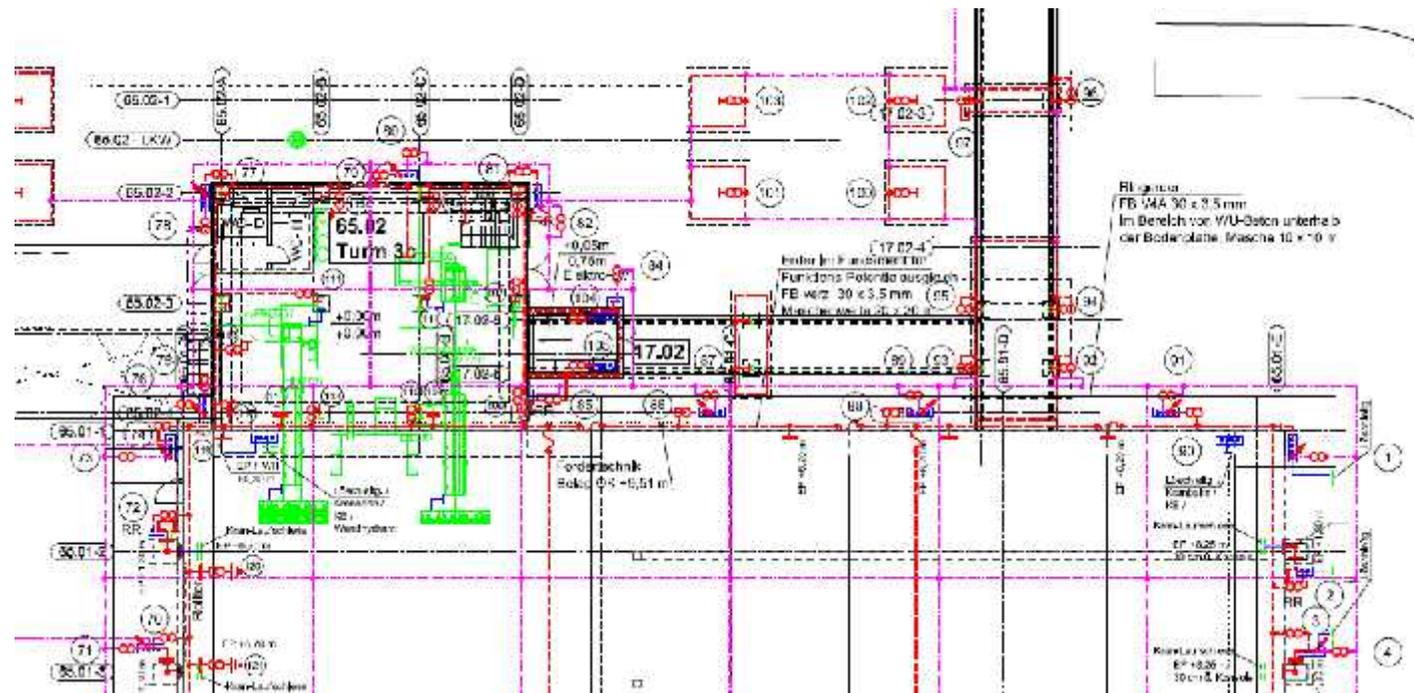




Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 10: Hinweise zur DIN VDE 0185

Erdungsanlage für einen Industriekomplex. In diesem Fall kommen sämtliche normativen Anforderungen zum tragen, die nur durch eine umfassende Fundamenterdungsanlage erfüllt werden kann.





Die Bedeutung des Fundamentierers aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 11: Zusammenfassung

Das VDE-Normenwerk definiert Schutzziele und zeigt Lösungsmöglichkeiten auf, wie diese Schutzziele erreicht werden können.

Wie dies konkret erreicht werden kann liegt im **Verantwortungsbereich des Planers, des Installateurs, des Sachverständigen und des Prüfers.**

Es muss auf jeden Fall eine sichere und dauerhafte Lösung realisiert werden, die den Personenschutz sicherstellt.

Funktionale Aspekte, auch zukünftige, sind gemäß dem VDE-Vorschriftenwerk angemessen zu berücksichtigen.





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 11: Zusammenfassung

Planern, Installateuren, Sachverständigen und Prüfern kommt eine umfassende **Beratungsfunktion** zu, insbesondere dann, **wenn der Betreiber / Eigentümer einer baulichen Anlage kein Fachmann mit elektrotechnischen Kenntnissen ist.**

Dies erfordert eine ganzheitliche Betrachtung aller fachlichen Aspekte zum Thema Erdungsanlagen, Potentialausgleich, EMV, Blitzschutz etc.

Die Berücksichtigung wirtschaftlich günstigerer Bedingungen bei der Realisierung einer Erdungsanlage, **darf nicht zu Lasten der sicherheits- und funktionstechnischen Ziele gehen.**





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 11: Zusammenfassung

Was bedeutet das im Hinblick auf den Fundamenterder?

Alle normativen Informationen zeigen:

Der Fundamenterder bietet sicherheits- und funktionstechnische Vorteile, die in der Regel keine andere Form der Erdungsanlage vorweisen kann.

Daher ist der Fundamenterder die Regel, von der nur in begründeten Einzelfällen abgewichen werden darf.

Wird die Chance zur Realisierung eines Fundamenterders nicht genutzt, dann können die **Vorteile des Fundamenterders nachträglich nicht mehr realisiert werden.**

Hierüber ist der Betreiber zu informieren!





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 11: Zusammenfassung

Zur Zeit wird in einzelnen Fachkreisen folgende Frage diskutiert:

Ist es technisch immer erforderlich, unabhängig vom Erdverbindungssystem, einen Fundamenterder nach der nationalen Norm DIN 18014 in jedem neuen Gebäuden zu errichten?

Ist der Fundamenterder grundsätzlich alternativlos?

Ist eine technologieoffene Formulierung an die Anforderungen an Erdungsanlagen wünschenswert, die auch alternative und wirtschaftlich günstigere Erdungstechniken ermöglichen?

Antwort:

Bei baulichen Anlagen mit einfacher technologischer Nutzung ist der Verzicht auf einen Funktionspotentialausgleichsleiter denkbar, insbesondere dann, wenn nur eine Anschlussfahne installiert werden soll.

Bei komplexeren baulichen Nutzungen (Verwaltungsgebäude, industrielle Anlagen, Krankenhäuser, Hochhauskomplexe usw.) ist der Fundamenterder in der bekannten Form aus meiner Sicht alternativlos.





Die Bedeutung des Fundamentterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185

Abschnitt 11: Zusammenfassung

Achtung:

Bei der Gesamtdiskussion dürfen die Belange des Personenschutzes nicht vernachlässigt werden. Hierbei müssen Sicherheitsaspekte des Verbrauchers, genauso wie der des Versorgers, berücksichtigt werden.

Die normativen Schutzprinzipien „Globales Erdungssystem“ und „Spannungswaage“ sind zu beachten.

Alle Verantwortlichen müssen sich darüber im Klaren sein, dass abweichende Ausführungen von VDE-AN-Regeln und VDE-Vorschriftenwerk in vielen Einzelfällen gesonderte Maßnahmen und möglicherweise detaillierte Berechnungen für die zu betrachtende bauliche Anlage erfordern, damit die elektrische Sicherheit dauerhaft gewährleistet ist.





Die Bedeutung des Fundamenterders aus Sicht DIN VDE 0100 und DIN VDE 0185



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

VDB-Forum
8. – 9.3.2019
Köln
Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)
© Autor
Folie Nr. 74

