



Grundlagen und Ausführung von Erdungsanlagen unter normativen und rechtlichen Gesichtspunkten

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 1



Jürgen Wettingfeld (Dipl.-Ing.)

- Mitglied 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



Grundlagen und Ausführung von Erdungsanlagen unter normativen und rechtlichen Gesichtspunkten



Inhaltsverzeichnis

1. Rechtliche Aspekte
2. Wichtige Normen
3. Einführung und Erläuterung der DIN 18014
4. Einfache Berechnungen

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 2



1. Rechtliche Aspekte



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 3



Rechtliche Aspekte

Rechtlich gesehen haben Normen den Charakter eines „privaten Regelwerkes mit Empfehlungscharakter“.

Die gesetzliche Begründung zur Beachtung des VDE-Normenwerkes ergibt sich aus dem Energiewirtschaftsgesetz (EnWG).

Gemäß § 49 Abs. 2 bis 4 EnWG [1] sind Energieanlagen so zu errichten und zu betreiben, dass die technische Sicherheit gewährleistet ist. Dabei sind vorbehaltlich sonstiger Rechtsvorschriften die allgemein anerkannten Regeln der Technik zu beachten.

Deren Einhaltung wird vermutet, wenn bei Anlagen zur Erzeugung, Fortleitung und Abgabe von Elektrizität die technischen Regeln des Verbandes der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (VDE) eingehalten worden sind.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 4



2. Wichtige Normen



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 5



Wichtige Normen

DIN EN 50552 (VDE 0101-2): **Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV (2011-11)**



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 6





DIN VDE 0100-410: Errichten von Niederspannungsanlagen -Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag (2007-06)

DIN VDE 0100-442: Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-442: Schutzmaßnahmen – Schutz von Niederspannungsanlagen bei vorübergehenden Überspannungen infolge von Erdschlüssen im Hochspannungsnetz und bei Fehlern im Niederspannungsnetz (2013-06)

DIN VDE 0100-444: Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-444: Schutzmaßnahmen – Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen (2010-10)

DIN VDE 0100 -540: Errichten von Niederspannungsanlagen -Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel -Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter (2012-06)

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 7



DIN 18014: Fundamenterder – Planung, Ausführung und Dokumentation (2014-03)

DIN EN 50310 (VDE 0800-2-310): Anwendung von Maßnahmen für Erdung und Potentialausgleich in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik (2011-05)

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 8





Blitzschutz

DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3): Blitzschutz -Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen (2011-10)

DIN EN 62305-3 Beiblatt 1 (VDE 0185-305-3 Beiblatt 1): Zusätzliche Informationen zur Anwendung der DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) (2012-10)

DIN EN 62305-3 Beiblatt 2 (VDE 0185-305-3 Beiblatt 2): Zusätzliche Informationen für besondere bauliche Anlagen (2012-10)

DIN EN 62305-3 Beiblatt 3 (VDE 0185-305-3 Beiblatt 3): Zusätzliche Informationen für die Prüfung und Wartung von Blitzschutzsystemen (2012-10)

DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4): Blitzschutz; Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen (2011-10)

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 9



Das **Erdungssystem**, manchmal einfach „Erdung“ genannt, umfasst die Gesamtheit aller zur Verbindung eines elektrischen Teils mit der Erde erforderlichen Maßnahmen. Das Erdungssystem ist ein wesentlicher Bestandteil sowohl von Hoch- wie Niederspannungsnetzen.

Ein gutes Erdungssystem wird benötigt für:

- Blitzschutz von Gebäuden und Anlagen
- Sicherheit von Mensch und Tier durch Begrenzung von Schritt- und Berührungsspannungen auf ungefährliche Werte
- elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), also Begrenzung elektromagnetischer Störungen
- ordnungsgemäße Funktion der Stromversorgung und Sicherstellung guter Versorgungsqualität.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 10





All diese Aufgaben werden von einem einzigen Erdungssystem wahrgenommen, das diesen Anforderungen entsprechend aufgebaut sein muss.

Dabei können Teile des Erdungssystems einem bestimmten Zweck zugeordnet sein, sind jedoch nichtsdestoweniger Teile eines einzigen Systems.

Die Normen fordern die Verbindung aller geerdeten Teile einer Anlage untereinander, so dass sie ein System bilden.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 11



Quelle: *Erdungssysteme – Grundlagen der Berechnung und Auslegung*, Prof. Henryk Markiewicz und Dr. Antoni Klajn, Technische Universität Breslau, Juni 2003, Übersetzung: Deutsches Kupferinstitut, August 2004



DIN VDE 0101-2, 3.4.6 Erdungsanlage

Gesamtheit der zum einzelnen oder gemeinsamen Erden eines Betriebsmittels oder einer Anlage erforderlichen Verbindungen und Erder [IEV 604-04-02]

DIN VDE 0100.540, 541.3.12 Erdungsanlage

Gesamtheit der zum Erden eines Netzes, einer Anlage oder eines Betriebsmittels verwendeten elektrischen Verbindungen und Einrichtungen [IEV 826-13-04]

DIN EN 62305-3, 3.9 Erdungsanlage

Teil des äußeren Blitzschutzes, der den Blitzstrom in die Erde ableitet und dort verteilt

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 12





DIN VDE 0101-2, 3.4.19 globales Erdungssystem

ein durch die Verbindung von örtlichen Erdungsanlagen hergestelltes Erdungssystem, das sicherstellt, dass durch den geringen gegenseitigen Abstand dieser Erdungsanlagen keine gefährlichen 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.

ANMERKUNG 2 :

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

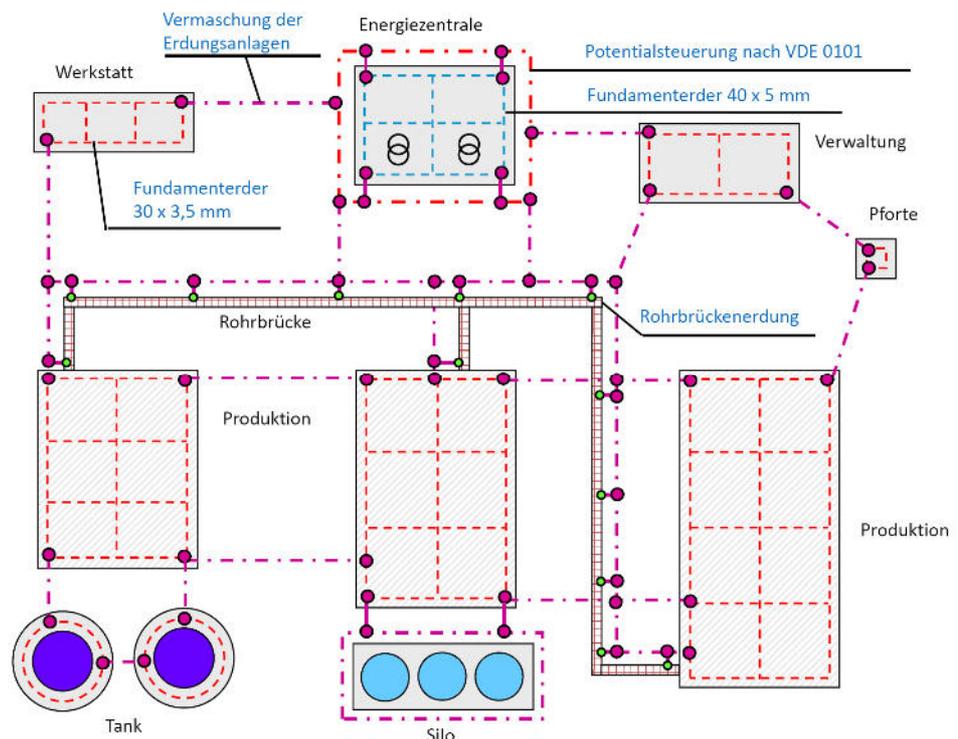
VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 13



Beispiel



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 14





Die Auslegung von Erdungsanlagen muss vier Anforderungen erfüllen:

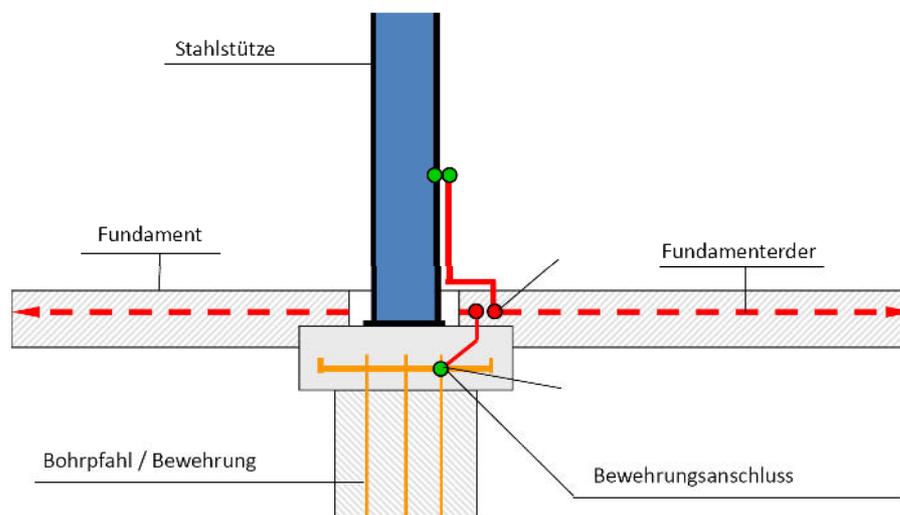
- Die mechanische Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit muss sichergestellt sein.
- Der höchste Fehlerstrom (üblicherweise errechnet) muss aus thermischer Sicht beherrscht werden.
- Die Beschädigung von Sachen und Betriebsmitteln muss vermieden werden.
- Die Sicherheit von Personen im Hinblick auf Spannungen an Erdungsanlagen, die während des höchsten Erdfehlerstroms auftreten, muss gewährleistet sein.

Für die Bemessung der Erdungsanlage sind folgende Parameter von Bedeutung:

- Höhe des Fehlerstroms,
- Fehlerdauer
- Beschaffenheit der Erde.



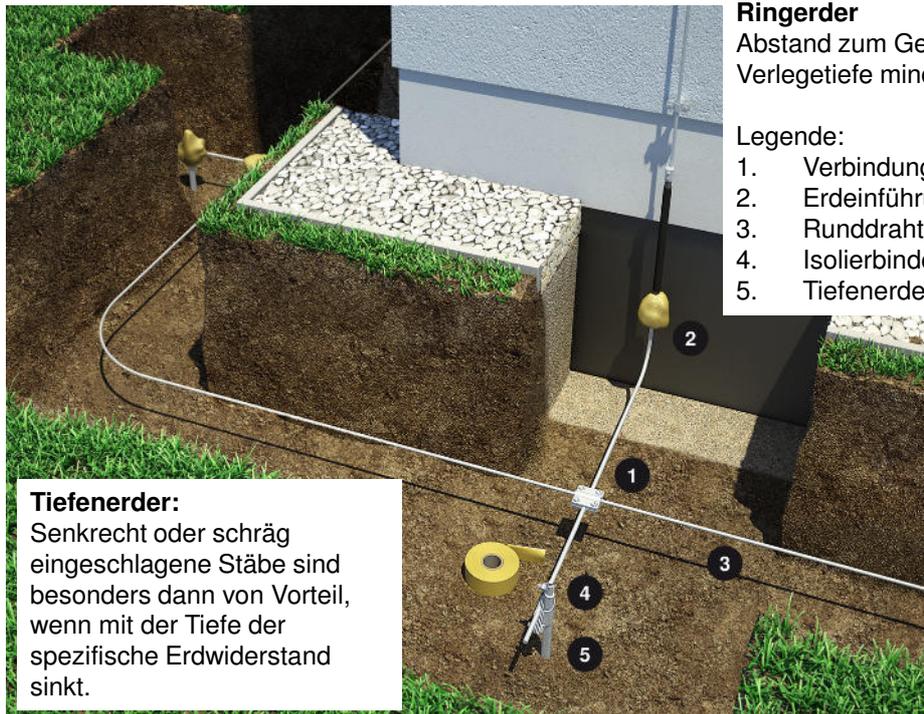
In Betonfundamenten eingebetteter Stahl und Stahlpfähle oder andere natürliche Erder dürfen als Teil der Erdungsanlage verwendet werden.



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 17



Ringerder

Abstand zum Gebäude 1 m
Verlegetiefe mind. 0,5 m

Legende:

1. Verbindungsklemme
2. Erdeführung
3. Runddraht 10 mm V4A
4. Isolierbinde
5. Tiefenerder 9 m

Tiefenerder:

Senkrecht oder schräg eingeschlagene Stäbe sind besonders dann von Vorteil, wenn mit der Tiefe der spezifische Erdwiderstand sinkt.

Quelle: OBO Bettermann

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 Fundamenteerder nach der nationalen Norm DIN 18014 errichtet werden.

542.1.2

Wenn in der elektrischen Anlage ein Erder vorhanden ist, muss dieser durch einen Erdungsleiter mit der Haupterdungsschiene verbunden werden.

ANMERKUNG Eine elektrische Anlage benötigt keinen eigenen Erder.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 18





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 (VDE 0100-442) erfüllt werden.

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), z. B. mechanische Beanspruchung und Korrosion.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 19



542.1.5

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

542.1.6

Durch eine vorhersehbare Änderung des Erdungswiderstandes (z. B. aufgrund von Korrosion, Austrocknung oder Frost) dürfen die Maßnahmen für den Schutz gegen elektrischen Schlag, wie in DIN VDE 0100-410 gefordert, nicht ungünstig beeinflusst werden.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 20





542.2.3

Im Folgenden sind Beispiele von Erdern genannt, die verwendet werden dürfen:

- Fundamenterder, in Beton verlegt nach DIN 18014;
- Fundamenterder, in Erde verlegt (Ringerder) nach DIN 18014;
- metallene Elektrode vertikal oder horizontal in Erde verlegt (z. B. Rundstäbe, Drähte, Bänder, Rohre oder Platten);
- Metallmäntel und andere Metallumhüllungen von Kabeln, entsprechend den örtlichen Auflagen oder Anforderungen;
- andere geeignete unterirdische Konstruktionsteile aus Metall (z. B. Rohre), entsprechend den örtlichen Auflagen oder Anforderungen;
- einbetonierter verschweißter Bewehrungsstahl in Erde (ausgenommen Spannbeton).

In Deutschland sind Wasser- und Gasrohre als Erder nicht erlaubt.



542.2.4

Bei der Auswahl von Erdern und ihrer Verlegetiefe müssen die örtlichen Gegebenheiten und die Möglichkeiten einer mechanischen Beschädigung berücksichtigt werden, um die Auswirkungen von Bodenaustrocknung und Frost so gering wie möglich zu halten.

542.2.5

Bei Verwendung unterschiedlicher Werkstoffe in einer Erdungsanlage **muss** deren elektrochemische Korrosion berücksichtigt werden.

Ein Verbindungsleiter zum Fundamenterder (z. B. Erdungsleiter, Funktionserdungsleiter für Blitzschutz (LPS)) aus feuerverzinktem Stahl darf nicht in Erde verlegt werden.

In Deutschland dürfen die vorgenannten Verbindungsleiter zum Fundamenterder nur in Erde verlegt werden, wenn sie mit Kunststoff überzogen sind oder aus nichtrostendem Stahl nach Werkstoffnummer 1.4571 oder gleichwertig zum dauerhaften Schutz (nach „Zertifiziertes europäisches Referenzmaterial (EURONORMZRM) Nr. 284-2 DIN EN 10020“) bestehen.



542.2.8

Wenn ein Erder aus Teilen besteht, die miteinander verbunden werden müssen, muss die Verbindung durch Schweißen, Pressverbinder, Klemm- oder durch andere geeignete mechanische Verbinder hergestellt werden.

ANMERKUNG Verbindungen nur mit verdrehten Drähten sind für Schutzzwecke ungeeignet.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 23



542.3 Erdungsleiter

542.3.1

Erdungsleiter müssen den Anforderungen für Schutzleiter nach Abschnitt 543.1.1 oder 543.1.2 entsprechen. Der Querschnitt darf nicht kleiner als 6 mm² Kupfer oder 50 mm² Stahl sein.

Wenn ein blanker Erdungsleiter in Erde verlegt ist, müssen seine Abmessungen und Eigenschaften auch den Werten der Tabelle 54.1 entsprechen.

ANMERKUNG 1 In Deutschland sind die Anforderungen an blanke Erdungsleiter, in Erde verlegt, in DIN 18014 festgelegt.

Leiter aus Aluminium dürfen nicht als Erdungsleiter verwendet werden.

ANMERKUNG 2 Für Blitzschutzsysteme, die mit einem Erder verbunden sind, gelten die Anforderungen nach den Normen der Reihe DIN EN 62305 (VDE 0185-305).

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 24





542.3.2

Der Anschluss eines Erdungsleiters an einen Erder muss fest und elektrisch zuverlässig ausgeführt werden. Die Verbindung muss durch Schweißen, Pressverbinder, Klemm- oder andere mechanische Verbinder hergestellt werden. Mechanische Verbinder müssen in Übereinstimmung mit den Herstellerangaben errichtet werden. Wenn ein Klemmverbinder verwendet wird, darf er den Erder oder den Erdungsleiter nicht beschädigen.

ANMERKUNG Verbindungsbauteile für Erdungsleiter, die eine Verbindung zum Blitzschutzsystem herstellen, sind in den Normen der Reihe DIN-EN 50164-X (VDE 0185-20X) **DIN EN 62561X** enthalten.

Verbindungseinrichtungen oder Anschlüsse, die lediglich weich gelötet sind, dürfen nicht als alleinige Verbindung verwendet werden, da sie keine ausreichend zuverlässige mechanische Festigkeit aufweisen.



Fundamenterder

Bei jedem Neubau ist ein Fundamenterder nach DIN 18014 vorzusehen.

Potentialausgleich

Zur Vermeidung Gefahr bringender Potentialunterschiede sind folgende Anlagenteile durch Potentialausgleichsleiter nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) und DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540) über die Haupterdungsschiene (Potentialausgleichsschiene) zu verbinden, z. B.:

- elektrisch leitfähige Rohrleitungen,
- andere leitfähige Bauteile,
- Schutzleiter.





Die Haupterdungsschiene (Potentialausgleichsschiene) ist im Hausanschlussraum bzw. in der Nähe der Hausanschlüsse vorzusehen.

Darüber hinaus sind die Bestimmungen über den örtlichen Potentialausgleich in Räumen mit Badewanne oder Dusche und für Becken in Schwimmbädern und andere Becken zu berücksichtigen (DIN VDE 0100-701 (VDE 0100-701) und DIN VDE 0100-702 (VDE 0100-702)).

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 27



Begründung zur Koordinierung der gemeinsamen Potentialausgleichsanlage (CBN)

In neuen Gebäuden ist es mit Rücksicht auf die EMV von Vorteil, angemessene Vorbedingungen für die Bildung einer gemeinsamen Potentialausgleichsanlage (CBN) zu schaffen, und zwar durch:

- 1) ein zuverlässiges Fundamenterdersystem, d. h. einen Ringleiter unmittelbar unter der ersten Bettung des Betonfundaments;**
- 3) ein hochwertiges Blitzschutzsystem (LPS) im Außenbereich, das an die Gebäudestruktur angepasst ist (siehe EN 62305-3);

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 28



3. Einführung und Erläuterung der DIN 18014



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

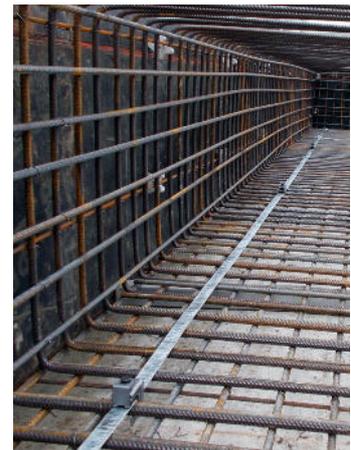
Folie Nr. 29



DIN 18014 – Aufgabe des Fundamenterders

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.



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 30





Der Fundamenterder ist ein leitfähiges Teil im Gebäudefundament, das im elektrischen Kontakt mit der Erde steht und über die Haupterdungsschiene mit der elektrischen Anlage verbunden wird.

Somit ist der Fundamenterder Bestandteil der elektrischen Anlage gemäß der Niederspannungsanschlussverordnung (NAV).

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 31



Der Fundamenterder dient dazu, eine Verbindung zur Erde herzustellen, die:

- für die Erfüllung von Schutzmaßnahmen in der elektrischen Anlage geeignet 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.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 32





Als Fundamenterder nach dieser Norm wird ein Erder bezeichnet, der im Beton eingebettet ist.

Wird ein Betonfundament aus bautechnischen Gründen mit einem **erhöhten Erdübergangswiderstand** ausgeführt, **so ist der Fundamenterder in Erde zu verlegen**, er wird dann als **Ringerder** bezeichnet.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 33



Anmerkung: Der Ringerder wird in DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540) als „Fundamenterder, in Erde verlegt“ bezeichnet.

Eine Entscheidungshilfe zur Ausführung des Fundamenterders ist in Anhang B (informativ) enthalten.



- Der Fundamenterder verbessert die Wirksamkeit des Schutzpotentialausgleichs.
- Der Fundamenterder / Ringerder ist mit der Haupterdungsschiene zu verbinden.
- **Wird ein Ringerder außerhalb der Gebäudefundamente errichtet, ist ein zusätzlicher Funktionspotentialausgleichsleiter zur Potentialsteuerung innerhalb der Gebäudefundamente notwendig.**



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 34





EMV-Anforderungen

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

Blitzschutzsysteme

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

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 35



Der Fundamenterder/Ringerder ist **als geschlossener Ring** auszuführen.

Bei größeren Gebäuden ist der Fundamenterder/Ringerder durch Querverbindungen zu vermaschen.

Die Maschenweite von 20 m × 20 m darf nicht überschritten werden.

Wird der Fundamenterder/Ringerder gleichzeitig für ein Blitzschutzsystem nach der Normenreihe DIN EN 62305 (VDE 0185-305) verwendet, **sind gegebenenfalls auch geringere Maschenweiten gefordert.**



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 36





Für Gebäude mit besonderen Anforderungen, z. B. Gebäude mit **informationstechnischen Systemen**, sind weitere Maßnahmen, z. B. nach **DIN EN 50310 (VDE 0800-2-310)** zu berücksichtigen.

Für **Starkstromanlagen** mit Nennspannungen **über 1 kV** ist zudem **DIN EN 50522 (VDE 0101-2)** und **DIN EN 61936-1 (VDE 0101-1)** zu beachten.

ANMERKUNG 1 **Bei Bauwerksabdichtungen**, wie z. B. einer schwarzen oder weißen Wanne oder bei Perimeterdämmung, **ist die Erdfähigkeit des Erders beeinträchtigt**. Ausführungen siehe 5.7.

Bezüglich des **Korrosionsschutzes** von Erdern ist **DIN VDE 0151 (VDE 0151)** zu beachten.

ANMERKUNG 2 Definition der Maschenweite siehe Anhang B.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 37



Der Fundamenterder ist in den Fundamenten der Außenwände des Gebäudes oder in der Fundamentplatte entsprechend anzuordnen (siehe nachfolgende Bilder).

Der Fundamenterder ist so anzuordnen, dass er allseitig mit min. **5 cm Beton umschlossen ist**.

Bei Verwendung von Bandmaterial in unbewehrten Fundamenten sollte dieser hochkant eingelegt werden um eine allseitige Umhüllung mit Beton sicherzustellen.



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 38



Bei bewehrten Fundamenten und maschineller Verdichtung (z. B. mittels Innenrüttler) des Betons, kann der Bandstahl auch flach montiert werden.



Quelle: <http://www.hausjournal.net/wp-content/uploads/Beton-verdichten.jpg>

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 39



Der Fundamenterder darf nicht über Bewegungsfugen geführt werden.

Bei betonierten Wänden kann er an diesen Stellen durch Anschlusssteile in der senkrechten Wand herausgeführt werden. Sind die Wände gemauert, können Anschlussfahnen aus der Wand herausgeführt werden.

Die Anschlusssteile sind mit flexiblen Überbrückungsbändern oder Erdungsleitern aus Kupfer oder Aluminium mit einem Querschnitt von mindestens 50 mm² miteinander zu verbinden.

Die Verbindungsstellen müssen jederzeit kontrollierbar sein.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

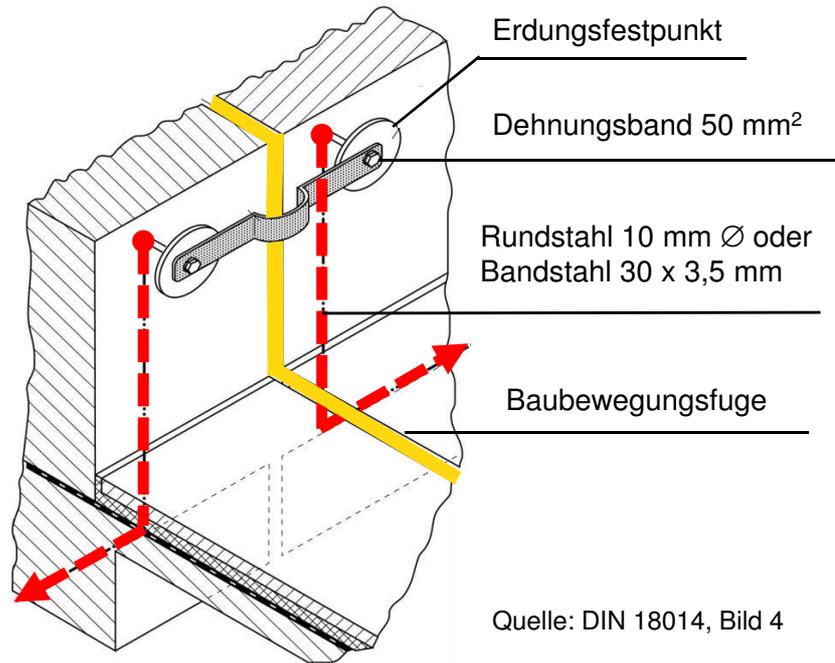
Folie Nr. 40



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 41



Quelle: DIN 18014, Bild 4

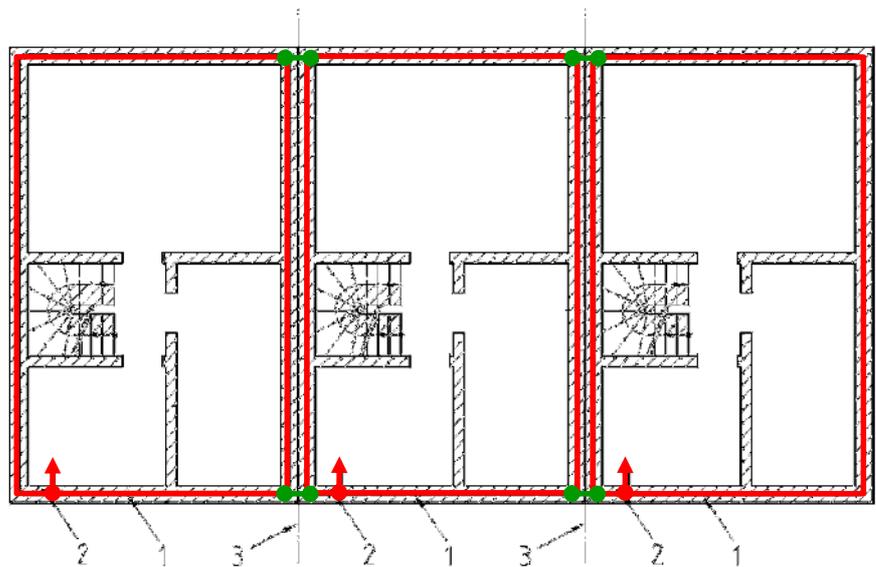
VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 42



1. Fundamenterder
Maschenweite
20 x 20 m
2. Anschlussfahne
für Potential-
ausgleich
3. Bauwerksfuge

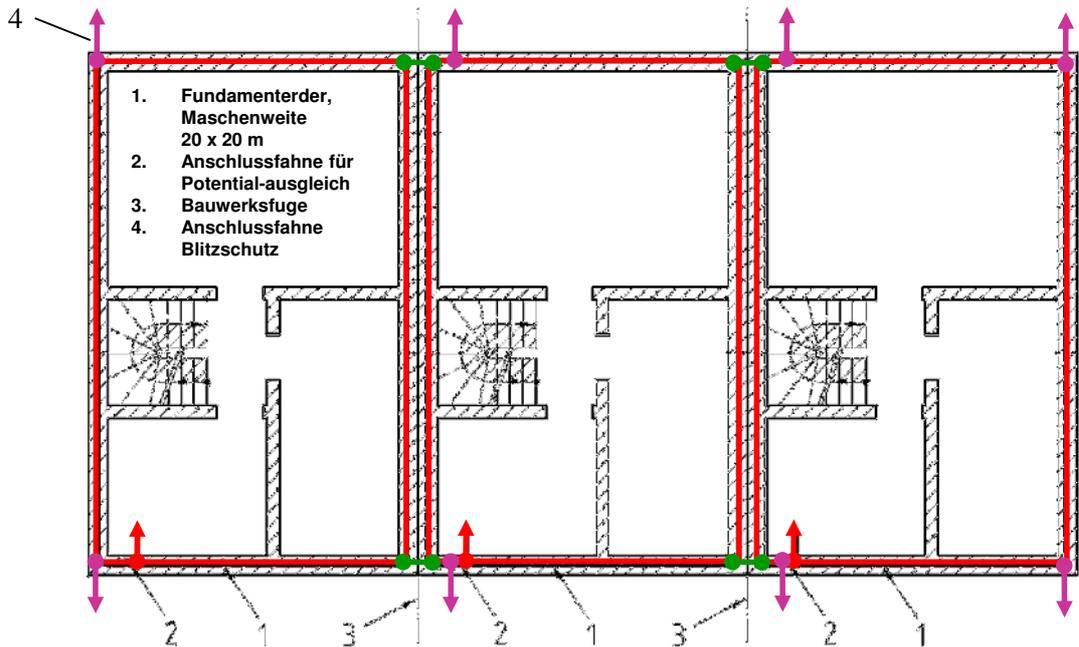


Fundamenterder in Reihenhäusern

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 43

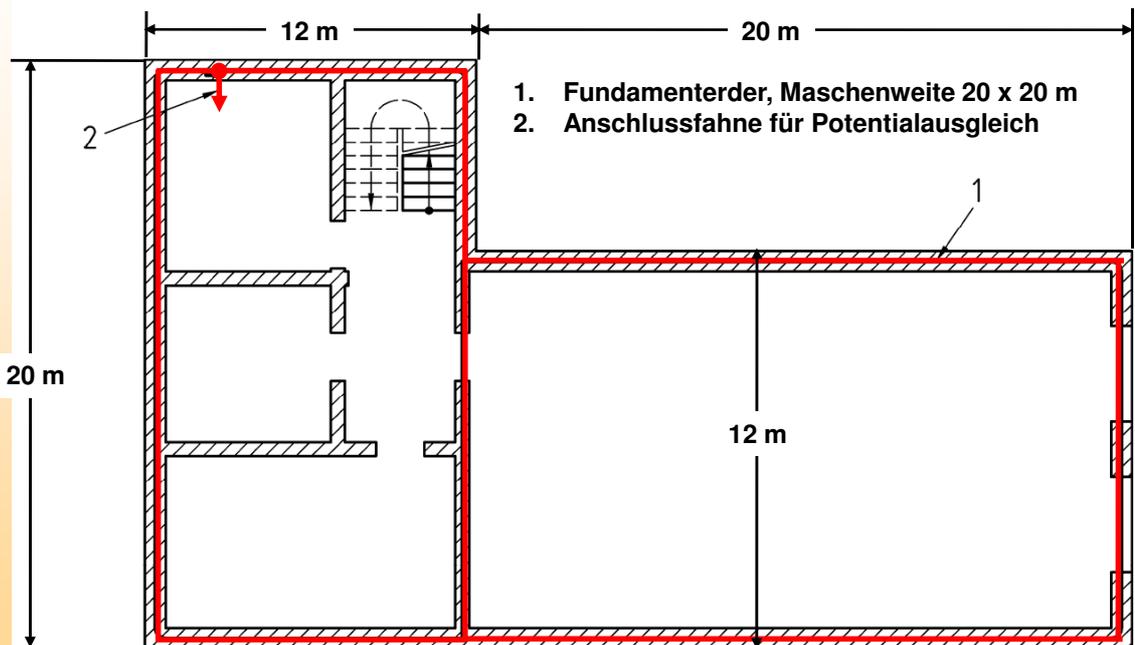


Fundamenterder mit zusätzlichen Blitzschutzmaßnahmen

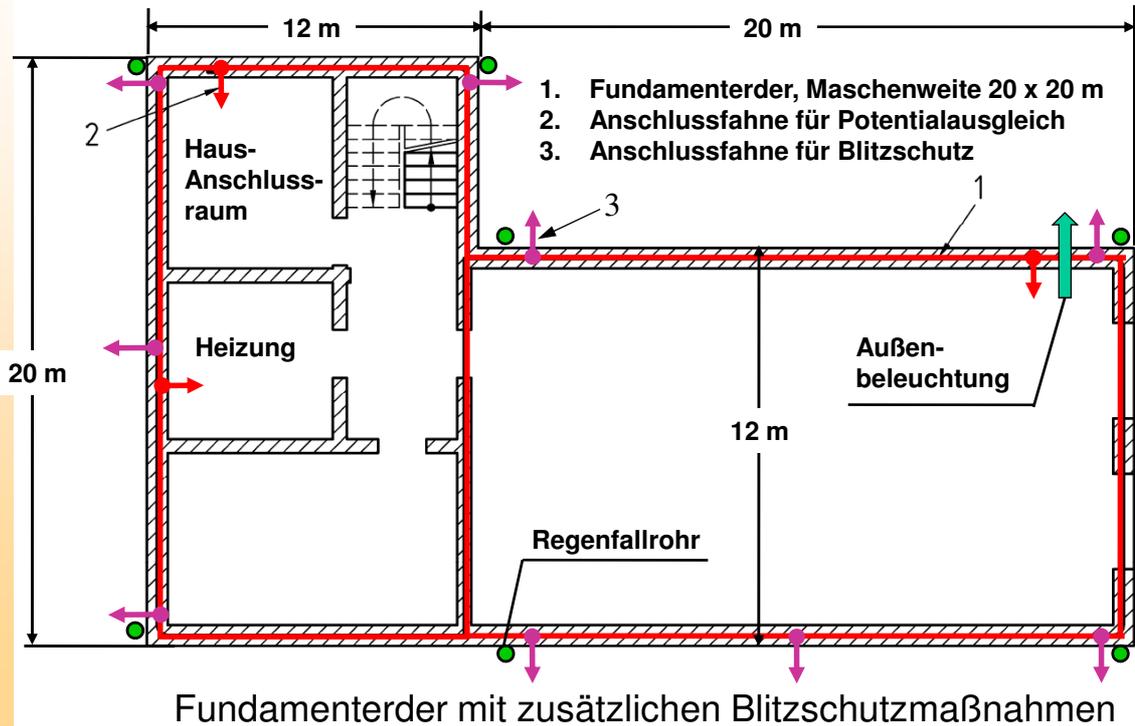
VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 44



Fundamenterder zur Verbesserung der Wirksamkeit des Schutzpotentialausgleichs



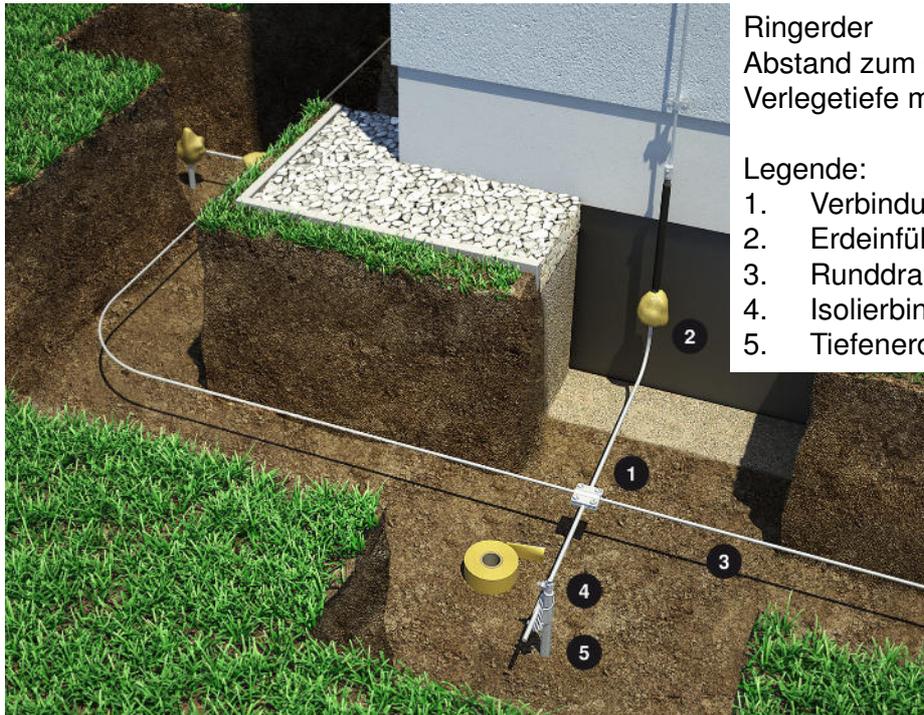
Der Ringerder ist außerhalb der Fundamente erdfühlig zu installieren.

Um einen konstanten, niedrigen Erdausbreitungswiderstand zu erzielen, muss der Ringerder im durchfeuchten, frostfreien Bereich außerhalb des Fundaments erdfühlig angeordnet werden.

ANMERKUNG Dies ist z. B. bei großen Dachüberständen besonders zu berücksichtigen.

Montagebeispiele:

- seitlich im Arbeitsraum der Baugrube, ggf. unterhalb einer Drainageschicht (siehe Bild a), oder
- unterhalb des Fundaments im Bereich der Außenwände (siehe Bild b) oder
- außerhalb einer Frostschutzschürze (siehe Bild c).



Ringerder
 Abstand zum Gebäude 1 m
 Verlegetiefe mind. 0,5 m

Legende:

1. Verbindungsklemme
2. Erdeführung
3. Runddraht 10 mm V4A
4. Isolierbinde
5. Tiefenerder 9 m

VDB-Forum
 4. – 5.11.2016
 Köln

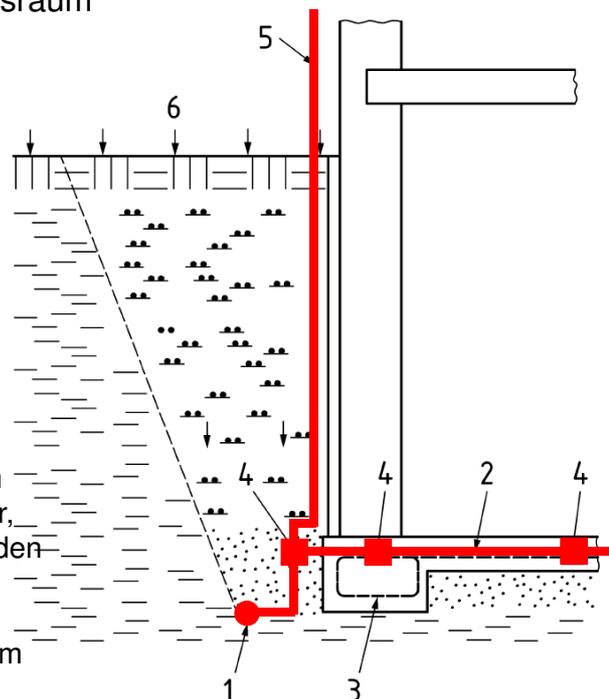
Verfasser:
 Jürgen
 Wettingfeld
 (Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 47



Quelle: OBO Bettermann

a) Lage des Ringerders im Arbeitsraum der Baugrube, ggf. unter einer Drainageschicht



Legende

1. Ringerder, im erdfühligen Bereich
2. Funktionspotentialausgleichsleiter, ≤ 2 m mit der Bewehrung verbunden
3. Bewehrung
4. Verbindungsklemme
5. Anschlussstück für Blitzschutzsystem
6. Niederschlag

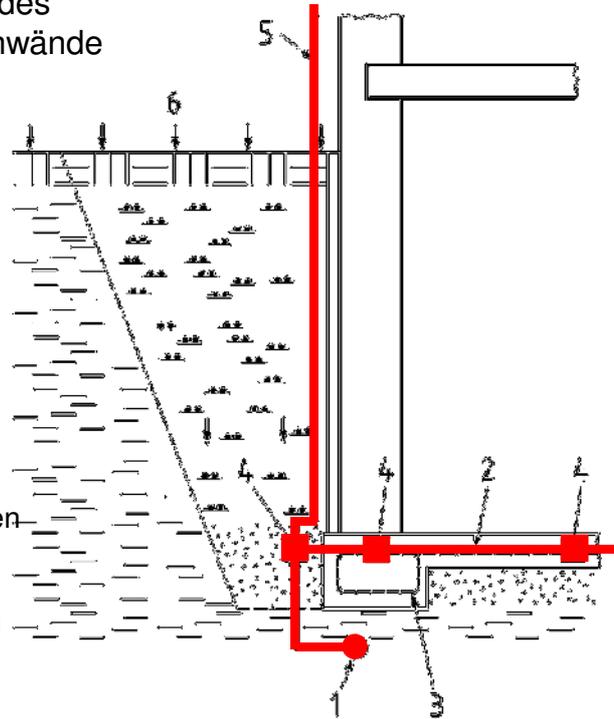
VDB-Forum
 4. – 5.11.2016
 Köln

Verfasser:
 Jürgen
 Wettingfeld
 (Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 48



b) Lage des Ringerders unterhalb des Fundaments im Bereich der Außenwände



Legende

1. Ringerder, im erdfühlihen Bereich
2. Funktionspotentialausgleichsleiter, ≤ 2 m mit der Bewehrung verbunden
3. Bewehrung
4. Verbindungsklemme
5. Anschlussstück für Blitzschutzsystem
6. Niederschlag

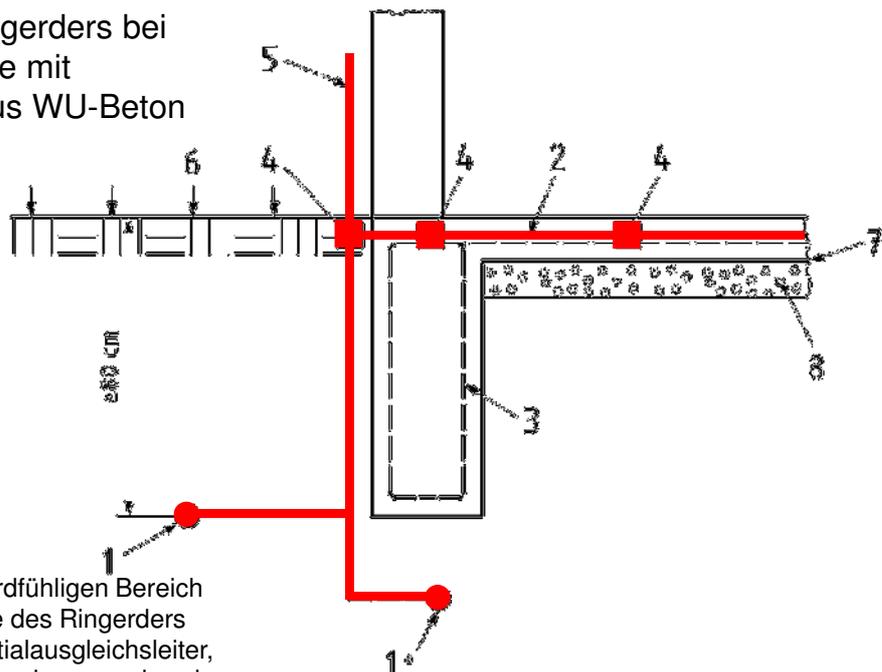
VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 49



c) Lage des Ringerders bei Fundamentplatte mit Frostschräge aus WU-Beton



Legende

- 1) Ringerder, im erdfühlihen Bereich
- 1a) alternative Lage des Ringerders
- 2) Funktionspotentialausgleichsleiter, ≤ 2 m mit der Bewehrung verbunden
- 3) Bewehrung / 4) Verbindungsklemme / 5) Anschlussstück für Blitzschutzsystem
- 6) Niederschlag / 7) PE-Folie / 8) (Kiesschrüttung) Sauberkeitsschicht

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 50





Für die Anordnung des Fundamenterders in unbewehrtem Fundament oder bei einem Fundament aus Faserbeton sind zur Lagefixierung vor während des Betonierens Abstandhalter zu verwenden.



Kann eine allseitige Umhüllung mit Beton von mindestens 5 cm nicht sichergestellt werden, z.B. auf Grund der Einbringtechnik des Betons, ist ein Ringerder zu errichten.

Frage: Was bedeuten diese Aussagen konkret?

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 51



Bodenplatten aus Stahlfaserbeton werden in Einzelabschnitten und in einem Arbeitsgang erstellt. Bei der Herstellung sind Tagesleistungen von bis zu 4000 m² möglich.

Die Stahlfasern werden beim Einlaufen des Betons in die Spezialpumpen zugegeben.

Der Beton wird mit großem Druck herausgedrückt, so dass die Fixierung eines Erders mit Abstandhaltern nicht möglich ist.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 52

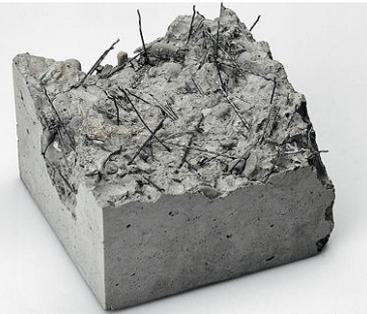




VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 53



Quelle: <http://www.betonbuero.de/wp-content/uploads/2015/08/stahlfaserbeton-beratung.jpg>

Die Forderung nach Korrosionsbeständigkeit des Erders gilt auch für Bodenplatten aus Stahlfaserbeton. Kann diese Forderung nicht eingehalten werden, dann muss korrosionsbeständiges Material, z.B. nichtrostender Stahl, Werkstoff-Nr. 1.4571, verwendet werden.

Vor dem Betonieren muss ein Ringerder verlegt werden, der bei größeren Flächen zu vermaschen ist.



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

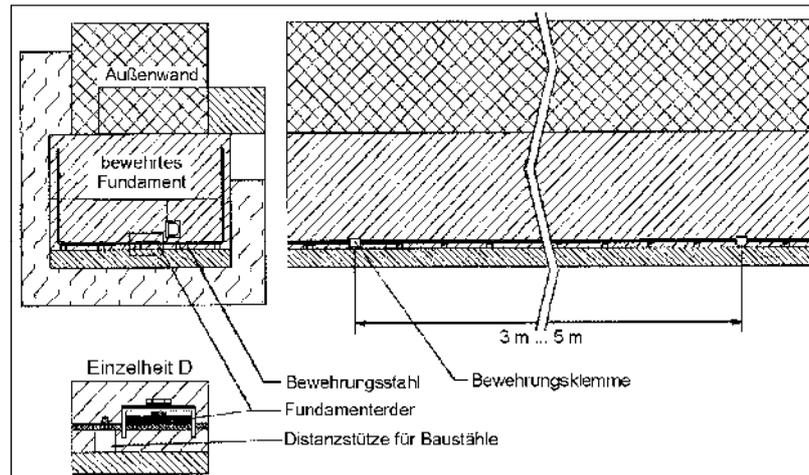
Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 54



Der Fundamenterde ist mit der Bewehrung in Abständen von höchstens 2 m dauerhaft elektrisch leitend zu verbinden.

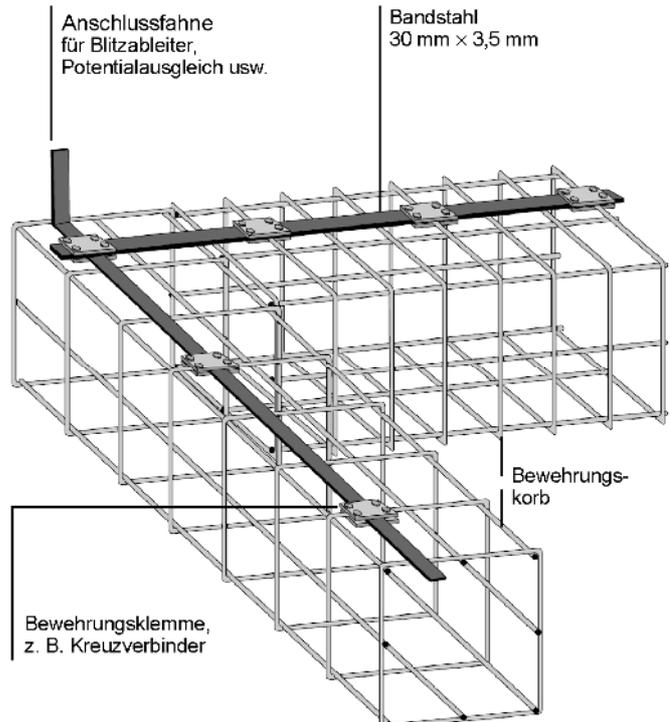
Als Verbindungen sind Schweiß-, Schraub- oder Klemmverbindungen anzuwenden



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 55

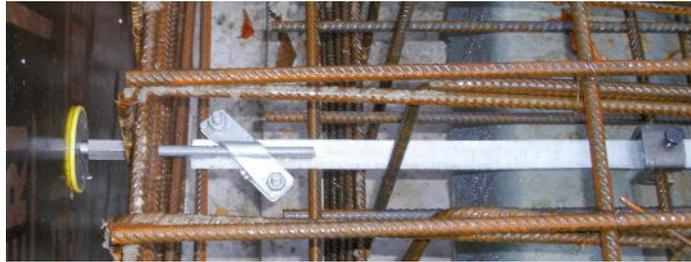


VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 56





VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 57



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

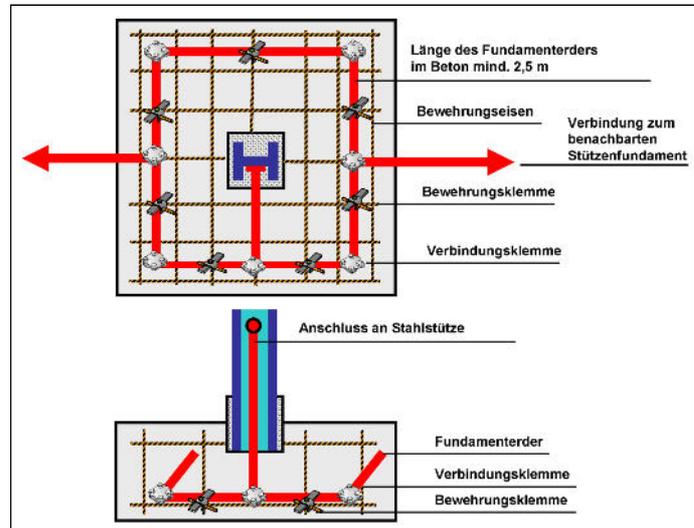
Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 58





Bauwerke mit Einzelfundamente z.B. für Stützen, sind mit einem Fundamenterder, dessen Länge in jedem Fundament mindestens 2,5 m betragen muss, zu versehen.



Quelle: DIN EN 62305-3, Beiblatt 1 Bild E 126

Achtung persönliche Auslegung: Einzelfundamente, die diese Vorgabe nicht erfüllen müssen nicht berücksichtigt werden.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 59



Der Ausbreitungswiderstand eines Einzelfundamentes kann näherungsweise wie ein vermaschter Ringerder oder ein Fundament auf dem Erdreich berechnet werden:

$$R_A = \frac{\rho_E}{2 \times D} \quad D = 1,13 \sqrt{A \times B}$$

Einzelfundament				
Abmessungen: 1 x 1 m, Länge des Fundamenterders > 2,5 m				
Spezifischer Erdwiderstand				
Ackerboden	Sandboden feucht	Kies	Steinig Erdreich	
100	200	1000	3000	
$R_A =$ Ausbreitungswiderstand [Ω]				
44	88	442	1327	

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 60





Der Ausbreitungswiderstand eines Einzelfundamentes kann näherungsweise wie ein vermaschter Ringerder oder ein Fundament auf dem Erdreich berechnet werden:

$$R_A = \frac{\rho_E}{2 \times D} \quad D = 1,13 \sqrt{A \times B}$$

Einzelfundament				
Abmessungen: 0,6 x 0,6 m, Länge des Fundamenterders < 2,5 m				
Spezifischer Erdwiderstand				
Ackerboden	Sandboden feucht	Kies	Steiniges Erdreich	
100	200	1000	3000	
$R_A =$ Ausbreitungswiderstand [Ω]				
73	147	737	2212	

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 61



Die Einzelfundamente sind miteinander elektrisch leitend zu verbinden um den Potentialausgleich zwischen den Einzelfundamenten zu erreichen (siehe Situation A).
(Hinweis: Diese Aussage

Die Korrosionsbeständigkeit der Verbindungsstellen ist sicherzustellen.

Ist aus bautechnischen Gründen ein erhöhter Erdübergangswiderstand zu erwarten ist ein Ringerder auszuführen (siehe Situation B).

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

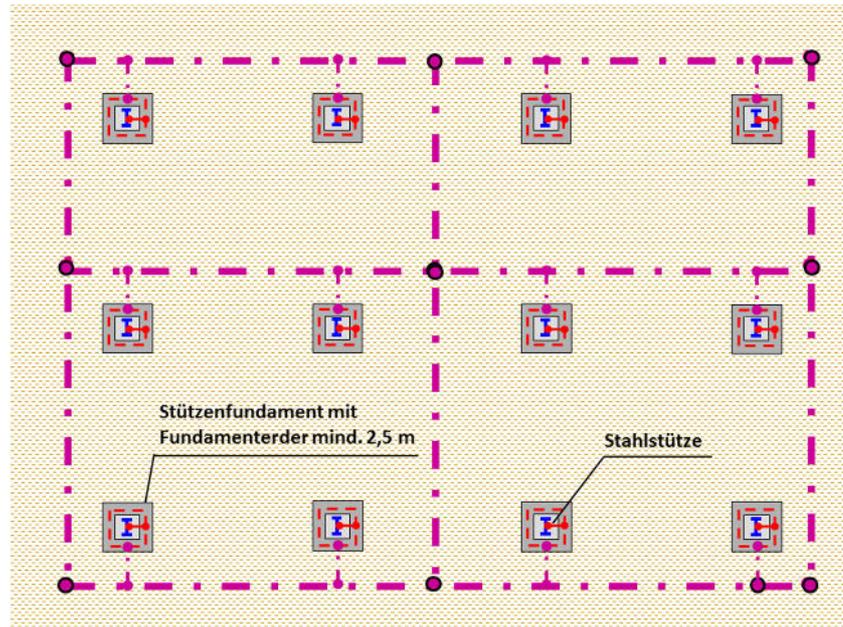
Folie Nr. 62



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 63

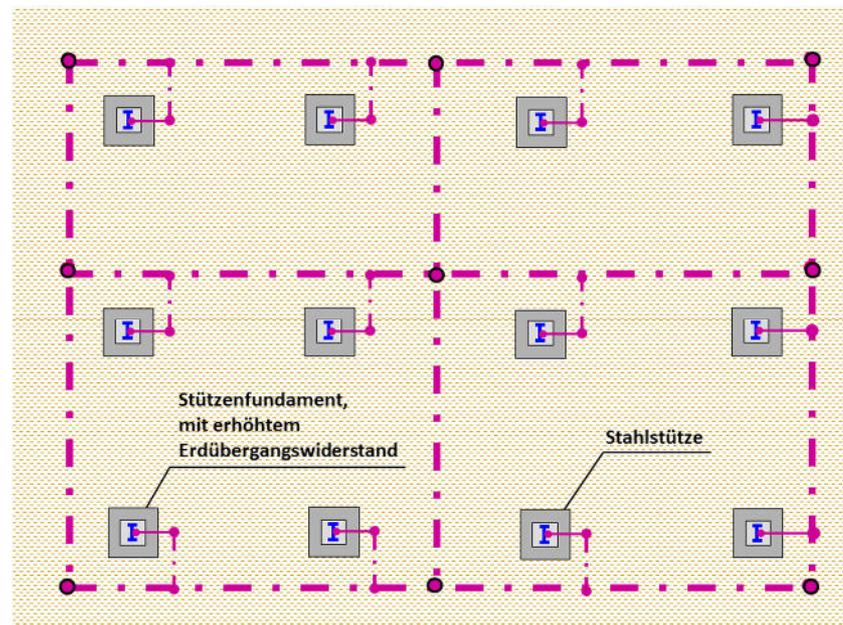


Situation A) Verbindung der Einzelfundamente durch Erdleiter um den Potentialausgleich zwischen den Einzelfundamenten zu erreichen. Mindestlänge des Fundamenterders in den Stützen > 2,5 m

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 64

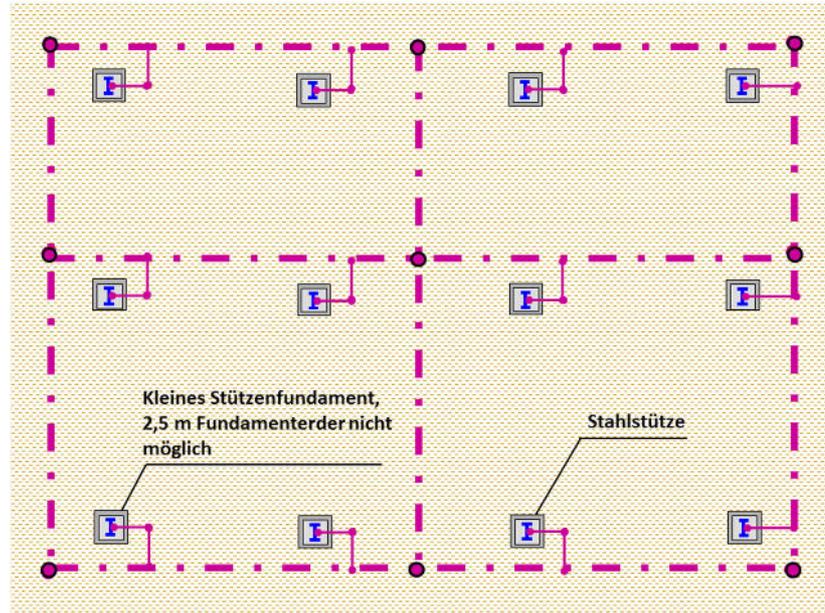


Situation B) **Achtung persönlich Auslegung:** Einzelfundamente mit erhöhtem Erdungswiderstand, auf einen Fundamenterder in den Stützen wird verzichtet.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 65

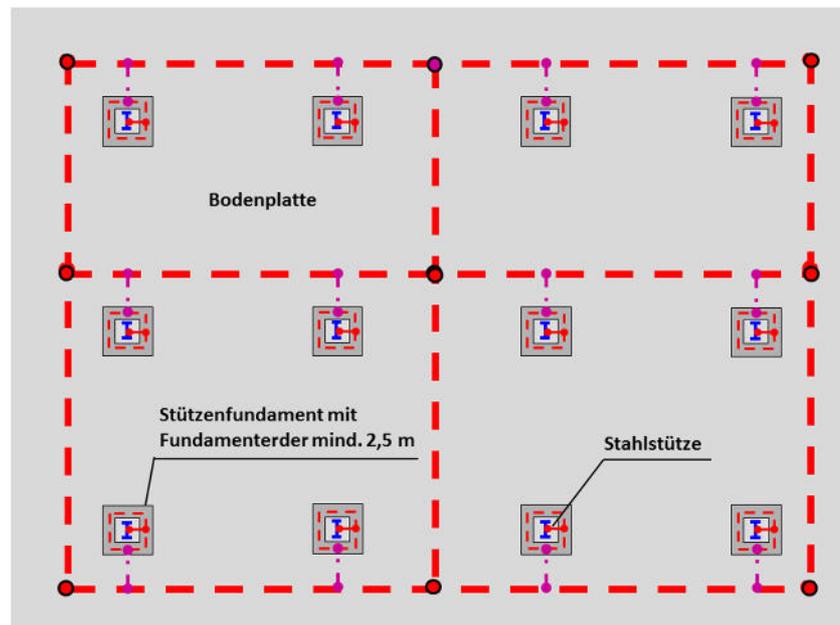


Situation C) **Achtung persönliche Auslegung:** Kleine Einzelfundamente, auf einen Fundamenterder in den Stützen wird verzichtet.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 66

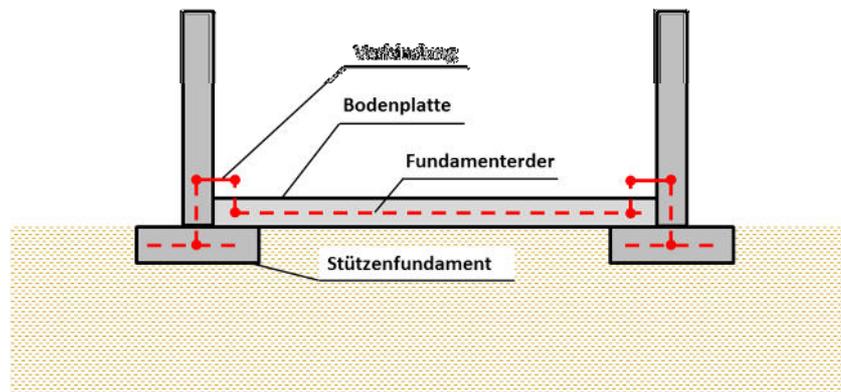


Situation D) Verbindung der Einzelfundamente zum Fundamenterder in der Bodenplatte um den Potentialausgleich zwischen den Einzelfundamenten zu erreichen. Mindestlänge des Fundamenterders in den Stützen > 2,5 m

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 67

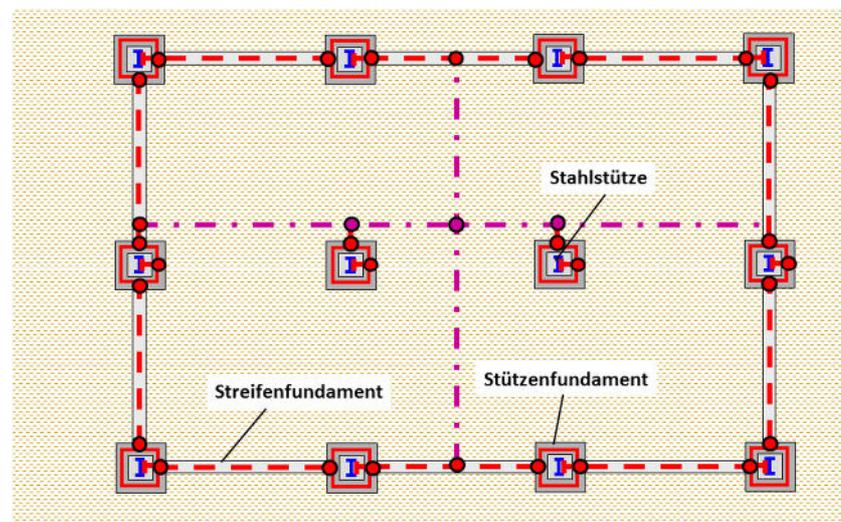


Situation D) Verbindung der Einzelfundamente zum Fundamenterder in der Bodenplatte um den Potentialausgleich zwischen den Einzelfundamenten zu erreichen. Mindestlänge des Fundamenterders in den Stützen > 2,5 m

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 68



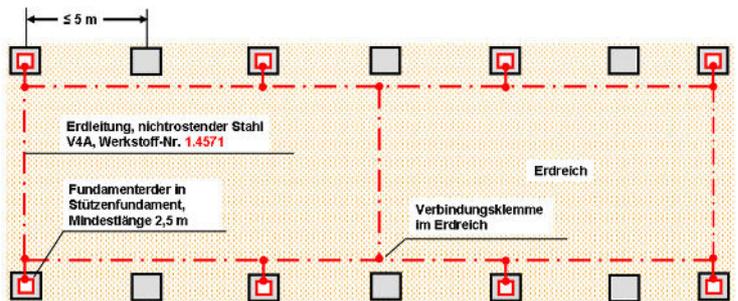
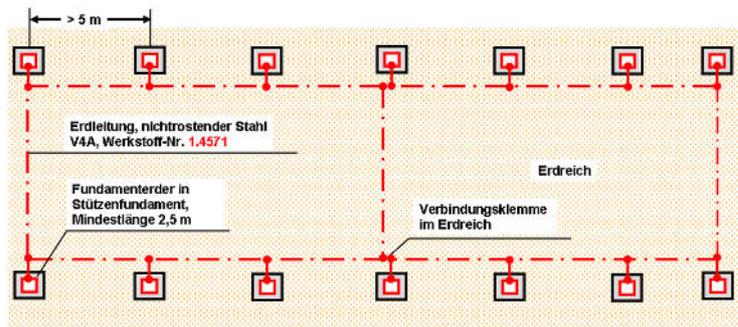
Situation E) Verbindung der Einzelfundamente über Streifenfundamente und Erdleiter um den Potentialausgleich zwischen den Einzelfundamenten zu erreichen. Mindestlänge des Fundamenterders in den Stützen > 2,5 m



Widerspruch zwischen
DIN 18014 und
DIN EN 62305-3,
**Achtung persönliche
Auslegung:
Es gilt DIN 18014!**

Bei Fundamentabständen
> 5,0 m ist jedes
Einzelfundament,

bei Fundamentabständen
≤ 5,0 m jedes 2.
Einzelfundament mit
einem Fundamenterder
auszurüsten.



Quelle: DIN EN 62305-3, Beiblatt 1 Bild E 127 und Bild E 129

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

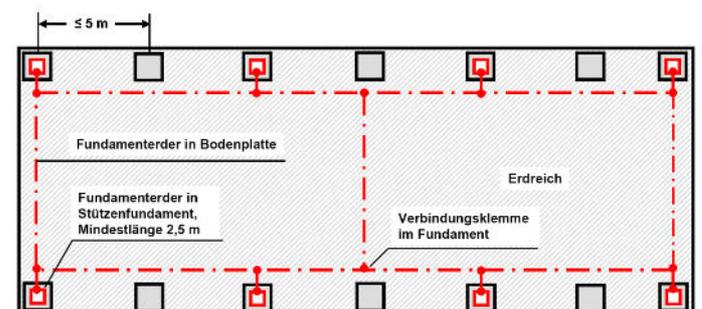
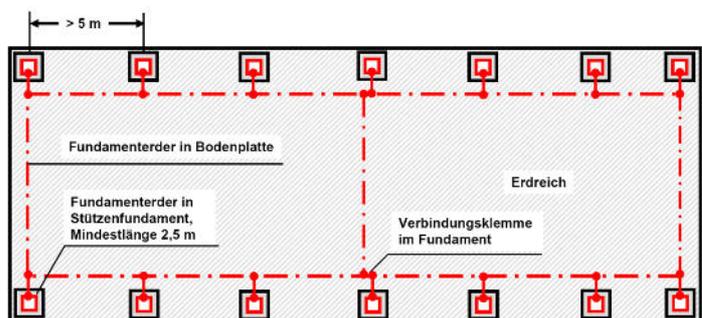
Folie Nr. 69



Widerspruch zwischen
DIN 18014 und
DIN EN 62305-3
**Achtung persönliche
Auslegung:
Es gilt DIN 18014!**

Bei Fundamentabständen
> 5,0 m ist jedes
Einzelfundament,

bei Fundamentabständen
≤ 5,0 m jedes 2.
Einzelfundament mit
einem Fundamenterder
auszurüsten.



Quelle: DIN EN 62305-3, Beiblatt 1 Bild E 128 und Bild E 130

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 70



Ist die notwendige Erdfähigkeit des Erders im Fundament nicht gegeben, z.B. durch die Verwendung von:

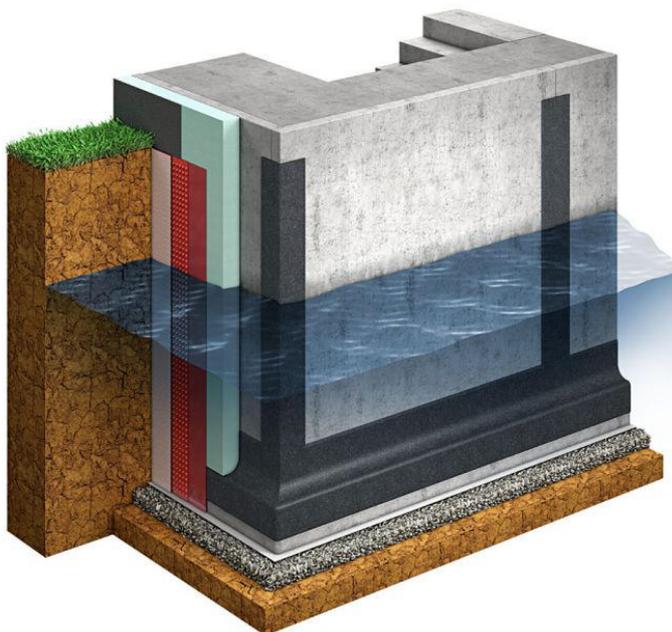
- Wasserundurchlässigen Beton nach DIN EN 206 und DIN 1045-2 (weiße Wanne);
- Bitumenabdichtung (schwarze Wanne) z.B. Bitumenbahnen, kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung (KMB);
- Schlagzähen Kunststoffbahnen;
- Wärmedämmung (Perimeterdämmung) auf der Unterseite und Seitenwänden der Fundamente;
- Zusätzlich eingebrachten, kapillARBrechenden, schlecht elektrisch leitenden Bodenschichten z.B. aus Recyclingmaterial,

ist ein Ringerder zu installieren.

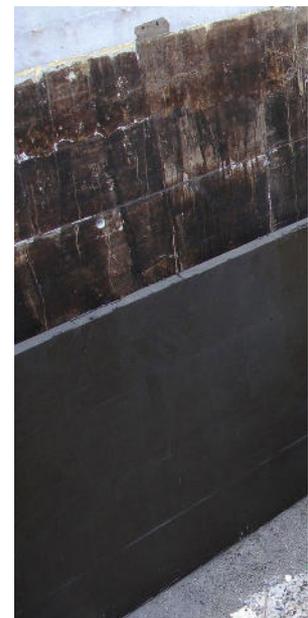
VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 71



Abdichtung mit Kunststoffbahnen



Bitumenabdichtung

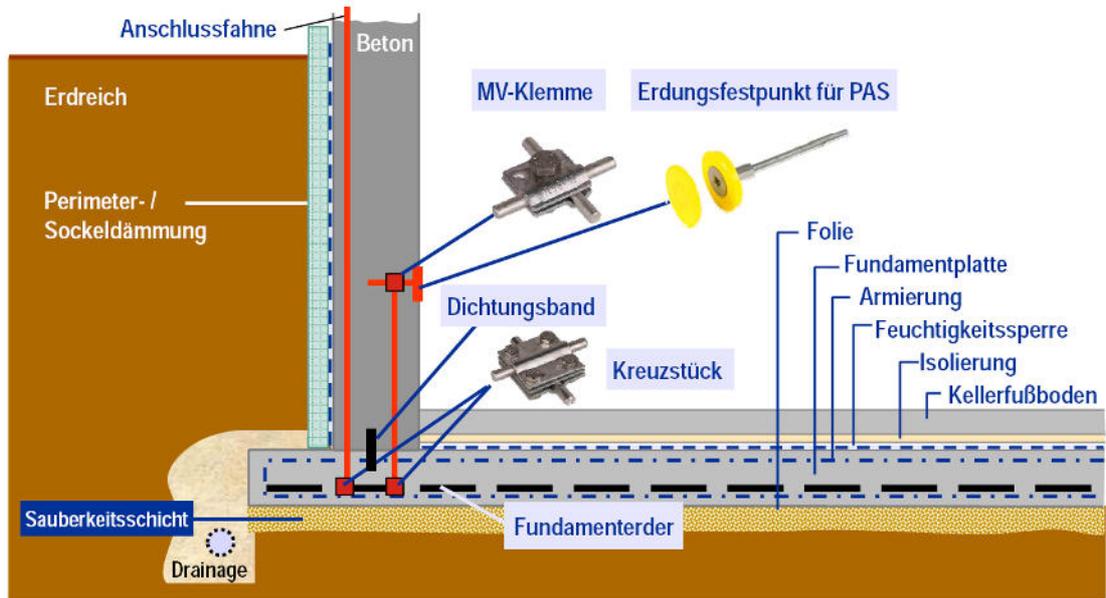
VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 72



Variante 1: Anordnung des Fundamenterders bei einer geschlossenen Bodenplatte (Kellerwand isoliert)



Quelle: Fa. Dehn

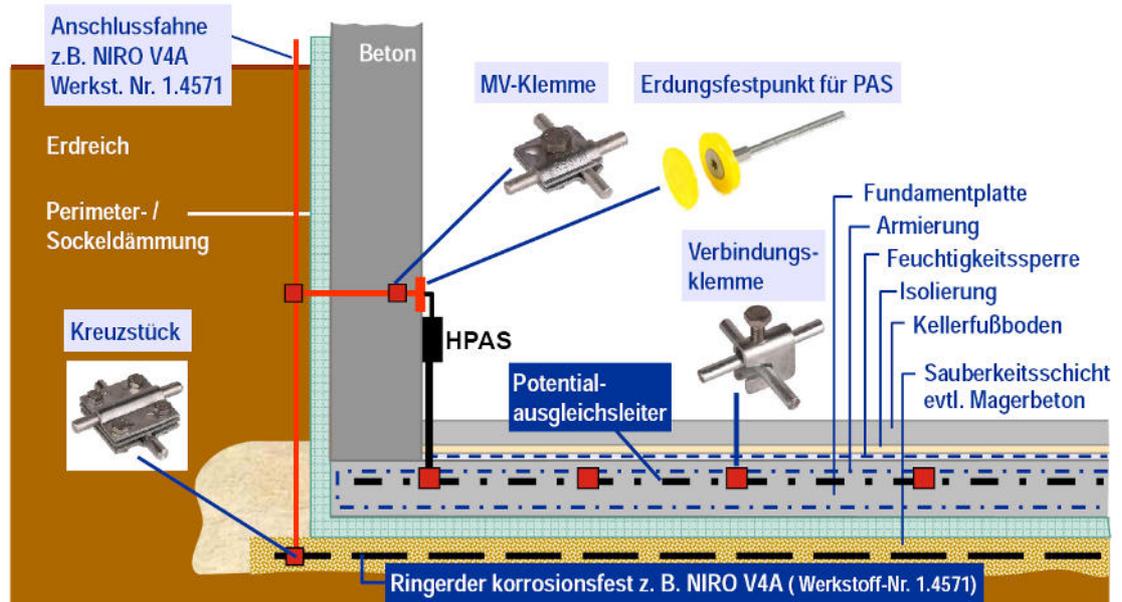
VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 73



Variante 2: Anordnung des Erders bei einer geschlossenen Wanne, Ausführung „Vollperimeterdämmung“



Quelle: Fa. Dehn

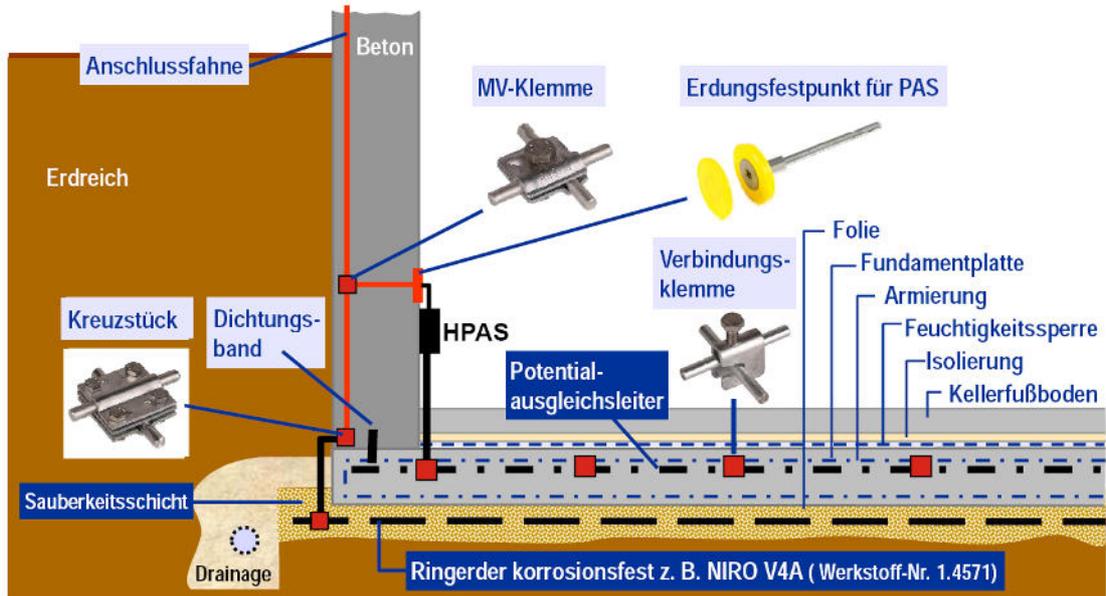
VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 74



Variante 3: Anordnung des Erders bei einer geschlossenen Wanne, Ausführung „Weiße Wanne“



Quelle: Fa. Dehn

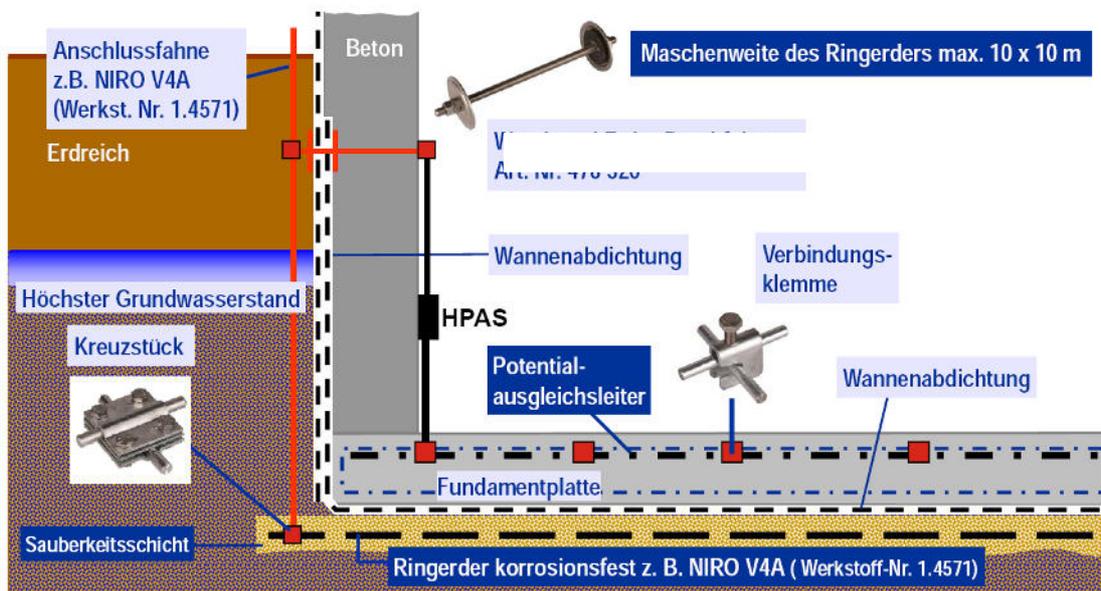
VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 75



Variante 4: Anordnung des Erders bei einer geschlossenen Wanne, Ausführung „Schwarze Wanne“



Quelle: Fa. Dehn

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 76





Zur Reduzierung elektromagnetischer Störungen ist eine kombinierte Potentialausgleichsanlage nach DIN VDE 0100-444 zu errichten.

Dazu ist zusätzlich zum Ringerder ein Funktionspotentialausgleichsleiter aus Rund- oder Bandmaterial im bewehrten Fundament entlang der Außenwände vorzusehen.

Der Funktionspotentialausgleichsleiter ist mit der Bewehrung in Abständen von höchstens 2 m dauerhaft elektrisch leitend zu verbinden und weist eine Maschenweite $\leq 20 \times 20$ m auf.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 77



Folgende Verbindungen sind herzustellen:

- zum Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene nach DIN VDE 0100-410;
- zum Ringerder mindestens alle 20 m des Gebäudeumfangs;
- zum Blitzschutzsystem, je Ableitung;
- zu weiteren metallisch leitfähigen Teilen zum Zwecke des Funktionspotentialausgleiches.

Zusätzlich Maßnahmen können nach DIN EN 50310 und DIN EN 62305-4 erforderlich sein.

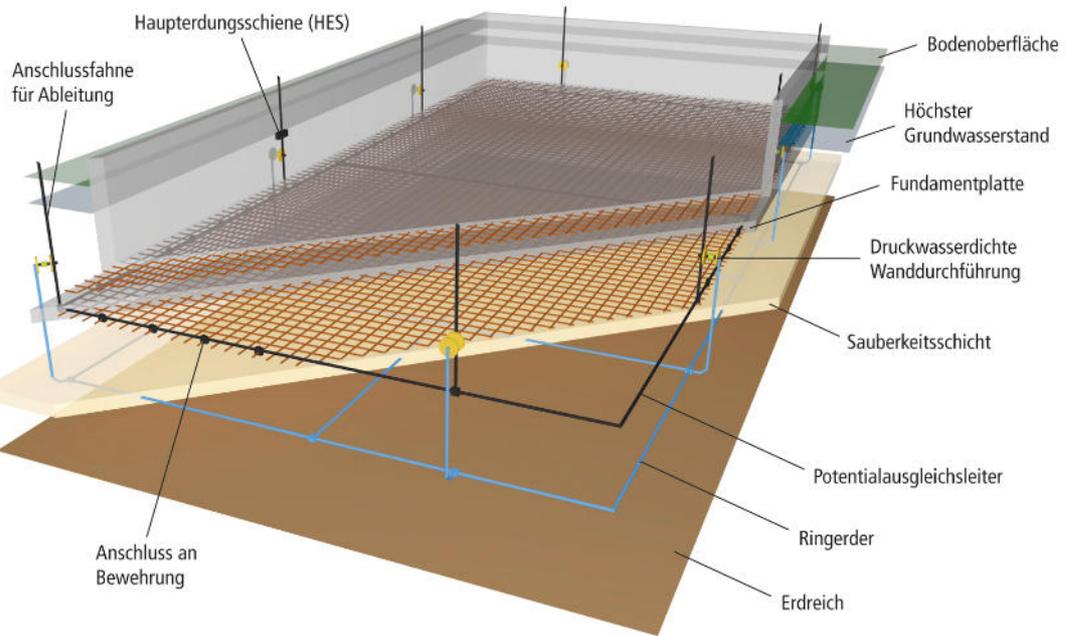
VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 78



Geschlossene Wanne (schwarze, weiße Wanne oder Kombinationsabdichtungen)



Quelle: Fa. Dehn

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 79



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 80



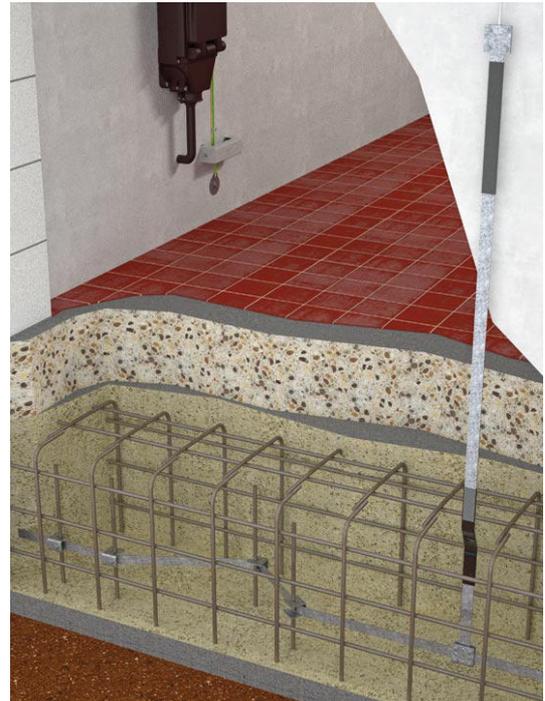
Flachband 30 x 3,5 mm, V4A, Werkstoff-Nr. 1.4571



Zur Verbindung der Erdungsanlage mit Anlagenteile sind Anschlusssteile notwendig.

Dies sind z.B. Verbindungen zu

- der Haupt-Erdungsschiene für den Schutzpotentialausgleich;
- den zusätzlichen Potentialausgleichsschienen;
- den Ableitungen eines Blitzschutzsystems;
- sonstigen Konstruktionsteilen aus Metall



Quelle: OBO Bettermann

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 81



- Die Anschlusssteile für den Anschluss an die Haupterdungsschiene sind in der Nähe des elektrischen Netz-/Hausanschlusses anzuordnen.
- Weitere Anschlusssteile sind an erforderlichen Stellen, z.B. in Technikräumen, Aufzugsschächten, zu errichten.
- Anschlusssteile sind im Grundrissplan einzutragen und zu vermaßen.
- Anschlussfahnen sollten eine Länge von mindestens 1,5 m haben und sind während der Bauphase auffällig zu kennzeichnen.
- Es ist sicherzustellen, dass alle Anschlusssteile untereinander und an Fundamenterde/Ringerde bzw. Potentialausgleichsleiter einen niederohmigen Durchgangswiderstand von $\leq 0,2 \text{ Ohm}$ haben.
- Anschlusssteile, die durch Abdichtungen des Gebäudes hindurchgeführt werden, müssen DIN EN 62561-5 entsprechen. Bei der Ausführung ist DIN 18195-9 zu berücksichtigen.



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

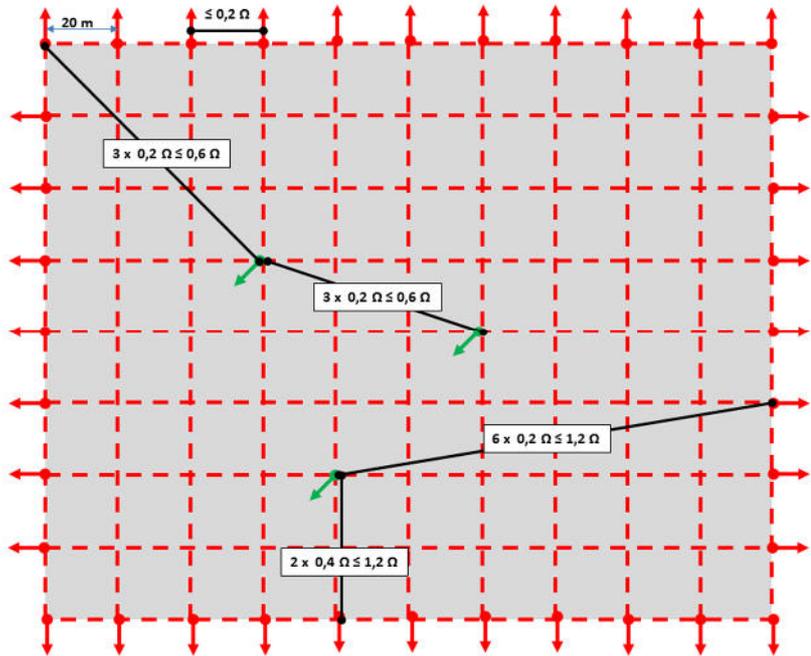
Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 82



Quelle: OBO Bettermann

Gebäude:
200 x 160 m



Persönlicher Vorschlag: Bis 20 m Entfernung $\leq 0,2 \Omega$, danach für jede zusätzliche Masche in direkter Linie zusätzlich $0,2 \Omega$, in der Regel werden die angegebenen Werte deutlich unterschritten.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 83



Erder- und Wanddurchführung



Dichtmanschette für Anschlussfahne



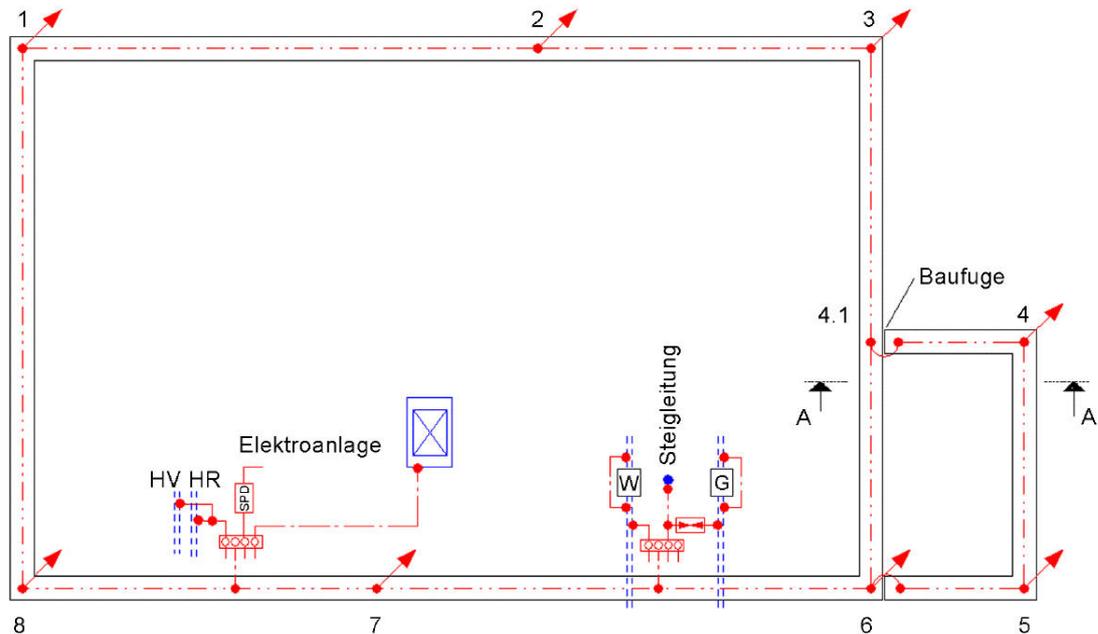
Druckwasserdichte Wanddurchführung für Weiße Wanne

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 84





Anschlusssteile sind im Grundrissplan einzutragen und zu vermaßen

Quelle: DIN EN 62305-3 Beiblatt 3

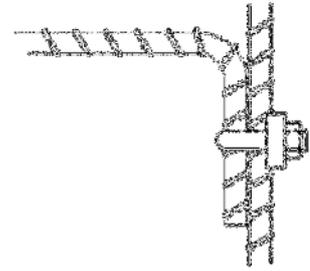
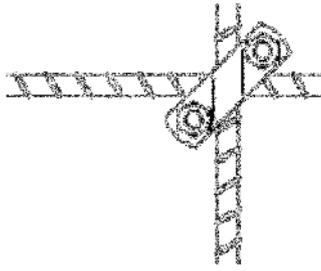
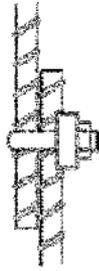
Teile eines Fundamenterders sind durch Schweiß-, Schraub oder Klemmverbindung elektrisch leitend und mechanisch fest zu verbinden.

Schweißverbindungen sind nach DIN ISO 857-1 und DIN 1910-11 herzustellen. Schweißverbindungen mit Bewehrungsstäben sind nur mit Zustimmung des Bauingenieurs zulässig. Die Bewehrungsstäbe sollten über eine Länge von mindestens 30 mm zusammengeschweißt werden.

Wird der Fundamenterder als Teil des Blitzschutzsystems verwendet, sind Verbindungsteile nach DIN EN 62561-1 zu verwenden.

Achtung: Widerspruch zwischen DIN 18014 und DIN EN 62305-3 Beiblatt 3, Abschnitt 5.3.2 bezüglich des Messwertes :

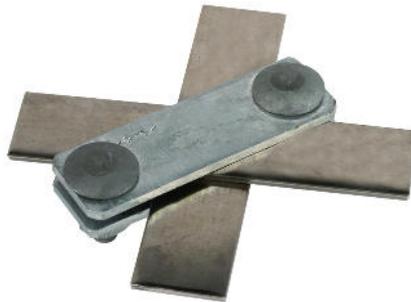
Für den Durchgangswiderstand der Erdungsanlage an allen Messstellen zur Feststellung der Durchgängigkeit der Leitungen und Verbinder wird ein Richtwert **< 1 Ohm** angegeben.



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

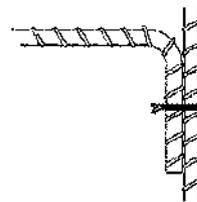
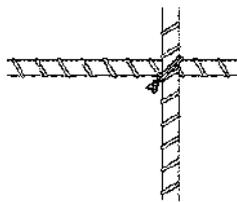
Folie Nr. 87



Schraubverbinder



Bewehrungsklemme



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 88

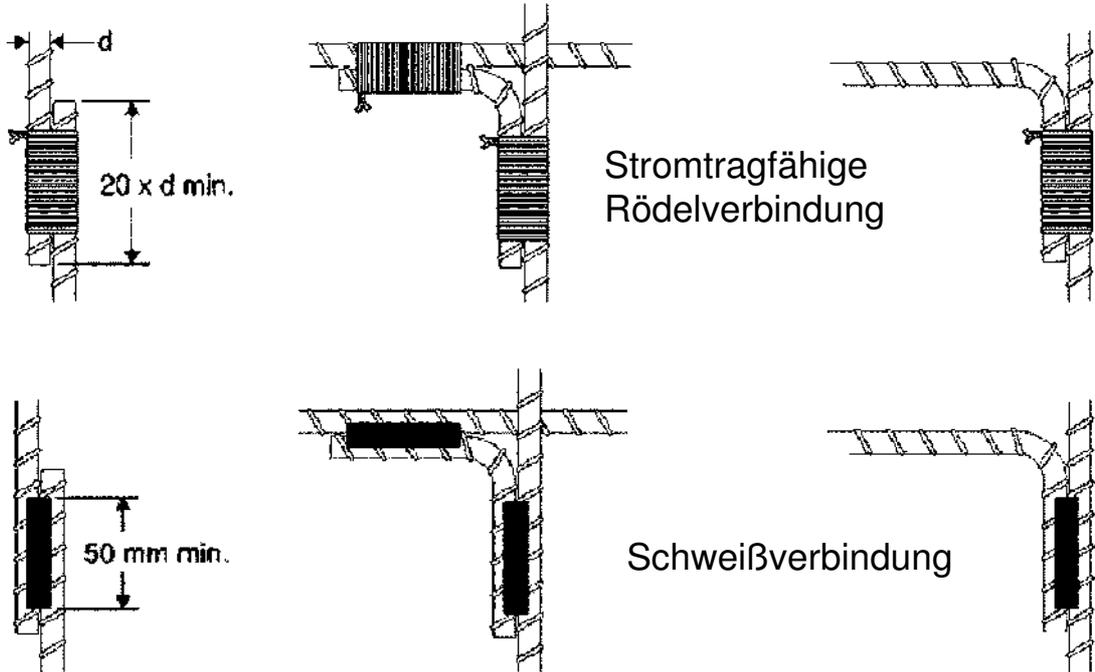


Der Rödeldraht ist ein weichgeglühter drillfester Eisendraht mit einer Drahtstärke von 1 mm Durchmesser bis 1,8 mm. Die Bewehrungsmatten werden mit Rödeldraht verbunden.

Das Verbinden der Bewehrungsmatten wird auch Stahlflechten genannt und ist eine Tätigkeit auf der Baustelle.

Das Stahlflechten dient der Lagesicherung der Bewehrungsmatten beim Betonieren.

<http://www.deutscher-bauzeiger.de/bauen/bewehrung/bewehrung-roedeldraht/>



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 89



Wird der Beton maschinell verdichtet (z. B. mittels Rüttler), dürfen als Klemmverbindung keine Keilverbinder verwendet werden.



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 90



Fehlerhafte Verwendung von Keilverbindern.



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 91



Keilverbinder dürfen nur im Beton, aber niemals im Erdreich verwendet werden.



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 92



Keilverbinder dürfen nur im Beton, aber niemals im Erdreich oder für den Potentialausgleich verwendet werden.



Für Fundamenterder ist

- Rundstahl mit mindestens 10 mm Durchmesser oder
- Bandstahl mit den Maßen von mindestens 30 mm × 3,5 mm zu verwenden.



Zinküberzug	≥ 50µm Mittelwert (rd. 350g/m ²)	≥ 70µm Mittelwert (rd. 500g/m ²)
spezifischer Widerstand	≤ 0,15 Ohm mm ² / m	≤ 0,15 Ohm mm ² / m
Kurzschlussstrom (50 Hz) (1 s; ≤ 300 °C)	5,5 kA	7,3 kA

Bei besonderen Anforderungen dürfen nichtrostender Stahl sowie Kupferwerkstoffe verwendet werden.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 93



Bezeichnung	spezifischer Widerstand	Kurzschlussstrom (50 Hz) (1 s; ≤ 300 °C)	Bild
Flachband 30 x 3,5 mm V4A, 1.4571	≤ 0,8 Ohm mm ² / m	3,9 kA	
Runddraht 10 mm ² , V4A 1.4571	≤ 0,8 Ohm mm ² / m	2,9 kA	
Runddraht Kupfer 8 mm, 50 mm ²	≤ 0,019 Ohm mm ² / m	9,8 kA	
Kupferseil blank, mehrdrähtig, mind. 50 mm ²	≤ 0,019 Ohm mm ² / m	9,8 kA	
Kupferseil verzinkt, mehrdrähtig, mind. 50 mm ²	≤ 0,019 Ohm mm ² / m	9,8 kA	

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 94





Grundlagen und Ausführung von Erdungsanlagen unter normativen und rechtlichen Gesichtspunkten

DIN 18014 – 6.3 Werkstoffe für Anschlusssteile/Fundamenterder

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 95



Bezeichnung	spezifischer Widerstand	Kurzschlussstrom (50 Hz) (1 s; ≤ 300 °C)	Bild
Flachband 30 x 3,5 mm V4A, 1.4571	≤ 0,8 Ohm mm ² / m	3,9 kA	
Runddraht 10 mm ² , V4A 1.4571	≤ 0,8 Ohm mm ² / m	2,9 kA	
Runddraht Kupfer 8 mm, 50 mm ²	≤ 0,019 Ohm mm ² / m	9,8 kA	
Kupferseil blank/verzinkt mehrdrähtig, mind. 50 mm ²	≤ 0,019 Ohm mm ² / m	9,8 kA	
NY 50 mm ²	≤ 0,019 Ohm mm ² / m	9,8 kA	

Verbinder aus Stahl, die allseitig von mind. 5 cm Beton umhüllt sind, können verzinkt oder unverzinkt sein..



Grundlagen und Ausführung von Erdungsanlagen unter normativen und rechtlichen Gesichtspunkten

DIN 18014 – 6.4 Werkstoffe für Anschlusssteile/Ringerder

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 96



Bezeichnung	spezifischer Widerstand	Kurzschlussstrom (50 Hz) (1 s; ≤ 300 °C)	Bild
Flachband 30 x 3,5 mm V4A, 1.4571	≤ 0,8 Ohm mm ² / m	3,9 kA	
Runddraht 10 mm ² , V4A 1.4571	≤ 0,8 Ohm mm ² / m	2,9 kA	
Runddraht Kupfer 8 mm, 50 mm ²	≤ 0,019 Ohm mm ² / m	9,8 kA	
Kupferseil blank/verzinkt mehrdrähtig, mind. 50 mm ²	≤ 0,019 Ohm mm ² / m	9,8 kA	

Verbindungen im Erdreich müssen an der Verbindungsstelle mit einer Korrosionsschutzbinde geschützt werden.



7.1 Allgemeines

Vor dem Einbringen des Betons ist durch eine Elektrofachkraft oder Blitzschutzfachkraft eine Dokumentation nach 7.2 zu erstellen und eine Durchgangsmessung nach 7.3 durchzuführen

7.2 Dokumentation

Die Dokumentation **muss** enthalten:

- Ausführungspläne des Fundamenterrders oder des Ringerders einschließlich des Funktionspotentialausgleichsleiters:
- Aussagekräftige Fotografien der Gesamterdungsanlage
- Eindeutig zuordnungsbare Detailaufnahmen von Verbindungsstellen z.B. zu Haupterdungsschienen, Anschlussteilen der Blitzschutzanlage
- Ergebnisse der Durchgangsmessung nach 7.3.

Ein Beispiel für die Dokumentation der Erdungsanlage ist im Anhang A (informativ) enthalten.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 97



Dokumentation des Fundamenterrders nach DIN 18014 (Seite 1)

Bericht-Nr.:	Datum der Prüfung:	Name des Erstellers:	
Angaben zum Gebäude	Straße:		
	PLZ, Ort:		
	Nutzung:		
	Bauart:		
	Art des Fundamentes:		
Angaben zum Planer	Name:		
	Straße:		
	PLZ, Ort:		
Angaben zum Errichter	<input type="checkbox"/> Elektro-Fachkraft	<input type="checkbox"/> Blitzschutz-Fachkraft	<input type="checkbox"/> Bauunternehmen unter Aufsicht einer Elektro-/Blitzschutzfachkraft
	Firma, Name:		
	Straße:		
	PLZ, Ort:		
Zweck	<input type="checkbox"/> Schutzerdung für elektrische Sicherheit		
	<input type="checkbox"/> Funktionserdung für		
Angaben zur Ausführung	<input type="checkbox"/> Fundamenterrder	<input type="checkbox"/> Stahl blank	<input type="checkbox"/> Stahl verzinkt
	<input type="checkbox"/> Ringerder	<input type="checkbox"/> nichtrostender Stahl	
		<input type="checkbox"/> Kupfer	
	<input type="checkbox"/> Rundmaterial	<input type="checkbox"/> Bandmaterial	<input type="checkbox"/>
	Anschlusssteile innen	<input type="checkbox"/> Stahl verzinkt mit Kunststoffummantelung <input type="checkbox"/> nichtrostender Stahl, <input type="checkbox"/> Anschlussplatte (Erdungsfestpunkt) <input type="checkbox"/> Kupferseil <input type="checkbox"/> Kupferkabel NYY	
Anschlusssteile außen	<input type="checkbox"/> Stahl verzinkt mit Kunststoffummantelung <input type="checkbox"/> nichtrostender Stahl, Werkstoff-Nr.: <input type="checkbox"/> Anschlussplatte (Erdungsfestpunkt) <input type="checkbox"/> Kupferseil		

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 98





Dokumentation des Fundamenterders nach DIN 18014 (Seite 2)

Bericht Nr.:		
Zweck der Dokumentation	<input type="checkbox"/> Abnahme/Übergabe	
Ergebnisse	Die Ausführung stimmt mit den vorliegenden Plänen überein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
	Alle Durchgangsmessungen ergaben Werte $\leq 0,2 \Omega$ nach 5.8	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
	Mängel:	<input type="checkbox"/> Mängelbeseitigung ist notwendig <input type="checkbox"/> Erneute Prüfung ist notwendig
Beschreibung, Zeichnungen, Bilder für die Erdungsanlage	<input type="checkbox"/> Zeichnung Nr.:	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Bild Nr.:	<input type="checkbox"/>
Die Dokumentation besteht aus diesen Blättern und nebenstehenden Anlagen, z. B. Zeichnungen, Fotos. (Bei umfangreichen Anlagen mit verschiedenen Materialien können mehrere dieser Dokumentationen ausgefüllt werden)		
Ort	Datum	Stempel/Unterschrift Elektro-Blitzschutz-Fachkraft

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 99

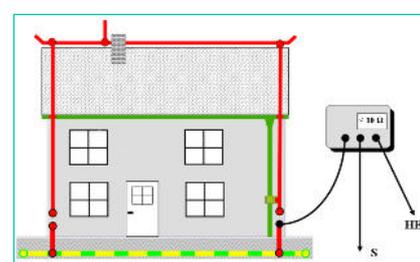
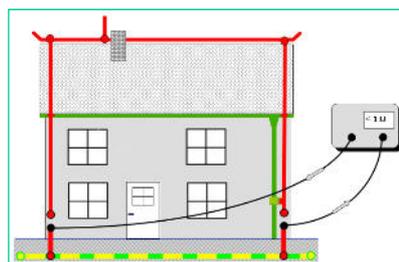


7.3 Durchgangsmessung

Die Durchgangsmessung zwischen dem Anschlussstück für die Haupterdungsschiene und allen anderen Anschlussstücken **muss** einen Widerstandswert nach 5.8 von $\leq 0,2 \Omega$ aufweisen.

Es sind Messeinrichtungen nach DIN EN 61557-4 (VDE 0413-4) zu verwenden. **Die Durchgangsmessung hat vor dem Einbringen des Betons zu erfolgen.**

ANMERKUNG Der Messstrom beträgt nach DIN EN 61557-4 (VDE 0413-4) innerhalb des minimalen Messbereichs $0,2 A$.



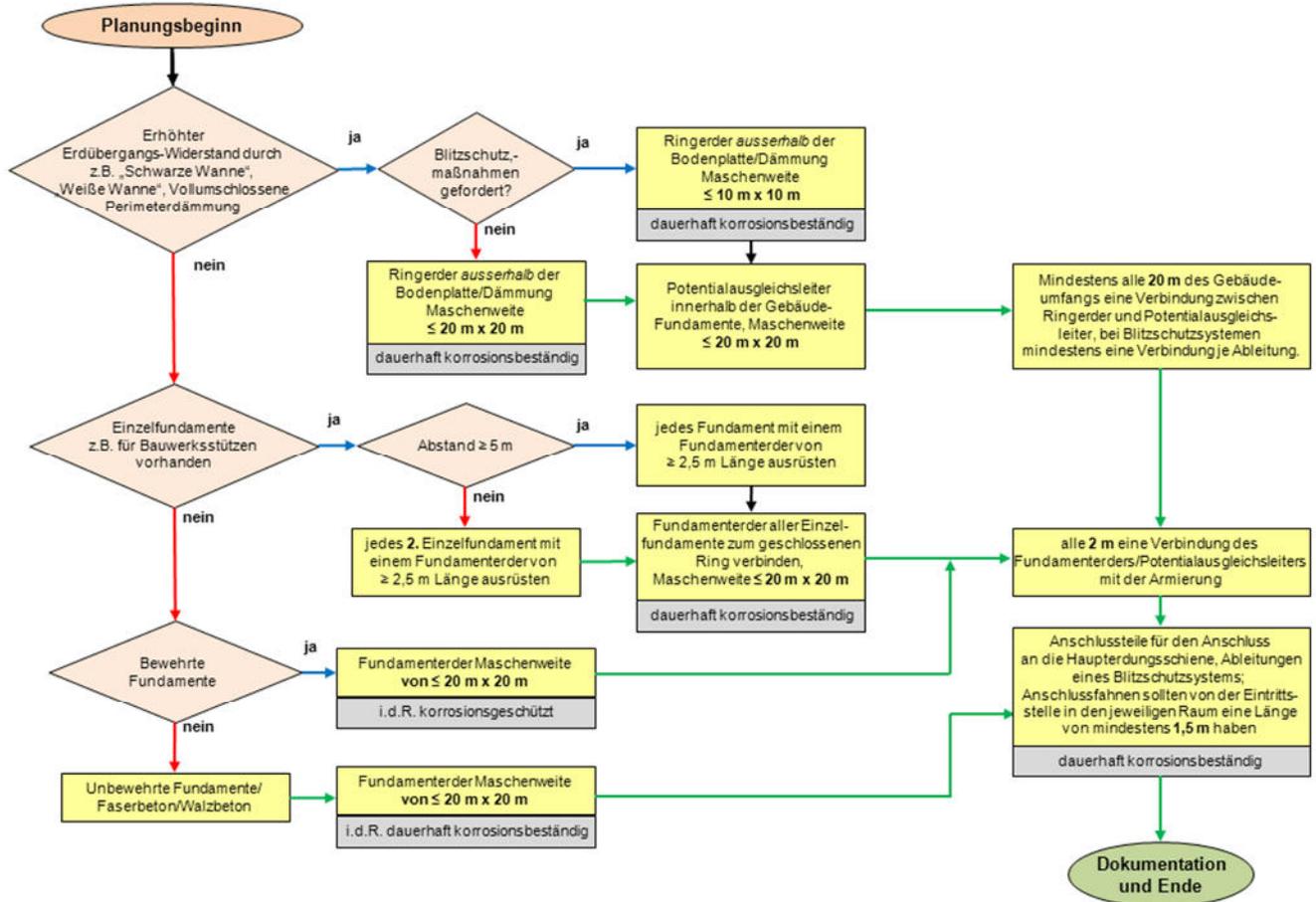
Quelle: DIN EN 62305-3 Beiblatt 3

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 100





4. Einfache Berechnungen





Die elektrischen Eigenschaften des Bodens lassen sich durch den spezifischen Widerstand ρ charakterisieren. Die Feststellung seines Werts ist aus zwei Gründen zumeist ein kompliziertes Unterfangen:

- Der Boden weist keine homogene Beschaffenheit auf, sondern besteht aus verschiedenen Schichten.
- Der spezifische Widerstand eines bestimmten Bodens variiert in weiten Grenzen (siehe nachfolgende Tabelle) und hängt stark vom Feuchtegehalt ab.
- Die Berechnung des Erdwiderstands erfordert genaue Kenntnisse der Bodenbeschaffenheit, insbesondere des spezifischen Widerstands ρ .

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 103



Quelle: *Erdungssysteme – Grundlagen der Berechnung und Auslegung*, Prof. Henryk Markiewicz und Dr. Antoni Klajn, Technische Universität Breslau, Juni 2003, Übersetzung: Deutsches Kupferinstitut, August 2004



Der **Erdungswiderstand** und das **Oberflächen-Potenzial** sind die wichtigsten Kenngößen eines Erdungssystems.

Die elektrischen Parameter des Erdungssystems hängen sowohl von der **Bodenbeschaffenheit** wie von den **Abmessungen der Erdungselektrode** ab.

Die Bodenbeschaffenheit wird durch die **Leitfähigkeit des Erdreichs** bestimmt, die sich je nach Art, Struktur und Feuchte von wenigen $\Omega \cdot m$ bis einige tausend $\Omega \cdot m$ unterscheiden kann.

Diese Bandbreite macht die genaue Bestimmung des Erdungswiderstands schwierig.

Alle den Erdwiderstand beschreibenden Beziehungen beruhen auf den Annahmen homogener Struktur und konstanter Feuchte.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

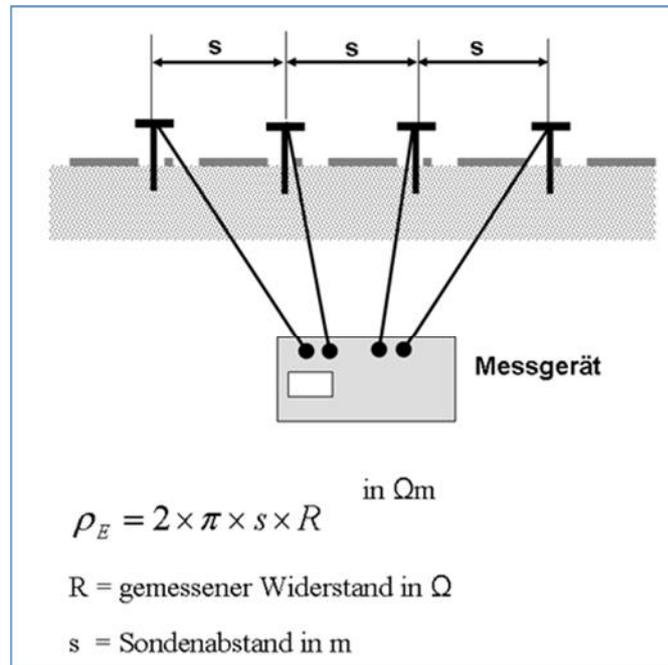
Folie Nr. 104



Quelle: *Erdungssysteme – Grundlagen der Berechnung und Auslegung*, Prof. Henryk Markiewicz und Dr. Antoni Klajn, Technische Universität Breslau, Juni 2003, Übersetzung: Deutsches Kupferinstitut, August 2004



Ermittlung des spezifischen Erdwiderstand nach der Wenner-Methode



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 105



Bodenart	Spezifischer Erdwiderstand ρ_E
Moorboden	5 bis 40
Lehm, Ton, Humus	20 bis 200
Sand	200 bis 2500
Kies	2000 bis 3000
Verwitterter Fels	Meist unter 1000
Sandstein	2000 bis 3000
Granit	Bis 50000
Moränenschutt	30000
Beton oberirdisch trocken*)	10000

Spezifische Erdwiderstände für Frequenzen technischer Wechselströme (Bereich von Werten, die häufiger gemessen wurden) Quelle: DIN EN 50522 (VDE 0101-2), Anhang J, Abschnitt J.1

*) siehe Neuhaus, VDE Schriftenreihe Band 44 (1983), S. 180 Tabelle 1

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 106



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 107



Ringerder, Maschenweite: 10 m x 10 m

Frage: Ist eine ausreichende Erdfähigkeit gegeben?

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 108



Beispiel für eine Schottertragschicht

Variante 2: Industriekomplex

Schotter besteht aus gebrochenem und damit mehr oder weniger scharfkantigem Naturgestein.

Günstig sind Kornformen, die einen hohen Reibungswiderstand ergeben, also kubische und längliche Schottersteine, deren Bruchkanten scharfkantig sind. **Verunreinigungen gleich welcher Art** (z. B. organische Bestandteile oder auch Lehm, Erde und Schluff) **sind im gebrochenen Gestein zu vermeiden**, da diese dazu führen, dass die gewünschte hohe Reibung zwischen benachbarten Gesteinsbrocken sinkt und das spätere Schotterbett dadurch nachgiebiger wird.

Schotter wird üblicherweise gereinigt und gewaschen auf die Baustelle geliefert wird. Je nach Einbausituation und geforderter Tragfähigkeit der aus dem Schotter hergestellten Schottertragschicht sind auf der Baustelle entsprechende Schutzmaßnahmen erforderlich, um baustellenbedingte Verunreinigungen weitestgehend zu vermeiden.

Eine Entladen des Schotters auf schlammigen Untergrund entwertet das Material.

Quelle: <http://www.elkage.de/src/public/showterms.php?id=3617>

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 109



Beispiel für einen vermaschten Oberflächenerder auf dem Planum unterhalb der Schottertragschicht.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 110





Bis zu einigen Metern Tiefe können sich durch Veränderungen des Feuchtigkeitsgehaltes auch zeitliche Schwankungen des spezifischen Erdwiderstandes ergeben. Ferner ist zu beachten, dass sich der spezifische Erdwiderstand bei der im Allgemeinen gegebenen deutlichen Schichtung des Erdreiches mit der Tiefe beträchtlich ändern kann.

Der Ausbreitungswiderstand R_E eines Erders hängt vom spezifischen Erdwiderstand sowie von den Abmessungen und der Anordnung des Erders ab.

Er ist hauptsächlich von der Länge des Erders, weniger von seinem Querschnitt abhängig.

Bei sehr langen Oberflächenerdern (z. B. Kabel mit Erderwirkung) nimmt der Ausbreitungswiderstand zwar mit der Länge ab, nähert sich aber einem Endwert).

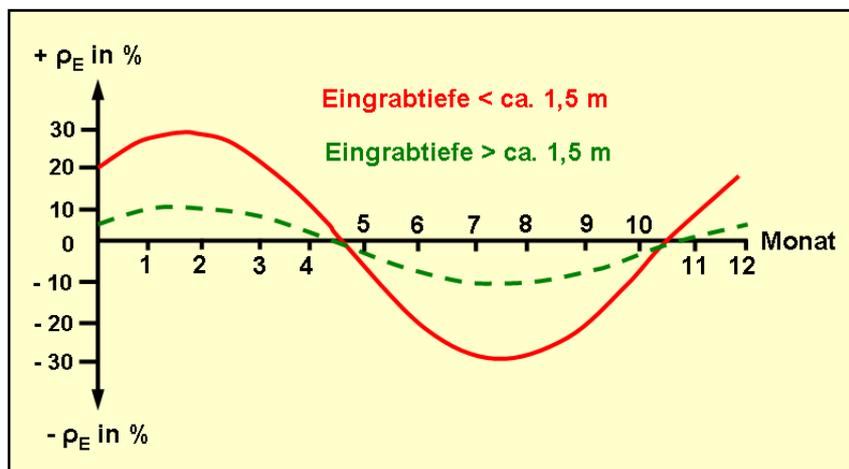
VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 111



Der spezifische Bodenwiderstand unterliegt jahreszeitlichen Schwankungen.



Je größer die Eingrabetiefe, umso geringer sind jahreszeitliche Schwankungen.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 112





Bei Fundamenterdern darf so gerechnet werden, als wenn der Erder im umgebenden Erdreich verlegt wäre. Der Ausbreitungswiderstand eines Maschenerders ist näherungsweise:

$$R_A = \frac{\rho_E}{2 \times D}$$

$$D = 1,13\sqrt{A \times B}$$

Vermaschter Ringerder oder Fundament auf dem Erdreich

$$R_A = \frac{\rho_E}{\pi \times d}$$

$$D = 1,57\sqrt[3]{A \times B \times C}$$

Fundament im Erdreich

Hinweis:

Nach dem Verfüllen der Baugrube ist das Fundament als ein Kreisplattenerder in der Erde zu betrachten.

$$R_A = \frac{\rho_E}{l}$$

Tiefenerder

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 113



Überschlägige Berechnung des Ringerders

Ringerder

Abmessungen: 40 x 20 m

Durchmesser der durch einen Ringerder eingeschlossenen Kreisfläche:
31,96 m

Spezifischer Erdwiderstand

Ackerboden	Sandboden feucht	Kies	Steinig Erdreich	
100	200	1000	3000	
$R_A =$ Ausbreitungswiderstand [Ω]				
1,56	3,13	15,64	46,93	

Variante 1: Verwaltungsgebäude

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 114





Grundlagen und Ausführung von Erdungsanlagen unter normativen und rechtlichen Gesichtspunkten

Berechnung des zu erwartenden Ausbreitungswiderstandes

Überschlägige Berechnung des Fundamenterders

Fundamenterder – Bodenplatte 0,2 m

Abmessungen: 40 x 20 x 0,2 m (A x B x C)

Durchmesser der Halbkugel bzw. einer dem Fundament inhaltsgleichen Ersatz-Halbkugel: 8,52 m

Spezifischer Erdwiderstand

Ackerboden	Sandboden feucht	Beton, bodenfeucht, etwa gleich dem umgebenden Erdreich	Steiniges Erdreich	Beton oberirdisch, trocken, mit erhöhtem Widerstand
100	200	500	3000	10000
$R_A =$ Ausbreitungswiderstand [Ω]				
3,73	7,47	37,35	112,04	373,46

Variante 1: Verwaltungsgebäude

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 115



Grundlagen und Ausführung von Erdungsanlagen unter normativen und rechtlichen Gesichtspunkten

Berechnung des zu erwartenden Ausbreitungswiderstandes

Überschlägige Berechnung des Fundamenterders

Fundamenterder in – 5 m nach dem Verfüllen

Abmessungen: 40 x 20 x 5 m (A x B x C)

Durchmesser der Halbkugel bzw. einer dem Fundament inhaltsgleichen Ersatz-Halbkugel: 24,92 m

Spezifischer Erdwiderstand

Ackerboden	Sandboden feucht	Beton, bodenfeucht, etwa gleich dem umgebenden Erdreich	Steiniges Erdreich	Beton oberirdisch, trocken, mit erhöhtem Widerstand
100	200	500	3000	10000
$R_A =$ Ausbreitungswiderstand [Ω]				
1,28	2,55	12,77	38,32	127,72

Variante 1: Verwaltungsgebäude

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

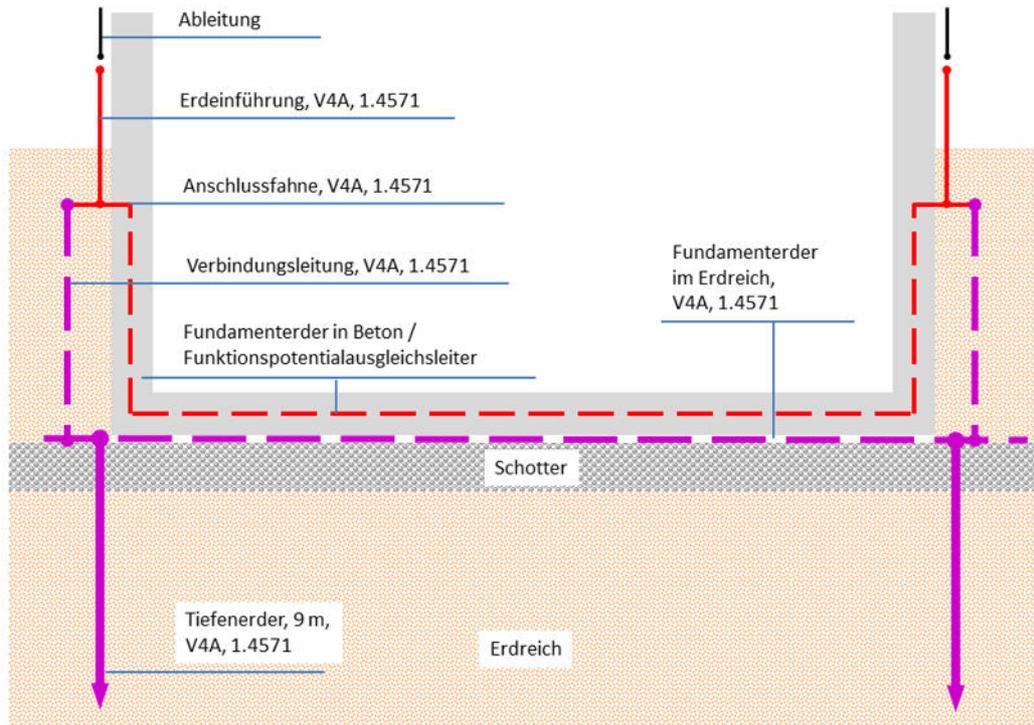
Folie Nr. 116





Grundlagen und Ausführung von Erdungsanlagen unter normativen und rechtlichen Gesichtspunkten

Berechnung des zu erwartenden Ausbreitungswiderstandes



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 117



Zusätzliche Tiefenerder zur Verbesserung des Ausbreitungswiderstandes < 10 Ohm



Grundlagen und Ausführung von Erdungsanlagen unter normativen und rechtlichen Gesichtspunkten

Berechnung des zu erwartenden Ausbreitungswiderstandes



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 118



Zusätzlicher Tiefenerder zur Verbesserung des Ausbreitungswiderstandes

Grundlagen und Ausführung von Erdungsanlagen unter normativen und rechtlichen Gesichtspunkten

Berechnung des zu erwartenden Ausbreitungswiderstandes

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 119



Zusätzlicher Tiefenerder zur Verbesserung des Ausbreitungswiderstandes

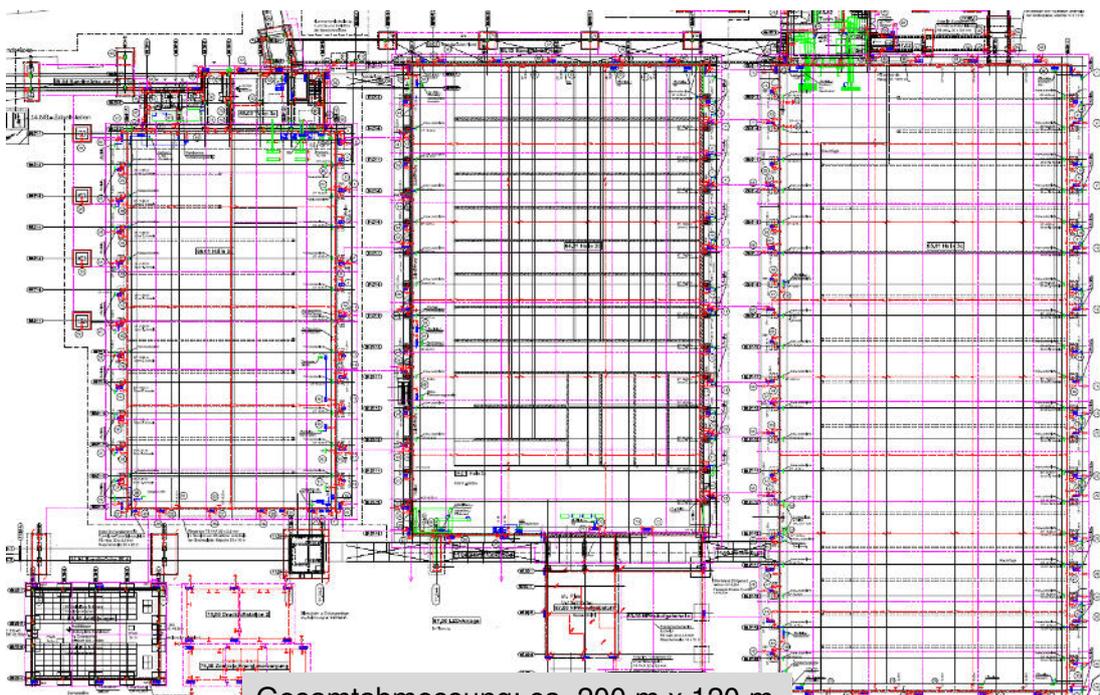
Grundlagen und Ausführung von Erdungsanlagen unter normativen und rechtlichen Gesichtspunkten

Berechnung des zu erwartenden Ausbreitungswiderstandes

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 120



Gesamtabmessung: ca. 200 m x 120 m

Variante 2: Industriekomplex



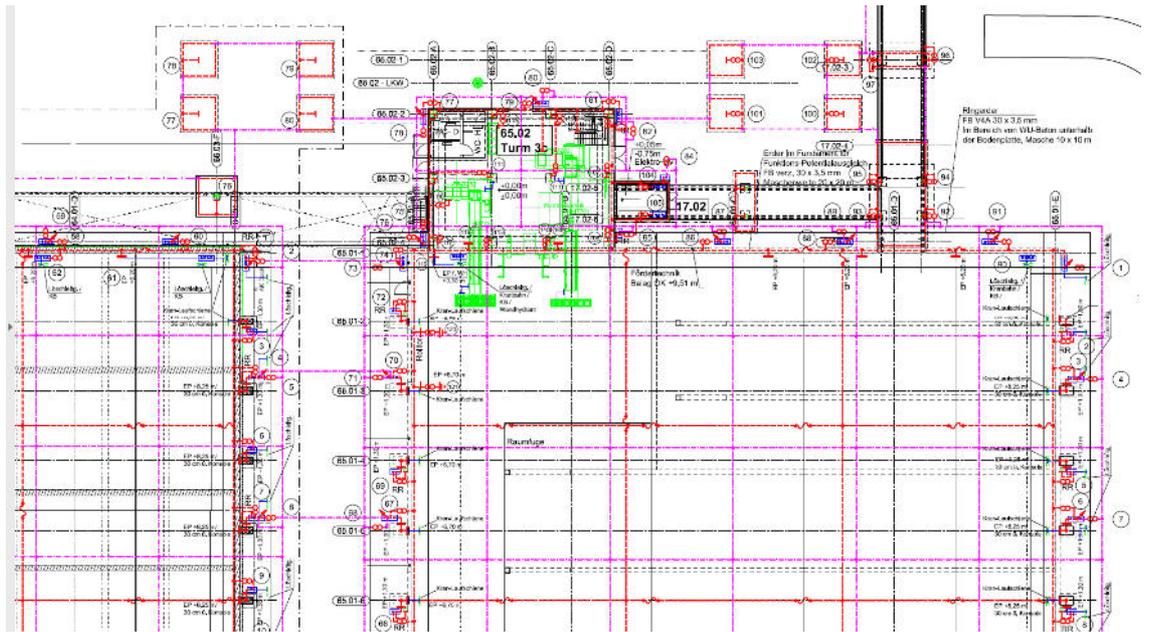
Grundlagen und Ausführung von Erdungsanlagen unter normativen und rechtlichen Gesichtspunkten

Berechnung des zu erwartenden Ausbreitungswiderstandes

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 121



Abmessungen: ca. 200 x 120 x 0,4 m

Variante 2: Industriekomplex



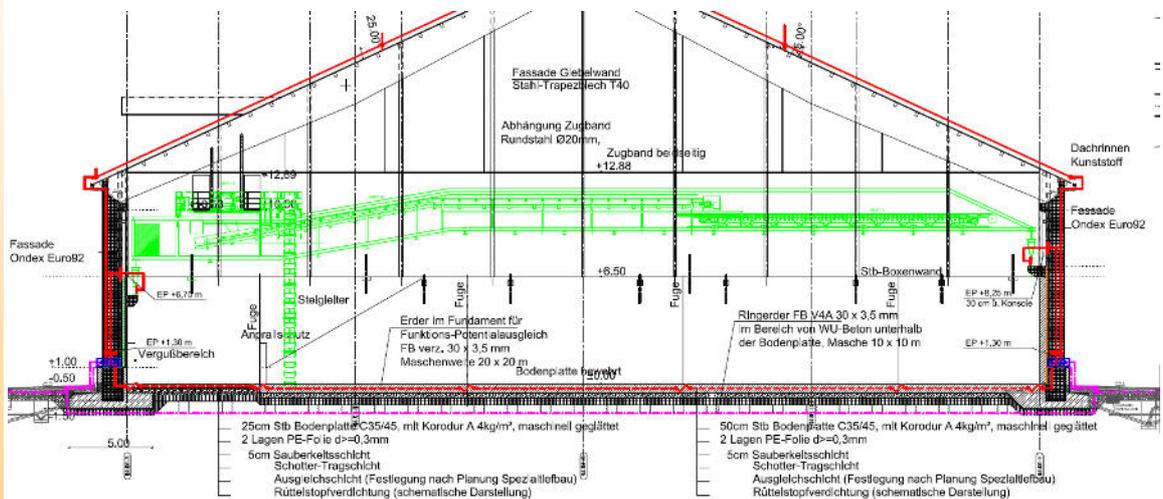
Grundlagen und Ausführung von Erdungsanlagen unter normativen und rechtlichen Gesichtspunkten

Berechnung des zu erwartenden Ausbreitungswiderstandes

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 122



Variante 2: Industriekomplex



Überschlägige Berechnung des vermaschten Ringerders

Ringerder				
Abmessungen: 200 x 120 m				
Durchmesser der durch einen Ringerder eingeschlossenen Kreisfläche: 175,06 m				
Spezifischer Erdwiderstand				
Ackerboden	Sandboden feucht	Kies	Steiniges Erdreich	
100	200	1000	3000	
RA = Ausbreitungswiderstand Ω				
0,29	0,57	2,86	8,57	

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 123



Variante 2: Industriekomplex



Überschlägige Berechnung des Fundamenterders

Fundamenterder – Bodenplatte 0,4 m				
Abmessungen: 200 x 120 x 0,4 m (A x B x C)				
Durchmesser der Halbkugel bzw. einer dem Fundament inhaltsgleichen Ersatz-Halbkugel: 33,37 m				
Spezifischer Erdwiderstand				
Ackerboden	Sandboden feucht	Beton, bodenfeucht, etwa gleich dem umgebenden Erdreich	Steiniges Erdreich	Beton oberirdisch, trocken, mit erhöhtem Widerstand
100	200	500	3000	10000
RA = Ausbreitungswiderstand Ω				
0,95	1,91	9,54	28,62	95,40

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 124



Variante 2: Industriekomplex



In der Praxis variiert der Ausbreitungswiderstand in Abhängigkeit von unterschiedlichen Bodenverhältnissen und Jahreszeiten deutlich. Abweichungen des spezifischen Erdwiderstandes von $\pm 30 \%$ in Abhängigkeit von der Jahreszeit können nicht ausgeschlossen werden.

Beispiel 1: Eine intakte Erdungsanlage kann in sandigem Gebiet einen Widerstand von 16Ω aufweisen und in Ackerboden mit großer Feuchtigkeit 2Ω .

Beispiel 2: Eine intakte Erdungsanlage kann am Tag der Erstellung einen Ausbreitungswiderstand von 3Ω aufweisen, der später durchaus zwischen $2,3 \Omega$ bis $3,9 \Omega$ liegen kann.

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 125

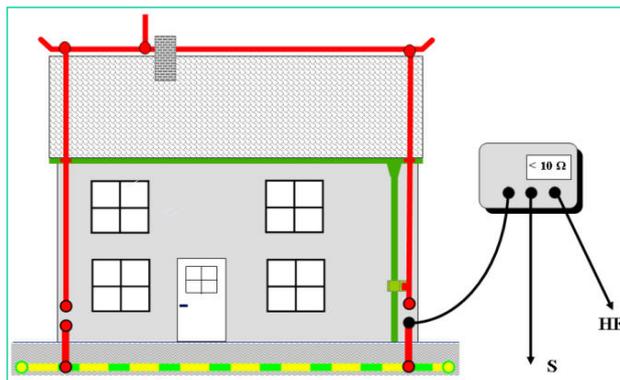


Variante 2: Industriekomplex



Gemessener Gesamtausbreitungswiderstand gemäß DIN EN 62305-3 Beiblatt 3, Bild 12, Messverfahren 3

Messergebnisse			
Nr.	Widerstand Erdung Ω	Widerstand Ableitung Ω	Bemerkungen
	0,4	---	Gesamtausbreitungswiderstand ohne Verbindung zum PAS



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 126



Variante 2: Industriekomplex



Meine persönliche Hinweise:

- Normen können niemals alle Eventualitäten berücksichtigen.
- Eine Norm ist kein Rezeptbuch, bei dem man nur die nächste Seite aufschlagen muss.
- Sonderfälle können nur durch Fachleute gelöst werden, die sich unmittelbar mit dem Problem beschäftigen.
- Lösungen müssen den in den Normen angegebenen Schutz- und Funktionszielen gerecht werden. Die muss der Fachmann kennen!

VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 127



VDB-Forum
4. – 5.11.2016
Köln

Verfasser:
Jürgen
Wettingfeld
(Dipl.-Ing.)

Folie Nr. 128



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit